



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS

**INSTITUTO DE INNOVACIÓN EN BIOSISTEMAS
PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN ZONAS ÁRIDAS**



II Congreso Internacional y XI Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas

VI Congreso Nacional y XVI Congreso Estudiantil de Microbiología Pecuaria

Programa Científico

29 y 30 de Octubre del 2015

"Acciones para fortalecer el desarrollo sustentable en zonas áridas"

Autores

Fabián García González, Aurelio Pedroza Sandoval, Marco Andrés López Santiago, Miguel Ángel Mata Espinosa, Ricardo Trejo Calzada, Sigifredo Armendáriz Erives, Jorge Alberto Ortiz Salazar, Oscar Esquivel Arriaga, José Luis Ortega Sánchez, Rafael Carrillo Flores, Armando López Santos, José Ramón Hernández Salgado, José Ruiz Torres, Gabriel García Herrera, Manuel de Jesús Azpilcueta Ruiz Esparza, Fabián Rosales Noriega, Juan Germán Acosta Gutiérrez, Rolando Santillán Elizarrarás

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Dr. Sergio Barrales Domínguez

Rector

Ing. Edgar López Herrera

Director General Académico

Dr. Francisco José Zamudio Sánchez

*Director General de Investigación y
Posgrado*

Ing. F. Moisés Zurita Zafra

Director General de Difusión Cultural y Servicio

Dra. Ma. Antonieta Goytia Jiménez

Director General de Administración

Dra. Elida Estela Treviño Siller

Director General de Patronato Universitario

UNIDAD REGIONAL

UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS

Dr. Bernardo López Ariza

Vicerrector

M.C. José Manuel Cisneros V.

Subdirector Académico

Dr. Ricardo Trejo Calzada

*Subdirector de Investigación y
Posgrado*

Dr. Sigifredo Armendáriz Erives

Subdirector Administrativo

C.P. Sara A. Carmona Veyna

Subdirectora de Patronato

Dr. Aurelio Pedroza Sandoval

Coordinador de Posgrado

Prólogo

Las regiones áridas de México representan un gran reto y a la vez una gran oportunidad para contribuir al desarrollo sustentable de sus pobladores. Los cambios recientes que han experimentado los patrones normales de distribución de la precipitación y registro de temperaturas atípicas, aunado a la problemática de sobreutilización de los recursos naturales a causa del sobrepastoreo, deforestación así como la consecuente degradación del suelo y la disminución creciente de la disponibilidad de agua; han contribuido en su conjunto a la modificación de los ecosistemas de estas regiones, afectando su productividad y la pérdida de la biodiversidad. Estos escenarios emergentes, deben de atenderse de una forma integral y proponer alternativas técnico-científicas de mitigación y/o solución, de tal forma que los habitantes de las regiones áridas adopten las tecnologías generadas, promoviéndose de esta forma un arraigo y una mejor calidad de vida para sus habitantes.

En este sentido, los objetivos del presente congreso son promover un espacio para el análisis e intercambio de experiencias de numerosas investigaciones relacionadas con el manejo sustentable de los recursos naturales de las zonas áridas, así como proponer diferentes metodologías, técnicas e innovaciones encaminadas a mejorar la productividad de los diferentes biosistemas y tomar conciencia de que conforme pasa el tiempo dependeremos en mayor medida de estas vastas regiones para la subsistencia de sus pobladores.

Atentamente

COMITÉ ORGANIZADOR

Nota importante:

La redacción y contenidos de los artículos en extenso y resúmenes, son responsabilidad del (los) autor (es).

CONTENIDO

Conferencias Magistrales

Titulo	No. Pág.
Riesgos y oportunidades de investigación en zonas áridas de Norte América en el contexto de cambio climático global Dr. Ricardo Mata González, Oregon State University	21
Procesos de evaluación de la sustentabilidad del uso y manejo de especies forestales de interés comercial en las zonas áridas de México Dr. Martín Martínez Salvador, ¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Campana. Chihuahua	22
Variabilidad climática histórica: efectos en la sociedad y ecosistemas del norte de México Dr. © Julián Cerano Paredes, José Villanueva Díaz, Lorenzo Vázquez Selem, Rosalinda Cervantes Martínez, Gerardo Esquivel Arriaga, Ricardo D. Valdez Cepeda y Jorge Méndez González, CENID-RASPA-INIFAP	25
Retos y necesidades de investigación en fauna silvestre de las zonas áridas y semiáridas de México Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula. Profesor Investigador Titular, Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí.	34
Contribución de las fuentes renovables de energía en la construcción de la resiliencia agroecológica de zonas semiáridas. Dr. Almarales Arceo, Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba. Guantánamo, Cuba	35
Erosión genética y rol de las gramíneas forrajeras de la región árida y semiárida de México. Dr. Raymundo Adrián Quero Carrillo. Profesor Investigador Titular. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo-Ganadería	36
Los ovinos criollos como alternativa para la producción animal en las zonas áridas y semiáridas de México Dr. José Solís Ramírez . Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo	44

Conferencias Orales

Manejo Integral del Agua	
Titulo	No. Pág.
Poblaciones rurales contaminadas por nitratos y los riesgos a la salud. Esperanza Yasmin Calleros Rincón.	67
Técnicas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para el desarrollo de capacidades en comunidades marginadas de zonas áridas. Aurelio Pedroza Sandoval.	74
Situación actual de la ganadería: Crecimiento económico de los sistemas de producción bovino lechero en el Estado de Sonora. José Luis Ríos Flores.	75
Reactores combinados: Anaerobio de flujo ascendente y con inyección de aire para el tratamiento de aguas residuales pecuarias. Aurelio Maldonado Cabrera.	82
Manejo integral del agua de riego al utilizar fuentes alternas de abastecimiento con variaciones estacionales de metales pesados y metaloides. Miguel Palomo Rodríguez.	83
Productividad del agua en el cultivo de café Del DDR 021, Villaflores, Chiapas, Producido en Temporal. José Luis Ríos Flores.	90
Economía de los Recursos Naturales	
Titulo	No. Pág.
Productividad del agua en el cultivo de manzana (<i>Malus Doméstica</i>) de Canatlán, Durango, México. José Luis Ríos Flores.	99
Autogestión del uso eficiente del agua de riego por aplicación de productos orgánicos en la producción de manzana, frijol y maíz amarillo en la zona de la Laguna de Santiaguillo. Juan Manuel Viguera Cortés.	108
Productividad del agua en café producido bajo condiciones de temporal en Motozintla, Chiapas, México. Cayetano Navarrete Molina.	109
Estudio etnobotánico de Orégano (<i>Lippia berlandieri</i>) en el Ejido la Trinidad municipio de Torreón, Coahuila. Pedro Iván Galaviz Anaya.	117
Evaluación del impacto ambiental y económico del ganado bovino lechero en la	118

Comarca Lagunera, México. José de Jesús Ramírez Flores.

Determinación del grado de sustentabilidad de la huella de carbono del ganado bovino de engorda en la Comarca Lagunera, México. Cayetano Navarrete Molina. 135

Cambio Climático y Desertificación

Titulo	No. Pág.
Analisis del manejo sustentable de aguas residuales para la agricultura en la region Paso del Norte (Chihuahua, Texas y Nuevo Mexico). Ph. D. Mariana Chew Sánchez. Phoenix University, Phoenix AZ, USA.	141
Efecto del cambio climático sobre la fenología del Nogal Pecanero en Chihuahua. Noé Chávez.	142
Tipología de prácticas manejo de tierras de temporal del Norte de Durango, México Mediante Imágenes LandSat 8. Jesús Pérez Salinas.	149

Innovación Agropecuaria y Flores de Zonas Áridas

Titulo	No. Pág.
Certificación e inocuidad alimentaria en productos agrícolas. MC Graciela Martínez Ramírez.	
Actividad antifúngica in vitro de productos naturales ante cepas de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn. Concepción García Luján.	150
Establecimiento de una pradera de zacate Maralfalfa <i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher con fertiriego en el Valle del Yaqui, Sonora. Fernando R. Feutcher A.	158
Contribución al conocimiento de la flora acuática de los Cerros la Virgen y los Alamitos, Zacatecas, México. Emmet Rodríguez Pérez.	171
Caracterización y ordenación de los bosques de Pino Piñonero (<i>Pinus Cembroides</i> Subsp. <i>Orizabensis</i>) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). Ro Linx Granados Victorino.	178

Microbiología Pecuaria	
Titulo	No. Pág.
Situación actual de la Tuberculosis bovina, su impacto en la salud pública y mercado internacional. MVZ M.Sc. Roberto Valdez López.	
Situación actual de la Brucelosis en los animales. MVZ EPAB Nélide Jiménez González.	
Principios y aplicaciones del procedimiento de producción de Gas <i>in vitro</i> en alimentos no convencionales para rumiantes. Dra. María Andrea Cerrillo Soto.	179
Método alternativo para el control de Cetosis en ganado bovino lechero. MVZ. José Eduardo Favela Reyes.	
Avances en el diagnóstico en Leche de Tanque y Corrales. Goretti Lavín Mora.	
Actividad antibacteriana de los extractos de Granada (<i>Punica granatum</i>), Salvia (<i>Salvia officinalis</i>), Albahacar (<i>Ocimum basilicum</i>) y Salvilla (<i>Buddleja scordioides</i>) en cepas de Enterobacterias. Guadalupe Ernestina González Yáñez	188
Monitoreo de Micotoxinas en la alimentación de ganado lechero. Experiencia de campo. Ing. Gustavo de la Torre Acosta.	189

Presentación en Carteles

EJE TEMÁTICO: CAMBIO CLIMÁTICO Y DESERTIFICACIÓN

Título y Autor(es)	Pág.
Susceptibilidad a la erosión del suelo en parcelas agrícolas del municipio de San Luis del Cordero, Dgo. Palmira Bueno Hurtado, Lourdes Lucía López Romero, Armando López Santos, Miguel Agustín Velásquez Valle and Miguel Palomo Rodríguez.	197
Obras de conservación de suelo: emergencia y establecimiento de especies forrajeras en la región semiárida del norte de México. José Luis García, Jesús Manuel Ochoa-Rivero, Moisés René García Holguín, José Ángel Sigala-Rodríguez and Humberto Lagos Gómez.	203
Producción y calidad de biodiesel producido a partir de aceite de carraspique (<i>Thlaspi arvense</i>) y grasa de res. Mali Buendia and Ricardo Trejo Calzada.	212
Restauración con especies del género Agave y conservación de suelo en Ejido de Santa Cecilia y el Ejido Ciénega del Carmen, Saltillo, Coahuila. Flores Pérez Jorge.	213
Mitigación del cambio climático en maíz forrajero usando fechas de siembra tempranas en La Laguna. José Miguel Castro Aguilera, Juan Guillermo Martínez Rodríguez and Vicente De Paul Álvarez Reyna.	214
Efecto del cambio climático sobre la evapotranspiración en la Comarca Lagunera utilizando los nuevos escenarios globales RCP's. Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Ricardo Barrera Tovar, José Castro Aguilera and Vicente Álvarez Reyna.	221
Desertificación en el municipio de Mapimí, Durango. Santos Martínez-Santiago and Armando López-Santos.	229

EJE TEMÁTICO: MANEJO INTEGRAL DEL AGUA

Título y Autor(es)	Pág.
Comparación de la evaluación de huella hídrica en cultivos básicos y Alfalfa (<i>Medicago Sativa</i>), irrigados por gravedad del Dr017. Graciela Chavarría Pérez, José Luis Ríos Flores, Miriam Torres Moreno, José Alfredo Domínguez Valenzuela, Juan Lorenzo Pitalúa, Artemio Rosas Meza and Claudia Gutiérrez	230
Regionalización de la cuenca baja del río Nazas mediante criterios de condición de aridez, sequía y fisiografía. María Monserrat Rodríguez-Alvarado, Aurelio Pedroza-Sandoval, Ignacio Sánchez-Cohen and Francisco G. Echavarría-Cháirez.	242

Caracterización fisiográfica y regionalización de la cuenca media de los ríos Nazas y Aguanaval. Luis Gerardo Yáñez-Chávez, Aurelio Pedroza-Sandoval, Martín Martínez-Salvador, Ignacio Sánchez-Cohen, Miguel Velázquez-Valle and Armando López-Santos.	243
Evaluación fitotóxica de biosólidos de la Comarca Lagunera. Sandra Patricia Maciel-Torres, María Del Rosario Jacobo-Salcedo, Uriel Figueroa-Viramontes, Aurelio Pedroza-Sandoval, Ricardo Trejo- Calzada and José Antonio Cueto-Wong.	244
Calidad del agua en la Región Lagunera. Diana Dennys Gandarilla Esparza, Rebeca Pérez Morales and Esperanza Yasmin Calleros Rincon.	245
Comportamiento hidrológico de la zona de temporal en San Luis del Cordero, Durango. María Del Socorro González-Rivera, Ignacio Sánchez-Cohen, Miguel Agustín Velásquez-Valle and Gerardo Esquivel-Arriaga.	251
Sirmod: herramienta para evaluar la eficiencia de riego parcelaria. Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Ricardo Barrera Tovar and José Miguel Castro Aguilera.	252
Rendimiento de girasol (<i>Helianthus annuus L.</i>) forrajero a diferentes densidades de siembra y sistemas de riego. José Luis Mandujano, Karla Verónica García and Miguel Ángel Mata Espinosa.	259
Evaluación de riego superficial y generación de recomendaciones de mejoramiento en la región lagunera. Gabriel García Herrera, Armando López Santos, Luis Eduardo Juárez Cabrera, Oscar Esquivel Arriaga, Ignacio Sánchez Cohen, Manuel De Jesús Azpilcueta Ruiz Esparza and Jesús Marrufo Ortiz.	260

EJE TEMÁTICO: FLORA DE ZONAS ÁRIDAS

Título y Autor(es)	Pág.
Main shrubby forage species from the Tamaulipan thornscrub in northeastern Mexico. Rahim Foroughbakhch, Jorge Luis Hernandez Piñero and Maginot Ngangyo Heya.	270
Distribución actual y potencial de <i>Ferocactus histrix</i> en el ejido San Pedro Piedra Gorda, Municipio de Ciudad Cuauhtémoc, Zacatecas. Carlos Arroyo Galván and Mario Antonio Serra Ortiz.	271
Especies vegetales dominantes en áreas del cañón de las Piedra Encimadas, Sierra del Sarnoso, Durango. Ricardo González, Nora Espino and Ricardo Trejo.	280
Efecto del ácido giberélico sobre la germinación de semillas de chicalote (<i>Argemone ochroleuca Sweet</i>). Elena Villarreal, Ricardo Trejo, Mali Buendia and Chrisha Montejano.	286

Supervivencia y daño por herbivoría en plantas de mezquite en función a su calidad morfológica en Mapimí, Dgo. Cecilia Nataly Gutiérrez Contreras, José Ángel Sigala Rodríguez, Homero Sarmiento López, Pablo Martínez Domínguez, José Ángel Prieto Ruíz and Eusebio Montiel Antuna.	287
Phenology of five timber species of the Tamaulipan thornscrub in northeastern Mexico. Maginot Ngangyo Heya, Rahim Foroughbahchk Pournavab, Artemio Carrillo Parra, Marco Antonio Alvarado Vázquez and Lidia Rosaura Salas Cruz.	288
Acclimatation of 9 cacti species at two ecological zones in the northeast Mexico. Lidia Rosaura Salas Cruz, Rahim Foroughbakhch Pouravab, María De Lourdes Díaz Jiménez and Maginot Ngangyo Heya.	289
Especies de agave (<i>Agavaceae</i>) utilizadas en la elaboración de mezcal en Durango, México. Imelda Rosas Medina, Néstor Naranjo Jiménez and Aurelio Colmenero Robles.	290
Aspectos ecológicos de <i>Agave durangensis</i> Gentry (<i>Agavaceae</i>) especie endémica del noroeste de México. Aurelio Colmenero Robles, Imelda Rosas Medina and Néstor Naranjo Jiménez.	296
Evaluación de una colecta base de gramíneas procedentes de ILRI en el Altiplano de Zacatecas. Francisco Antonio Rubio Aguirre.	297
Descripción anatómica de la madera de <i>Prosopis laevigata</i> para un mejor aprovechamiento en el municipio de Tierra Nueva, San Luis Potosí. Emmanuel Rincón Medina.	306
Impacto de la polinización de abejas en la producción de vainas en Mezquite (<i>Prosopis spp.</i>). Marcos Galicia Vergara and Rafael Carrillo Flores.	307
Valoración nutritiva de recursos forrajeros de zonas áridas. Carla María Quiñones-Moreno, Miguel Ángel Mata, Oscar Enrique Del Razo-Rodríguez, José Ramón Hernández-Salgado, Gonzalo Hernández-Ibarra and Oscar Esquivel-Arriaga.	308
Potencial de engorda cabra (<i>Dalea bicolor</i>) para la alimentación de rumiantes en agostadero en la región del altiplano zacatecano. Fernando Hernández Saucedo.	315
Potencial de Aprovechamiento del Gabazo de Maguey mezcalero (<i>Agave spp.</i>) como sustrato en cultivos sin suelo. Samantha Stfany Luján Adame.	316
Diversidad de micorrizas arbusculares asociadas a <i>Fouquieria columnaris</i> (Kellogg) Kellogg ex Curran, en la Sierra Tordilla, Sonora. Luis Carlos García Saldaña, José Luis Blando Navarrete, Margarita Torres Aquino and Heriberto Méndez Cortés.	317
<i>Tecoma stans</i> una planta del semidesierto para combatir la diabetes mellitus. José Luis Ortega Sánchez, Aurora Martínez Romero, Jesús Alba Romero and José Ramón Hernández Salgado.	328
Análisis de expresión de genes SPL4, SPL5, SPL10, SPL11 y SPL13 regulados pro miR156 en embriones de <i>Arabidopsis thaliana</i> . Andrea Martín Gutiérrez, Adriana	329

Fernanda Machado Martínez and Alma Armenta Medina.	
Uso etnobotánico de la flora del municipio de Mazapil, Zacatecas. R.B Jiménez, L.R Gutiérrez, H.M Reveles, J.A Cid and Ch. F.G Echavarría.	330
Inventario de vegetación nativa de los Ejidos Palmas Grandes y El Trigo de la comunidad Cedros, Mazapil, Zac. R.B. Jiménez, L.R. Gutiérrez, F.G.Ch. Echavarría, V.M.A. Velázquez, M.H. Reveles, C.I. Sánchez and J.A. Cid.	337

EJE TEMÁTICO: FAUNA SILVESTRE DE ZONAS ÁRIDAS

Título y Autor(es)	Pág.
Primer registro helmintológico de <i>Anaxyrus Punctatus</i> Baird y Girard, 1852, (Anura: Bufonidae) de Zacatecas, México. Edgar Salvador Ramírez-Cruz, Rogelio Rosas-Valdez and Elizabeth A. Martínez-Salazar.	341
Efectos de la actividad antropogénica sobre la estructura genética de Ungulados silvestres Dania Vega and Marcela Gutiérrez.	353
Percepción antropogénica hacia especies de fauna silvestre en el área de influencia de la RB Mapimí. Gonzalo Hernández Ibarra, Miguel Ángel Mata Espinosa, José Luis Blando Navarrete and Fernando Quiroz Sánchez.	354
Fauna entomológica asociada al cultivo del nogal pecanero: estudio de caso en el Valle del Guadiana, Durango. Hilario Flores-Gallardo, Saúl Santana-Espinoza, Manuel Ramírez-Delgado, Urbano Nava-Camberos, Reynaldo Alfredo Domínguez-Gándara and Víctor Daniel Núñez-Retana	355

EJE TEMÁTICO: INNOVACIÓN AGROPECUARIA

Título y Autor(es)	Pág.
Bísquets con harina de frijol de alta calidad nutricional. Raquel Karina Cruz Bravo, Mayra Denise Herrera, José Ángel Cid-Ríos, Martha Lucía Pinto Botello and Ana Karen Zavala-Calderón	361
Determinación de prolina en sábila (<i>Aloe Barbadensis</i> M.) En diferentes fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de estrés hídrico. Juan Antonio Núñez, Aurelio Pedroza, Ricardo Mata and Ricardo Trejo	362
Suplementación de glutamato y reactivación ovárica en cabras primíparas durante la época de anestro estacional: Efecto sobre los niveles séricos de triyodotironina. Alicia Paleta-Ochoa, César Alberto Meza-Herrera, Cayetano Navarrete-Molina, Omag Cano-Villegas, Carlos Arnoldo Romero-Rodríguez, Alma Rosa Álvarez-Ruíz and Blenda Sinahi Girón-Gómez.	363

Estrés térmico, nutrición divergente y tercer tercio de gestación en ovejas: Efectos de la concentración sérica de colesterol y triglicéridos sobre pesos de la camada al nacimiento.	364
Blenda Sinahi Girón-Gómez, Diego Quezada-Escarcega, César Alberto Meza-Herrera, Alicia Paleta-Ochoa, Cayetano Navarrete-Molina and Alma Rosa Álvarez-Ruíz.	
Suplementación de glutamato y función reproductiva en cabras primaras durante el periodo de transición al anestro estacional: efecto sobre los niveles séricos de insulina.	365
Alma Rosa Álvarez-Ruíz, Cesar Alberto Meza-Herrera, Alicia Paleta-Ochoa, Blenda Sinahi Girón-Gómez, Cayetano Navarrete-Molina and Carlos Arnoldo Romero-Rodríguez.	
Rendimiento de maíz de temporal cultivado en una plantación de nopal en el Valle del Guadiana, Durango. Homero Sarmiento, José Sigala, Rigoberto Rosales, Erickson Basave and José García	366
Análisis de la variación temporal y de la remoción de nutrientes en higuera bajo sistemas de producción intensivos. Selenne Márquez, Jesús Arreola and Uriel Figueroa.	372
Huertos familiares, una estrategia para el desarrollo agroalimentario en comunidades rurales de zonas áridas. Ricardo Trejo Calzada, José Antonio Chávez Rivero, Aurelio Pedroza Sandoval and José Ruiz Torres.	373
Tolerancia al estrés hídrico mediante indicadores de crecimiento y desarrollo de la planta en dos variedades de calabaza (<i>Curcubita moschata</i>) en la Comarca Lagunera.	374
Ruth Ixtaccihuat Méndez-Sánchez, Aurelio Pedroza-Sandoval, Ricardo Trejo-Calzada, Ignacio Sánchez-Cohen and José Antonio Chávez-Rivero.	
Uso de BIOL en el crecimiento de plántula de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.) tipo mirasol en Zacatecas. Ma. Del Rosario Ruiz Díaz de León, Manuel Reveles Hernández, José Ángel Cid Ríos and Ricardo Trejo Calzada.	375
Calidad y rendimiento de Pinto Saltillo en dos sistemas de siembra con goteo en Zacatecas. José Ángel Cid Ríos, Manuel Reveles Hernández and Juan José Figueroa González.	381
Crecimiento y productividad frijol Flor de Mayo Eugenia y Flor de Junio León, con riego por goteo en Zacatecas. José Ángel Cid Ríos, Manuel Reveles Hernández and Juan José Figueroa González.	386
Rendimiento y calidad de grano de dos nuevas variedades de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) pinto con riego por goteo en Zacatecas. José Ángel Cid Ríos, Manuel Reveles Hernández and Juan José Figueroa González.	392
Frecuencia y severidad de toxicidad en plántula de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.) por aplicaciones foliares y en riego usando BIOL. María Del Rosario Ruíz Díaz de León, José Ángel Cid Ríos, Manuel Reveles Hernández and Rodolfo Velázquez Valle.	399

Caracterización química de bagazo del mezcal, para la producción del hongo seta. Néstor Naranjo Jiménez, Jesús Herrera Corral, Norma Almaraz Abarca, Natividad Uribe Soto, Imelda Rosas Medina and Aurelio Colmenero Robles.	405
Impacto del níquel en el contenido nutrimental del nogal cv. western. Ricardo Barrera Tovar, Gerardo García Espino, Palomo Rodríguez Miguel, Susana Elizabeth Ramírez Sánchez and Esteban Sánchez Chávez.	411
Estado nutrimental del frijol ejotero por efecto de la aplicación de selenio. Ricardo Barrera Tovar, Palomo Rodríguez Miguel, Gerardo García Espino, Susana Elizabeth Ramírez Sánchez and Esteban Sánchez Chávez.	420
La emergencia de adultos, una variable de calidad de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley. (<i>Hymenoptera: Trichogrammatidae</i>) susceptible a la temperatura. Fabián García-González and José Ramón Hernández-Salgado	428
Evaluación del crecimiento foliar de nueve cultivares de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en Bermejillo, Durango. Aleida Gómez Hernández, Neiry Manuel Alvarado Ruacho, Manuel Reveles Hernández and Ricardo Trejo Calzada.	429
Diferenciación de bulbo de ajo afectada por acolchado y densidad de plantación. Manuel Reveles Hernández, Felipe De Jesús Díaz Sotelo, José Ángel Cid Ríos and Ricardo Trejo Calzada.	430
Evaluación nutrimental de ajo cosechado en el estado de Zacatecas. Juan José Figueroa González, Manuel Reveles Hernández and José Ángel Cid Ríos.	436
Composición química de genotipos de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) cultivadas en el estado de Zacatecas. Juan José Figueroa González, Manuel Reveles Hernández and José Ángel Cid Ríos.	442
Reacción de accesiones de chile para secado tipo mirasol a pudriciones de la raíz en condiciones naturales. Rodolfo Velásquez Valle, Luis Roberto Reveles Torres, Manuel Reveles Hernández and José Ángel Cid Ríos.	449
Expresión de síntomas virales en plantas de chile para secado del tipo mirasol en Zacatecas, México. Rodolfo Velásquez Valle, Luis Roberto Reveles Torres and Manuel Reveles Hernández.	455
Virus detectados en chile para secado con síntomas de yema grande en Zacatecas, México. Rodolfo Velásquez Valle, Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Luis Roberto Reveles Torres and C Serrano Gómez.	460
Evaluación de altura y diámetro de plántula de tres genotipos de moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam) en la Comarca Lagunera. Ricardo Trejo Calzada, Annel Judith Contreras Cisneros, Manuel Reveles Hernández, José Ruiz Torres and Aurelio Pedroza Sandoval.	465
Remolacha forrajera (<i>Beta vulgaris</i> L) potencial como cultivo alternativo en zonas áridas Lorenzo Antonio Valdez Martínez	473

Malformaciones de ajo variedad Calerense en tres densidades de plantación en el estado de Zacatecas. Manuel Reveles Hernández and Karina Casas Gómez	474
Producción orgánica de lechuga desarrollada en un sistema hidropónico NFT Víctor Martínez Cueto, Pablo Preciado Rangel and Manuel Fortis Hernández	480
Propuestas de construcción de muros y azoteas verdes en la zona metropolitana de La Laguna. Sergio Ibarra Ponce, Gisela Muro Pérez, Jaime Sánchez Salas and Luis Francisco Camporredondo Reyes.	485
Evaluación de girasol de medio riego (<i>Helianthus annuus</i> sp.) en el Ejido La Loma, Lerdo, Dgo. Carlos Salvador Jiménez Aguirre, Oscar Esquivel Arriaga, Miguel Ángel Mata Espinosa, José Ramón Hernández Salgado and Hilario Quezada Alvarado	486
Evaluación de biofertilizante en cinco variedades de maíz (<i>Zea mays</i> L.) forrajero en la Bermejillo, Dgo. Juan Carlos Moran Valles, Oscar Esquivel Arriaga, Miguel Ángel Mata Espinoza, Víctor Gonzales Lozano, Paola Carolina Sánchez Domínguez and Gonzalo Hernández Ibarra.	488

EJE TEMÁTICO: ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES

Título y Autor(es)	Pág.
Determinación de huella Hídrica en el cultivo del Garbanzo (<i>Cicer Arietinum</i>) en el Municipio de Cajame, Sonora. Blanca Verónica Salazar Marmolejo, José Luis Ríos Flores, Carlos Jiménez Velasco, Sonia Isela Morales García, Isabel Rentería Borjon and Anselmo Zamora Rentería.	490
Caracterización de las tierras de pastoreo en el sur de Tamaulipas. Adela Mendoza Cortina, José Luis Blando Navarrete, Gonzalo Hernández Ibarra and Oscar Esquivel Arriaga.	497
Caracterización del uso vegetación arbórea nativo en el sur del municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí. Lidia Hernández Hernández and José Luis Blando Navarrete.	498
Caracterización de las prácticas de uso y manejo de plaguicidas en cultivos hortícolas de la Comarca Lagunera. Berenice Esquivel, José Antonio Cueto, Oscar Pérez and Aurelio Pedroza	506
Las microempresas rurales como creadoras de empleo. José Ruiz Torres, José Antonio Chávez Rivero, José Luis Ríos Flores and San Juana Torres Barraza.	507
Nivel de bienestar social en comunidades rurales de tres municipios del estado de Durango, México. José Ruiz-Torres and Ricardo Trejo-Calzada.	508
Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio en áreas de alta marginación del estado de Chiapas. Benigno Ruiz Sesma.	515
La comercialización en microempresas-GRINVIN. Comarca Lagunera. José Ruiz-Torres and Ricardo Trejo-Calzada	516

EJE TEMÁTICO: MICROBIOLOGÍA PECUARIA

Título y Autor(es)	Pág.
Descripción y localización geográfica de las cuarentenas de Tuberculosis bovina en el Estado de Zacatecas. Mónica Leticia González Muñoz, L.M. Escareño Sánchez, F.I. de La Colina Flores, C.A. Medina Flores, R.M. Rincón Delgado and F. G. Echavarría Cháirez.	517
Micotoxinas y su impacto en la producción porcina; combate contra Zearalenona (<i>Fusarium spp.</i>). José Antonio Francisco Zamora.	519
Microbiología del Suelo. Chrisha Montejano García, Eliezer González Graciano and Alejandra Arellano Huerta.	520
Uso de aditivos microbianos para ensilajes. Cinthia Corina Juárez Cuevas, Cristina Martínez Jiménez, Chrisha Montejano García, Jennifer Montiel Gonzales, Enrique Pérez Pérez Jorge and Juan Daniel Segovia Martínez	525
Ionoforos en la alimentación de rumiantes. Eduardo Fallad Ruiz and Efrén Ramos Marín.	531
Rabia paralitica bovina. Karen García Vargas, Blanca Salazar Marmolejo and Sindy Soto Medina	532
Carbón sintomático (<i>Clostridium chauvoei</i>) en bovinos. Cayetano Carrillo Ignosencio, chavarría Pérez Graciela, Ramírez Núñez Héctor, Mata Espinosa Miguel	533
Seroprevalencia en brucelosis en hatos caprinos en cuatro localidades del municipio de Poanas, Dgo. Guerra Adame Ricardo, A. López Hernández, Luis A. Hernández Ibarra Gonzalo, Hernández Salgado José r.	534
Uso de la Insulina como prebiótico en rumiantes neonatos. Hernández Jimenez Miguel A.	542
Producción de metano en ganado rumiante. Avila Martínez Alma D. Chavez Delgado Alondra, Cisneros Cedillo Maria L. Morales García Sonia, I. Ramos Martínez Samir	548
Interacción planta-microorganismo en la raíz de gramíneas y leguminosas. Aquino Venegas M. Díaz Delgado V.F. García Reyes A. Hernández Martínez E.	554
Acidosis ruminal, causas y consecuencia. Vicente Reven Rogelio, Ayala Sosa Otoniel, Castillo González Olivia. G. Jiménez Velasco Carlos	560
Evaluación de la enzima celulasa en el ensilado de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>). Cardoso Carmona, C.J. Martínez Zaragoza J. A., Rodríguez Cruz, C.A. Vélez Labrada, J.L. Miranda Romero, L.A.	572

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Riesgos y oportunidades de investigación en zonas áridas de Norte América en el contexto de cambio climático global

Mata-González, Ricardo

Oregon State University

RESUMEN

Cuatro grandes desiertos existen en Norte América: El Chihuahuense, el Sonorense, el Mojave y el de la Gran Cuenca (Great Basin). Aunque estas áreas tienen en común la baja precipitación, varían significativamente en la estacionalidad de lluvia y temperatura. En los desiertos del sur, el Chihuahuense y el Sonorense, la precipitación de verano es más significativa que en los desiertos del norte, Mojave y Gran Cuenca. Con ello el componente de plantas C_4 es mucho más importante también en los desiertos del sur que en los desiertos del norte. Se espera que el cambio climático global afecte a estos desiertos de manera diferente a través del siglo 21 y más allá. Aunque se espera que la temperatura aumente para toda el área, es probable que el incremento afecte más a los desiertos del norte. Por otra parte, es muy probable que la precipitación aumente en los desiertos del norte y que disminuya en los desiertos del sur. Con ello la parte norte de México estará expuesta a más frecuentes sequías. El cambio climático global es innegable, pero debido a su paulatina ocurrencia se corre el riesgo de minimizar su efecto. En eso consiste el principal riesgo. El cambio de clima y los disturbios ecológicos en general tienden a favorecer a las plantas invasoras debido a la naturaleza oportunista de estas especies. Es imperativo el estudio de las plantas invasoras en los desiertos de Norte América bajo el nuevo esquema de cambio global. Las áreas de distribución de especies nativas y el avance de especies invasoras deben ser reevaluadas. Debe ser prioridad la restauración de áreas degradadas que han perdido su cobertura vegetal original debido al cultivo y subsecuente abandono. Estas áreas representan grandes pérdidas en la capacidad de acumulación de carbono de los sistemas desérticos. La capacidad de producción de biomasa vegetal en muchos ecosistemas está cambiando y se deben también reevaluar las tasas de crecimiento para estimación de productividad de especies de importancia forestal maderable y no maderable. El cambio climático global representa otro gran reto para el buen manejo en los sistemas áridos. El conocimiento de las interacciones entre suelo, planta, animales y ambiente es más importante que nunca.

Procesos de evaluación de la sustentabilidad del uso y manejo de especies forestales de interés comercial en las zonas áridas de México

Martínez-Salvador, Martín

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Campana. Km 33.3. Carr. Chihuahua-Ojinaga, Cd. Aldama, Chihuahua C.P. 36904 martinez.martin@inifap.gob.mx

RESUMEN

El uso de recursos naturales como aprovechamiento para fines comerciales ha generado deterioro continuo de las poblaciones de interés comercial. Entre los ejemplos más visibles en las zonas áridas de México, se encuentra la lechuguilla, el orégano, la candelilla, el sotol, mezquites, agaves, opuntias, etc., por lo que es importante incorporar programas de evaluación del funcionamiento de los sistemas productivos de recolección en los ecosistemas en los que crecen estas especies. Estas evaluaciones son posibles de realizar enmarcando los procesos de monitoreo y análisis bajo el concepto de desarrollo sustentable.

Se han realizado diversas iniciativas que buscan integrar índices que diagnostiquen el comportamiento de sistemas, subsistemas y factores relacionados con la calidad de vida y la estabilidad de los recursos naturales. Entre los principales modelos se encuentran el Índice de Desarrollo Humano (IDH), cuyo valor óptimo hace referencia a que los seres humanos deben disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos, y tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida digno, el Índice de Marginación (IM) que involucra indicadores de grado educativo, acceso a servicios, y el nivel de ingreso de la sociedad. Más recientemente se desarrolló, el Índice de Sustentabilidad Ambiental (ISA) que evalúa la calidad del aire en las ciudades, la calidad de los recursos hídricos, los niveles de consumo de energía, la degradación de suelos, la situación de la flora y la fauna. Estos índices son ejemplos de procesos que evalúan de forma integral la influencia de distintas variables, indicadores e índices en el proceso dinámico de desarrollo económico, estabilidad social y preservación de los recursos naturales.

Durante la década de los 90 en el siglo pasado, el auge en la comercialización del tequila generó una fuerte demanda de materia prima, por lo que el *maguey verde* representó una alternativa para cubrir una parte de la demanda de azúcares complementarios para la elaboración de este producto; no obstante, las condiciones de mercado y el desconocimiento de los valores económico y ecológico de los recursos, han propiciado un decremento en el capital natural, bajo impacto económico, y por ende no se ha propiciado un desarrollo en la calidad de vida de los habitantes de la región.

Bajo la premisa de que las actividades productivas y su relación con el uso, manejo y preservación de los recursos naturales forman un sistema complejo y dinámico, se realizó una evaluación del desempeño de la sustentabilidad a nivel municipal en el sureste de Zacatecas, Méx incorporando un grupo de indicadores propios del sistema forestal, los cuales fueron derivados de una caracterización de las poblaciones de *Agave salmiana*, ssp *crassispina* y de las especies arbustivas que habitan en la región a fin de contar con un diagnóstico preliminar que nos indique la condición actual de los comunidades vegetales de la región de estudio y su relación con la sociedad que da uso y manejo a las mismas.

Metodo. Se delimitó la región de estudios y se seleccionó un grupo de 37 variables ambientales, económicas y sociales para cinco municipios de la región (Pinos, Noria de Ángeles, villa Hidalgo, Villa García y Loreto). Para cada variable se monitoreo el valor correspondiente anual para el periodo 1990 – 2001 y se diseñaron 27 indicadores finales (Ej. Densidad de población = Habitantes / superficie; Grado de analfabetismo = Población menor a 15 años que no sabe leer/Población menor a 15 años que sabe leer) a partir de los cuales se construyó el Índice de Sustentabilidad (IS) con base en la siguiente metodología: Sea i un indicador del IS para un año en particular, y las entidades X_1, X_2, \dots, X_5 corresponden a cada municipio estudiado, entonces se establece como Indicador Relativo (IR) para la construcción del IS al valor resultado de la aplicación de las ecuaciones 1 y 2, según se desee: Si un Indicador se aproxima a la sustentabilidad en valores altos (Ej. % de cobertura vegetal), entonces se aplica la ecuación uno: $I.R. = (X_i - X_{max}) / (X_{max} - X_{min})$ Donde: X_i es el valor registrado para el indicador i del municipio X en el año x , mientras que X_{max} y X_{min} son los valores máximo y mínimo observados para el indicador i en el conjunto de municipios para el mismo año. Por su parte si un Indicador se aproxima a la sustentabilidad en valores bajos (Ej. Tasa de Crecimiento Poblacional), entonces se aplica la Ec2. $I.R. = (X_{max} - X_i) / (X_{max} - X_{min})$. A la sumatoria de la totalidad de indicadores relativos (27), se ha denominado Índice de Sustentabilidad (IS), y fue construido con base en la siguiente ecuación. $IS = \sum_{i=1}^n IR_s \times 9/27 + \sum_{i=1}^n IR_e \times 7/27 + \sum_{i=1}^n IR_f \times 11/27$ Donde IR_{si} son los nueve índices relativos de los indicadores sociales, IR_{Ei} son los siete índices relativos de los indicadores económicos y IR_{Fi} son los once índices relativos de los indicadores ecológicos.

Resultados: Los valores del índice han sido clasificados jerárquicamente de la siguiente manera: 0-0.49 bajo, 0.50 – 0.79 medio bajo, 0 – 0.8 medio alto, 0.81 – 10 alto.

Se observa un ascenso en los valores del índice en el periodo 1990-1995 (0.45-0.49); sin embargo, en el segundo periodo (1996-2000), el índice decrece de 0.49-0.47; no obstante, los valores del índice reflejan valores bajos de sustentabilidad en todos los años, lo cual sugiere analizar los indicadores de acuerdo con su sistema (Ecológico, económico y social), a fin de identificar la influencia del uso y manejo de los recursos en el desempeño económico y social de la región.



Es importante destacar que al revisar el comportamiento de los indicadores por cada elemento del sistema productivo en términos de sustentabilidad (ecológico, económico y social), el componente económico incrementa ligeramente, mientras que el componente ecológico presenta una pendiente negativa, lo cual indica un acelerado deterioro del ecosistema. Por su parte el componente social parece permanecer estable. Los índices de sustentabilidad estimados para la región de estudio no superan el 0.5, por lo que se considera que la actividad productiva tiene baja sustentabilidad.

Conclusiones. Mediante el uso de las ecuaciones es posible estimar un índice de sustentabilidad que involucra indicadores de diferentes sistemas (ecológico, económico y social), por lo que será importante observar el comportamiento de los indicadores que obtuvieron los valores más bajos, para realizar posteriormente planes de desarrollo sustentable encaminados a fortalecer las estrategias para mejorar las áreas más débiles en el uso y manejo de los recursos naturales.

Variabilidad climática histórica: Efectos en la sociedad y ecosistemas del norte de México

Cerano-Paredes, Julián ¹, Villanueva-Díaz, José ², Vázquez-Selem, Lorenzo ¹, Cervantes-Martínez, Rosalinda ², Esquivel-Arriaga, Gerardo ², Valdez-Cepeda, Ricardo D. ³ y Méndez-González, Jorge ⁴

¹ Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México

² CENID-RASPA INIFAP, Gómez Palacio, Durango

³ Centro Regional Universitario Centro Norte, Universidad Autónoma Chapingo, Zacatecas.

⁴ Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN

La generación de series paleoclimáticas con base en técnicas dendrocronológicas, permite el análisis histórico de la variabilidad climática. La dendrocronología constituye una excelente alternativa cuando se dispone de bases de datos instrumentales de extensión corta, que limitan analizar históricamente su variabilidad en el tiempo. Los objetivos de este trabajo fueron: (1) analizar la variabilidad climática de los últimos 600 años para el norte de México, determinar la periodicidad de eventos hidroclimáticos extremos (sequías) y su impacto en la sociedad, empleando como *proxy* los anillos de crecimiento de las especies *Pseudotsuga menziesi* y *Pinus cembroides*, y (2) reconstruir la historia del fuego en bosques mixtos de la Sierra Madre Occidental y determinar la influencia de fenómenos de circulación general, con base en secciones transversales con cicatrices de incendios. Ambas muestras fueron fechadas mediante técnicas dendrocronológicas estándar. Las sequías en la región norte de México, para el periodo 1400-2004 presentan una recurrencia de 50 años ($p < 0.05$); sin embargo, los eventos más intensos se observaron de manera significativa ($p < 0.05$) a intervalos de 100 años; 1450, 1560, 1660, 1750-1760, 1850-1870 y 1950-1960, ambas con gran impacto social y económico. Se reconstruyó el régimen del fuego para los últimos 300 años para la Sierra Madre Occidental (Durango). Se determinó una influencia significativa tanto de la variabilidad climática ($p < 0.01$) como de El Niño Oscilación del Sur (ENSO; $p < 0.05$) en la frecuencia de incendios de alta intensidad. La reconstrucción de series paleoclimáticas, brindan información elemental para la modelación de eventos hidroclimáticos extremos, que pueden ocurrir en el futuro bajo diferentes escenarios climáticos, información que permite fundamentar decisiones técnicas para el uso sustentable de los recursos naturales en esta región del norte de México.

Palabras clave: dendrocronología, reconstrucción, sequías, incendios, ENSO

ABSTRACT

The generation of paleoclimate series based on dendrochronological techniques, allows the historical analysis of climatic variability. Dendrochronology is an excellent alternative when the instrumental data bases of short extension are available, that limit to historically analyze its variability over time. The aims of this paper were: (1) to analyze the climatic variability over the past 600 years in northeastern Mexico, to determine the frequency of extreme hydroclimatic events (droughts) and their impact on society, using as *proxy* the growth rings of the species *Pseudotsuga menziesi* and *Pinus cembroides*, and (2) reconstructing the history of fire in mixed

forests of the Sierra Madre Occidental, based on cross sections with fire-scar and determine the influence of phenomena of general circulation. Both samples were dated using standard dendrochronological techniques. Droughts in the northeastern region of Mexico for the period 1400-2004, have a recurrence of 50 years ($p < 0.05$); but more intense events were observed ($p < 0.05$) at intervals of 100 years; 1450, 1560, 1660, 1750-1760, 1850-1870 and 1950- 1960, both with great social and economic impact. Fire regime for the last 300 years to the Sierra Madre Occidental (Durango) was reconstructed. In the frequency of high-intensity fires, a significant influence both climate variability ($p < 0.01$) and El Niño Southern Oscillation ($p < 0.05$ ENSO) it was determined. The reconstruction of paleoclimate series provide basic information for modeling extreme hydroclimatic events that may occur in the future under different climatic scenarios; information for substantiating technical decisions for the sustainable use of natural resources in this region.

Key words: dendrochronology, reconstruction, droughts, fires, ENSO.

INTRODUCCIÓN

Los anillos de árboles constituyen la fuente indirecta más apropiada de resolución anual para entender el comportamiento histórico del clima, su crecimiento anual está influenciado por las condiciones climáticas dominantes previas o durante su formación. Son una herramienta para el análisis de las condiciones climáticas en periodos en los que no existen registros instrumentales (Fritts, 1976).

La dendrocronología con base en el fechado exacto de los crecimientos anuales, constituye un proxy para la reconstrucción de variables climáticas como precipitación, temperatura, flujos de ríos, regímenes ecológicos de incendios, entre otras; estas reconstrucciones pueden llegar a ser tan extensas como longevos sean los árboles (Cerano *et al.* 2011).

Las reconstrucciones paleoclimáticas además de permitir conocer y analizar la variabilidad hidroclimática a través del tiempo, constituyen un soporte adicional para sustentar las hipótesis de las condiciones climáticas extremas que prevalecieron e interactuaron, magnificando los impactos de carencia de alimentos, brotes epidémicos, mortandad, abandono de pueblos, conflictos sociales y políticos de los grupos humanos establecidos (Acuña-Soto *et al.* 2002; Therrell *et al.* 2006; Stahle *et al.* 2011).

El conocimiento de la variabilidad climática, la frecuencia histórica de los incendios en los ecosistemas y la influencia de fenómenos de circulación general como El Niño Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) en cada una de estas variables, es esencial para el desarrollo de mejores estrategias de adaptación y manejo, disminuir su impacto en la sociedad y los ecosistemas forestales. El objetivo del presente trabajo es analizar la variabilidad climática para los pasados 600 años, sus ciclos, estragos en la sociedad y como esta variabilidad en el clima ha modulado históricamente el comportamiento del fuego en los ecosistemas forestales del norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La reconstrucción de la variabilidad de la precipitación en el tiempo y su efecto en la sociedad del noreste de México, para los últimos 600 años, ha sido posible gracias a reconstrucciones paleoclimáticas generadas en la última década, con base en núcleos de crecimiento y secciones transversales de especies arbóreas como *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y *Pinus cembroides* Zucc., distribuidas en la Sierra Madre Oriental (Figura 1).

La reconstrucción de los regímenes históricos del fuego para los pasados 400 años y su relación con la variabilidad climática, fue posible gracias al financiamiento del fondo SEP-CONACYT para la investigación de la relación clima-incendios en el norte y centro de México, esto con base en secciones transversales con cicatrices de incendios colectadas en bosque mixtos del estado de Durango, enclavado en la Sierra Madre Occidental (Figura 1).

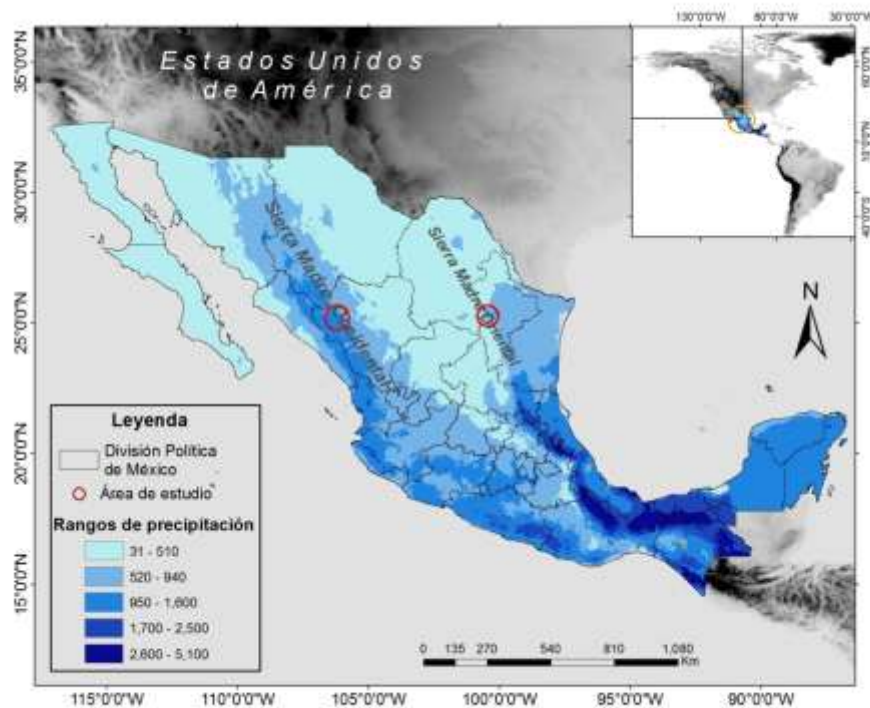


Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio en el norte de México (Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental) y la distribución del rango de precipitación.

Ambas muestras fueron fechadas con el apoyo de un estereomicroscopio trilocular, los anillos se contaron y fecharon al año exacto de su formación mediante el uso de técnicas dendrocronológicas estándar (Stokes y Smiley, 1968). Una vez fechadas las muestras, cada crecimiento se midió individualmente con un sistema de medición Velmex con una precisión de 0.001 mm (Robinson y Evans, 1980). El fechado y la exactitud de la medición de cada anillo se verificó con el programa Cofecha (Holmes, 1983; Grissino-Mayer, 2001).

Para las muestras empleadas en la reconstrucción de la variabilidad climática, se les removió la tendencia biológica y geométrica no relacionada con el clima, empleando el programa Arstan, al insertar una curva exponencial negativa o línea recta a la serie de medición y luego dividir cada valor anual de medición entre el valor obtenido de la curva, maximizando la señal climática (Cook, 1987). Para reconstruir el régimen del fuego para los últimos 400 años y analizar la relación clima-incendios, se utilizó el programa FHX2 (Grissino-Mayer, 2001). Para determinar la influencia del clima en la frecuencia histórica de incendios en la Sierra Madre Occidental, se empleó la precipitación reconstruida para el sitio (Cerano *et al.* 2012), el índice reconstruido de ENSO (NIÑO3.4; Cook, 2000a) y el índice reconstruido de PDSI (Cook, 2000b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reconstrucción de la variabilidad climática para la región noreste de México

Con base en el análisis de las series de precipitación reconstruidas para la Sierra de Arteaga y Sierra de Zapalinamé en el estado de Coahuila, y Peña Nevada en el estado de Nuevo León, se reconstruyó una frecuencia de sequías severas cada 100 años (1450, 1550, 1650, 1750, 1850 y 1950), durante los últimos 600 años, y sequías menos intensas cada final de siglo (Figura 2). Sin embargo, al considerar ambas frecuencias, los eventos registran una recurrencia de 50 años en promedio.

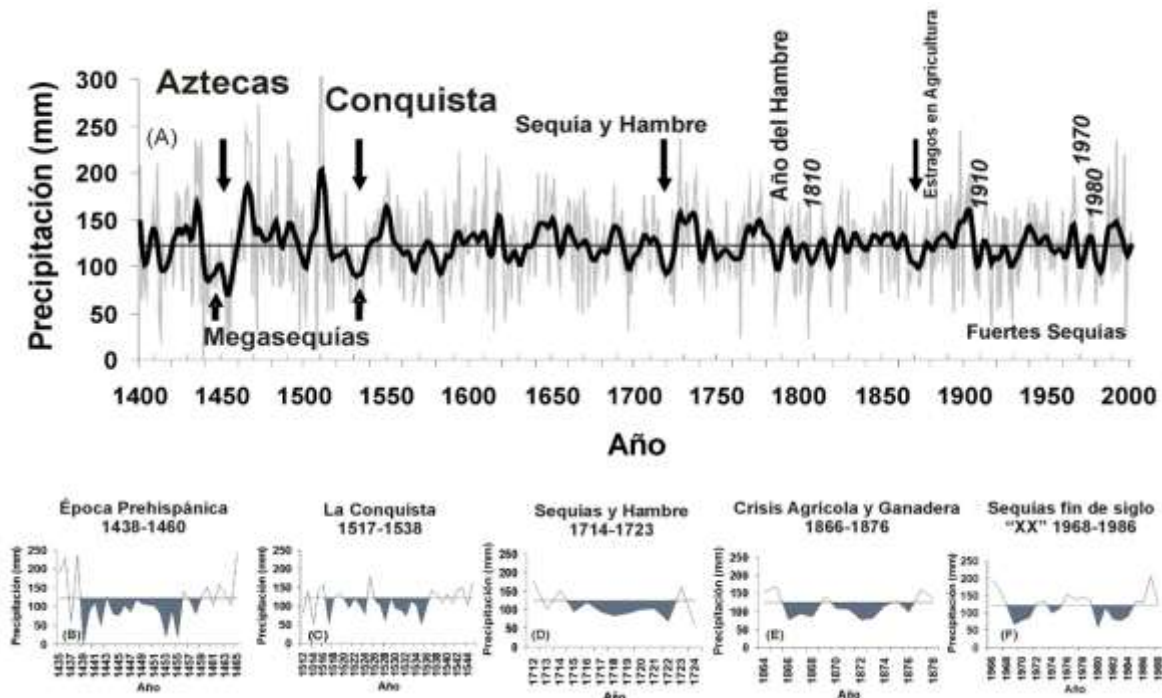


Figura 2. Análisis de la variabilidad de la precipitación en la región noreste de México, en los últimos seis siglos. La línea gris de fondo indica la variabilidad anual, la línea horizontal en negro indica la precipitación promedio y la línea flexible de color negro intenso es un spline ajustado a 10 años, que permite observar los períodos secos (precipitación por abajo de la media) y los períodos húmedos (precipitaciones por arriba de la media) (A).

Las sequías más intensas y los estragos en la sociedad, se analizan de manera individual para los períodos de la época prehispánica (B), la conquista (C) y otras sequías severas de los últimos tres siglos que han impactado al sector agrícola del norte de México (D, E y F) (Cerano *et al.* 2011).

Estudios para el centro de México, sobre las sequías en el periodo azteca mediante la interpretación de los códices, han permitido conocer el gran énfasis de la cosmología azteca en predecir eventos naturales en su calendario, asignando un nombre a un evento importante, destacando “El Año del Conejo”, evento asociado con la presencia de eventos catastróficos tales como hambre y muerte, con un ciclo identificado en su calendario de 52 años (Therrell *et al.* 2004). Durante el imperio azteca se identificaron 13 eventos de El Año del Conejo (882, 934, 986, 1038, 1090, 1142, 1194, 1246, 1298, 1402, 1454, 1505 y 1558) entre 882 y 1558. Series de índice de anillo tanto del norte (Cleaveland *et al.* 2003) como del centro del país (Therrell *et al.* 2004), indican que el valor promedio de los años anteriores a El Año del Conejo fueron significativamente menores de lo normal, que indica sequías y una pobre producción de maíz. El ciclo de los años El Conejo puede coincidir con el fin de la era de los aztecas.

Para el noreste de México, la serie de precipitación reconstruida que comprende el periodo de 1400-2004, muestra claramente una disminución significativa de la precipitación en los años 1402, 1454, 1505 y 1558 (Años del Conejo), lo que representa evidencia que los fenómenos extremos como sequías, no han sido eventos localizados en el centro del país, por ser donde se dispone de la mayor información histórica, sino que se extendieron hasta el noreste de México y hasta la fecha se registran en periodos que fluctúan de 52 a 59 años.

La sequía más reciente y severa que impacto el norte de México, corresponde a la década de 1950. Florescano y Swan (1995) citan a 1953, 1956 y 1957 con escasez de agua muy acentuada y los ubican entre los siete años con menor precipitación del siglo XX. Las sequías de 1956 y 1957 ocasionaron desempleo, migración y movilizaciones campesinas: la primera afectó a más de 60,000 campesinos en el norte de México, situación que favoreció la emigración a Estados Unidos de América. En La Comarca Lagunera, las labores agrícolas se paralizaron. La sequía de 1957 se extendió al centro de México y provocó un incremento en el desempleo, la migración y el surgimiento de luchas campesinas, destacando la desarrollada en La Comarca Lagunera, la cual se extendió hasta principios de la década de 1960 (Florescano, 1980).

Reconstrucción de regímenes históricos de incendios

Se reconstruyó el régimen histórico de incendios en la Sierra Madre Occidental para los últimos 400 años (Figura 3). La cicatriz de fuego más longeva en el área de estudio se produjo en 1582, y la cicatriz más reciente se dato en el año 1982. Hasta la década de 1950, el régimen de incendios mostró relativamente alta variabilidad en el tiempo. Posterior a 1951 fue reconstruida una baja frecuencia de incendios (supresión). El intervalo medio de incendios (MFI) fue de 5 a 8 años al considerar todas las cicatrices de incendios y de 9.5 años para los incendios que se registraron en

el 25% o más de las muestras, incendios de alta intensidad. Resultados similares de supresión del fuego se reconstruyeron para los bosques mixtos de coníferas en el estado de Chihuahua (Fulé *et al.* 2005).

Los incendios se registraron en años significativamente secos. Precipitación por debajo de la media ($p < 0.01$), condiciones del ENSO en su fase La Niña ($p < 0.05$) y valores de PDSI negativos ($p < 0.05$), la frecuencia de incendios está asociada de manera significativa con eventos de sequía. Heyerdahl y Alvarado (2003) han reportado resultados similares para otros sitios de la Sierra Madre Occidental. Otros estudios realizados en el estado de Chihuahua, han encontrado una relación significativa entre la disminución de la precipitación y la presencia de incendios severos (Fulé *et al.* 2005; Cerano *et al.* 2010). Los incendios en la Sierra Madre Occidental son modulados de manera significativa ($p < 0.05$) por condiciones de sequía.

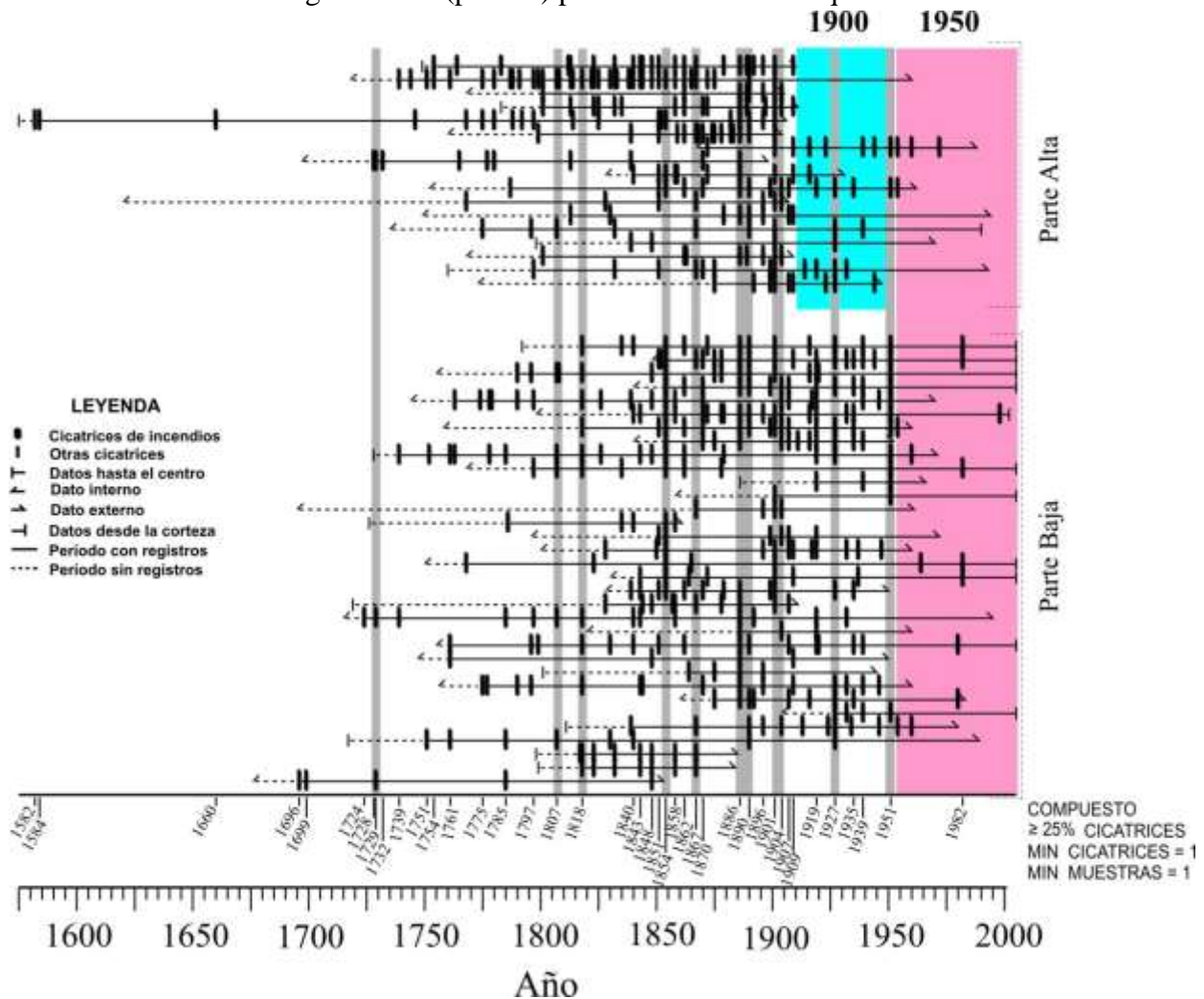


Figura 3. Reconstrucción de la historia de incendios en la parte alta de la cuenca del Nazas, para el período de 1575-2008. Las líneas horizontales representan cada muestra, las líneas negras verticales las cicatrices de incendio y las líneas grises muestran los incendios más extensos que afectaron a ambos sitios. El color rosa indica un período largo (50 años) con baja incidencia de

incendios y el color azul que a mayor elevación la baja variabilidad de los incendios comenzó hace un siglo aproximadamente (Cerano *et al.* En Prensa).

Las condiciones climáticas un año previo al incendio, presentaron valores positivos (condiciones de humedad) de manera significativa ($p < 0.01$). Las condiciones significativas ($p < 0.01$) de humedad un año previo a la ocurrencia del incendio, se asocian a una elevada producción de biomasa de plantas herbáceas y pastos, que aunado a una posterior disminución de la lluvia, origina condiciones propicias para el desarrollo de fuertes incendios. Swetnam y Baisan (2003) indican que la propagación del fuego se ve favorecida cuando un año seco sigue de un año húmedo, probablemente por la alta producción de combustible fino.

La amplitud de los intervalos de la frecuencia de incendios por la supresión de incendios posterior a 1951, es un indicativo de un incremento en la acumulación de combustibles (hojas, pastos, arbustos y ramas), tanto en cantidad como en continuidad, lo que probablemente ocasione la presencia de incendios más severos, en particular, cuando esto coincida con años bajo condiciones de sequía extrema (Skinner *et al.* 2008).

CONCLUSIONES

La reconstrucción de la variabilidad de la precipitación para los últimos 600 años en el noreste del país, permitió determinar una recurrencia significativa ($p < 0.05$) de eventos hidroclimáticos extremos (sequías) en frecuencias de 50 y 100 años, estas últimas con efectos más severos en la disponibilidad de agua, disminución de la producción agrícola y por consiguiente estragos económicos y sociales significativos en la población. De igual manera, se determinaron frecuencias significativas ($p < 0.05$) de eventos extremos que están asociadas a la variabilidad de El Niño Oscilación del Sur.

El conocimiento de la historia del fuego fundamenta el diseño de estrategias para ejecutar acciones de prevención y combate. El fuego aplicado en forma de quemas prescritas, debe ser considerado para restaurar el régimen de incendios superficiales y reducir el riesgo de incendios severos, garantizando la permanencia de estos bosques.

LITERATURA CITADA

Acuña-Soto, R., D. W. Stahle, M. K. Cleaveland and M. D. Therrell. 2002. Megadrought and megadeath in 16th Century Mexico. *Emerging Infectious Diseases*. 8(4):360-362.

Cerano-Paredes, J., J. Villanueva-Díaz, P. Z. Fulé. 2010. Reconstrucción de incendios y su relación con el clima para la reserva Cerro Mohinora, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 1 Núm. 1: 63-74.

Cerano Paredes, J., J. Villanueva Díaz, R. D. Valdez Cepeda, J. Méndez González y V. Constante García (2011a), "Sequías reconstruidas en los últimos 600 años para el noreste de México", *Rev. Mex. Cienc. Agric. Pub. Esp.* Núm. 2, pp. 235-249.

- Cerano-Paredes, J., J. Villanueva-Díaz, R. D. Valdez-Cepeda, V. Constante-García, J. L. González-Barrios y J. Estrada-Ávalos. 2012. Precipitación reconstruida para la parte alta de la cuenca del río Nazas, Durango. *Rev. Mex. Cien. For.* Vol. 3 Núm. 10. pp. 7-23.
- Cleaveland, M. K., D. W. Stahle, M. D. Therrell, J. Villanueva Díaz and B. T. Burns (2003), “Tree-ring reconstructed winter precipitation in Durango, Mexico”, *Climatic Change*, no. 59, pp. 369-388.
- Cook, E. R. 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree Ring Bulletin*. 47:37-59.
- Cook, E. R. 2000a. Nino 3.4 Index Reconstruction. International Tree-Ring Data Bank. IGBP PAGES/World Data Center-A for Paleoclimatology Data Contribution Series #2000-052. *NOAA/NGDC Paleoclimatology Program*. Boulder, CO, US.
- Cook, E. R. 2000b. North American Drought Variability PDSI Reconstructions. International Tree-Ring Data Bank. IGBP PAGES/World Data Center-A for Paleoclimatology Data Contribution Series #2000-074. *NOAA/NGDC Paleoclimatology Program*, Boulder CO, USA.
- Florescano, M. E. 1980. Análisis histórico de las sequías en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), D. F., México, 123 pp.
- Florescano, M. E. y S. Swan. 1995. Breve historia de la sequía en México. Universidad Veracruzana. México. 246 pp.
- Fritts, H. C. 1976. *Tree-rings and climate*. Academic Press, London - New York-San Francisco.
- Fulé, P. Z., J. Villanueva-Díaz and M. Ramos-Gómez. 2005. Fire regime in a conservation reserve in Chihuahua, México. *NRC. Canadian Journal of Forest Research* 35: 320-330.
- Grissino-Mayer, H. D. 2001. FHX2 – software for analyzing temporal and spatial patterns in fire regimes from tree rings. *Tree-Ring Research* 57, 115–124.
- Heyerdahl, E. K. and E. Alvarado. 2003. Influence of climate and land use on historical surface fires in pine-oak forests, Sierra Madre Occidental, Mexico. In: T.T. Veblen, W.L. Baker, G. Montenegro and T.W. Swetnam. (Eds.). *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Springer Verlag, New York, NY. USA. 196-217.
- Holmes, R. L. 1983. Computer-assisted quality control in treering dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69-75.
- Robinson, W. J. and R. Evans (1980), “A microcomputerbased tree-ring measuring system”, *Tree-Ring Bulletin*, No. 40, pp. 59-64.

Skinner, C. N., J. H. Burk, M. G. Barbour, E. Franco-Vizcaíno, S. L. Stephens. 2008. Influences of climate on fire regimes in montane forests of north-western México. *Journal of Biogeography* 35, 1436-1451.

Stahle, D. W., D. J. Burnette, J. Villanueva-Diaz, R. R. Heim Jr, F. K. Fye, J. Cerano-Paredes, R. Acuña-Soto, M. K. Cleaveland. 2011. Pacific and Atlantic influences in Mesoamerican over the past millennium. *Climate Dynamics*. DOI: 10.1007/s00382-011-1205-z.

Stokes, M. A. and T. L. Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating. University of Chicago Press, Chicago.

Swetnam, T. W. and C. H. Baisan. 2003. Tree-ring reconstructions of fire and climate history in the Sierra Nevada and southwestern United States. Pages 158–195 *In* Fire and climatic change in temperate ecosystems of the western Americas. T. T. Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro, and T. W. Swetnam, editors. Springer-Verlag, New York, New York, USA.

Therrell, M. D., D. W. Stahle and R. Acuña-Soto. 2004. Aztec drought and the “Curse of One Rabbit,” *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 85, 1263-1272. DOI: 10.1175/BAMS-85-9-1263.

Therrell, D. M., D. W. Stahle, J. Villanueva-Diaz, E. Cornejo-Oviedo and M. K. Cleaveland. 2006. Tree-ring reconstructed maize yield in central Mexico: 1474-2001. *Clim. Change*. 74:493-504.

Retos y necesidades de investigación en Fauna Silvestre de la Zonas Áridas y Semiáridas de México

Tarango-Arámbula, Luis Antonio

Profesor Investigador Titular, Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí.

RESUMEN

La necesidad de las comunidades rurales que habitan las zonas áridas y semiáridas de México, acompañada del cambio climático, el cuál comúnmente se asocia a sequías y condiciones de humedad excesivas, demanda de esquemas de investigación diferentes en el manejo de los recursos naturales, y en particular de la fauna silvestre. El objetivo de esta presentación es dar a conocer algunos retos y oportunidades de investigación sobre la fauna silvestre de las zonas áridas y semiáridas de México. Esta participación plantea la conformación de grupos de trabajo inter y multidisciplinario y el establecimiento de redes de colaboración, cuya misión es resolver problemas locales, regionales y nacionales; hace énfasis en proponer proyectos novedosos y la consecución de recursos a través de convocatorias nacionales e internacionales, y resalta la oportunidad de las Cátedras CONACYT para fortalecer los Núcleos Académicos Básicos, y las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento de los Programas de Postgrado de Calidad SEP-CONACYT. Asimismo, plantea ejemplos de temas de investigación que demandan una forma diferente de investigar. Ante un crecimiento demográfico ineludible, la disminución del precio del petróleo (amenaza para los presupuestos de las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación), la constante pérdida de suelo y de recursos naturales, y el acecho del cambio climático, obliga a las instituciones a ser más eficientes en el uso de su capital humano y financiero para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Contribución de las Fuentes Renovables de Energía en la construcción de la resiliencia agroecológica de zonas semiáridas.

Almarales-Arceo, Angel

Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba. Guantánamo, Cuba

RESUMEN

Las zonas semiáridas son ecosistemas extremadamente frágiles. Por tanto, cada tecnología que se pretenda desarrollar en las mismas requiere de un estudio minucioso para minimizar el impacto sobre ellas. En este sentido, la introducción de Fuentes Renovables de Energía (FRE) parece ser una opción muy atractiva y hasta el momento prácticamente inexplorada para tales condiciones. Nuestro trabajo muestra las experiencias obtenidas en la zona semiárida de Cuba donde la aplicación de las FRE ha contribuido a la construcción de la resiliencia agroecológica de estas áreas. Vale destacar, el papel preponderante que ha jugado la utilización de la biomasa para la obtención de biocombustibles y que ha permitido generar tecnologías y renta para los habitantes de semi-desierto cubano, utilizando un modelo integral de aprovechamiento del biocombustible y sus subproductos donde ha quedado demostrado que es posible en un mismo ecosistema resolver los dos problemas más agravantes que tiene el mundo contemporáneo: energía y alimentos. También, ha sido importante el impacto socioeconómico que han tenido la utilización de la energía solar en la gestión del recurso agua y en el mejoramiento de la calidad de vida en general.

Erosión genética y rol de las gramíneas forrajeras de la región árida y semiárida de México

Quero-Carrillo, Adrián R.

Profesor Investigador Titular. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo-Ganadería
queroadrian@colpos.mx

RESUMEN

La aptitud natural de muchos ecosistemas marginales es y será por muchos años la producción en pastoreo extensivo, esto es, tendremos ganadería extensiva por largo tiempo; por tanto, es recomendable elevar la productividad y estabilidad ecológica de estos sistemas por diversas razones: 1) Contienen a la población de mayor rezago (menor diversidad de ingresos, bajas oportunidades de desarrollo integral de la familia), 2) Geográficamente, son los de mayor impacto en la sociedad 3) Están alejados de los límites biológicos de producción y, por tanto, 4) Ofrecen la oportunidad de mayor impacto para la productividad nacional, con la menor inversión. Los recursos forrajeros en México adolecen de esquemas de utilización adecuados. La ciencia ha invertido enormes recursos en la investigación de cultivos básicos, muchos de cuyos resultados son fácilmente utilizables en gramíneas forrajeras. Nos encontramos muy elementales en el aprovechamiento de los recursos genéticos y de los avances de las ciencias vegetales. La importancia de revalorar la utilización de recursos genéticos, nativos e introducidos, entre las especies forrajeras de mayor impacto en México, es señalada y, en conjunto con una tecnología de pastoreo adecuada, representan las alternativas viables a corto plazo y de bajo costo, para impulsar la industria de producción en pastoreo, respetando la condición del ecosistema e incluso mejorándola, hacia una capacidad máxima sostenida. Los avances en las ciencias vegetales: aprovisionamiento de recursos genéticos y su escrutinio sistemático con herramientas adecuadas y con objetivos claros para atender las necesidades inmediatas de producción: productividad en tiempo de estiaje, calidad y digestibilidad de forraje, estabilidad ecológica del pastizal, entre las más inmediatas, son aspectos a los que la diversidad vegetal tiene una respuesta adecuada.

Palabras clave: recursos genéticos, pastoreo extensivo, pastos para el mejoramiento del ecosistema.

INTRODUCCIÓN

Desde los estudios de Randolph, Vavilov, McClintoch se visualizaba la importancia de la diversidad genética vegetal; sin embargo fue hasta los estudios de JMJ de Wet, Ledyard Stebbins y Jack Harlan que se ha documentado la importancia de conservar la biodiversidad, la cual cambia a una tasa sin precedentes como respuesta a condiciones inducidas por las actividades humanas (Harlan, 1975). Los acuerdos internacionales sobre biodiversidad buscan reducir la pérdida de recursos genéticos (Chapin *et al.*, 2010) reportaban los determinantes de la dinámica de los recursos genéticos: cambios en el uso de la tierra, concentración de CO₂ atmosférico, dinámica del N y lluvia ácida, clima e intercambio (deliberado o accidental) de recursos genéticos entre los ecosistemas. Indican los autores que las convenciones internacionales buscan minimizar los efectos de la pérdida de biodiversidad. La convención sobre la diversidad biológica (Montreal, Julio, 2010), previo a la realización de la Convención de Nagoya sobre recursos genéticos, (16 de octubre de 2010), tal vez sea ratificado por México, como país megadiverso, lo anterior como consecuencia de la devastación dirigida e involuntaria de la que hemos sido objeto, sin el reconocimiento económico de la aportación histórica de los agricultores mexicanos a la alimentación del mundo. Sin embargo, en caso de que no aprovechamos adecuadamente estos recursos, ante la falta de políticas certeras, los tomadores de decisiones deben prever alternativas para establecer convenios que promuevan su uso y conservación. La alteración de la biodiversidad ha sido acelerada en los últimos años (Walker y Hall, 2000). Muchas soluciones a la problemática de reducción de la diversidad genética y efectos colaterales del abuso de los ecosistemas están contenidas principalmente en la conservación y uso de recursos genéticos. Especialmente en pastoreo extensivo, en sitios donde éste y el aprovechamiento de otros atributos de la vegetación son la única fuente de riqueza renovable, esta actividad se vuelve de mayor importancia (Quero *et al.*, 2007).

En los últimos 40 años, la producción mundial de carne se ha incrementado 90 %; mientras que este aumento en el trópico ha sido de 200 %; actualmente, el área abierta al pastoreo en el trópico se ha estabilizado, y el aumento continuo en la producción de carne es reflejo de la ganancia en productividad por unidad de superficie, y una eficiencia en los parámetros productivos del hato cada vez mayor. En áreas tropicales, este aumento se logró mediante sustitución de pastos nativos o introducidos en sucesión secundaria por el uso de mejores variedades forrajeras (do Valle *et al.*, 2013). La demanda mundial de carne será cada día mayor y rentable, en beneficio de sistemas extensivos de producción vaca-becerro, eficientes y conservacionistas; los cuales, en México y al contrario de sistemas intensivos de riego, son y serán dominantes por mucho tiempo, y la buena noticia es que estos aún se encuentran muy lejos del límite biológico de producción, ya sea por deterioro de los ecosistemas bajo pastoreo o mal manejo de la explotación ganadera (Quero, 2015); por tanto, las inversiones en su profesionalización, mediante investigación y extensión, serán altamente rentables.

Actualmente se realizan esfuerzos para integrar recursos genéticos valiosos de las especies de mayor importancia para México tropical (*Brachiaria*, *Megathyrzus*, *Andropogon*, *Pennisetum*, entre otros). Después de la sequía, la disponibilidad de Nitrógeno es la principal limitante de la producción en pastoreo en el trópico, y la asociación con leguminosas es la primer herramienta de bajo costo a la mano; sin embargo, debido a los costos de infraestructura para el manejo de praderas asociadas con diferentes estratos y diferentes épocas de disponibilidad de forraje, se ha definido a las leguminosas arbóreas (*Leucaena leucocephala*), como la mejor opción para el manejo de asociaciones que beneficien a la ganadería de pastoreo con forraje de calidad en el año y con integración de nitrógeno al ciclo productivo, evitando a corto plazo, el deterioro de praderas. Se ha iniciado, en forma similar, la integración de la fisiología de la gramínea como factor de manejo; lo anterior, estandarizará la respuesta de la misma a diferentes manejos y proporcionará información comparable para las decisiones de mejora del sistema de producción bajo pastoreo.

A partir de 1989 se iniciaron las siembras masivas de praderas tropicales, mediante semilla botánica de las nuevas especies en el trópico de México, dichas siembras se establecieron con semilla importada de Brasil y Australia, y las especies de *Brachiaria* representaron el 80 % de éstas. La fuerte aceptación por parte de los productores de estas especies, las cuales mostraron sus ventajas productivas sobre las tradicionales, ha propiciado una expansión a lo largo y ancho del trópico mexicano: de esta forma, se han sembrado desde el Sur de Tamaulipas hasta de Yucatán y, desde Sinaloa hasta Chiapas, en la Costa del Pacífico. Las especies dominantes en la producción tropical en pastoreo extensivo incluyen *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura* y *Megathyrzus maximus* Sin. *Panicum maximum*, todos de reproducción apomítica (reproducción clonal por semilla), lo que implica que pocas variedades o ecotipos dominan grandes superficies establecidas (Jank *et al.*, 2014), lo cual resulta peligroso por la exposición elevada del sistema de producción en pastoreo, al efecto de plagas y enfermedades, como ha ocurrido en el pasado con mosca pinta en Brasil (Marcondes, 1974) en *B. decumbens*, por lo que se requiere investigación para diversificar la base genética de las praderas establecidas de especies destacadas, y generar resistencia a los principales problemas de la producción animal tropical: mayor producción y calidad de forraje; resistencia a sequía, pastoreo, nubosidad, menores temperaturas; fijación de N en gramíneas; mayor capacidad asociativa entre especies forrajeras (multitemporal y multiestrato). En el caso de especies introducidas a zonas áridas, el 90 % del buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) establecido en México pertenece a un solo genotipo apomítico: Buffel común (T-4464 o Americano); similarmente en *Eragrostis curvula*, apomítico diplospórico que ha sido establecido en diversas partes del norte de México.

Las gramíneas para pastoreo extensivo se encuentran en un proceso inicial de domesticación; sin embargo, en el trayecto de caracterización y domesticación, se obtendrán avances propicios para la industria ganadera. Por su parte, las especies forrajeras templadas han sufrido procesos de selección por más de doscientos años, lo que sigue siendo poco tiempo cuando se compara con los diez mil años de algunos granos básicos. Las especies tropicales y de zonas áridas son un

recurso virgen que está en espera de un escrutinio sistemático de la amplia variabilidad intra-específica, documentada en cada caso de gramíneas estudiadas. México posee amplios recursos genéticos para gramíneas forrajeras de zonas áridas y leguminosas arbóreas tropicales, para su uso en pastoreo extensivo. Las gramíneas nativas de zonas áridas son abundantes y competitivas con especies introducidas, contrariamente a las gramíneas americanas nativas del trópico. Sin embargo, estos recursos deben colectarse rápidamente para su estudio sistemático con herramientas y técnicas desarrolladas en cultivos básicos y ampliamente disponibles para un equipo de trabajo interdisciplinario y agudo en las ciencias vegetales.

Recursos Genéticos y su importancia

El más antiguo hallazgo arqueológico de pastos es del Paleoceno en América del Sur y en África entre 55 y 60 millones de años de antigüedad (Stebbins, 1981; Kellogg, 2001). Los pastos cubren una gran área del planeta, son los vegetales más cosmopolitas y, de las 10, 000 especies que contiene la familia, alrededor de 600 especies se encuentran en uso activo bajo pastoreo. Los pastos tropicales (de los cuales África es el centro de riqueza genética; Clayton, 1983) y el Mediterráneo es el centro de origen genético de importantes pastos para zonas templadas, junto con Sudamérica (Knight, 1983), son muy promiscuos y presentan amplia variabilidad morfológica, citológica y reproductiva: híbridos interespecíficos naturales, alogamia, poliploidía, cleistogamia, apomixis, hábitos de crecimiento, etc., lo que los ha hecho ecológicamente el grupo macro-vegetal de mayor éxito en el planeta.

Sin embargo, los recursos financieros para la colecta, conservación adecuada y evaluación sistemática de recursos genéticos de forrajeras se están reduciendo constantemente, afectando el impacto de agencias nacionales como internacionales: CSIRO, CIAT e ILCA han visto mermadas sus actividades. Restando con financiamiento adecuado a nivel nacional EMBRAPA como única agencia de trabajo en este tipo para el trópico. Estados Unidos y Europa poseen sus propias agencias de recursos genéticos de especies forrajeras, las cuales poseen tradicionalmente mayor apoyo económico de sus gobiernos (NPGS, 2010). La disponibilidad de variedades para climas templados, para el altiplano de México es amplia y ha sido escasamente utilizada en México, debido generalmente a tres factores: 1) Los productores no demandan las variedades que respondan a sus limitantes y 2) Los importadores de semillas no han mostrado capacidad técnica para escudriñar la disponibilidad de variedades que respondan a los factores limitantes. 3) los investigadores no intercambiamos recursos genéticos.

Cada especie posee un centro de origen genético en donde evolutivamente, durante millones de años han respondido a la presión de selección impuesta por la naturaleza. Para gramíneas de regiones tropicales África es el centro de mayor importancia para México y pocas especies mexicanas son competitivas con especies tropicales de gran importancia como Insurgente, Señal, Chontalpo, Buffel, Guinea, Jaragua, Pangola, entre los más conocidos. La tarea dentro de cada especie es lograr la introducción de recursos genéticos originarios de su centro de distribución en África y promover su evaluación y la comprobación de sus atributos entre los productores de los

mejores genotipos; lo anterior resulta de gran importancia ya que se han reportado elevados porcentajes de variación genética para producción (de 60% a 1200%) dentro de cada especie (Fig. 1). Un ejemplo puede ser el desconocimiento de la diversidad natural de pastos-maleza, con gran éxito en la colonización de grandes superficies: Buffel, originario del Sahel africano (LeHoérou, 1985) y pasto rosado *Melinis rosens*, cuyo centro de origen no está definido en África, tal vez conocer la diversidad de esos materiales de gran invasividad nos dará la oportunidad de encontrar pasto rosado con abundancia de hoja y mejor digestibilidad de la misma.

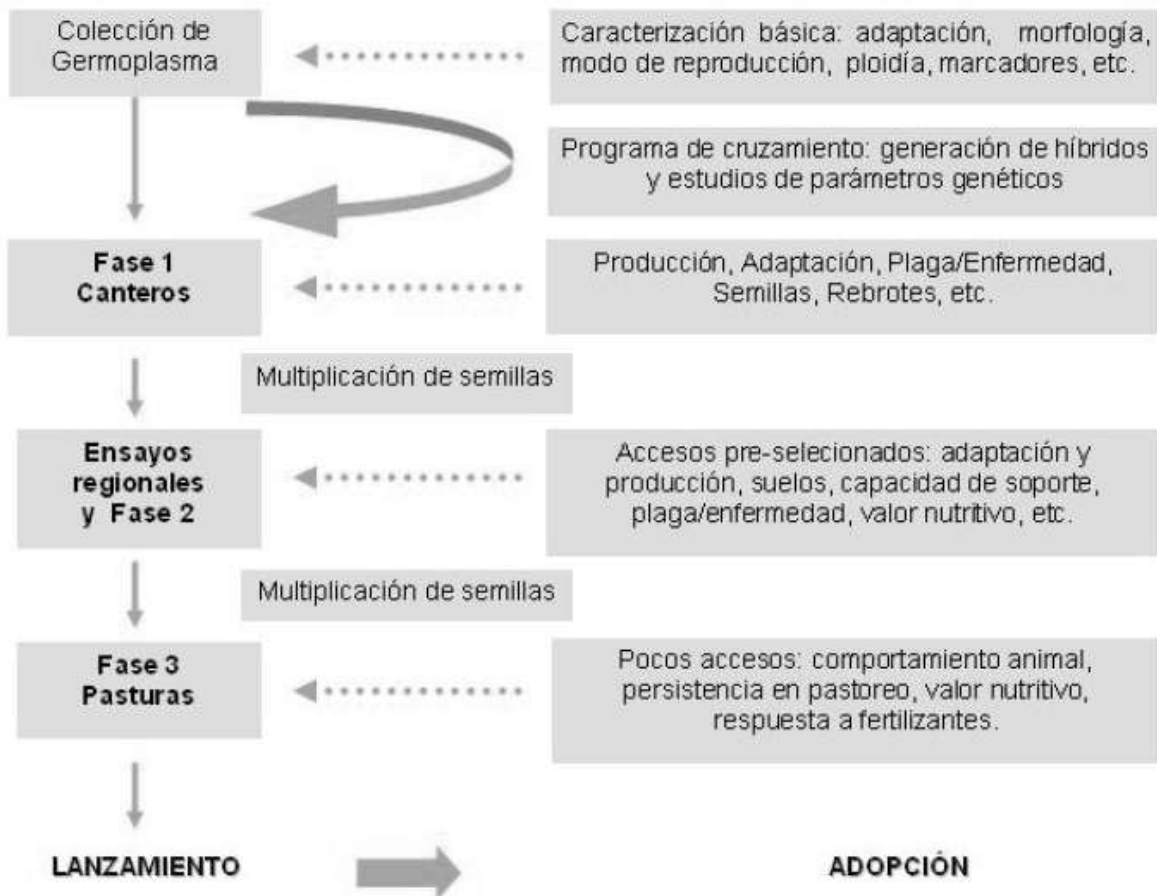


Fig. 1. Ruta lógica para la obtención de materiales valiosos para la ganadería (do Valle *et al.*, 2007)

Existe una gramínea para cada condición de producción y capacidad de inversión, pastos que exudan sales y soportan suelos salinos; pastos para suelos ácidos; pastos para condiciones inundables (para diversidad de tiempo de anegamiento y profundidad de agua) pastos para suelos fértiles, riego y fertilización; pastos para suelos ácidos; pastos para suelos erosionables; pastos para suelos de alto impacto de erosión (cárcavas); cada uno de ellos ofrece la oportunidad de

aprovechar las condiciones variables del rancho (bajíos, lomerios, áreas inundables, origen del suelo, etc.). Se debe establecer en cada parte del rancho la especie de mayor conveniencia (y la mejor dentro de la diversidad genética disponible para cada especie); así, nos encaminaremos a lograr la pradera ideal.

Las especies valiosas para la producción en pastoreo en México sufren de fuerte “erosión” genética. Entre las especies de mayor impacto se encuentran: Gigante (*Leptochloa dubia*), Lobero (*Lycurus phleoides*), Tempranero (*Setaria machrostachya*), Punta Blanca (*Digitaria californica*), Búfalo (*Bouteloua dactyloides*), Banderita (*Bouteloua curtipendula*) y Navajita (*Bouteloua gracilis*). Estos recursos genéticos están escasamente estudiados.

México es un centro importante de origen genético de leguminosas, principalmente tropicales y algunas de zonas áridas: *Desmanthus* spp., *Dalea* spp., *Leucaena* spp., *Acacia berlandieri*, todas con un potencial para su uso en pastoreo extensivo con requisitos de investigación en diferentes áreas. Aunque éstas no evolucionaron al pastoreo, representan una alternativa muy valiosa. La palabra clave al utilizar leguminosas forrajeras es persistencia en la pradera. La alternativa es la utilización de leguminosas arbustivas y arbóreas (mantenidas como arbustivas con manejo) y México tiene una amplia gama de éstas. *Leucaena* es la mejor leguminosa tropical arbórea y esta planta mexicana es la base de la producción en pastoreo extensivo en Australia tropical. En México, ha sido muy pobremente utilizada y existe tecnología para establecerla en México tropical y árido. Existen otras leguminosas en evaluación incluyendo especies de los géneros *Sena* y *Acacia*, desarrollándose trabajos sobre la evaluación de taninos y otros factores anticalidad que influyen su utilización (este simposium).

Los experimentos de evaluación y conservación de forrajes en “jardines de introducción” han sido, generalmente, multiespecíficos. Se conservan en pequeñas áreas hasta 40 especies de gramíneas y leguminosas con el fin de reconocer las bondades de las diversas especies, monitoreando algunos aspectos agronómicos como rendimiento de forraje, calidad nutritiva, producción de semilla, etc. De esta forma se ha logrado reconocer las ventajas de diversas especies en las regiones ecológicas que se evalúan. Por otra parte, lo que sería el paso lógico a seguir, es la conformación de jardines de introducción de buen número de ecotipos (15 o 20) de la especie o pocas especies que hubiesen resultado como las de mayor potencial productivo. Lo anterior, con el fin de seleccionar lo mejor que ofrece la diversidad natural de dicha especie. Una vez identificado el mejor ecotipo dentro de especie será de mayor valía realizar los ensayos agronómicos tradicionales (fertilización, frecuencias de corte, calidad forrajera, manejo del pastoreo, etc.) con esto se reconocería el fondo genético que ha dado origen a nuestra selección, para iniciar posteriormente un programa de mejoramiento genético, en caso de ser necesario, toda vez que se trata en su mayoría de plantas silvestres. Recursos genéticos implica diversidad natural, riqueza genética, lo cual se logra mediante colectas representativas de los centros de origen de la especie de interés (Harlan, 1971). Esto permitirá la selección de los mejores ecotipos para las condiciones de producción existentes en México: pobre tecnología de producción en

pastoreo, escasa utilización de insumos, diversidad de ambientes, etc. Por otra parte, permitirá salvaguardar los recursos genéticos para las necesidades de futuras generaciones.

Existen muchos casos a nivel mundial sobre las ventajas de tener una base genética amplia en gramíneas tropicales y de zonas áridas, principalmente en Brasil, Australia y Estados Unidos, para avanzar sólidamente en los objetivos del mejoramiento genético y de gran importancia para las condiciones de México; sin embargo, se amplía la presentación mencionando sólo algunos de éstos y mostrando resultados de trabajos realizados en México.

CONCLUSIONES

México es centro de origen genético de recursos forrajeros inexplorados de gramíneas de zonas áridas y leguminosas arbóreas con amplio potencial para la producción en pastoreo extensivo.

Se requieren colectas representativas de los centros de origen de especie, para las forrajeras de mayor impacto en la ganadería nacional.

Éstas pueden ser la base para la obtención de recursos genéticos no nativos y de gran importancia para la producción y estabilidad de los ecosistemas bajo pastoreo extensivo e intensivo.

Una vez colectada la diversidad genética, la principal limitante es la capacidad técnica y organización adecuada, para escudriñarla

Se requieren cuadros jóvenes para el aprovechamiento de recursos genéticos.

LITERATURA CITADA

Chapin, FS, ES Zavaleta, VT Eviner, RL Naylor, PM Vitousek, HL Reynolds, DU Hooper, S Lavore, OE Sala, SE Hobbie, MC Mack y S Díaz. 2010. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405 (May): 234-242.

Do Valle, CB, L Jank, RM Simeao R. 2007. Genética de nuevas especies forrajeras tropicales. *In:* R Tejos M, C Zambrano A, W. García, CM Tobía R, LE Mancilla, NJ Valbuena y F Ramírez (eds.) Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Proc. XI Seminario. pp. 132-145. UPEL, Barquisimeto, Venezuela.

Harlan, JR 1971. Agricultural origins: Centers and noncenters. *Science* 174: 468-474.

Harlan, J 1975. Our vanishing genetic resources. *Science* 188 (4188): 617- 621.

Kellogg, EA. 2001. Evolutionary history of the grasses. *Plant Phys.* 125: 1198-1205.

Knight R 1983. Mediterranean and temperate grasses. *In:* McIvor JG, RA Bray (eds). Genetic resources of forage plants. CSIRO, Australia. pp. 48-61.

LeHoérou, HN. 1985. Forage and fuel plants in the arid zone of North Africa, the Near and Midle East. *In*: G. E. Wikens, J. R. Goodin, and D. V. Field (eds.) Plant for arid lands. George Allen & Unwin (publishers). London. pp 117-141.

Marcondes, W., F. 1974. O drama da Braquiaria. *Rev. Criadores (Brasil)* 576: 13-16.

Quero, CAR, JF Enríquez Q y L Miranda J. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. *Interciencia*. 32 (8): 566-571.

Quero, CAR. 2015. Pastoreo actual y/o profesionalizado. Importancia e Impacto. Conferencia Magistral *In*: Toca RJA *et al.* (compiladores). Manejo de pastizales, conservación del pastizal, producción animal y bienestar del hombre. VI Congreso Intnal. de Manejo de Pastizales, 1ra Reunión de Manejadores de Fauna Silvestre, 1er Encuentro Estatal de Ganaderos. Universidad Juárez del Estado de Durango. ISBN:978-607-503-183-5. pp: 8-13.

Stebbins, GL. 1981. Coevolution of grasses and hervibores. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 75-86.

Valle do, CB, E Valeria PB, DB Montagner, JR Valério, CD Fernandes, MCM Macedo, JR Verzignassi, and LAZ Machado. 2013. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria* (*Urochloa*) cultivar for tropical pastures in Brazil. *Trop. Grassls.* 1: 1-15.

Walker J and DH Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. 287 (March10th,): 1770- 1774.

Los ovinos criollos como alternativa para la producción animal en las zonas áridas y semiáridas de México

Solis-Ramírez, José

Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, México. 56227. Correo Electrónico: solisrj2@yahoo.com

RESUMEN

Los ovinos criollos son una alternativa viable para pequeños productores en donde los recursos para la producción son una limitante. Las características a la fecha estudiadas indican que los ovinos criollos pueden ser una alternativa real para que la producción de proteína de origen animal pueda ser efectivamente producida en donde los recursos económicos y vegetales son insuficientes para desarrollar una ovinocultura comercial a gran escala. Estos animales pueden funcionar como base para impulsar una producción eficiente, limpia y exitosa con mínima inversión y manejo en sistemas de producción de zonas montañosas, áridas, semiáridas o marginadas. Los antecedentes indican que los ovinos Criollos poseen cualidades de relevancia en cuanto a uso de alimento, producción de canal magra y tolerancia a parásitos gastrointestinales, así como características de la fibra que favorecen su uso con fines artesanales, entre otras cualidades, demostrando que el ovino Criollo es un importante recurso genético que deberá ser conocido ampliamente para hacer un uso estratégico en sistemas de producción sostenibles a diferente escala que impulsen una mejor calidad de vida de las sociedad y particularmente de pequeñas comunidades rurales.

Palabras clave: Recursos genéticos, Ovinos criollos, zonas secas, sistema de producción animal.

SUMMARY

Creole or native sheep genetic resources are relevant for animal production systems where resources are restricted or limited such as small scale family production, highlands forest communities, indigenous isolated communities and dry and semi-dry conditions such as those in Central Northern or those with short rainfall season in many parts of Mexico. Farms under these conditions lack most of modern technology and financial resources to establish modern animal production farms; particularly, those located at dry or semi-dry agro-ecological regions lack water, money, consultancy and other supplies and facilities for a more sustainable, intensive and modern production. Creole sheep is a basic source for nutritional, economical, agro-ecological and cultural issues in areas where they are currently located such as in the states of Hidalgo, Mexico, Oaxaca, San Luis Potosi, Zacatecas, Chiapas, Veracruz, Puebla and Tlaxcala. Research results showed that Creole sheep are efficient in forage and concentrate use, good quality carcass, nematode resistant and fiber suitable for clothing items and hand-craft manufacturing goods. These animals should be preserved and improved for a better human well-living conditions for people living under special, suboptimal, limited or restricted resources for multiple production traits; furthermore, genetic diversity represented by Creole sheep is important if changes in human feeding fashion, climate change or other new or past sheep product-trait is demanded in

the future. Creole sheep possesses relevant characteristics that may be useful for meat, milk and fibre production in dry and shortage forage conditions.

Keywords: Genetic resources, Creole sheep, dry areas, animal production systems.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas han sido consideradas como una de las regiones con más limitaciones para la producción en México y en el mundo debido a su ubicación geográfica y a la falta de agua, temperaturas extremas y erosión eólica (Tarango, 2005). Sin embargo, estas características limitan relativamente el potencial de uso de estas zonas debido a que actualmente existen formas de obtener productos de estas áreas con la modificación del paisaje a través de la implementación de sistemas de riego modernos para cultivos básicos y forrajeros, con el uso de semillas o plantas adaptadas a regímenes de sequía como el algodón, con la instalación de industrias (por ejemplo la manufacturera o acerera), con la instalación de equipo que cosecha la energía solar o eólica para la obtención de energía eléctrica o mecánica para el uso posterior en las comunidades o en la industria.

Las regiones áridas y semiáridas son una parte predominante en el territorio nacional, significando una gran oportunidad de producción una vez que se logre tener control de esos factores limitantes. En este sentido, plantas y animales que brindan diferentes niveles de tolerancia a estos factores, tienen más oportunidad de ser exitosos y por lo tanto de producir alimentos para el ser humano o para otras plantas o animales, dando la oportunidad del reciclamiento de nutrientes en estas regiones. El ejemplo más evidente es la presencia de diferentes tipos de cactus y la fauna silvestre propia de estas regiones como el venado, la ardilla, el coyote, muchos tipos de insectos, reptiles y aves, entre otros que significan una gran riqueza y oportunidad de uso.

Por otra parte, con la llegada de los españoles y con ellos los mamíferos superiores, las cabras, las vacas y los ovinos entre otras especies se inicia un proceso de adaptación que ha durado más de cinco siglos y que a la fecha siguen abasteciendo de productos básicos y subproductos para la subsistencia del hombre en estas regiones. Entre estos productos y subproductos o derivados están la carne, leche, queso, dulces, cajeta y jabones; además del uso de la piel y la fibra en muchos casos. Este proceso de adaptación de las plantas y animales ha conducido al enriquecimiento de la megadiversidad genética de México y la cual se debe de aprovechar y cuidar su permanencia con fines de uso, pero también con fines culturales e históricos.

En un contexto de llegada, adaptación y producción en el ambiente donde tuvieron la oportunidad de sobrevivir y verse menos amenazados por la modernidad y la política productivista demandada por el crecimiento demográfico de México en el siglo XIX y XX es donde pueden encontrarse pequeños rebaños de ovinos Criollos (Figura 1). Estos ovinos como parte de la ovinocultura Mexicana han demostrado poseer cualidades importantes al permanecer en las comunidades como una fuente de valor y subsistencia para un amplio sector de campesinos, pequeños productores o indígenas de escasos recursos y marginación. El papel de los ovinos Criollos en esas comunidades aisladas o indígenas les ha permitido su conservación *in situ* manteniendo sus

características de rusticidad y producción con pocos recursos disponibles (Solís, 1997).



Figura 1. Grupo de ovejas criollas en Chapingo, México (Foto: José Solís Ramírez).

El aprovechamiento, la conservación exitosa, el manejo y el control genético de los ovinos Criollos necesita estar basado en un entendimiento del genotipo y de las condiciones agroecológicas, culturales y económico sociales que los rodean y afectan para poder implementar programas tendientes a la mejora productiva, genética o tecnológica que impacten su sostenibilidad, eficiencia y rentabilidad para los productores. En este sentido, el establecimiento exitoso de programas integrales de fomento y conservación de los recursos genéticos animales, dependen en gran medida de la caracterización de las poblaciones en el contexto anatómico, genético, productivo, fisiológico y alimentario entre otros aspectos, pero también del entorno donde se desarrollan. Para la caracterización de los animales Criollos la FAO (2007) señala una serie de aspectos a tomarse en cuenta durante el registro de información de mamíferos, como el rendimiento y calidad de la canal, curvas de crecimiento, utilización del alimento, aspectos fisiológicos, resistencia a parásitos y enfermedades, habilidad de combinación genética específica y general con otras razas, entre otros aspectos.

Es relevante mencionar que mantener el uso de animales criollos y autóctonos en sus lugares de origen, es fundamental por su adaptación y aporte a las comunidades asegurando la persistencia del germoplasma, mientras aportan recursos para el mejoramiento socioeconómico y alimentario de la población humana de estas zonas con productos de calidad. La producción bajo estos principios asegura sostenibilidad de una producción con calidad para que generaciones futuras puedan disfrutar de su presencia y cualidades salvaguardando la relación equilibrada con la naturaleza (Solís, 2008). De esta manera, el objetivo del presente trabajo es presentar elementos derivados de investigaciones realizadas que demuestran que los ovinos criollos son una alternativa viable para la producción animal en zonas con recursos limitados como son las zonas áridas y semiáridas en donde la falta de agua genera poca producción de forraje, favoreciendo el uso de animales eficientes y tolerantes a diversas condiciones climáticas que produzcan alimentos sanos, limpios y de manera sostenible en estas regiones del país.

La ovinocultura nacional

Para México, las cifras generales para el 2014 son de 8.2 millones de cabezas ovinas, con el Estado de México, Hidalgo, San Luis Potosí, Puebla, Oaxaca y Veracruz como los estados que concentran el 53% del inventario nacional, mientras el valor de la producción ovina representa el 1% del valor de la producción pecuaria (Arteaga, 2014). Con una población de 7 millones de cabezas en el 2008, se reportó que el valor de la producción ovina era de 4,085 millones de pesos; representando el 1.77% del ganado en pie y el 1.09% de todas las carnes producidas en México (SAGARPA, 2008), lo que sugiere que esta actividad ha crecido en términos generales, pero económicamente no ha cambiado sustantivamente manteniendo el mismo esquema de comercialización y consumo de la carne ovina en México hasta la fecha (Martínez y Pacheco, 2014). El precio alto en pie o en canal de los ovinos han hecho de la ovinocultura una alternativa redituable y de alto potencial por la demanda no satisfecha hasta la fecha; sin embargo, se sigue sin brindar el apoyo definitivo y planeado a los productores para un despegue sólido de la ovinocultura mexicana, ocasionando que el consumo interno de carne ovina siga dependiendo parcialmente de las importaciones en pie y canal (Arteaga, 2014).

En México, los ingresos por venta de productos ovinos, provienen principalmente de la producción de carne, ya que el 95% del mercado de cordero lo constituye la barbacoa, y en menor grado en canal o en cortes. La producción de lana es cuantitativamente insignificante y a veces representan pérdidas debido a los costos de trasquila. La lana del ovino Criollo se usa sólo con fines artesanales en algunos estados de la república como Chiapas, Hidalgo, Estado de México, Querétaro y Veracruz (Cuellar, 2006). No se conoce con exactitud el número de ovinos Criollos en México de acuerdo con la definición de Solís (1992, 1997); sin embargo es evidente que el número es bajo, tiende a reducirse y solo se le localiza en áreas muy reducidas de algunos estados de la república ya mencionados anteriormente.

Se puede señalar, que tomando el precio por kilogramo de ovino en pie o como alimento preparado ha motivado que la ovinocultura nacional se vaya transformando gradualmente en una actividad empresarial con flujo de capital y tecnología; sin embargo, sigue adoleciendo de eficiencia y productividad, lo cual genera una ovinocultura poco rentable o de subsistencia. Este aspecto se ha querido resolver mediante la importación de genotipos ovinos que van gradualmente absorbiendo a los animales locales, sin resultados palpables del éxito de estos programas de mejoramiento implementados (Almanza, 2002).

Características y localización de las zonas áridas y semiáridas

Las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, genéricamente denominadas tierras secas, se caracterizan por condiciones climáticas particulares, como son la precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas -en el caso de los desiertos fríos- y elevada evapotranspiración potencial. Técnicamente, las zonas áridas se definen como zonas que tienen un índice de aridez (obtenido a partir del cociente entre la precipitación anual media y la evapotranspiración potencial media) comprendido entre 0.5 y 0.65. Con base en estos valores, 30% de las zonas áridas del mundo están en zonas propiamente áridas, 45% en zonas semiáridas

y 25% en zonas subhúmedas secas (SEMARNAT, 2005). Aproximadamente la mitad de los países del mundo padecen problemas de aridez, esto es un valor cercano al 41.3% del planeta, lo que equivale a 6 mil 90 millones de hectáreas distribuidas principalmente en Asia, norte de África y la mayor parte de Australia. En los países desarrollados se encuentra 28% del total de las tierras secas del mundo y el resto (72%), en los países en desarrollo (SEMARNAT 2008). El continente americano cuenta con zonas secas en el norte y en menor cantidad en el cono sur (SEMARNAT, 2008). Estas zonas son de gran importancia para la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los procesos ecológicos que allí se presentan como parte del balance y evolución natural. Asimismo, la diversidad de situaciones físicas, biológicas, socioeconómicas y políticas en estos países da lugar a una gran variedad de situaciones que a lo largo de la historia forman parte de la misma diversidad en el planeta.

Para el caso de México, se puede señalar que de su superficie total, de aproximadamente 2 millones de Km², solo puede destinar a la producción agrícola poco más del 10%. Sus zonas áridas y semiáridas abarcan aproximadamente la mitad de su territorio. En términos pluviométricos, se consideran zonas áridas, aquellas áreas que reciben una precipitación pluvial media anual menor a 350 mm, y semiáridas a las que reciben entre 350 y 600 mm anuales. En ambos casos, la precipitación promedio anual es menor a la evaporación potencial máxima anual poniendo en evidencia un déficit hídrico. Estas regiones se caracterizan por una escasez de agua, con una distribución de la precipitación pluvial altamente errática y que ocurre en pocos eventos y de tipo torrencial. Situación que limita sustancialmente el desarrollo de las actividades agropecuarias. Las zonas áridas y semiáridas son unidades geográficas y ecológicas donde predominan condiciones de sequedad extrema y cobertura vegetal reducida o casi ausente (Figura 1 y Figura 2) con predominancia de matorrales xerófilos, bosque espinoso y pastizales. Dichos factores repercuten en todos los procesos y en el comportamiento de las diferentes especies, adaptadas a vivir en tales condiciones. Estas zonas son refugio de una gran variedad de plantas y animales silvestres, muchos de ellos con un verdadero potencial cinegético o bien en la dieta de los pobladores rurales (Tarango, 2005).

En México, la distribución de las zonas secas esta principalmente en los estados del norte y centro norte del país, así como en áreas de los estados del centro sur y sur (Figura 2). Por otra parte, el uso del suelo y vegetación en estas zonas es muy variable apreciándose áreas con porcentaje variable de pastizal en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Figura 3). La ganadería en estas zonas está limitada por las condiciones naturales adversas, por la raquílica vegetación de gramíneas y otras plantas forrajeras; Sin embargo, en la proximidad de los distritos de riego se produce grano y forrajes que permiten la existencia de unidades pecuarias equipadas y animales para la producción especializada. En estas regiones la producción de ganado vacuno es una tradición, como lo fue el ganado ovino algunas décadas atrás; sin embargo, el pastoreo mixto sigue siendo una alternativa sobre todo si se maneja adecuadamente el recurso forrajero.

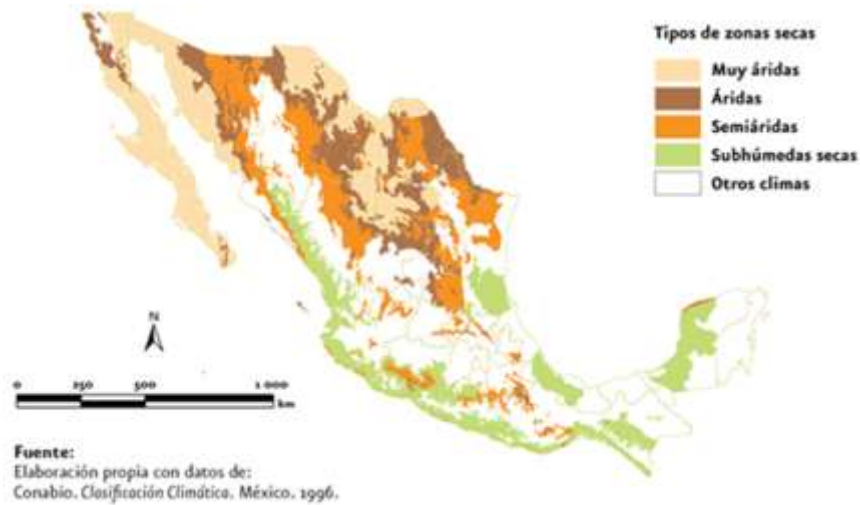


Figura 2. Distribución de las zonas secas en México (Fuente: SEMARNAT, 2008).

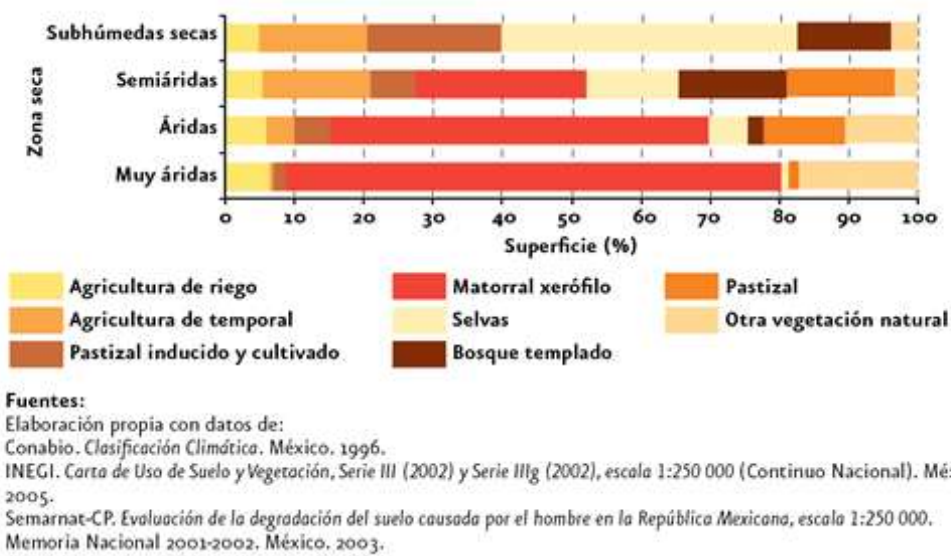


Figura 3. Usos del suelo y vegetación en zonas muy áridas, áridas y semiáridas y subhúmedas secas de México, 2002 (Fuente: SEMARNAT, 2008).

Importancia de los recursos zoo-genéticos para la seguridad alimentaria de México y del mundo

La conservación de los recursos genéticos animales se refiere a las estrategias, planes, políticas y acciones, encaminadas al aseguramiento de la diversidad con el fin de contribuir a la producción de alimentos y a las actividades agropecuarias, así como para mantener valores culturales y ecológicos actuales y futuros.

La conservación de éstos recursos puede ser *in situ*, *ex situ in vivo* y *ex situ in vitro* (FAO, 2007). Estos métodos usados consisten en la conservación mediante el uso continuo por los propietarios de los animales en el sistema de producción en el cual el ganado fue encontrado y ha estado produciendo en el primer caso; en la conservación mediante el mantenimiento de poblaciones vivas fuera de las condiciones de manejo originales donde se encontraban en el segundo caso, mientras que en el tercer caso se refiere a la conservación externa en un ambiente artificial, bajo condiciones criogénicas.

Para México, la conservación de los ovinos Criollos como recurso genético significa proteger no solamente el patrimonio biológico y cultural, sino también histórico dado el papel que estos animales han jugado en el sustento de la población mexicana por más de 500 años con un papel económico y social relevante en los sistemas de producción pecuarios, fundamentalmente en regiones marginadas en donde no hay los recursos para el desarrollo de una ovinocultura de alta inversión y tecnología, representando una fuente importante de proteína de origen animal, de fibra, fertilizante natural, uso de los esquilmos agrícolas y una forma de ahorro disponible en efectivo para pequeños productores e indígenas (Figura 3).

Aproximadamente 6,300 recursos zoo-genéticos cuantificados conforman la biodiversidad de nuestro planeta, de los cuales aproximadamente 1,350 grupos catalogados por la FAO se encuentran en peligro de extinción o perdidos (Fernández y Gómez, 2007). Estos recursos desempeñan una función vital en la seguridad alimentaria y en el abastecimiento de materia prima en zonas de condiciones climáticas muy diversas y extremas. Asimismo, participan con un 30-40% del valor total de los alimentos y de la agricultura mundial, con una localización principalmente en los países en desarrollo. Más del 90% de las especies locales no se están perfeccionando con miras a utilizarse en casos de necesidad para la seguridad alimentaria, peor aún, un 22% corren gran peligro de perderse y su conservación organizada es casi nula. Al mismo tiempo, la diversidad cultural debe considerarse como parte de la biodiversidad, de tal manera que algunos atributos de las culturas representan soluciones a la supervivencia de determinados recursos genéticos animales y vegetales. Por otra parte, los desafíos del cambio climático como amenaza es uno de los retos más serios a los que se enfrenta la humanidad, y el conocimiento de las cualidades de los recursos zoo-genéticos locales proporcionan una valiosa alternativa ante diversas condiciones de producción (Fernández y Gómez, 2007).

La conservación del germoplasma animal, particularmente de los ovinos Criollos, nace como una política para mantener y generar tecnología alternativa frente a la gran erosión en los recursos genéticos ovinos en el mundo y así disponer de manera sostenible de genes determinantes de características útiles para la alimentación humana y elaboración de artesanías (Solís, 1992). Al mismo tiempo, es fundamental reconocer que en México existen limitadas evaluaciones genéticas y productivas, así como carencia generalizada de registros genealógicos de estos ovinos, por lo que el ámbito de estudio es amplio para la generación de información científica y tecnológica a partir de la cual sea posible planear correctamente su aprovechamiento y mejoramiento (Solís y Romero, 2005).

Es conveniente señalar que la falta de información y la deficiente asesoría técnica, capacitación y aplicación de normas y leyes, da acceso a que muchos productores den preferencia a razas foráneas en detrimento de los genotipos locales y Criollos. El desconocimiento y la presencia de intereses económicos ajenos a la conveniencia nacional y a la planificación productiva y genética a mediano y largo plazo, han ocasionado el retraso en el desarrollo de una ganadería fuerte que sustente la soberanía alimentaria de México. Debido a esta situación, indígenas y pequeños productores han expresado su preocupación por el deterioro que muestra su entorno y los recursos naturales. Esta inquietud puede ser aprovechada para que sean agentes activos en la conservación de la ganadería criolla y particularmente del ovino Criollo.

Concepto de ovino Criollo

En la conquista y colonia, los españoles trajeron a la Nueva España elementos agrícolas y ganaderos de Europa a áreas de tierras con potencial económico. En este proceso de adaptación e interacción mutua entre animales introducidos, comunidades vegetales nativas y las comunidades humanas causó que los factores agroecológicos y sociales favorecieran el establecimiento de estos animales (Melville, 1994) desarrollando una adaptación a condiciones difíciles de subsistencia a través de mecanismos de selección natural y artificial por innumerables cruzamientos intra e inter-genotípicos originando, al paso de las generaciones, modelos de animales con valores económicos, culturales, ecológicos y productivos propios y diferentes a sus razas predecesoras (Solís, 1997). De esta manera se generan los ovinos Criollos los cuales se les define como los ovinos descendientes directos puros o en cruza entre individuos de diferentes razas españolas, como la Lacha, Churra, Manchega y Merino introducidas al país por los españoles durante la colonia (Solís, 1997), (Figuras 1, 4, 5, 8 y 9).

¿Qué ventajas o características poseen los ovinos Criollos para ser usados por los productores para la producción a diferente escala en las zonas áridas y semiáridas?

Los ovinos criollos poseen cualidades específicas que les han permitido sobrevivir por siglos bajo ambientes difíciles donde otras razas o genotipos ovinos especializados no pueden sobrevivir fácilmente. De esta manera, los ovinos Criollos se distinguen, de manera general, por ser de talla pequeña, colores correspondientes a las razas lacha (café), churra (blanca con ojeras negras), manchega (negra con lunares blancos en la parte superior de la cabeza y punta de la cola) y merino (blanca) españoles y las cruza posibles entre todos ellas, hay predominancia de ovejas negras y blancas con o sin mechón negro en la frente y punta de la cola de color blanco (Figuras 1, 4, 5, 8 y 9). Poseen fibra gruesa (Figura 4), gran rusticidad, temperamento nervioso y activo, resistencia a parásitos y enfermedades, así como algunas características positivas de la canal. Estos aspectos y otros son desglosados a continuación y en los Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5.



Figura 4. Ovejas Criollas del Valle del Mezquita para la venta en el mercado local en Actopan, Hidalgo. (Foto: M. Belén Rivera Salas, 2009).

Aspectos zoométricos. El ovino Criollo es un animal de talla pequeña (Figuras 4 y 5), y se han estudiado sus dimensiones corporales para proponer modelos de predicción del peso vivo a diferentes edades (Cuadro 1, 2 y 5), encontrándose que el perímetro torácico fue la variable de mayor correlación de 0.76 a 0.89 para diferentes edades en machos y hembras (Solís y Romero, 1997). Partiendo de estos valores, se usó regresión lineal para obtener ecuaciones de predicción de peso vivo de machos y hembras Criollos, mismas que fueron validadas (Aguilera, 2001), confirmando así la existencia de altas correlaciones, sirviendo como base para el desarrollo de tablas numéricas y cintas métricas para la estimación de peso vivo en ovinos Criollos. Otra información zoométrica es presentada en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Correlaciones relevantes entre diferentes mediciones corporales con el peso vivo en etapas diferentes para ovinos Criollos

SEXO	EDAD	Perímetro torácico	Longitud corporal	VARIABLE		
				Altura a la cruz	Diámetro testicular	Circunferencia escrotal
Macho	Nacimiento	0.76				
	Destete	0.88	0.78	0.73		
	135	0.79			0.83	0.70
Hembras	Destete	0.80				
	135	0.89				
	180	0.82				

Fuente: Romero y Solís, 1997.

Cuadro 2. Modelos de regresión lineal simple para predicción de Peso Vivo en ovinos Criollos.

Edad	Sexo	Ecuación de Predicción	r ²	r ² de validación
			(Romero, 1999)	(Carreón y Gaviño, 2001)
Nacimiento	Macho	PV = - 4.778 + 0.213 (p TRX)	0.73	0.9
Destete	Macho	PV = -30.767+0.437(pTRX)+ 0.152(aCRUZ)+0.207(lCORP)	0.90	0.85
Destete	Hembra	PV = - 26.558 + 0.671 (p TRX)	0.85	0.93
135 días	Macho	PV = - 52.091 + 0.659 (p TRX)	0.81	No Determinada
135 días	Hembra	PV = - 38.683 + 0.866 (pTRX)	0.86	0.91
180 días	Hembra	PV = - 39.521 + 0.213 (p TRX)	0.81	0.89



Figura 5. Ovinos Criollos para la producción de carne en el Municipio de Actopan, Hidalgo (Foto: M. Belén Rivera Salas).

Consumo de alimento. Los ovinos Criollos presentan un consumo bajo de alimento en comparación con otros genotipos como es el caso del Suffolk, que va desde los 603 a 999 g por día que en gran medida depende de la composición de la dieta (Sánchez y Valencia, 2001; Avilés, 2004). Beytia y Jiménez (2000) observaron un 40% menos consumo de alimento y Pelcastre (2003) hasta un 50%, en ovinos Criollos comparados con el genotipo Suffolk, debido a que el ovino Criollo es de talla pequeña y requieren menor cantidad de alimento para cubrir sus necesidades nutricionales (Cuadro 5). Además se ha observado la viabilidad en la engorda de

estos animales con dietas balanceadas (Sánchez y Valencia, 2001).

Crecimiento, conversión y eficiencia alimenticia. El crecimiento fue evaluado a través del peso vivo a diferentes edades. Los ovinos Criollos tuvieron diferencias en los pesos hasta en un 50% menos que el genotipo Suffolk, pero similar a otras como la Corriedale manejadas bajo las mismas condiciones de alimentación (Meraz et al., 1997).

Para el caso de la ganancia diaria de peso (GDP), se cuantificaron valores de 75 a 100 g en corderos predestete y 100 a 200 g postdestete. También las ovejas Criollas de 4 y 6 años de edad producen mayor GDP en sus corderos, con valores de 99.2 ± 6.6 y 137 ± 4.2 g, respectivamente, comparadas con ovejas primaras, 72.7 ± 10.3 g, o muy viejas, 67.3 ± 4.2 g, esto es debido a que las hembras cambian su producción de leche y conducta materna con la edad de manera cúbica, encontrando una correlación moderada de 0.43 entre la producción de leche y tasa de crecimiento predestete (Hernández y Muñoz, 2003). La suplementación de las ovejas durante la gestación puede incrementar el peso del cordero al nacimiento entre el 15 al 20% (Hernández y López, 1999; Trejo, 2000) y si se mantiene durante la lactancia, el peso al destete de los corderos se incrementa hasta en un 50%.

Los ovinos Criollos muestran un uso eficiente del alimento basado en la conversiones de 7.68 (Beyta y Jiménez, 2000) y 5.95 (Pelcastre, 2003), e incluso con dietas concentradas se puede obtener una conversión de hasta 3.92 (Sánchez y Valencia, 2001). Así mismo, Beytia y Jiménez (2000) reportan una eficiencia de 0.16 ± 0.005 la cual es mejor que 0.14 ± 0.006 reportados para los ovinos Suffolk (Cuadro 5).

Rendimiento y calidad de la canal. Comparando el comportamiento de los ovinos Criollos con los ovinos Suffolk, fue reportado que los primeros mostraron un valor de 13.21 ± 1 cm² del área de *L. dorsi* significando un 15% menor al mostrado por los ovinos Suffolk; asimismo, en grasa total y perirenal el ovino Criollo mostró valores mayores en 2.73 ± 0.53 y 0.92 ± 0.021 kg, es decir, superiores en 40 y 70% sobre el genotipo Suffolk ($p < 0.05$). Es importante indicar que dado que la grasa perirenal es fácilmente removible, proporcionando canales con características magras (Cuadro 5, Figura 6) a la vez que el valor de la grasa dorsal es más gruesa en los Suffolk que en los Criollos aunque la diferencia no fue significativa ($p > 0.05$). Para el caso del peso total del hueso se reporto una diferencia en los ovinos Criollos de 1.4 kg (51.1%) menos que en los ovinos Suffolk ($p = 0.09$) (Salinas y Solís, 1997).

La raza Suffolk, por su naturaleza genética especializada en la producción de carne, tiende a acumular más músculo que los Criollos; esto fue observado al medir con equipo de ultrasonido en animales vivos de 200 y 225 días de edad, la profundidad del *L. dorsi* y la grasa dorsal, obteniendo que los ovinos Criollos poseen menor profundidad de músculo, pero mayor cantidad de grasa (Buenabad y Carrillo, 2001), probablemente debido a su madurez mas temprana.

Características de la fibra. De manera general, las características reportadas en el Cuadro 5, indican que los ovinos Criollos poseen una lana de calidad media a gruesa, que la hace viable para la fabricación de artesanías e hilos de calidad media (Figura 7). Esta cualidad es debida a

particularidades como: **a) proporción S:P**, el ovino Criollo clasifica como productor de fibra de calidad media con un valor de S:P de 4.53

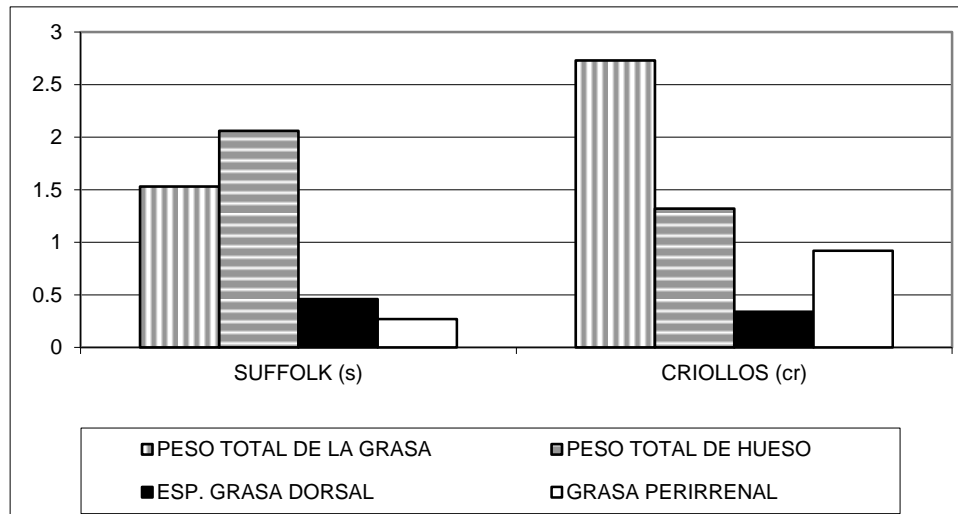


Figura 6.

Algunas

características de la canal en ovinos Criollos (Solís y Salinas, 1997).

(Hernández, 2000); **b) peso del vellón**, López (1995) encontró un peso de 10.02 g por 100 cm² y seis meses de crecimiento y producen 47, 43 y 26%, menos lana respecto al genotipo Rambouillet, Corriedale y Suffolk, respectivamente. **c) longitud de mecha**, López (1995) encontró una longitud de mecha de 5.41cm superando a la raza Corriedale, Rambouillet y Suffolk en 0.04, 0.76 y 1.89 cm, respectivamente; y contrastando con el Criollo de Chiapas que posee una longitud de alrededor de 10 centímetros que puede explicarse por el proceso de selección que las mujeres indígenas aplican tomando como criterio de selección el largo de la mecha. **d) longitud de fibra**, en el mismo estudio de López (1995) reportó una longitud de fibra para ovinos Criollos con valores de 6.5 cm siendo 0.14, 1.1 y 2.3 cm mayor a los genotipos Corriedale, Rambouillet y Suffolk, respectivamente en un periodo de crecimiento de seis meses. **d) diámetro de la fibra**, el diámetro es la característica de la lana más importante para determinar su calidad y en ovinos Criollos, López (1995) encontró un diámetro de fibra de 37.50 micras cercano a las 39.3 micras de la raza Suffolk; no obstante, ambos genotipos entran dentro de las categorías de 36's o más que representan la lana más gruesa. **e) rizado de la fibra**, López (1995) observó que el ovino Criollo posee un menor número de rizos comparado con al Rambouillet, 3.9 contra 6.3 rizos cm⁻¹, clasificándose, por el número de rizos, entre la lana de longitud y finura media. **f) Medulación**. En esta característica, López (1995), encontró un porcentaje de 82.1 de medulación, la cual fue cinco y doce veces mayor respectivamente al genotipo Corriedale y Rambouillet, razas productoras de lana, Por otro lado, Hernández (2000) reportó en ovinos Criollos valores de 42.6 y 48.3% de medulación para folículos primarios y secundarios, respectivamente.



Figura 7. Prendas de vestir confeccionadas con lana de ovino Criollo en los Altos de Chiapas
(Foto: José Solís Ramirez)

Cargas parasitarias. Los ovinos Criollos en México se han considerado, empíricamente como tolerantes a parásitos o enfermedades (Cuadros 3, 4 y 5). Este dicho ha sido confirmado por algunas investigaciones llevadas a cabo. Diversos autores han encontrado variadas cargas parasitarias de coccidia en ovinos Criollos que van desde 122 hasta más de 7000 ooquistes g de heces⁻¹ (Cervantes, 1998; Hidalgo, 2001; Menassé, 2000; Romano, 2001; Librado y Jiménez, 2004). Entre las especies de coccidia encontradas se puede mencionar a *Eimeria ahsata*, *E. ovina*, *E. faurei*, *E. parva* y *E. ovinoideales* para el genotipo Criollo (Romano, 2001).

En comparación con la raza Suffolk, Cervantes (1998) encuentra una menor carga en ovinos Criollos al igual que Hidalgo (2001) y Menassé (2000) en animales de ocho meses de edad; sin embargo, Romano (2001) y Librado y Jiménez (2004) muestran mayores cargas en los ovinos Criollos sobre los Suffolk, igual que Hidalgo (2001) y Menassé (2000), a los seis meses de edad, sugiriendo que los corderos son más susceptibles y adquieren tolerancia con la edad.

Romano (2001) también estudió la carga parasitaria con nemátodos, obteniendo 9.2 huevos por gramo de heces en ovinos Criollos que fue 74% menor que la raza Suffolk; y en cestodos encontró 70.8 y 91.3 en Criollos y Suffolk, respectivamente, concluyéndose que los ovinos Criollos son infestados por una cantidad menor de estos parásitos en relación a la raza Suffolk (Cuadro 3). Romero *et al.* (2007), Romero (2008) y Romero (2014) publicaron después de una inoculación experimental con larvas de *Haemonchus contortus* a ovinos Criollos y Suffolk obteniendo valores medios de $4,480 \pm 560$ y $6,248 \pm 845$ ($P < 0.05$), respectivamente; y en el grupo sin inocular, los ovinos Criollos también obtuvieron menor conteo, concluyendo que los ovinos Criollos pueden ser una alternativa para el mejoramiento genético de rebaños donde la posibilidad de aplicar antihelmínticos es muy baja debido al costo o disponibilidad (Cuadro 4).

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados y significancia para número de huevos de nematodos por gramo de heces en ovinos Criollos y Suffolk reportado por tres autores.

Autor	Medias de Mínimos Cuadrados		Significancia
	Criollo	Suffolk	
Romano, 2001	9.20	35.80	**
Librado y Jiménez, 2004	17.20	26.17	**
Romero, 2008	68 ± 25	81 ± 30	**

** diferencia altamente significativa (p<0.001).

Metabolitos en sangre y orina. Menassé (2000), caracterizó aspectos fisiológicos, parasitarios y productivos simultáneamente en corderos Criollos y Suffolk reporto un nivel superior de albúminas y menor concentración de globulinas en ovinos Criollos respecto a los Suffolk lo cual puede interpretarse como un indicador de animales con menores problemas de parasitosis, estados de desnutrición o trastornos digestivos (Benjamin, 1990).

Cuadro 4. Valores medios y sus errores estandar de cargas parasitarias y ganancia diaria de peso en corderos Criollos y Suffolk infestados experimentalmente con *Haemonchus contortus* (Romero, 2014).

Característica	Genotipo*	
	Criollo	Suffolk
Carga promedio parasitaria de <i>H. contortus</i>	1,090±119 b	2,357±258 a
Huevos de <i>H. Contortus</i> por gramo de heces	4,480±560 b	6,248±845 a
Ganancia diaria de peso (g)	167±8 a	171±9 a

*Diferentes literales en el mismo renglón indica diferencias significativas entre genotipos (p<0.05).

Aspectos Reproductivos. Solís y Romero (2008), observaron actividad estral durante todo el año en las ovejas Criollas en confinamiento en Chapingo, México, con picos máximos en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, una baja importante en la actividad estral durante la segunda mitad de febrero y hasta la mitad de junio, es decir, aproximadamente 4 meses (Cuadro

5). Por otra parte, Núñez (1999) obtuvo tasas ovulatorias de 1.04 ± 0.19 y 1.28 ± 0.45 en ovejas Criollas y Suffolk, lo cual sugiere que en general se espera un cordero por parto en Criollos; sin embargo más investigación es necesaria en los aspectos reproductivos que permitan tener más certeza sobre la variabilidad genética y fenotípica en estos aspectos.

Importancia ecológica

El proceso de adaptación que han vivido estos ovinos los hace parte del paisaje y del mismo equilibrio en las distintas regiones donde se crían estos animales. En este sentido, la portación de los ovinos es principalmente en el control de zacates y arvenses, así como en la dispersión de estiércol o abono por los lugares donde pastorean, ayudando así al reciclaje de nutrientes en el ecosistema.

Por otra parte, la no utilización de fármacos para el control parasitario o de enfermedades es muy importante debido a que no hay eyecciones residuales de químicos en la naturaleza, ni los productos de los animales poseen sustancias químicas siendo esto fundamental para la producción orgánica de productos ovinos.

Un resumen general de algunas características reportadas para ovinos Criollos es presentado en el Cuadro 5.

Reflexión sobre los ovinos Criollos como recursos zoo-genéticos y su papel con los productores y el ambiente

En la conservación y utilización de recursos zoo-genéticos, la diversidad cultural se debe considerar como parte de la biodiversidad, y algunos atributos de las culturas representan soluciones a la supervivencia de determinados recursos genéticos y ambientales.

Los recursos zoo-genéticos desempeñan una función vital en la seguridad alimentaria. La mayor parte estos recursos están en países en desarrollo, pero más del 90% de las especies locales no se están perfeccionando con miras a utilizarse en casos de necesidad para la seguridad alimentaria, peor aún, un 30% corren gran peligro de perderse y su conservación organizada es prácticamente nula (FAO, 2007).

En la actualidad, se admite que el cambio climático es uno de los retos más serios a los que se enfrenta la humanidad y el aprovechamiento de los recursos zoo-genéticos locales puede ser una valiosa alternativa para enfrentarlo; por lo cual, deben ser revisadas algunas políticas de desarrollo que favorecen el acceso de los agricultores a genotipos foráneos en deterioro de los locales, lo cual no significa que no puedan tener acceso a aquellos genotipos, sino más bien evaluarse bajo las mismas condiciones donde se pretende criarlos antes de reproducirlos o pretender sustituir a los animales locales. En este mismo sentido, el cambio climático es una amenaza para los sistemas de producción actuales por lo que a mayor número de alternativas posibles de adaptarse a determinadas condiciones de producción, mayores oportunidades para la producción de alimentos ante futuros escenarios por ejemplo con limitación de recursos forrajeros o económicos para el establecimiento de ganaderías de alta

Cuadro 5. Resumen de algunas características fenotípicas de ovinos Criollos del altiplano central en Chapingo, México.

Característica	Descripción
Propósito	Producción de carne, doble propósito (carne y lana de baja calidad).
Distribución	En zonas marginadas del Estado de México, Hidalgo, Querétaro, D.F., Puebla, Veracruz, San Luis Potosí, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Zacatecas.
Apariencia	Parece estar timpanizado, por su vellón que cae por los costados y hacia atrás
Temperamento	Activo o nervioso, ya que ante extraños, adoptan actitud defensivas (corren) o agresiva.
Cuernos	Hembras sin cuernos. Algunos machos presentan cuernos.
Zoometría	Cabeza pequeña, con perfil recto o ligeramente curvo, presenta lana y en ocasiones solo pelo. 18.56 cm longitud y 15.48 cm ancho. Orejas cortas y proyectadas hacia abajo o hacia delante. 9.45 cm de longitud y 5.58 cm de ancho. Cuerpo de tamaño pequeño, de 1 a 1.2 m de longitud, y 70.6 cm de perímetro torácico. Altura a la cruz machos de 45-55 y hembras de 40-50 cm, largo metacarpo 17.67 cm Patas delgadas, poco largas y sin vellón, grosor de la tibia 7.48 cm
Peso	2.3 a 3.3 kg al nacimiento. 9.2 a 13.7 kg al destete. 26 a 32 kg al abasto. 35 a 45 kg peso adulto en hembra. 40 a 55 kg peso adulto en macho.
GDP	75 a 100 g predestete. 120 a 220 g postdestete.
Consumo de Alimento	De 0.6 a 1.0 kg por animal por día.
Conversión Alimenticia	5.95 al iniciar engorda. 7.68 al finalizarla engorda.
Eficiencia Alimenticia	0.16 ± 0.005
Características de la canal	52.4 ± 2.9% rendimiento. 17.2 ± 2.1 kg de la canal. 13.2 ± 1 cm ² de área <i>Longissimus dorsi</i> . 5.06 kg de carne por media canal. 2.7 kg de grasa por media canal. 1.3 kg de hueso por media canal. 0.92 kg de grasa perirrenal por media canal. 0.34 cm de espesor grasa dorsal.
Características de la lana.	Hebras largas y meduladas, de baja calidad, desuniformes y flojos. 37.5 micras de diámetro 5.1 a 5.4 cm de largo de mecha 6.5 cm de largo de fibra 3.9 a 4.3 ondulaciones por cm 42-82% Medulación 4.53 de S:P Colores múltiples que van desde el negro, marrón, pinto, blanco.
Enfermedades	Tolerante a infecciones de <i>H. contortus</i> Tolerante a cestodos Probable tolerancia a infecciones de <i>Eimeria spp.</i>
Precocidad	Precoz,
Tasa de ovulación	1.04
Actividad estral	Todo el año. Mayor incidencia poblacional de celos entre Septiembre y Enero. Menor incidencia poblacional de celos de Febrero a Mayo
Lactancia	110 días Producción de 150 a 200 cm ³ por día
Rusticidad	Muy rústico, se adapta a condiciones extremas de clima, suelos con poca cobertura vegetal y erosionados, alimentación de baja calidad, resistencia y resiliencia a parásitos internos.

Tecnología y la exigencia de alimentos inocuos. El cambio climático y el cambio en estilo de vida del ser humano tenderán a cambiar la demanda de determinados productos y se requerirá de los genes causantes de esas nuevas características en los animales. Por lo tanto, la eliminación de los genes en los animales criollos conlleva a la pérdida permanente de esos genes y consecuentemente a la falta de respuesta a esas nuevas necesidades de producción.

Las investigaciones presentadas muestran aspectos de relevancia en cuanto a uso de alimento, calidad de la canal y tolerancia a parásitos gastrointestinales, así como en características de la fibra que favorecen su uso con fines artesanales, indicando que el ovino Criollo debe ser para el desarrollo de sistemas de producción animal limpios, verdes, sostenibles y socialmente adecuados que generen riqueza y aseguren la producción de alimentos en zonas marginadas (Solís, 2008). Asimismo, estas cualidades del ovino Criollo son indicadores de su potencial para ser usados a nivel industrial (Figura 8) es decir, que pueden ser usados para la producción ovina intensiva de carne y la formación



Figura 8. Lote de Ovinos Criollos de reemplazo en Chapingo, México

(Foto: José Solís Ramírez).

de líneas genéticas para fibra útil en la confección de alfombras, tapetes y otras prendas de vestir específicos; sin embargo, aún se requieren evaluaciones y estudios en esta área. Por otra parte, las importaciones de razas exóticas deben ser complementarias a las necesidades de material genético en el país y no para desplazar a los animales ya adaptados. El desconocimiento o intereses económicos ajenos a la planificación productiva y genética, y al uso estratégico de los recursos naturales y locales pueden ser factor de extinción de los animales Criollos, cuando en realidad deben ser recuperados y fomentar su uso (Figura 8 y 9), favoreciendo la seguridad alimentaria y la riqueza de la sociedad y en particular de la sociedad rural.



Figura 9. Rebaño de ovinos Criollos en proceso de depuración en Chapingo, México (Foto; José Solís Ramírez).

CONCLUSIONES

Los ovinos criollos son un recurso genético necesario para mantener la biodiversidad productiva y viable ante eventualidades relacionadas con el cambio climático, la seguridad alimentaria nacional y el desarrollo sostenible. Asimismo, es básico en la subsistencia de muchas comunidades rurales, y representa una alternativa real de gran valor por su adaptación a condiciones limitadas en recursos para su cría y producción como lo son las zonas áridas y semiáridas de México, en donde los ovinocultores buscan el autoabastecimiento, la producción comercial, la producción inocua, eficiente y rentable. Asimismo es necesario considerar que una gestión eficaz de la diversidad zoo-genética es esencial para el desarrollo sostenible, la subsistencia de comunidades rurales y el desarrollo de un programa nacional sobre seguridad alimentaria donde los animales y particularmente el ovino Criollo represente una alternativa de valor por su adaptación a condiciones diversas y de extrema limitación en recursos para su cría. Los estudios fenotípicos y genéticos hechos en algunas características, sugieren la existencia de variabilidad fenotípica y genética útil para iniciar el diseño de planes de mejora genética sostenibles e integrales para la obtención de productos y subproductos importantes en la vida de las comunidades para las generaciones actuales y futuras.

LITERATURA CITADA

Aguilera H., J. 2001. Desarrollo de tablas numéricas y cintas métricas para la estimación de peso vivo en ovinos Criollo y Suffolk mediante la aplicación de ecuaciones de regresión. Tesis profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx.

Alba-Hurtado, F., Romero-Escobedo, E., Muñoz-Guzmán, M.A., Torres-Hernández, G. and Becerril-Pérez, C.M. 2010. Comparison of parasitological and productive traits of Criollo lambs

native to the Central Mexican Plateau and Suffolk lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 172:277-282.

Almanza V., A. 2002. El ovino Australiano no cumplió los objetivos. *Revista El Borrego*. No. 16 <http://www.borrego.com.mx/main/bienvenido.php>

Arteaga, C. J. 2014. Situación actual de la producción de ovinos. Seminario presentado en Hermosillo Sonora. 14 de Junio de 2014. Consultado en: <http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/informe2013/noroeste/situacionactualdelaproducciondeovinosn1051113.pdf>

Avilés C., F. 2004. Determinación del estado mineral de ovinos Criollos en crecimiento alimentados con raicilla. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx. 46 p.

Benjamín, M. M. 1990. Manual de patología clínica en veterinaria. Ed. Limusa, México. D.F. 421 p.

Beytia, P.E.S. y Jiménez, P.C. 2000. Diferencias genotípicas en la evaluación de la utilización de alimento usando ovinos Criollos y Suffolk. Tesis profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo. México. 58 p.

Buenabad, C.L. y Carrillo, R.F. 2001. Medición de la grasa dorsal y el músculo *Longissimus dorsi in vivo* en ovinos Criollos y Suffolk utilizando equipo de ultrasonido. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx.

Cervantes M., M. 1998 Prevalencia de especies del género *Eimeria* y géneros de nematodos gastroentéricos en ovinos en la granja experimental de la UACH. Tesis profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx.

Cuellar O., J. A. 2006. La Producción Ovina en México. Memoria Foro Ovino “La Importancia de los Esquemas de Cruzamiento en la Producción de Carne Ovina”. Primera Semana Nacional de la ovinocultura. SAGARPA-INIFAP. Tulancingo, Hidalgo. 11-15 p.

FAO, 2007. The state of the world’s animal genetic resources for food and agriculture. Ed. Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling, Roma, Italia. 511 p.

Fernández, S.G. y Gómez, C.A.G. 2007. Caracterización, utilización y conservación de los recursos zoogenéticos locales. *Arch. Zootecnia*, 56 (Supl. 1):377-378.

Hernández A. D. y Muñoz G. J. 2003. Relación entre consumo de leche y crecimiento predestete en ovinos Criollos. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 52 p.

Hernández, G.K. 2000. Caracterización folicular en la piel de ovinos Criollos y Suffolk. Tesis

Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 82 p.

Hernández G., S. y. López, P. M. J. 1999. Efecto de la suplementación de ovejas Criollas sobre el comportamiento productivo pre y postdestete de sus crías. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 73 p.

Hidalgo, T.E. 2001. Correlaciones intragenotípicas entre características productivas, fisiológicas y parasitarias en ovinos Criollos y Suffolk. Tesis profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 101 p.

López, H.I. 1995. Evaluación de la calidad de lana de ovinos Criollos, Corriedale, Rambouillet y Suffolk. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo,

Librado, C.J.G. y Jiménez, M.J.A. 2004. Detención de parásitos gastrointestinales en hembras ovinas en la época de primavera-verano realizada en la granja experimental de la UACH. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 101 p.

Martínez, Q. J. A. 1989. La producción ovina en los altos de Chiapas, condiciones de manejo y explotación. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 95 p.

Martinez-Trejo, G y Pacheco-Perez, S. 2014. La producción Ovina en México. En: La ganadería mexicana a 20 años del tratado de libre comercio de América del Norte. Cavallotti V,B, Ramirez, V.B. Cesin, V.A. y Ramirez, J.J. México. Pp.157-167.

SEMARNAT, 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Consultado el 15 de Julio de 2015. En: file: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/index_informe_2008.html

Morales, G; Pino, L.A.; Sandoval, E; Moreno, L. 1998. Importancia de los animales acumuladores de parásitos (wormy animals) en rebaños de ovinos y caprinos naturalmente infectados. *Analecta Veterinaria*. 18:1-6.

Melville, E. G. K. 1994. A Plague of Sheep. Environmental Consequences of the Conquest of Mexico. Cambridge University Press. New York, NY.

Menassé, G.J.A. 2000. Caracterización fisiológica de ovinos Criollos y Suffolk y su interrelación con características productivas en edades diferentes. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 115 p.

Meraz, A.M.R., Martínez, A.V. y Solís, R.J. 1997. Influencia de los efectos genético-ambientales sobre las características de crecimiento de diez genotipos ovinos. Memorias IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro. 20-26 p.

Núñez, H.E.Y. 1999. Repetibilidad de tasa de ovulación en ovejas Suffolk y Criollas con estro sincronizado y natural. Tesis de Maestría. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo. México. 70 p.

Pelcastre, C.F. 2003. Efecto de genotipo sobre variables de comportamiento post-destete en corderos Criollo y Suffolk. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 57 p.

Romano, M.L. 2001. Nivel parasitario y géneros de parásitos internos de hembras adultas de los genotipos ovinos Criollo y Suffolk. Tesis profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo. México. 82 p.

Romero, E. E. 2008. Susceptibilidad de corderos Criollos y Suffolk a una inoculación experimental con *Haemonchus contortus*. Tesis Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 91 p.

Romero, E. E. 2014. Factores que influyen en la susceptibilidad de ovejas Criollas y Suffolk a nematodos gastrointestinales en el periodo periparto. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de postgraduados. Montecillo, Mexico.

Romero E.E. y Solís R.J. 1997. Asociación entre medidas corporales con el peso vivo en ovinos Criollos y Suffolk. Memorias X Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO, Veracruz, Veracruz. 234- 237 p.

Romero E., E.; G. Torres H., F. Alba H., C. M. Becerril P., M. A. Muñoz G. y J. Solís R. 2007. Susceptibility on Criollo and Suffolk lambs to *Haemonchus contortus* after an experimental inoculation. In Memorias The first North American parasitology Congress. Mérida Yucatán. P. 243.

SAGARPA, 2008. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?idCat=108> Consultado: 03-02-2009.

Salinas, M.A. y Solís, R.J. 1997. Evaluación y rendimiento de la canal de ovinos Criollos y Suffolk. Memorias IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro.11-14 p.

Sánchez, M.H.E. y Valencia V.J. 2001. Engorda de corderos Criollos alimentados con dietas altas en grano. Tesis Profesional. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx. 43 p

Solís R., J. 1992. Mejoramiento y conservación de recursos genéticos: Los ovinos Criollos. Memorias Segundo Seminario Nacional sobre Sistemas de Producción Animal en México. Chapingo. México. 19-21 Noviembre, 1992. 116-126 p.

Solís R., J. y E. Romero E. 1997. ¿Qué medidas corporales son importantes en la predicción del peso vivo en ovinos Criollos y Suffolk? *In* Memorias X Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO, Veracruz, Veracruz. 243- 247 p.

Solís R., J. 1997. Recursos genéticos animales: Los ovinos Criollos de México. Memorias II Congreso Nacional Agropecuario y Forestal: Por un Desarrollo Rural Sustentable. UACH, Chapingo. México. 257-269 p.

Solís R., J. y E. Romero E. 2005. Los sistemas de producción ovino y caprino en México. *In* Solís R., J. y V. H. Parraguez G. Los sistemas de producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos e Iberoamérica. CYTED. México. 184-203 p.

Solís R., J. y Romero E.E. 2008. Actividad estral a través del año en ovejas Criollas en confinamiento. Datos no publicados.

Solís, R. J. 2008. Los recursos zoogenéticos Criollos en la producción animal sustentable y orgánica. *In*. Memorias Octava Conferencia Internacional Científica. Ciego de Ávila, Cuba. ISB: 978-959-16-0934-2.

Tarango, L. A. 2005. Problemática y Alternativas de Desarrollo de las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas. Vol. 4, Núm. 2, 2005.

Trejo T., N. 2000. Suplementación antes del servicio y tasa de ovulación en ovejas Criollas. Tesis Maestría. DEIS de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx. 72 p.

CONFERENCIAS ORALES

Poblaciones rurales contaminadas por nitratos y los riesgos a la salud

Calleros-Rincón, Esperanza Yasmin ¹, Gandarilla-Esparza, Diana Dennys ¹, Pérez-Morales, Rebeca ¹

Universidad Juárez del estado de Durango. Facultad de Ciencias Químicas. Gómez Palacio, Dgo.
dra.ecallerosrincon@ujed.mx

RESUMEN

Introducción. En la Comarca Lagunera se tienen considerados ocho acuíferos subterráneos que conforman el acuífero principal abasteciendo a la población, su ganadería y agricultura. La recarga del acuífero principal proviene, básicamente, del depósito de los escurrimientos y filtraciones del río Nazas y el río Aguanaval. El acuífero de Cd, Juárez Durango, es considerado como la reserva importante de agua para la Comarca Lagunera, la contaminación de agua por compuestos nitrogenados, se debe a las actividades productivas del hombre y a una mala disposición de las excretas del ganado.

Objetivo. Caracterizar la zona contaminada por nitratos y los riesgos a la salud.

Métodos. Se tomó una muestra de 62 pozos, 11 de consumo, y 51 pozos agrícolas, el agua fue analizada por electrodo ión selectivo.

Resultados. La concentración de nitratos de los pozos estudiados fue la media de 34 mg/L, y la mediana de 20mg/L, la desviación estándar de 34.97 mg/L de N-NO₃⁻,

Conclusión. Los valores fueron mayores al valor permitido aunque no todos los pozos son para consumo humano, la población también consume agua de pozos agrícolas.

Palabras clave. Contaminación, agua, nitratos, salud.

ABSTRACT

Introduction. In the Laguna region they must considered eight underground aquifers that form the main aquifer supplying the population, livestock and agriculture. The main aquifer recharge comes basically tank runoff and seepage Aguanaval Nazas River and the river. The aquifer Cd, Juarez Durango, is considered as important watershed for the Laguna region, water pollution from nitrogen compounds, is due to productive activities of man and poor disposal of excreta of livestock.

Objective. Characterize the area contaminated by nitrates and health risks.

Methods. A sample of 62 wells, 11 consumption, and 51 agricultural wells, water was analyzed by ion selective electrode was taken.

Results. Nitrate concentration was studied wells average 34 mg / L, and the median of 20mg / L, the standard deviation of 34.97 mg / L of N-NO₃,

Conclusion. The values were higher than allowed value although not all wells are for human consumption, the population also consumes water from agricultural wells.

Keywords. Pollution, water, nitrates, health.

INTRODUCCIÓN

Los nitratos son uno de los contaminantes del agua potable, producidos en parte por la excesiva fertilización de los campos y la falta de gestión ambiental del estiércol generado por los hatos ganaderos. La Comarca Lagunera, se considera actualmente la cuenca lechera más importante de nuestro país la cual abastece a su vez la demanda de alimento forrajero para el ganado y de hortalizas para consumo humano, (Cueto Wong, 2005). Para mejorar los cultivos, se han utilizado de forma no controlada fertilizantes ricos en nitratos contribuyendo con ello a la acumulación de grandes cantidades de nitratos en los campos. Esto aunado al hecho de que el ganado vacuno produce grandes cantidades de estiércol rico en compuestos de nitrógeno que pueden percolar hacia el acuífero, generando que en algunas comunidades el agua de abastecimiento humano tenga cantidades de nitratos por arriba de los límites recomendados para su consumo. (Perdomo, 2001). Una de las principales reservas de agua para la Comarca Lagunera la constituye el acuífero de ciudad Juárez, Durango, que actualmente abastece a diferentes ejidos en donde la concentración de nitratos se encuentra entre 0 a 124 mg/L (CNA Torreón. Coah, 2001-2006; Cueto Wong, 2005). El agua para consumo humano debe cumplir con diferentes criterios de calidad, los cuales están establecidos en la Norma Oficial Mexicana 127- SSA, 1994; (NOM 127, SSA, en dicha norma se menciona que el nivel máximo permisible respecto al contenido de nitratos es de 10 mg/L expresados como nitrógeno de nitrato. La EPA, (Environmental Protection Agency), considera también la misma concentración (10 N-NO₃⁻ mg/L), mientras que la Organización Mundial de la Salud marca como nivel máximo el de 50mg/L como nitrato. En años recientes se han presentado a nivel mundial problemas de contaminación del agua subterránea, con una amplia variedad de contaminantes proviniendo de fuentes puntuales y dispersas. (EPA, 2003).son varios los efectos adversos que tienen el consumo de agua contaminada por N-NO₃⁻, desde efectos agudos como la metahemoglobinemia, en la reproducción como abortos, prolongación en el tiempo para embarazo, alteraciones metabólicas como hipotiroidismo y cáncer.

OBJETIVO

Caracterizar la concentración de pozos de la zona rural de Ciudad Lerdo y los posibles daños a la salud.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo del agua se realizó de acuerdo a lo que marca la norma oficial mexicana. NOM 014-SSA-1-1993 "Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados". La recolección de las muestras de agua se llevó a cabo en los domicilios que tenían pozo (noria) y en los pozos de distribución de agua, así como en los pozos agrícolas, colocando cada una de las muestras en un recipiente de plástico debidamente etiquetado y herméticamente sellado con los datos: número de pozo (si lo tenía etiquetado el pozo o si lo proporcionaba el dueño) domicilio, apellidos de la familia y fecha de recolección para ser analizado en el laboratorio, a una temperatura de 20° C. Posteriormente se llevó a cabo el análisis por colorimetría y por electrodo ión selectivo marca Orión. El más idóneo fue el de electrodo Ion selectivo, ya que se pueden realizar las lecturas en campo, y por su exactitud en los resultados.

RESULTADOS

Las concentraciones de nitratos en agua de pozos se encuentran la tabla número 1, se presenta la concentración de nitratos en agua de los pozos muestreados en la zona de estudio, así como su georeferenciación.

Tabla 1. Concentración de nitratos en los pozos muestreados y su georeferenciación

ID	N-NO ₃ ⁻	EXPOSICIÓN	Y	X
1	39	Medio	25.429121	-103.657125
2	20	Medio	25.438489	-103.670101
3	18.6	Medio	25.438489	-103.670101
4	48	Medio	25.449115	-103.678851
5	40	Medio	25.456169	-103.670297
6	64	Medio	25.391389	-103.676667
7	123	Alto	25.433426	-103.681055
8	22.5	Medio	25.435820	-103.686031
9	18	Medio	25.455080	-103.684626
10	11.8	Medio	25.460000	-103.675000
11	4.7	Bajo	25.460000	-103.671940
12	3.9	Bajo	25.459282	-103.679845
13	3.1	Bajo	25.464500	-103.678056
14	6.2	Bajo	25.464750	-103.678333
15	6.7	Bajo	25.461895	-103.678159

ACCIONES PARA FORTALECER EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN ZONAS ÁRIDAS

16	0	Bajo	25.464694	-103.678139
17	1.8	Bajo	25.464806	-103.678000
18	3.4	Bajo	25.466583	-103.678889
19	5	Bajo	25.466950	-103.669550
20	101	Alto	25.408737	-103.675725
21	101	Alto	25.408737	-103.675725
22	25	Medio	25.524444	-103.671389
23	56.6	Medio	25.557778	-103.694167
24	83.5	Medio	25.553713	-103.693800
25	74	Medio	25.418451	-103.677775
26	49	Medio	25.448053	-103.671418
27	67	Medio	25.448142	-103.671345
28	7	Bajo	25.453214	-103.692286
29	27	Medio	25.476134	-103.692219
30	74	Medio	25.418451	-103.677775
31	30	Medio	25.448078	-103.689248
32	101	Alto	25.408737	-103.675725
33	47	Medio	25.429121	-103.657125
34	18.6	Medio	25.438890	-103.670280
35	39	Medio	25.429121	-103.657125
36	124	Alto	25.433426	-103.681055
37	69	Alto	25.391390	-103.676670
38	3.2	Bajo	25.514712	-103.555303
39	1	Bajo	25.520796	-103.568437
40	3.6	Bajo	25.520796	-103.568437
41	2.5	Bajo	25.520796	-103.568437
42	2.4	Bajo	25.450006	-103.674139
43	5	Bajo	25.393047	-103.745166
44	3	Bajo	25.505438	-103.538011
45	7	Bajo	25.504187	-103.630713
46	1.8	Bajo	25.504288	-103.540730
47	3	Bajo	25.504214	-103.580950
48	24	Medio	25.506556	-103.570260
49	65	Medio	25.501954	-103.571498
50	30	Medio	25.522780	-103.576110
51	3.9	Bajo	25.520355	-103.589730
52	18	Medio	25.448581	-103.710302

53	3.5	Bajo	25.524079	-103.569194
54	4.1	Bajo	25.492641	-103.691500
55	3.5	Bajo	25.500398	-103.659041
56	3.4	Bajo	25.495743	-103.690286
57	9.5	Bajo	25.496824	-103.691736
58	14	Medio	25.487830	-103.640300
59	10.4	Medio	25.495990	-103.595220
60	5.3	Bajo	25.498190	-103.595220
61	5	Bajo	25.495890	-103.595960
62	3.2	Bajo	25.498420	-103.549130

De acuerdo a los niveles de concentración determinadas de $N-NO_3^-$, se realizó una Interpolación, de los datos para tener una visualización más clara de la contaminación.

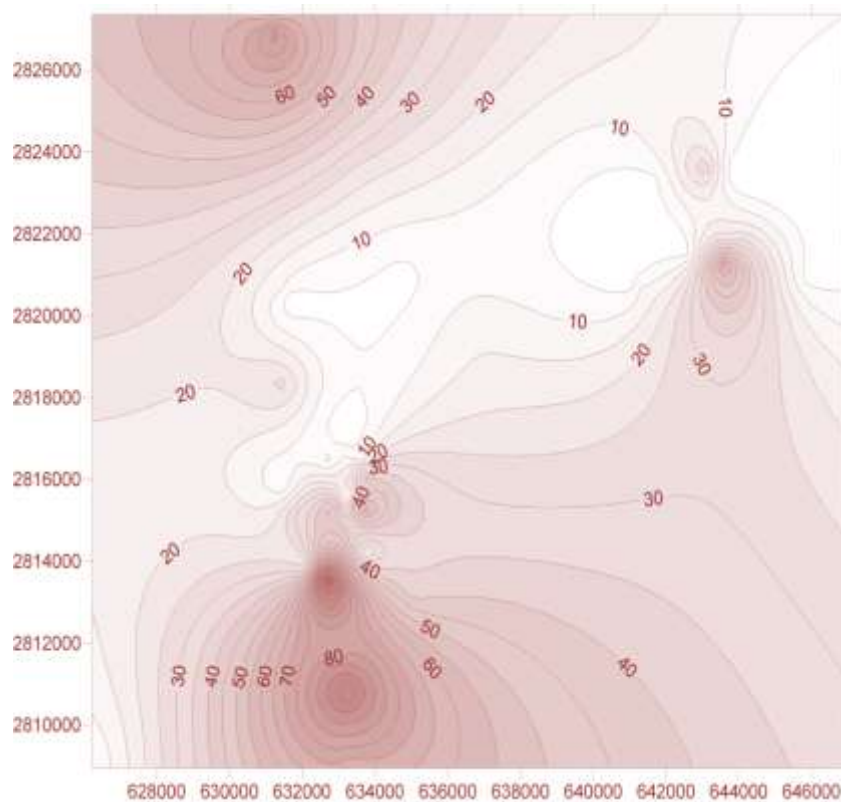


Figura 1. Líneas de Isoconcentración de nitratos en agua ($mg-L^{-1}$) en la zona de estudio

La concentración media de nitratos de los pozos estudiados fue de 34 mg/L , y la mediana de 20 mg/L , con una desviación estándar de 34.97 mg/L . Dichos valores son superiores al valor permitido por la norma 127, Aunque no todos los pozos son para consumo humano, como ya se

indicó anteriormente, la población consume de ellos principalmente en las pequeñas propiedades o por la cercanía de los mismos lo que representa un riesgo a la salud de contraer enfermedades como emtahemoglobinemia en los niños, alteraciones en la reproducción femenina, como abortos, y cáncer.

DISCUSIÓN

Las concentraciones de nitratos en la zona variaron de 3 a 124 mg/L de $N-NO_3^-$ gran parte de esta problemática se atribuye a la sobrefertilización de los campos, coincidimos con Orona et al. 2006, en su estudio, los resultados encontrados indican que la producción de forrajes representa más del 90 por ciento de la agricultura regional, en la que más del 80% de los agricultores emplea fertilizantes y otros productos químicos. Los pobladores de la zona de estudio consumen agua con concentraciones de nitratos ente 11.80 a 74, 124 mg/L de $N-NO_3^-$ dichos niveles sobrepasan lo recomendado para consumo humano de 10mg/L de $N-NO_3^-$ por la NOM 127 SSA. En una evaluación de riesgos realizada en Chile por Arumi et al 2006, mencionan que la concentración media de los pozos muestreados fue de 5.2 mg/L, éste es un valor inferior al límite de seguridad recomendado de 10mg/L, la mediana fue de 2.6 mg/L, valor mucho menor al límite recomendado. Los resultados de la zona de estudio muestran que la mediana fue de 16mg/L, por arriba del límite de seguridad. Si bien el 45% de los pozos no son un riesgo para la población de los niños el 55% si lo representan. De acuerdo a la literatura, la ingesta de agua con concentraciones superiores al límite de referencia, (10mg/L $N-NO_3$ aumenta el riesgo de causar efectos en la salud como son las alteraciones en glándula tiroides, linfoma no Hodgking, áreas de hipoxia en placenta, cáncer gástrico, (Ward. 1996, 2006, Freedman, 2000, Sandor, 2001, Tajtakova, 2000).

CONCLUSIÓN

De los 62 pozos muestreados en la zona de estudio el 64.5% están contaminados por $N-NO_3^-$, tanto para uso agrícola como para consumo humano, estos niveles sobrepasan la referencia de 10mg/L de $N-NO_3^-$ marcados por la NOM 127 SSA. Lo que representan un riesgo para enfermedades agudas como mnetahemoglobienmia en niños y efectos subcrónicos como hipotiroidismo y crónicos como el cáncer.

LITERATURA CITADA

Agency, U. S. E. P. (2003). "Integrated Risk Information System (IRIS), Nitrate (CASRN 14797-55-8)." USEPA: <http://www.epa.gov/iris/subst/0076.htm>.

Arumi JL, N. J., Salgado L, Claret M. (2006). "Evaluación del riesgo de contaminación con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. ." *Rev Panam Salud Publica* **20**(6): 385-392.

Comisión Nacional del Agua. "Gerencia cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Técnica, Jefatura de Saneamiento y Calidad del Agua, Torreón Coahuila."

Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hidráulico 2001-2006."

Cueto Wong José Antonio, Reta Sanchez David Guadalupe, González Cervantes Guillermo, Orona Castillo Ignacio, Estrada Avalos Juan. (2005). "Características químicas de aguas de pozos profundos del acuífero de Villa Juárez, Durango. ." *Agrofaz* **5**(2): 869-874.

Freedman DM, C. K., Ward MH, Helzlsouer KJ. (2000). "Case-control study of nitrate in drinking water and non-Hodgkin's lymphoma in Minnesota. ." *Arch Environ Health* **55**(5): 326-329.

NOM-014-SSA1 (1993). "Procedimientos Sanitarios para el Muestreo de Agua para Uso y Consumo Humano en sistemas de Abastecimiento de Agua Públicos y Privados." *SSA*: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/014ssa13.html>.

NOM-127-SSA1 (1994) "Salud ambiental. Agua para uso y consume humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". *SSA*: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>.

Orona Castillo Ignacio, Cueto Wong José Antonio., Bernardo Murillo Amador, José Reta Sánchez, José Luis García Hernández, Guillermo González Cervantes, E. Troyo Diéguez (2006). "Características tecnológicas de la agricultura de riego del acuífero villa Juárez, Durango. Norte de México. ." *Agrofaz* **6**(1): 17-28.

Perdomo C.H. Casanova O.N., C. V. S. (2001). "Contaminación de aguas subterráneas por nitratos y coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. ." *Agrociencia* **5**(1): 10-22.

Sandor J, K. I., Farkas O, Ember I. (2001). "Association between gastric cancer mortality and nitrate content of drinking water: ecological study on small area inequalities." *Eur J Epidemiol* **17**(5): 443-447.

Tajtakova M, L. P., Semanova Z, Tomkova Z, Szokeova E, Majoros J, Petrovicova J, Veseliny E. (2000). "Nitrate contaminated drinking water from private wells has an impact on the size and functional state of the thyroid gland in schoolchildren." *Vnitr Lek* **46**(11): 764-767.

Ward MH, C. J., Colt JS, Hartge P (2006). "Risk of non-Hodgkin lymphoma and nitrate and nitrite from drinking water and diet." *Epidemiology*. **17**(4): 375-382.

Técnicas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para el desarrollo de capacidades en comunidades marginadas de zonas áridas

Pedroza-Sandoval, Aurelio, Chávez-Rivero, José Antonio, Trejo-Calzada, Ricardo
and Ruiz-Torres, José

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Apdo. Postal No. 8, C.P. 35230.
Bermejillo, Dgo.

e-mail: apedroza@chapingo.uruz.edu.mx

RESUMEN

Los factores ambientales así como el mal manejo del agua en la comarca Lagunera, México, ha generado una preocupación inminente sobre la falta de agua para cubrir las necesidades básicas de la familia en las comunidades más marginadas de la zona; por tal motivo, durante el 2014 los objetivos que pretendió alcanzar el presente proyecto de desarrollo fueron el promover la cultura sobre el uso eficiente y el manejo integral del agua, asesorar y capacitar sobre diversas técnicas de captación, así como sistemas de almacenamiento de agua de lluvia, así como conocer el impacto de que han dejado estas acciones dentro de cada una de las comunidades que han participado durante el tiempo que lleva realizándose este proyecto. A lo largo de cuatro años se ha trabajado con alrededor de ocho comunidades de los municipios de Mapimí y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango en donde se han llevado acabo cursos de capacitación sobre sistemas de captación de agua de lluvia, construcción de cisternas de ferrocemento, tratamiento de agua de aguas residuales así como el establecimiento de zanjas de infiltración de agua de lluvia. Se ha encontrado que la construcción de sistemas captadores de agua a nivel familiar es el eje de acción para mejorar las actividades domésticas y de traspatio, de igual manera, estos sistemas son adecuados para ser utilizados en comunidades de pocos ingresos o bien en pequeñas áreas de producción.

Palabras clave: agua de lluvia, sistemas de captación, zanjas de infiltración, desarrollo

Situación actual de la ganadería: Crecimiento económico de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Sonora

Ríos-Flores, José Luís^{1*}, Torres-Moreno, Miriam², Ruiz-Torres, Jose¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). ²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

RESUMEN

Los principales productos pecuarios en el estado de Sonora son la producción de cerdo, la cual representa 46.9%, carne bovina 25.7%, huevo 19.1%, mientras la carne de ave representó 3.4% del VBP pecuario. A pesar de que la producción de leche representa apenas el 4.5% del VBP pecuario, se estima que en promedio se producen 255,000 litros de leche diarios, de los cuales aproximadamente 150,000 litros provienen de establos tecnificados y 105,000 litros de establos rústicos, lo que devela la importancia que tienen los sistemas familiar y doble propósito para el estado de Sonora. El objetivo del trabajo fue determinar cómo el ingreso monetario animal¹, la composición del hato, los rendimientos físicos y los precios influyeron sobre el Valor Bruto de la Producción (VBP) de los sistemas de producción bovino lechero en Sonora. Se utilizó Economía Descriptiva, con enfoques macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2005 contra 2013. Se analizaron datos estadísticos de producción de leche bovina por sistema de producción para 2013 versus 2005. Los resultados indican que el número de bovino en el estado disminuyó 40.8% en el periodo analizado, particularmente en los sistemas de producción doble propósito, especializado y sobre todo el semiespecializado que redujo 3/5 su tamaño. El ingreso monetario real por animal aumentó de \$10,399 a \$15,840 en tres de los cuatro sistemas, disminuyendo en el sistema especializado, de \$48,318 a \$43,507. El VBP decreció 9.9% entre 2005 y 2013 (de USD\$45.96 a USD\$41.41 millones). La disminución del VBP se debió a dos factores: la composición (que disminuyó el VBP en 37.4%) y los precios (que disminuyeron el VBP en 1.5%), los rendimientos físicos por su parte, amortiguaron la caída del VBP al elevarle en 15.3%. Se concluye que los sistemas de producción familiar y doble propósito son sumamente importantes para el estado, dado que el producto principal está siendo transformado en otros subproductos, lo que ha provocado que estos dos sistemas hayan mejorado sus rendimientos en el periodo analizado debido principalmente a la especialización.

Palabras clave: VBP, Sonora, sistemas de producción, bovino, leche.

ABSTRACT

The main livestock products in the State of Sonora are the production of pork, representing 46.9%, beef 25.7%, egg 19.1%, while poultry represented 3.4% of the livestock VBP. While milk production represents only 4.5% of the livestock VBP, it is estimated that on average produced 255,000 liters of milk per day, of which approximately 150,000 liters come from technified stables and 105,000 liters of rustic stables, which reveals the importance that have systems family and double purpose for the State of Sonora. The objective of the study was to determine how animal-1 monetary income, the herd composition, physical performance and prices influenced the gross value of production (VBP) production systems dairy cattle in Sonora. Descriptive

economics, with approaches to macroeconomic and static-comparative, was used to contrast against 2013 versus 2005. Statistical data of bovine milk production by production system was analyzed to 2013 versus 2005. The results indicate that the number of cattle in the State decreased 40.8% in the period analyzed, particularly in dual purpose production systems, specialized and mostly the semiespecialized which reduced 3/5 its size. Animal real monetary income increased from \$10,399 to \$15,840 in three of the four systems, decreasing the specialized, \$48,318 system at \$43,507. The VBP decreased 9.9% between 2005 and 2013 (from USD\$45.96 \$ USD41.41 million). The decrease of the VBP is due to two factors: composition (which decreased the VBP in 37.4%) and prices (which decreased the VBP in 1.5%), physical returns on the other hand, cushioning the fall of the VBP to raise him at 15.3%. It is concluded that household production and double purpose systems are extremely important for the State, given that the main product is being transformed into other by-products, which has led to these two systems have improved their yields in the analyzed period due mainly to specialization.

Key words: GVP, Sonora, production system, cattle, milk.

INTRODUCCIÓN

Leche, carne, miel y huevo son bienes que conforman los productos pecuarios de importancia pecuaria en Sonora. De acuerdo con el SIAP (2014), los principales productos pecuarios son la producción de carne de cerdo, la cual representó 46.9% del VBP pecuario estatal, seguido de la producción de carne bovina con 25.7% del VBP, el huevo para plato representó el 19.1% del VBP del sector pecuario en la entidad, seguido de la carne de ave la cual representa el 3.4% del VBP pecuario estatal. La producción de leche es la que representa menor aportación de valor, pues representa apenas el 4.5% del VBP pecuario en la entidad, al producirse durante el 2013, un total de 111, 375 miles de litros lo que representó un ingreso para el estado igual a \$ 644 millones de pesos. A pesar de que la producción de leche representa apenas el 4.5% del VBP pecuario, se estima que en promedio se producen 255,000 litros de leche diarios, de los cuales aproximadamente 150,000 litros provienen de establos tecnificados y 105,000 litros de establos rústicos (SAGARHPA, 2011), lo que devela la importancia que tienen los sistemas menos tecnificados de producción de leche para el estado de Sonora. Y es que en Sonora existe un perfil productivo de Unidades Rurales Familiares (URF) dedicadas a la quesería del tipo artesanal. Se trata de familias que en promedio cuentan con hatos inferiores a 30 vientres, que estarían representando el 84% del padrón de productores con un 39% del total de vientres (Hernandez, Andablo y Ulloa, 2008). Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar cómo los factores determinantes del crecimiento económico afectaron al VBP en el estado de Sonora y como estos se presentaron en cada uno de los sistemas de producción bovina lechera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó base de datos del subsector lácteo correspondiente al estado de Sonora obtenidos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de los ciclos 2005 hasta el 2013 del SIAP – SAGARPA. Para la deflactación de precios se empleó el Índice

Nacional de Precios Productor. Base 2013=100 para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, publicado por el INEGI en 2012.

Metodología económica empleada y variables evaluadas. Se analizaron las variables: precios del litro en términos reales, y deflactados en pesos constantes del 2013, rendimientos animal⁻¹, rendimiento monetario animal⁻¹, productividad física animal⁻¹. Al compararse 2005 y 2013, se empleó un enfoque económico de tipo *estático-comparativo* de acuerdo con Astori (1984), para la determinación de los Efectos composición del hato, rendimientos físicos y precios reales del litro de leche, se elaboraron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Efecto de la composición del hato en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto de los rendimientos físicos en el VBP: } VBP_{ER} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto Precios Reales en el VBP: } VBP_{EP} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}$$

$$\text{Indicador del Efecto de la composición del hato: } EC = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}}$$

$$\text{Indicador del Efecto de los rendimientos físicos: } ER = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}}$$

$$\text{Indicador del Efecto Precios Reales: } EP = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}}$$

Dónde: N= Número de animales en explotación, R= Rendimiento físico por animal, P= Precio real y i = i-ésimo sistema de producción. Fueron cuatro los sistemas de producción de leche bovina: Bovino doble propósito, Bovino semiespecializado, Bovino familiar y Bovino especializado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores productivos de leche en el estado de Sonora. El estado de Sonora concentró el 6.9% del hato lechero nacional, con ello aportó 2.8% de la producción física anual y contribuyó con ¢3 centavos de cada peso generado por la producción de leche en el país en 2005, y en 2013 los porcentajes con que el estado participó en la producción nacional en el rubro lechero fueron de 4.7%, 2.2% y 2.2% respectivamente. Se determinó que el sistema en el que más contribuye Sonora en el ámbito nacional, fue el del sistema familiar, con 24.2% del total del hato estatal en 2013, con el que aportó el 10% de la producción nacional de ese sistema, con un precio 9% inferior al promedio nacional. En 2005 el precio promedio de la leche bovina en Sonora fue de \$4.8 L⁻¹, mientras el promedio nacional fue de \$3.81 L⁻¹, es decir; fue 7% superior, sin embargo al desagregarse por sistema, se observa que el precio de la leche del sistema especializado fue superior (19.8%) al nacional, mientras el precio del sistema familiar, doble propósito y semiespecializado fueron inferiores al nacional. Durante el 2013, se observó la misma situación, toda vez que estos últimos sistemas de producción tuvieron un precio por litro menor al nacional y solamente la leche producida en el sistema especializado gozó de mejor precio. El estado de Sonora, no se caracterizó por contar con una elevada productividad física del hato lechero, pues mientras en 2005, el bovino lechero en promedio nacional produjo 4,533 kg año⁻¹, el bovino lechero en el estado produjo solamente 1,780 kg año⁻¹, mientras en 2013 la productividad física a nivel nacional fue de 5,852 kg año⁻¹, en Sonora fue 2,768 kg año⁻¹, equivalente al 47.3%, lo cual, indica que el bovino lechero del estado de Sonora incremento en 6.4% su rendimiento físico entre 2005 y 2013.

El número de bovinos productores de leche en el estado de Sonora, sufrió varias modificaciones en el periodo analizado. En conjunto, el número de animales descendió 40.8% (de 67,777 a 40,091 vientres), en el período 2005-2013, equivalente a una TAC= 5.7%. Desglosando las cifras se observa que solo el sistema familiar incremento en 1.5% el número de vientres, mientras que los sistemas especializado, semiespecializado y doble propósito tuvieron descensos de 5.8%, 73.4% y 8.5% respectivamente, en el periodo 2005-2013. Por otro lado la producción física anual del hato muestra que aun cuando el número de animales disminuyo en 40.8%, la producción física anual descendió un 8% al pasar de 120,675 ton año⁻¹ a 110,963 ton año⁻¹. El VBP del subsector bovino lechero en el estado fue decreciente en el periodo al pasar de USD\$45.96 a USD\$41.41 millones, es decir; en el periodo 2005-2013 dejó de percibirse en el estado una riqueza igual a USD\$4.55 millones, lo que equivale a un descenso de 9.9% con TAC= 1.2%. Al igual que la producción física, los responsables de que el VBP haya declinado en USD\$4.65 millones, fueron el sistemas de producción semiespecializados y especializados, ya que en el primero el VBP cayó USD\$4.65 millones mientras el segundo le disminuyó USD\$1.52 millones, en conjunto, la pérdida ascendió a USD\$6.17 millones, no obstante, los sistemas de producción doble propósito y familiar amortiguaron la caída del VBP, pues el sistema doble propósito le elevó en USD\$0.36 millones y el familiar en USD\$1.26 millones, lo que provoco que el VPB descendiera a USD\$41.41.

Composición del hato lechero, rendimientos físicos y precios reales. La estructura del hato lechero en 2005, muestra que por cada bovino en el sistema familiar, había 0.13 bovinos de doble propósito, 0.52 bovino especializado y 2.00 bovino semiespecializado es decir; una proporción igual a 1:0.13:0.52:2. Mientras para el año 2013, esta composición vario notablemente, ya que por cada bovino lechero del sistema familiar había 0.12 bovino doble propósito, 0.49 bovino especializado, 0.52 bovino semiespecializado, es decir; 1:0.12:0.49:0.52. Lo anterior señala que en términos relativos, el sistema de producción familiar ha desplazado a los otros sistemas de producción bovino lechero, al mantenerse en proporción, respecto de los demás sistemas de producción. Desde la perspectiva de la producción física anual, la variación en la composición del hato promovió que durante el 2005 de cada litro de leche producido por el sistema de producción familiar se produjeron 0.29 L en el sistema doble propósito, 5.38 L en el sistema especializado y 2.50 L en el semiespecializado, mientras en el 2013, la producción familiar *desplazó* a los demás sistemas de producción, toda vez que por cada litro de leche familiar se generaron 0.28 L en doble propósito, 3.49 L en el especializado y 1.47 L en el semiespecializado. En cuanto al ingreso monetario se determinó que en el 2005 el bovino familiar tuvo un ingreso de \$3,506 bovino^{-1} y en 2013 el ingreso incremento de hasta \$4,481 bovino^{-1} , lo que indica un incremento de 27.8%, mientras que el bovino doble propósito incremento en 40.3% (de \$7, 760 bovino^{-1} a \$10, 883 bovino^{-1}), en el especializado decremento 10% (\$48,318 bovino^{-1} a \$43,507 bovino^{-1}), y el semiespecializado incrementó el ingreso en 218.7% al pasar de \$4,090 bovino^{-1} a \$13, 035 bovino^{-1} en el periodo analizado. En forma concentrada el ingreso monetario por animal incremento 52.3% al pasar de \$10, 399 bovino^{-1} a \$15, 840 bovino^{-1} , mostrando TAC= 4.79%.

Efecto de la composición del hato, rendimientos físicos y precios en el VBP. Como ya se mencionó en el periodo 2005-2013, el VBP del subsector bovino lechero del estado de Sonora disminuyó 9.9% al pasar de USD\$45.96 a USD\$41.41 millones. Visto en detalle, se determinó que si se hubiera mantenido la misma composición del hato en 2013 que existía en 2005, el VBP que se hubiera generado hubiera sido igual a \$USD 66.20 millones, sin embargo al modificarse la estructura del hato, conforme se analizó anteriormente el VBP que realmente se logro fue de \$USD 4141 millones, es decir el VBP realmente generado fue 37.4% inferior al que se habría logrado de mantenerse constante la composición del hato. Por otro lado se determinó que por efecto de los rendimientos físicos el VBP incrementó 15.3%, es decir, si en 2013 se hubieran tenido los mismos rendimientos físicos, el VBP que se habría generado hubiera sido igual a USD\$35.93, sin embargo al modificarse los rendimientos el VBP realmente obtenido fue igual a USD\$41.41 millones. Lo anterior indica un efecto favorable de los rendimientos físicos sobre el VBP. Finalmente los precios reales del litro de leche tuvieron un efecto desfavorable sobre el VBP, ya que de haberse mantenido los mismos precios que existían en 2005, el VBP que se habría logrado, hubiera sido igual a USD\$42.02 millones, sin embargo la caída de los precios reales del litro de leche implico que el VBP de 2013 fuera igual a USD\$ 41.41, es decir; el VBP realmente logrado fue 1.5% inferior por efecto de los precios reales del litro de leche (Cuadro 1).

Cuadro 1: Efectos composición del hato (EC), rendimientos físicos (ER) y precios reales (EP) en el VBP del sector lechero, Sonora.

Variable macroeconómica	VBP (en millones de USD constantes de 2013)				
	Doble Propósito	Especializada	Familiar	Semi-especializado	Total= $\sum N_i$ RFi Pi
A) VBP Real alcanzado en 2013	\$ 1,61	\$ 25,93	\$ 5,51	\$ 8,36	\$ 41,41
B) VBP 2013 con EC	1,8	27,5	5,42	31,47	\$ 66,20
C) VBP 2013 con ER	\$ 1,14	\$ 27,86	\$ 4,13	\$ 2,79	\$ 35,93
D) VBP 2013 con EP	\$ 1,62	\$ 26,81	\$ 5,74	\$ 7,86	\$ 42,02
EC de 2005 en VBP 2013 = A/B	0,915	0,942	1,015	0,266	0,626
ER de 2005 en VBP 2013= A/C	1,409	0,931	1,331	2,997	1,153
EP 2005 en VBP 2013 = A/D	0,996	0,967	0,960	1,063	0,985

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSION

Se concluye que los sistemas de producción familiar y/o de traspatio así como el de doble propósito son sumamente importantes para el estado, dado que el producto principal está siendo transformado en otros subproductos, lo que ha provocado que estos dos sistemas hayan mejorado sus rendimientos en el periodo analizado debido principalmente a la especialización.

LITERATURA CITADA

Astori D. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México. 1984. 257pp.

INEGI. Índice Nacional de Precios Productor del 2012. Boletín de Prensa Núm. 230/12. 9 de Julio de 2012 Aguascalientes, Ags. 2012.

Rios, F. JL.; M. MA. Torres.; M. M. Torres.; T. J. Ruiz.; F. R. Castro.2014. Factores determinantes del crecimiento económico de la ganadería lechera de la comarca lagunera. Abanico veterinario 4 (3): 43-50.

SIAP. 2014. Infografía Agroalimentaria de Sonora. Primera edición, 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA.

SAGARHPA 2011. Se busca incrementar la producción de leche en Sonora. Nota del 3 de mayo del 2011. Disponible en <http://sagarhpa.sonora.gob.mx/noticias/se-busca-incrementar-la-producci%C3%B3n-de-leche-en-sonora> Publicado en abril del 2011. Acceso en mayo del 2011.

Hernández, M. C., Ulloa A y Andablo A. 2008. Cambios en el sistema agroalimentario y reestructuración ganadera. Los retos para las empresas y los campesinos que participan en la industria de la carne de res, en B. Cavalotti, B, Ramirez, y C. Marcof (Comp). Ganadería y desarrollo rural en tiempos de crisis. Universidad Autónoma Chapingo. CEDRESSA, Cámara de Diputados. Colegio de Posgraduados. Campus Puebla. pp. 197-215.

Reactores combinados: Anaerobio de flujo ascendente y con inyección de aire para el tratamiento de aguas residuales pecuarias

Maldonado-Cabrera, Aurelio; Moctezuma-Mora, Carmen Carolina; Santiago-Natera, Ana Karen; Castañón Camarena, Hiram; García-Luján, Concepción; de La Torre-de La Isla, Esperanza and Vásquez-Arroyo, Jesús

Universidad Juárez del Estado de Durango Facultad de Ciencias Químicas. Gómez Palacio, Dgo.

RESUMEN

Aproximadamente el 63% de aguas residuales en México se descargan sin tratar, lo que ocasiona que cada m³ contamine 8 m³ de aguas superficiales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de remoción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y bacterias en un Reactor Anaerobio Combinado de Flujo Ascendente (RAFA) y con inyección de aire. Una opción de tratamiento económica y eficiente en la remoción de contaminantes es uso de éste sistema. Las variables de estudio fueron pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, sólidos totales volátiles, DQO, DBO, Nitrógeno, Fósforo, coliformes fecales, cuenta total en placa y Salmonella spp. De los resultados se destaca que el pH se mantuvo estable durante el proceso (60 días) con promedio de 8.5 dentro de lo establecido por la NOM 001 SEMARNAT (pH de 5 A 10) lo que concuerda con lo reportado en la literatura. También se obtuvo una remoción de sólidos del 58% casi igual al porcentaje de los datos internacionales. Se logró la reducción de Coliformes Fecales y una reducción de hasta cuatro unidades logarítmicas en la cuenta en placa. Por lo tanto se concluye que el sistema es eficiente en el tratamiento de aguas residuales pecuarias.

Palabras clave: Coliformes fecales, eficiencia de remoción, materia orgánica, pH

Manejo integral del agua de riego al utilizar fuentes alternas de abastecimiento con variaciones estacionales de metales pesados y metaloides

Palomo-Rodríguez, Miguel¹, Barrera-Tovar, Ricardo¹, Rivera-González, Miguel²,
Bueno-Hurtado, Palmira² y Faz-Contreras, Rodolfo¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; Campo Experimental La Laguna.
Matamoros Coahuila.

²INIFAP-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera,
Gómez Palacio Durango.
palomo.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer el manejo integral del agua de riego, cuando se mezclan diversas fuentes de abastecimiento y que presentan variaciones estacionales de metales pesados y metaloides. La investigación se desarrolló en el Valle de Juárez, Chihuahua. Se muestreo el agua residual cruda y agua residual-mezclada en seis localidades durante un año. Se determinaron los elementos Al, B, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Va, As, Cd, Pb, Se y Zn. Los resultados se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) para su uso agrícola, establecidos por la Normatividad Mexicana y por US-EPA. Los elementos Cr, Mo, Ni, Va, Cd y Pb no mostraron variaciones y estuvieron en los mínimos valores de detección. Aluminio fue el elemento que supero al LMP para dos muestreos correspondientes a P-V y que corresponden para Loma Blanca y San Isidro. Manganeso fue el elemento que se aproximó al LMP ya que se encuentra de manera abundante en la mayoría de los recursos que provienen del bombeo profundo. Cobre y arsénico presentaron concentraciones menores al LMP y presentan un comportamiento típico y razonable para valorar, las concentraciones de éstos elementos en el agua del Río Bravo y bombeo profundo.

Palabras clave: Agua residual, bombeo profundo, Río Bravo

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the overall irrigation management when various supply sources are mixed and presented seasonal variations of heavy metals and metalloids. The research was conducted in the Juarez Valley Chihuahua. The raw sewage and waste-mixed at six locations for a year water sampling. The Al, B, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Va, As, Cd, Pb, Se and Zn elements were determined. The results were compared with the maximum permissible limits (LMP) for agricultural use, established by Mexican standards and US-EPA. The Cr, Mo, Ni, Va, Cd and Pb elements and were not showed variations in the minimum detection values. Aluminium was the element that exceeded the LMP for two samples corresponding to PV and corresponding to Loma Blanca and San Isidro. Manganese was the element that approached the LMP since it is abundant in most of the resources that come from deep pumping. Copper and arsenic showed lower concentrations to PML and have a typical and reasonable behavior to assess the concentrations of these elements in the Rio Grande water pumping and deep.

Keywords: Wastewater, deep pumping, Rio Bravo

INTRODUCCIÓN

El manejo integral de los recursos del agua, surgen a partir de una evaluación ambiental que tiene que ver con las decisiones que repercuten directamente con la sociedad; en éste proceso de valoración tiene importancia la disponibilidad de fuentes alternativas para el manejo del agua de riego, donde es apremiante utilizar en muchos de los casos, el agua residual que proviene de grandes asentamientos urbanos. El caso de Valle de Juárez Chihuahua, seguramente de los más conocidos, ya que se encuentran apegados a lineamientos de saneamiento que se tienen implementados desde hace más de 12 años.

El agua potable que abastece la gran urbe de Ciudad Juárez, proviene del bolsón de la Mesilla a través del acueducto Conejos Médanos, lo que ha permitido en los últimos años, la recuperación del Bolsón del Hueco; el sistema de saneamiento involucra la operación de las plantas de tratamiento de agua residual, donde el agua tratada es posteriormente utilizada en el sector agrícola.

El acuífero Bolsón del Hueco forma parte del sistema del Río Bravo y se extiende desde Nuevo México, donde toma el nombre de Cuenca Tularosa, hacia Texas y hasta la zona urbana Juárez–El Paso, terminando 90 kilómetros al sureste en dirección del Río Bravo. Su extensión es de aproximadamente 10 mil 800 kilómetros cuadrados de los que poco más de 7 mil se encuentran en Nuevo México, 2 mil 400 en Texas y mil 200 en Chihuahua (Rincón-Valdez, 2013).

De ésta forma, el sector agrícola ubicado en el Valle de Juárez utiliza el agua residual mezclada con fuentes alternativas de abastecimiento, como es el agua que proviene del Tratado Internacional entre México-estados Unidos, suscrita en 1906 y que estipula la entrega puntual de 74 millones de metros cúbicos anuales; así también se utiliza el agua de bombeo que se tiene a lo largo del mismo Valle y donde la naturaleza de ésta fuente de abastecimiento es altamente salina y sódica (Palomo-Rodríguez *et al.*, 2010).

Durante los últimos años, se ha generado una diversidad de investigaciones relacionadas con la naturaleza contaminante de las fuentes de abastecimiento de agua, que se tienen disponibles en la región fronteriza indicada (Assadian *et al.*, 2012; Palomo-Rodríguez *et al.*, 2006, 2006a, 2005 y 2005a). El manejo del agua residual para propósitos de riego durante el periodo invernal y verano respectivamente, ofrece la incertidumbre del comportamiento que tienen los metales pesados y metaloides para ambos periodos de tiempo, lo que resulta interesante para establecer y/o conocer los riesgos que implica el manejo de éstos recursos. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer el manejo integral del agua de riego, al utilizar diversas fuentes de abastecimiento que presentan variaciones estacionales de metales pesados y metaloides.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la región agropecuaria del Valle de Juárez, localizado en la frontera norte del Estado de Chihuahua y ubicado entre los meridianos 105° 30' y 106° 30' de longitud oeste y entre los paralelos 30° 56' y 31° 45' de latitud norte. La zona de estudio constituye la porción de margen derecha de la planicie fluvial de inundación formada por el Río Bravo. Fueron consideradas las fuentes de abastecimiento integral que se han utilizado a lo largo de varias décadas, como es el agua residual cruda, la cual se mezcla con fuentes alternativas de abastecimiento, como es el agua del Río Bravo estipulada en un convenio de entrega anual a México desde 1906 por parte de estados Unidos, además el agua residual cruda se mezcla con agua de bombeo profundo, que es de naturaleza altamente salina.

El agua residual cruda fue muestreada mensualmente durante un año en la localidad Loma Blanca (km 17) de la carretera Juárez-Porvenir; el agua residual-mezclada fue muestreada de igual manera durante un año, aunque durante abril-septiembre es el periodo en que se mezcla con agua del Río Bravo. Las localidades de monitoreo para agua residual-mezclada corresponden a las localidades San Isidro (km 26), Tres Jacales (km 39), Guadalupe (km 48), Praxedis (km 60) y San José de Paredes (km 74) de la misma carretera que une a Ciudad Juárez con la localidad de Porvenir. En todos los casos las muestras fueron colectadas por triplicado en recipientes de plástico y preservadas en HNO₃ grado suprapuro 1:1 para un pH < 2 y transportadas en ambiente de 4°C (APHA/WWA-WPCF, 1992).

Los elementos determinados en emisión de plasma ICP fueron Al, B, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni y Va (método de referencia 200.7 EPA/3120B SM) NOM-AA-020-1997; además en absorción atómica y horno de grafito As, Cd, Pb y Se (métodos de referencia 206.2 EPA/3113B SM; 213.2 EPA/3113B SM; 239.2 EPA/3113B SM y 270.2 EPA/3113B SM respectivamente) NOM-AA-051-1997; finalmente en absorción atómica de flama se determinó Zn (método de referencia 289.1 EPA/3111B SM) NOM-AA-051-1997. Los resultados se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) para su uso agrícola, establecidos por la Normatividad Mexicana y por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA, 1972).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados indican que los elementos cromo, molibdeno, níquel, vanadio, cadmio y plomo, no mostraron variaciones a lo largo del estudio; las concentraciones encontradas para éstos elementos, estuvieron en los mínimos valores de detección, de manera que no fueron considerados para su discusión. El principal volumen disponible de agua para riego, lo conforma el agua residual mezclada en el periodo primavera-verano; durante éste lapso de tiempo el agua recibe las aportaciones de agua del Río Bravo y bombeo profundo.

Cobre y arsénico, presentaron concentraciones que son menores al LMP (0.02 para Cu y 0.10 mg L⁻¹ para As); éstos elementos son señalados en la Figura 1, donde resulta típico y razonable el comportamiento contrastante de P-V con respecto a O-I ya que durante P-V inicia la entrega de aguas del Tratado Internacional entre México-estados Unidos, de manera que se registra un proceso de dilución a lo largo del Distrito de Riego 009 (DR-009), mismo que permite una menor concentración de éstos dos elementos; sin embargo, esta condición no se presenta para todos los elementos, ya que el agua de bombeo que se incorpora durante P-V, contiene una importante concentración de manganeso y boro.

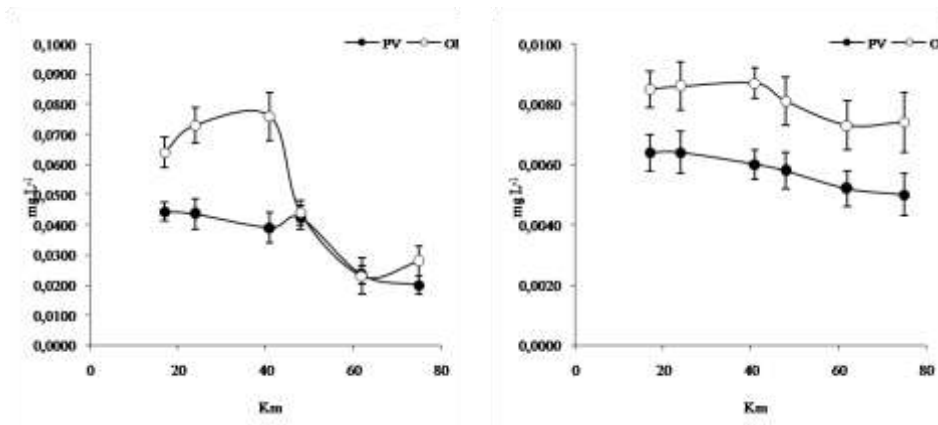


Figura 1. Comportamiento de las variaciones estacionales que presenta Cobre (Izquierda) y Arsénico (Derecha), en agua residual mezclada (con agua del Río Bravo y Bombeo profundo) que se tiene disponible en primavera-verano y comparada con agua residual cruda para el periodo invernal.

Manganeso fue el único elemento que se aproximó a lo establecido por el LMP y que es 0.20 mg L⁻¹ y donde las mayores concentraciones fueron de 0.15 mg L⁻¹; por otro lado boro ofreció concentraciones menores al LMP, aunque se aproximan a la concentración permitida que es 0.75 mg L⁻¹. La Figura 2 contrasta claramente el comportamiento que se presenta para manganeso, ya que este elemento se encuentra abundantemente en la región fronteriza, tanto en los recursos de agua como en suelo (Palomo-Rodríguez *et al.*, 2015) y forma parte de los sistemas de producción que se encuentran establecidos para algodónero y diversos cultivos forrajeros como alfalfa, maíz avena y cebada.

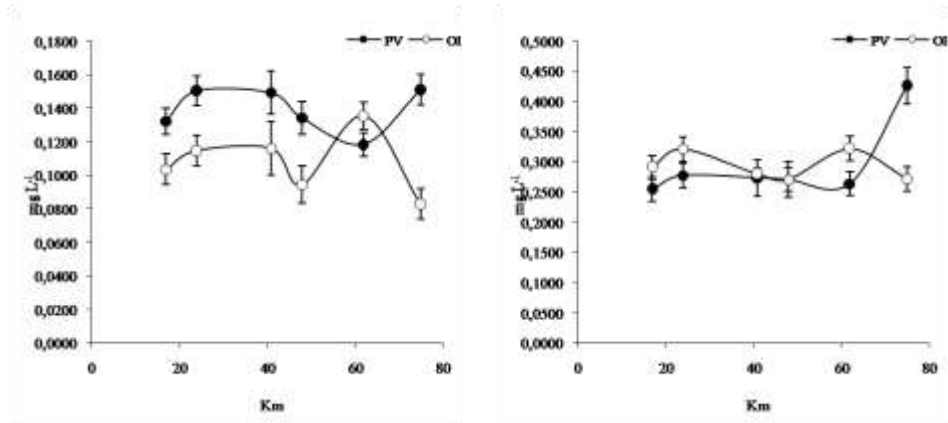


Figura 2. Comportamiento de las variaciones estacionales que presenta Manganeso (Izquierda) y Boro (Derecha), en agua residual mezclada (con agua del Río Bravo y Bombeo profundo) que se tiene disponible en primavera-verano y comparada con agua residual cruda para el periodo invernal.

A diferencia de Manganeso, el boro presenta una gran estabilidad para sus concentraciones, tanto para el periodo P-V como O-I y sus concentraciones representan cerca de la mitad del LMP, de manera que no representan un riesgo de toxicidad para los cultivos. Por otro lado Hierro y Aluminio ofrecen un comportamiento muy similar como se indica en la Figura 3; las concentraciones de Hierro fueron bajas, aunque para los dos primeros sitios de monitoreo que corresponden al km 17 y km 26, localizados en Loma Blanca y San Isidro, las concentraciones estuvieron próximas al LMP que es 5.0 mg L^{-1} y para el resto de los muestreos los valores encontrados fueron menores a la mitad del LMP. Excepcionalmente para Aluminio, éste elemento supero al LMP para los muestreos de P-V que corresponden para Loma Blanca y San Isidro, tal como ocurrió para Hierro.

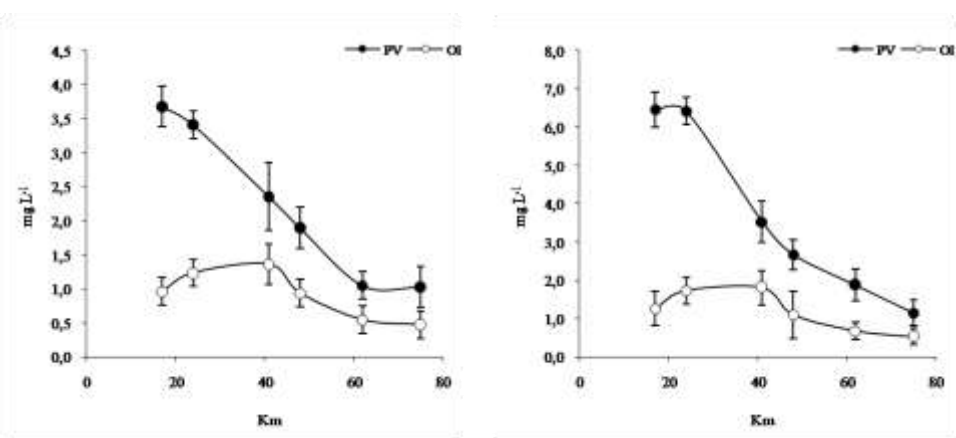


Figura 3. Comportamiento de las variaciones estacionales que presenta Hierro (Izquierda) y Aluminio (Derecha), en agua residual mezclada (con agua del Río Bravo y Bombeo profundo) que se tiene disponible en primavera-verano y comparada con agua residual cruda para el periodo invernal.

CONCLUSIONES

Aluminio fue el elemento que supero al LMP para dos muestreos correspondientes a P-V y que corresponden para Loma Blanca y San Isidro.

Manganeso fue el elemento que se aproximó al LMP ya que se encuentra de manera abundante en la mayoría de los recursos que provienen del bombeo profundo.

Cobre y arsénico presentaron concentraciones menores al LMP y presentan un comportamiento típico y razonable para valorar, las concentraciones de éstos elementos en el agua del río Bravo y agua del bombeo profundo.

LITERATURA CITADA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA.

Assadian, N. W.; Vogel, C.; Sheng, Z.; Figueroa-Viramontes, U. and Palomo-Rodríguez, M. 2012. Heavy metal distribution in open canals and drains in the upper Rio Grande basin. *Soil and Sediment Contamination* 12(3):305-323 <http://bva.colech.edu.mx/xmlui/handle/123456789/HASH2a29a71e63aa4e671782b5>

Palomo-Rodríguez M., Servin P. A., Delgado R. G., Rivera G. M., y Bueno H. P. 2015. Acumulación de manganeso en suelos cultivados con alfalfa e irrigados con agua residual y bombeo profundo. Memoria de la XXVII Semana Internacional de Agronomía, FAZ-UJED.

Palomo-Rodríguez M., Pastor L. F., Rivera G., M. y Ochoa M E. 2010. Iones solubles asociados a tipos de salinización en agua de bombeo para Valle de Juárez Chihuahua. *Revista Agrofaz* 10(3):313-318

Palomo-Rodríguez M. y Figueroa V. U. 2006a. Variabilidad espacial aplicada a fenoles, DBO y DQO en agua residual a lo largo del Distrito de Riego 009. *Ciencia en la Frontera* 4(1): 134-139
 Palomo-Rodríguez M. y Figueroa V. U. 2006b. Variabilidad espacial aplicada a coliformes en agua residual a lo largo del Distrito de Riego 009. *Ciencia en la Frontera* 4(1): 140-148

Palomo-Rodríguez M. and Figueroa V. U. 2005. Removal of bacterial and physical/chemical contamination from waste water by dilution. International Conference on Environmental & Human Health. ICEHH-WERC. El Paso, TX.

Palomo-Rodríguez M. y Figueroa V. U. 2005a. Variabilidad espacial de nutrientes en el agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua. Revista Agrofaz 5(3):95-103

Rincón-Valdez C. 2013. Recuperación del Bolsón del Hueco. Investigador de EPA.

http://diario.mx/Local/2013-09-22_589585b0/observan-recuperacion-de-bolson-del-hueco/

US-EPA, 1972. Water quality criteria. National Academy of Sciences and Nacional Academy of Engineering. Environmental Protection Agency. Washington D. C., Report No. EPA-R373-033. 592 p.

Productividad del Agua en el Cultivo de Café del DDR021, Villaflores, Chiapas, Producido en Temporal

Ríos-Flores, José Luís¹ *, Torres-Moreno, Miriam², Ruiz-Torres, Jose¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.,
Bermejillo, Durango, C.P. 35230.

²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural,
Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable).

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la productividad del agua, el capital, el suelo y la fuerza laboral en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 021 Villaflores *versus* Chiapas producido en condiciones de temporal. Se aplicaron modelos matemáticos que generaron números indicadores que permitieron evaluar la productividad del agua de lluvia, el suelo, el capital invertido y la fuerza laboral del cultivo. Los resultados indican que Chiapas es el principal productor de café en México, aportando 42 centavos de cada \$1 de valor generado por el café. Se emplearon 5,885.4hm³ de agua de lluvia en todo el estado, de los cuales 347.11 hm³ se usaron en el DDR021, asimismo se invirtieron US \$272,18 millones de dólares, de los cuales US \$25,88 fueron el costo total de las 74,166 ton de café cereza producidas en las 24,124 ha cosechadas en el DDR021 Villaflores. El café generó 96,038 empleos a nivel estatal, de los cuales 9,130 los aportó Villaflores. La productividad del agua fue de 214 y 84.8L kg⁻¹ de café cereza en Villaflores y el estado respectivamente. Un hm³ de agua de lluvia produjo: a) ingresos del orden de US\$1, 357.6 y US\$667.1, b) ganancias del orden de US\$405.5 y US\$285.0 y 26.3 y 16.3 empleos a nivel del DDR021 Villaflores y el estado de Chiapas respectivamente ingreso, ganancia y empleo. La productividad social medida por la cantidad de horas invertidas de trabajo por ton de café cereza en el DDR021 Villaflores 56.3% superior a la del estado de Chiapas. Se concluye que el café producido en el DDR021 Villaflores es más productivo en términos físicos, económicos y sociales en el uso del agua de lluvia para producción de café cereza en comparación con el promedio encontrado a nivel estatal.

Palabras clave: Huella hídrica, eficiencia, agua virtual, *Coffea arabica*.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine water productivity, capital, land and labor force in the cultivation of coffee Cherry (*Coffea arabica*) in the District of development Rural (DDR) 021 Villaflores versus Chiapas produced under rainfed conditions. Applied mathematical models that generated numbers indicators allowing to evaluate the productivity of rain water, soil, invested capital and the workforce of the crop. The results indicate that Chiapas is the main producer of coffee in Mexico, contributing 42 cents of every \$1 of value generated by the coffee. Used 5, 885.4hm³ of rain throughout the State, of which 347.11 hm³ were used in the DDR021, also invested US \$272,18 million, of which US \$25.88 were the cost total of the 74,166 tons of coffee produced in the 24,124 Cherry has harvested in the Villaflores DDR021. Coffee generated 96,038 jobs statewide, of whom 9,130 Villaflores contributed them. The productivity of water was 214

and 84.8L kg⁻¹ of coffee cherry in the Villaflores and State respectively. A rainwater hm³ produced: a) income in the order of US\$ 1, US\$ 667.1 and 357.6, b) profits in the order of US\$ 405.5 and US\$ 285.0 and 26.3 and 16.3 jobs at the level of the State of Chiapas and the Villaflores DDR021 respectively income, profit and employment. Social productivity as measured by the amount of invested hours of work per ton of coffee cherry in the DDR021 Villaflores 56.3% higher than the State of Chiapas. It is concluded that the coffee produced in the Villaflores DDR021 is more productive in physical, economic and social terms in the use of rainwater for production of coffee cherry in comparison with the average found statewide.

Key words: Wáter footprint, efficiency, virtual wáter, *Coffea arabica*.

INTRODUCCIÓN

La superficie de café en México ha venido disminuyendo a partir de la crisis de los precios del café, ya que a principios de los noventa se llegó a cultivar café en 785,000 hectáreas y actualmente se han dejado de cultivar alrededor de 100,000 hectáreas. En la década de los ochenta se producían en promedio 5.2 millones de sacos al año, mientras que a principios del año 2000 la producción promedio anual fue de 4,000 sacos (Fonseca, 2006). En México el café es el producto que ocupa el tercer lugar en importancia en cuanto a la superficie cosechada después del maíz y sorgo. La actividad se sustenta en un padrón de 504,372 productores que cultivan 688,718 hectáreas; un alto porcentaje de los mismos son minifundistas, el 64% de los cafecultores posee superficies menores a una hectárea y tan solo el 2.6% posee superficies mayores a 5 hectáreas. De acuerdo a los datos de Water Footprint Network, la red global que establece los estándares para calcular la huella hídrica, para producir una taza de café se requieren alrededor de 130 litros de agua, la mayor parte para la cosecha de la planta (Buzo, 2012).

En México no existe mucha información acerca de la huella hídrica del café, sin embargo Arreguín *et al.*, (2007), menciona que el café Cuesta alrededor de 21,000 litros de agua producir 1 kg de café tostado. Para una taza normal de café, se requieren 7 gramos de café tostado, por lo que una taza de café cuesta 140 litros de agua. Suponiendo que una taza normal de café tenga 125 ml, necesitamos entonces más de 1,100 gotas de agua para producir una gota de café. Beber té en vez de café se ahorraría una gran cantidad de agua. Para una taza de té estándar de 250 ml se requieren 30 litros de agua. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la productividad física, económica y social del agua de lluvia, así como la rentabilidad, la productividad del suelo y fuerza laboral en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el Distrito de Desarrollo Rural Villaflores, Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

Se seleccionó al municipio de Villaflores, Chiapas que junto con los municipios de Ángel Albino Corzo, La Concordia, Montecristo de Guerrero, Villa Corzo conforman la Región VI denominada Región "Frailesca". Villaflores tiene una extensión territorial de 1,901.82 km², dentro de la cual se ubica el área natural protegida la Reserva Estatal 'La Lluvia' la cual se constituye

principalmente de vegetación secundaria. De acuerdo con el INEGI (2010), dentro de la región frailesca los municipios de Villaflores y Villa corzo concentran el 69.04% de la población total de esa región. Villaflores constituye la región VI, que está compuesta de un total de 2,949 localidades de las cuales 21 son urbanas y 2,928 son del tipo rural. El municipio se ubica a 620 m de altitud, entre los 16° 35' y 16° 10' de latitud norte, y 93° 03' y 93° 46' de longitud oeste; predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw). La cabecera municipal tiene una temperatura media anual de 24.3 °C y 1,209 mm de precipitación pluvial al año (Pacheco *et al.*, 2007).

Fuentes de información

Se utilizó la base de datos del SIAP (Sistema Información Agroalimentario y Pesquero) ciclo agrícola 2013, empleándose de esa fuente datos de superficie cosechada (ha), producción física anual (ton), Valor Bruto de la Producción (VBP, en \$ miles de pesos), con ellos se generaron los datos de rendimiento físico “RF” anual (ton ha^{-1}), precios medios rurales (\$ nominales ton^{-1}), rendimiento monetario “RM” por hectárea (\$ nominales ha^{-1}). Los costos por hectárea y número de jornales/ hectárea se obtuvieron de FIRA (2013).

Variables evaluadas

1. Litros de agua usados en el riego, necesarios para producir 1kg de producto físico (Y_1).
2. Los gramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usada (Y_2).
3. Metros cúbicos de agua usados para producir US\$1 de ingreso bruto (Y_3).
4. Ingreso bruto generado por hm^3 de agua (Y_4).
5. Ganancia (en US\$) producida por cada hm^3 de agua usada en el riego (Y_5).
6. Metros cúbicos de agua utilizados para producir US\$1 de utilidad bruta (Y_6).
7. Empleos generados por hm^3 (Y_7).
8. Horas de trabajo invertidas por ton (Y_8).
9. US\$ de ganancia a nivel regional por trabajador (Y_9).
10. US\$ de ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{10}).
11. Punto de equilibrio “PE” (Y_{11} , en ton ha^{-1}).
12. Vulnerabilidad crediticia ($=Y_{12}$, $= \text{RF/PE}$. Si $Y_{12} < 1$ el productor es vulnerable a que no se le de crédito: sí $Y_{12} > 1$ es menos vulnerable, ya que al ser mayor su rendimiento físico que el punto de equilibrio, es factible se le de crédito productivo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de café en Villaflores y Chiapas

En el Cuadro 1 se aprecia que Chiapas aporta el 41.5% del VBP que se genera por la producción de café a nivel nacional, es decir; de cada \$1 de valor generado a nivel nacional por el cultivo de café, Chiapas aporta casi 42 centavos, para lograr este indicador este estado emplea el 36.3% del territorio nacional para la producción de café. Por otro lado el DDR 021 Villaflores, aportó el 8% del VBP generado a nivel nacional, con sus \$32.75 millones de dólares. La misma fuente, indica que el estado de Chiapas tuvo un rendimiento físico promedio 9.5% superior al nacional con sus

1. 967 ton ha⁻¹, ya que el promedio mostrado apenas alcanzó los 1.796 ton ha⁻¹, mientras que el DDR 021 Villaflores tuvo un rendimiento de 3.07 ton ha⁻¹. Por otro lado se observa que el precio promedio a nivel nacional fue de US\$ 325 ton⁻¹, mientras que en el estado de Chiapas el precio por tonelada se ubicó en US\$ 339 ton⁻¹, lo que indica que el precio en Chiapas fue 104.3% superior al precio nacional, sin embargo cabe destacar que el precio que se pagó en Villaflores fue 136% superior al promedio nacional (US\$ 442 ton⁻¹).

Cuadro 2: Relación Beneficio/Costo, productividad por hora de trabajo, jornales por año y volumen de del agua de lluvia empleado en el cultivo de café en Villaflores, Chiapas, México en 2014.

Variable macroeconómica	Nivel de agregación			Chiapas / Nacional
	Villaflores	Chiapas	Nacional	
Valor Bruto de la Producción (US\$ en millones)	\$ 32,75	\$ 169,27	\$ 407,89	41,5%
Superficie cosechada (ha)	24.124	253.753	698.608	36,3%
Producción anual (ton)	74.166	499.105	1.254.793	39,8%
Ton/ha	3,07	1,967	1,796	109,5%
Precio (en US\$) ton⁻¹	\$ 442	\$ 339	\$ 325	104,3%
Ingreso ha⁻¹ (US\$)	\$ 1.357,63	\$ 667,08	\$ 583,86	114,3%
Costo ha⁻¹ (US\$)	\$ 1.072,60	\$ 1.072,60		
Ganancia ha⁻¹ (US\$)	\$ 285,02	-\$ 405,52		
Relación Beneficio/Costo	1,27	0,62		
# de jornales/ha	109,00	109,00		
Kg de café por jornada	28,21	18,04		
Costo kg⁻¹ (US\$)	\$ 0,35	\$ 0,55		
Ganancia (US\$) jornada⁻¹	\$ 2,6	-\$ 3,7		
Precipitación pluvial anual promedio (mm)	1.439	2.024		
Lámina de riego equivalente (m)	1,44			
Volumen de agua usado (en hm³=1 millón de m³)	347,11	5.885		
Ganancia monetaria regional (Millones de US\$)	\$ 6,88	-\$ 102,90		
Total de jornales al año	2.629.489	27.659.054		
Número de empleos permanentes/año	9.130	96.038		
Inversión regional de capital (Millones de US\$)	\$ 25,88	\$ 272,18		

Fuente: Elaboración propia, con base en las cifras del SIAP (2013), FIRA (2013) y CONAGUA (2013). Cifras monetarias en US del día 9 de febrero de 2015 a las 16:53 horas, a razón de \$14.82 pesos mexicanos por dólar norteamericano.

Asimismo, los ingresos y costos por hectárea observados tuvieron variaciones importantes, i.e a nivel nacional el ingreso por hectárea fue de US \$583.86, mientras que el observado en el estado de Chiapas fue 114.3% superior (US\$ 667.08), sin embargo el precio pagado en Villaflores tuvo un efecto benéfico sobre el ingreso por hectárea ya que se logró un ingreso de US\$ 1, 357.63, lo que indica que el ingreso obtenido en Villaflores fue 233% superior al ingreso nacional. Esta diferencia en precios se debe a que de acuerdo con la COMCAFE, (2006) en Villaflores se localiza en la región Frailesca del estado, donde se produce la mayor parte del café que Starbucks compra en Chiapas y donde se localiza una de las más importantes reservas naturales del país, La Biosfera del Triunfo de aproximadamente 120, 000 hectáreas dedicadas a la protección de especies en peligro de extinción como el Quetzal, además cuenta con las mejores condiciones climáticas de humedad, temperatura, altura, vientos y tierra para el cultivo de café, que hacen que la producción de éste en esa zona tenga condiciones especiales que lo califican como de los mejores del mundo, donde se produce café orgánico y se practica el comercio justo de tal suerte que el precio que logra el café es mayor dado que es amigable con el medio ambiente.

El Cuadro 1 también indica que a nivel estatal la producción cafetalera no es rentable, en tanto que es necesario se inviertan US\$ 1, 072.60 ha⁻¹, pero solo se recupera US\$ 667.08 ha⁻¹, es decir; se tiene una pérdida de US\$ 405.52 ha⁻¹, solo por la producción de café, pues hay que recordar que por los sistemas de producción que se desarrolla el café normalmente el café es junto con otras frutas y especies vegetales un producto más que se produce dentro del policultivo. Por otro lado se observa que en Villaflores en promedio se invierte US\$ 1,357.63 ha⁻¹, obteniéndose de ingreso un total de US\$ 1, 072.60 ha⁻¹, lo que indica que se tienen una ganancia de US\$ 285.02 ha⁻¹. Visto desde otro ángulo la R B/C a nivel estatal es de 0.62, lo que indica que de cada dólar invertido en la producción de café solo retornaran ¢US 0.62, mientras que en el DDR 021 Villaflores de cada dólar invertido se recuperara ese dólar y ¢US 0.27 adicionales (el indicador fue 1.27) (Cuadro, 1).

Indicadores de productividad del agua de lluvia en café

El análisis de la eficiencia del agua se observa en el Cuadro 1, el cual muestra los indicadores productivos, económicos y sociales. El uso eficiente del agua es uno de los índices más ampliamente empleados en una gran variedad de cultivos en España (García *et al.*, 2013; Lorite *et al.*, 2012; Romero *et al.*, 2006), sin embargo en México existe muy poca información y en algunos cultivos nula información al respecto. En el presente estudio el indicador de eficiencia física del cultivo de café cereza en Villaflores, Chiapas fue 0.214 kg m⁻³ (Cuadro, 1), encontrándose un índice menor en el promedio estatal con 0,085 kg m⁻³, lo que muestra una menor eficiencia de este cultivo para convertir el agua en fruto, puesto que visto de otra forma mientras en Villaflores se demandaron un total de 4.68 m³ kg⁻¹, en promedio a nivel estado se requirieron un total de 11,792 m³ kg⁻¹, lo que indica que la producción de café cereza en Villaflores fue más eficiente.

Sin embargo, los valores del índice de productividad física se ubican por debajo de los indicadores determinados por Eriyagama *et al.*, (2014) quienes determinaron un índice de 19.1

$\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ en promedio para la región de América del Sur y el Caribe, y un indicador de $40.7 \text{ m}^3 \text{kg}^{-1}$ como promedio para México, lo que indicaría que el DDR Villaflores se encuentra por debajo de este promedio nacional, lo que lo muestra como una área eficiente en la producción de café. Mientras que para este mismo cultivo indicadores promedio mundiales determinados por Mekonnen y Hoekstra (2011) Pfister *et al.* (2011) and Siebert y Döll (2010), determinaron $16.415.1 \text{ m}^{-3} \text{kg}$, $15.415.1 \text{ m}^{-3} \text{kg}$ y $15.1 \text{ m}^{-3} \text{kg}$, para este cultivo respectivamente.

La productividad económica de agua ($\text{US\$ hm}^{-3}$) no sólo depende de las condiciones climáticas y rendimientos de los cultivos, sino también en la eficiencia del uso del agua. De acuerdo con los datos existentes la agricultura de riego tiene una mayor productividad en comparación con la agricultura que se abastece del agua de lluvia (Aldaya *et al.*, 2010). En este sentido el índice de la Y_5 , refleja el beneficio generado por hectómetro cúbico de agua. Este índice mostró ser más elevado en el cultivo de café cereza de Villaflores $\text{US\$ } 19,808 \text{ hm}^{-3}$ ($\text{US\$ } 0.019 \text{ m}^{-3}$), con respecto a los obtenidos en promedio estatal ($-\text{US\$ } 17,484 \text{ m}^{-3}$), lo que indica un índice negativo. A pesar de la importancia de este tipo de indicadores la información que existe sobre la eficiencia económica generada por metro cúbico empleado en riego es escasa. Existen algunos trabajos desarrollados en el mediterráneo para hortalizas, frutales, cereales y oleaginosas; en este sentido, algunos autores determinaron en trigo que la utilidad bruta fue de $\text{€ } 0,23 \text{ m}^{-3}$ (lo que equivale a $\text{US\$ } 0,26$), mientras que en girasol y maíz grano fue de $\text{€ } 0,53 \text{ m}^{-3}$ (equivalente a $\text{US\$ } 0,59$) (García *et al.*, 2013; Romero *et al.*, 2006). Asimismo en España Aldaya *et al.*, (2010) determinaron para el tomate un índice que oscilo entre $\text{€ } 2-3 \text{ m}^{-3}$.

Indicadores de eficiencia social

En cuanto a la eficiencia social del agua, que es la cantidad de empleos generados por hectómetro de agua, el indicador fue $26.3 \text{ empleos hm}^{-3}$ para Villaflores y $16.3 \text{ empleos hm}^{-3}$ para el promedio estatal. Este indicador es alto, dado que los cultivos como las hortalizas y los frutales, que requieren de una gran cantidad de mano de obra para actividades como la cosecha. En este sentido, solo en algunas regiones de España se han generado este tipo de indicadores (García *et al.*, 2013) mencionándose que en ese país el índice de empleos generados oscila entre 24 - 62 empleos por hectómetro de agua, mientras que la producción de cultivos en invernadero generan hasta $190 \text{ empleos hm}^{-3}$ (Cuadro, 2).

La variable Y_9 indica la productividad horaria, es decir; la cantidad de horas de trabajo que se invierten por tonelada de producto (café cereza). De este análisis se observa que en promedio la productividad horaria del cultivo de café cereza en Villaflores fue de 283.6 h ton^{-1} , y 443.3 h ton^{-1} a nivel estatal, lo que indica que para producir una tonelada de café cereza en promedio se requieren invertir 283.6 y 443.3 horas de trabajo respectivamente. Asimismo se determinó que el cultivo que resultó más eficiente en términos de productividad horaria fue el cultivo de Villaflores resultó el más eficiente. De acuerdo con (Dorward, 2013), existen otras dos formas de expresar la productividad laboral, para los indicadores estructurales, pudiendo ser medida por el Producto Interno Bruto (PIB) generado en relación con el número de personas empleadas, por el número de horas trabajadas. Así, se determinó que cada trabajador dedicado a la producción de

café cereza en promedio agregó al PIB de esa cadena productiva US\$ 2.61 de ganancia por año en Villaflores, determinándose que el trabajador dedicado a producir café cereza en promedio estatal fue el menos productivo, al generar -US\$ 3.72. Estos índices se encuentran estrechamente relacionados con la cantidad de café producido y al precio en el mercado del producto. A este respecto existe una discusión generalizada sobre la productividad agrícola vista como productividad laboral, ya que generalmente se utilizan indicadores implícitos o explícitos relacionados con la productividad del cultivo. En este sentido se determinó que la ganancia por hora de trabajo invertida, para la producción de café cereza fue de US\$ 0.33 h⁻¹, lo que indica que este cultivo fue más eficiente en Villaflores, en comparación con el cultivo de café promedio a nivel estado al generar -US\$ 0.47 h⁻¹.

Cuadro 2: Indicadores de la productividad del suelo, del agua, del capital y de la fuerza laboral en el cultivo de Café cereza (*Coffea arabica*) en los DDR de Villaflores, Chiapas. Ciclo agrícola 2013.

Variable económica	Villa Flores	Chiapas	
Productividad del suelo			
Rendimiento físico	ton ha ⁻¹	3,07	1,97
Rendimiento monetario (US\$)	Ingreso ha ⁻¹	\$ 1.357,6	\$ 667,1
Rendimiento monetario (US\$)	Ganancia ha ⁻¹	\$ 285,0	-\$ 405,5
Productividad del agua:			
rendimiento físico	kg m ⁻³	0,214	0,085
rendimiento físico	m ³ kg ⁻¹	4,68	11,792
rendimiento monetario	US\$ de ganancia hm ³	\$ 19.808	-\$17.484
Productividad social del agua	Empleo hm ⁻³	26,3	16,3
Productividad del capital		1,266	0,622
Tasa de ganancia	% de excedente sobre capital invertido	26,6%	-37,8%
Punto de equilibrio	ton ha ⁻¹	2,43	3,16
Productividad laboral:			
Trabajo por ha	Jornadas/ha	109	109
Trabajo por ha	Horas/ha	872,0	872,0
Horas de trabajo por ton	h ton ⁻¹	283,6	443,3
Kilogramos por hora	kg h ⁻¹		
Ganancia/jornada	US\$ jornada ⁻¹	2,61	-3,72
Ganancia/hora	US\$ hora ⁻¹	0,33	-0,47
Rendimiento físico/Punto de equilibrio		1,27	0,62

Fuente: Elaboración propia. Cifras monetarias en US del día 9 de febrero de 2015 a las 1653 horas, a razón de \$14.82 pesos mexicanos por dólar norteamericano.

La variable Y₁₂, muestra que bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado, la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) es de 2.43 ton ha⁻¹ de café cereza en Villaflores y de 3.16 ton ha⁻¹ en promedio a nivel estatal.

Tomando en consideración la producción obtenida en cada uno de los dos cultivos, el cultivo de café a nivel estatal se ubicó por debajo del punto de equilibrio, con 1.97 ton ha^{-1} , lo que lo ubica como ineficiente económicamente. Por otro lado, el cultivo café en Villaflores se ubicó por encima del punto de equilibrio, resultando ser ampliamente productivo, con 3.07 ton ha^{-1} . La variable Y_{13} , evalúa la vulnerabilidad crediticia del cultivo, desde la perspectiva de cuántas veces cubre el rendimiento físico por hectárea al punto de equilibrio. De esa forma, el Cuadro 1 indica que en el caso del café producido en Villaflores, el rendimiento físico por hectárea (3.07 ton ha^{-1}), alcanzó a cubrir 1.27 veces las 2.43 t ha^{-1} que tuvo como punto de equilibrio, lo cual señala que el cultivo tuvo una Relación Beneficio/Costo igual a 1.27. Mientras que ese mismo cultivo establecido en promedio a nivel estado obtuvo un índice de 0.62, lo que lo señalaría como un cultivo no rentable económicamente.

CONCLUSIONES

Se concluye que el café producido en el DDR021 Villaflores es más productivo en términos físicos, económicos y sociales en el uso del agua de lluvia para producción de café cereza en comparación con el promedio encontrado a nivel estatal.

LITERATURA CITADA

Aldaya, M. M., Martínez-Santos, P., & Llamas, M. R. (2010). Incorporating the water footprint and virtual water into policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain. *Water Resources Management*, 24(5), 941-958.

Arreguín-Cortés, F., López-Pérez, M., Marengo-Mogollón, H., & Tejeda-González, C. (2007). Agua virtual en México. *Ingeniería hidráulica en México*, 22(4), 121-132.

Buzo, Z. P. (2012). Consumo que deja huella. Disponible en http://ciencia.unam.mx/leer/80/Consumo_que_deja_huella Publicado en 2012. Acceso el día 20 de febrero del 2015.

COMCAFE (2006). Comisión para el Fomento y Desarrollo del Café de Chiapas. Soluciones Estratégicas. Estudio de la Cadena de Valor del Café Chiapaneco. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: COMCAFE. 36p.

Eriyagama, N., Chemin, Y., & Alankara, R. (2014). A methodology for quantifying global consumptive water use of coffee for sustainable production under conditions of climate change. *Journal of Water and Climate Change*, 5(2), 128-150.

FIRA. (2013). Fideicomisos Instituidos Relacionados con la Agricultura. Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. Disponible en: www.fira.gob.mx / (last accessed May 10, 2015).

Flores, C. P., Ramírez, A. E. C., Morón, M. A., & Gómez, B. (2008). Fauna de escarabajos melolóntidos (*Coleoptera: Scarabaeoidea*) en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (ns)*, 24(1), 139-168.

Fonseca, S. A. (2006). El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. *Gaceta ecológica*, (80), 19-31.

García, J. G., López, F. C., Usai, D., & Visani, C. (2013). Economic Assesment and Socio-Economic Evaluation of Water Use Efficiency in Artichoke Cultivation. *Open Journal of Accounting*. 2(2): 45-52.

INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Censo de Población y vivienda 2010: Estadísticas para el estado de Chiapas. Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=7> consultado en febrero del 2015.

Lorite, I. J., García-Vila, M., Carmona, M. A., Santos, C., & Soriano, M. A. (2012). Assessment of the irrigation advisory services' recommendations and farmers' irrigation management: a case study in southern Spain. *Water resources management*, 26(8), 2397-2419.

Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 1577–1600.

Pfister, S., Bayer, P., Koehler, A. & Hellweg, S. (2011). Environmental impacts of water use in global crop production: hotspots and trade-offs with land use. *Environmental Science and Technology* 45, 5761–5768.

Romero, P., García, J., & Botía, P. (2006). Cost–benefit analysis of a regulated deficit-irrigated almond orchard under subsurface drip irrigation conditions in Southeastern Spain. *Irrigation Science*, 24(3), 175-184.

SIAP. (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. SAGARPA-SIAP. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/> (last accessed May 30, 2014).

Siebert, S. & Döll, P. (2010). Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. *Journal of Hydrology* 384, 198–217.

Productividad del agua en el cultivo de manzana (*Malus doméstica*) de Canatlán, Durango, México

Ríos-Flores, José Luis^{1*}; Graciano-Velázquez, Edgar Efrén¹; Torres-Moreno, Miriam²

¹Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). ²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

RESUMEN

La productividad del agua en la producción de alimentos depende principalmente de las prácticas agrícolas, el manejo, tecnología y rendimiento del cultivo, además del tipo de riego empleado y de las variables climáticas. Lo que obligadamente conduce a elevar la productividad y eficiencia agrícola de cada gota de agua. El presente estudio analiza la productividad del agua en la producción de manzana en el municipio de Canatlán, Durango. Los resultados indican que la huella hídrica varió con respecto al tipo de sistema productivo, en tanto que huertos con baja tecnología el indicador fue 0.88 kg m⁻³ y 1.88 kg m⁻³ en altamente tecnificados. La productividad aparente del agua en la producción varió desde US\$148,405 hm³ en huertos con baja tecnología hasta US\$362,825 hm³ en altamente tecnificados. La eficiencia social del agua en huertos de bajo nivel tecnológico fue 27.9 empleos hm⁻³ y de 38.6 empleos hm⁻³ en huertos de bajo nivel tecnológico. La ganancia por jornada de trabajo fue US\$18.5 en huertos con baja tecnología y US\$32.6 en alto nivel tecnológico. Finalmente bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado la cantidad mínima que se requiere producir para estar en punto de equilibrio, en huertos de baja tecnología fue de 3.98 ton ha⁻¹ y de 7.61 ton ha⁻¹ en altamente tecnificados. Se concluye que la producción de manzana en huertos altamente tecnificados en Canatlán, Durango fue más productiva la utilización del agua en términos físicos, económicos y sociales en relación a la producción de manzana en huertos con baja tecnología.

Palabras clave: Eficiencia, agua virtual, huella hídrica, manzana.

ABSTRACT

The productivity of water in food production depends mainly on agricultural practices, management, technology and crop yield, as well as the type of used irrigation and climatic variables. Which inevitably leads to raise productivity and agricultural efficiency of every drop of water. The present study analyses the water productivity in the production of apple in the municipality of Canatlán, Durango. The results indicate that the water footprint varied with respect to the type of production system, where orchards with low technology indicator was 0.88 kg m⁻³ and 1.88 kg m⁻³ in highly technician. The apparent productivity of water in production ranged from US\$ 148,405 hm³ in orchards with low technology to US\$ 362,825 hm³ in highly technician. The social efficiency of water in orchards of low technological level was 27.9 jobs hm⁻³ and 38.6 hm⁻³ jobs in orchards of low technological level. The profit per working day was US\$ 18.5 in orchards with low technology and US\$ 32.6 in high technological level. Finally under the same conditions of cultivation, as well as market the minimum amount that is required to produce to be point of equilibrium, in orchards of low-technology was 3.98 ton ha⁻¹ and 7.61

tons ha⁻¹ in highly technician. It is concluded that production of Apple trees in orchards highly technician Canatlán, Durango was more productive use of water in physical, economic and social terms in relation to the production of apple orchards with low-tech.

Key words: efficiency, virtual water, water footprint, Apple.

INTRODUCCIÓN

De todos los sectores de la economía, la agricultura es el más sensible a la escasez de agua, ya que emplea aproximadamente el 70% de las extracciones globales de agua dulce, por lo que es el sector con más posibilidades u opciones de ajuste (ONU-Agua, 2012). La evaluación de Huella hídrica contribuye con una nueva perspectiva, en la cual las necesidades totales de agua son cuantificadas y localizadas geográficamente (Aldaya *et al.*, 2011). El concepto de huella hídrica fue introducido como analogía de la huella ecológica, indicando el uso del agua en lugar del uso de la tierra. La huella hídrica es un indicador del uso del agua que evidencia tanto el uso directo como indirecto del recurso agua. La huella hídrica de un individuo, comunidad o empresa se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir un determinado bien o producto. La huella hídrica es un indicador geográficamente explícito de que no sólo muestra los volúmenes de uso del agua y la contaminación, sino también las ubicaciones (Hoekstra *et al.*, 2011). En la huella hídrica se distinguen tres colores: azul, verde y gris. La huella hídrica azul se refiere al consumo de los recursos hídricos procedentes de agua superficial y subterránea. El “consumo” se entiende como la pérdida de agua desde una masa de agua superficial o subterránea en una cuenca hidrográfica al evaporarse el agua, volver a otra cuenca, al mar o incorporarse a un producto. La huella hídrica verde en cambio se refiere al consumo del agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad (Falkenmark y Rockström, 2004; 2006). La huella hídrica gris es un concepto todavía en debate y se refiere a la contaminación. Se define como el volumen de agua dulce que se necesita para asimilar una carga de contaminantes en base a las normas vigentes de calidad ambiental del agua (Samoral *et al.*, 2012).

En la producción de cultivos, el objetivo de promover el uso eficiente del agua, es producir mayores rendimientos económicos con menos agua, cuando el agua es un factor limitante, como en las zonas áridas (Boutraa, 2010). Por lo tanto, es urgente el desarrollo de estrategias apropiadas para el ahorro y conservación del agua (oro azul) del subsuelo para promover sistemas agrícolas y humanos sustentables, lo cual puede lograrse a través de sistemas de riego apropiados a la situación actual (Postel, 2000). El manzano requiere de riego para alcanzar altos rendimientos y calidad de fruta, pero como el suministro de agua se ha convertido en un factor limitante en las principales áreas de producción, la explotación de este cultivo debe orientarse en términos de productividad del agua (Passioura, 2006). Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la huella hídrica de la producción de manzano en el municipio de Canatlán, Durango, de los productores de bajo y alto nivel tecnológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El municipio de Canatlán, Durango, se localiza en las coordenadas geográficas al norte 24°51', al sur 24°12' de latitud norte; al este 104°27' y al oeste 105°30' de longitud oeste a una altura de 2,000msnm. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973), el clima predominante del municipio es del tipo C (E) (w2) Semifrío subhúmedo con lluvias en verano y en menor proporción C (w0) del tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura promedio de 15.8°C, con mínimas históricas de -7.5°C y máxima de 32°C, con precipitación media anual de 531mm.

Fuentes de información

Para lograr la determinación de la huella hídrica del manzano en la región se emplearon fuentes de información secundaria. Se utilizó la base de datos de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP, 2013). Los datos corresponden al ciclo agrícola 2013, de producción, rendimiento, superficie sembrada y cosechada en riego. Para este estudio se define como agricultura de riego a todas aquellas tierras que tienen acceso a fuentes de agua (normalmente subterránea) adicionales a la precipitación, a la cual denominan agua azul (Hoekstra, 2006; Hoekstra y Chapagain, 2007; Hoekstra, 2008, Hoekstra, 2009). Para construir los costos de producción del cultivo, se emplearon los datos de Financiera Rural del estado de Durango para el cultivo de manzana, diferenciados para productores con bajo y alto nivel tecnológico. El volumen de agua de riego considerado para esta región fue de 8,000 m³ por hectárea por año.

Indicadores de productividad

Rendimiento físico “RF” (ton ha⁻¹), determinada por la siguiente ecuación:

$$RF = \frac{\text{Cantidad de producto físico}}{\text{hectárea}}$$

Ingreso “RM” por hectárea (US\$ ha⁻¹), definido por la ecuación:

$$RM = \frac{RF * p}{\text{hectárea}}$$

Donde; p = precio ton⁻¹ en US\$

Ganancia “g” por hectárea (US\$), determinado por la ecuación:

$$g = \frac{RM - c}{\text{hectárea}}$$

Donde; c es el costo por ha⁻¹ en US\$

Indicadores de productividad y eficiencia física del agua

Productividad física (kg m⁻³), determinado por la ecuación:

$$\text{kg m}^{-3} = \frac{\text{RF}}{\text{V}} = \frac{\text{RF}}{10,000\text{LR}} = 0.0001\text{RF}(\text{LR})^{-1}$$

Donde; V es el volumen de agua empleado por hectárea (m³), equivalente al producto de la lámina de riego “LR” por 10,000 m².

Eficiencia física (m³ kg⁻¹), determinado por la ecuación;

$$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} = \frac{\text{V}}{\text{RF}} = \frac{10,000\text{LR}}{\text{RF}} = 10,000\text{LR} (\text{RF})^{-1}$$

Indicadores de productividad económica del agua

Productividad económica (US\$ de ganancia hm⁻³), determinado por la ecuación:

$$\text{USD de ganancia hm}^{-3} = 1,000,000 \frac{\text{g}}{\text{V}}$$

Indicadores de productividad social del agua

Empleo generado por el empleo del agua (empleos hm⁻³), definido por:

$$\text{Empleos hm}^{-3} = 1,000,000 * \left(\frac{\text{J} / 288}{\text{V}} \right) = \frac{31250}{9} \text{JV}^{-1}$$

$$\text{Precio del agua por m}^3 = \frac{\text{Cagua}}{\text{V}}$$

Donde; J es el número de jornales ha⁻¹, 288 es el número de jornadas año⁻¹, y “Cagua” es el costo del sub-rubro del agua dentro del costo total por hectárea.

Indicadores de productividad económica

Relación Beneficio-Costo “RB/C”, determinado por la ecuación:

$$\text{RB/C} = \frac{\text{RM}}{\text{c}}$$

Tasa de ganancia, determinado por la ecuación

$$Tg = \frac{g}{c} * 100$$

Empleos generados por cada millón de dólares invertido en la producción (E MUSD), determinado por la ecuación:

$$E \text{ MUSD} = \frac{31250}{9} \left(\frac{J}{c} \right)$$

Punto de equilibrio (ton ha⁻¹), determinado por la ecuación:

$$PE = \frac{c}{p}$$

Indicadores de productividad laboral

Productividad horaria (h ton⁻¹), determinada por la ecuación:

$$h \text{ ton}^{-1} = \frac{J * 8}{RF}$$

Productividad física por hora de trabajo (kg h⁻¹) determinado por la ecuación:

$$kg \text{ h}^{-1} = \frac{1000RF}{J * 8} = 125 \frac{RF}{J}$$

Productividad laboral (US\$ de ganancia jornada⁻¹), determinado por la ecuación:

$$\text{US\$ de ganancia jornada}^{-1} = \frac{g}{J}$$

Productividad laboral (US\$ de ganancia h⁻¹), determinado por la ecuación:

$$\text{US\$ de ganancia hora}^{-1} = \frac{g}{J * 8}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores de la huella hídrica en manzana. El Cuadro 1 muestra los índices de productividad física del agua, de esa fuente se observa que el productor de baja tecnología produjo 0.88 kg m⁻³,

mientras en el altamente tecnificado se produjeron 1.88 kg m^{-3} , lo que indica que el productor de baja tecnología produce solo el 47% de la manzana que produce el altamente tecnificado, pero emplea la misma cantidad de agua. En este sentido Zegbe (2007), determino en riego comercial un índice de 0.06 Kg L y en riego por goteo 0.14 kg L. Asimismo los indicadores de eficiencia del agua indican que se emplearon $1,14 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ en el caso de los productores de bajo nivel tecnológico, mientras que en el caso de aquellos productores tecnificados el indicador fue $0.53 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, lo que implica que el productor de bajo nivel tecnológico, empleo 2.14 veces *más agua* para producir la misma cantidad de manzana. Por otro lado aun cuando los indicadores obtenidos evidencien que la productividad del agua en huertas altamente tecnificadas resulto superior, estos indicadores se ubicaron por debajo de los determinados por (Quezada *et al.*, 2009), quienes para Cuauhtémoc, Chihuahua, determinaron índices que oscilaron entre $2.4 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} - 7.8 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, mientras que (Quezada *et al.*, 2005), encontraron índices que oscilaron de $1.87 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} - 13.08 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Mientras que (Bradbear y Friel, 2011), determinaron índices de 3.2 para manzanas y peras en Australia. La productividad económica del agua, medida como la ganancia producida (US\$) por hectómetro cúbico empleado en la producción de manzana, indica que en los sistemas altamente tecnificados se generaron US\$362,825, mientras en los de bajo nivel tecnológico ese mismo volumen de agua generó US\$148,405, es decir; se generó solo el 41% de la ganancia que generó el sistema altamente tecnificado (Cuadro 1). La generación de empleos por hectómetro cúbico, que mientras que la producción altamente tecnificada se generaron 38.6 empleos hm^3 , mientras en el de bajo nivel tecnológico se generaron 27.9 empleos hm^3 .

Cuadro 1: Indicadores de la productividad en la producción promedio y en productores altamente tecnificados el cultivo de manzana en Canatlán, Durango en 2013. Cifras monetarias en US\$.

Variable económica		A) Bajo tecnología	B) Altamente tecnificados	A/B
Productividad del suelo:				
Rendimiento físico	ton ha⁻¹	7,00	15,00	0,47
Rendimiento monetario (USD\$)	Ingreso ha⁻¹	\$ 2.749	\$ 5.890	0,47
Rendimiento monetario (USD\$)	Ganancia ha⁻¹	\$ 1.187,2	\$ 2.902,6	0,41
Productividad del agua:				
Rendimiento físico	kg m³	0,88	1,88	0,47
Rendimiento físico	m³ kg⁻¹	1,14	0,53	2,14
Rendimiento monetario	USD\$ de ganancia hm⁻³	\$ 148.405	\$ 362.825	0,41
Productividad social del agua	Empleo hm⁻³	27,9	38,6	0,72
Precio del agua	USD\$ m³	\$ 0,02	\$ 0,02	1,00
Productividad del capital:				
RB/C		1,760	1,972	0,89
Tasa de ganancia		76,0%	97,2%	0,78
Empleos generados / Millón de dólares invertidos	Empleo/Inversión	142,9	103,4	1,38
Punto de equilibrio	ton ha⁻¹	3,98	7,61	0,52
Productividad laboral:				
Trabajo por ha	Jornadas/ha	64	89	0,72

Trabajo por ha	Horas/ha	514,2	712,0	0,72
Horas de trabajo por ton	h ton⁻¹	73,46	47,47	1,55
Kilogramos por hora	kg h⁻¹	13,6	21,1	0,65
Ganancia por jornada	USD\$ jornada⁻¹	\$ 18,5	\$ 32,6	0,57
Ganancia por hora	USD\$ hora⁻¹	\$ 2,31	\$ 4,08	0,57

Fuente: Elaboración propia.

Otro indicador de productividad social la cual es medida por la cantidad de empleos generados por cada millón de dólares americanos en nuestro caso, indica que en el de bajo nivel tecnológico se generaron 142.9 empleos / millón de dólares invertidos, mientras en los de alto nivel tecnológico se generaron 103.4 empleos / millón de dólares invertidos, es decir; el sistema con bajo nivel tecnológico produjo 38% más empleo que el altamente tecnificado (el indicador fue 1.38). Asimismo el Cuadro 1, muestra que bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado, la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) es de 3.98 ton ha⁻¹ en huertos de bajo nivel tecnológico y 7.61 ton ha⁻¹ en huertos de alto nivel tecnológico, por lo que analizando la producción realmente lograda se observa que los dos sistemas de producción se ubicaron por arriba del punto de equilibrio lo que los ubica como eficientes económicamente. Por otro lado la misma fuente indica la productividad horaria, es decir; la cantidad de horas de trabajo que se invierten por tonelada de manzana. De este análisis se observa que la productividad horaria del cultivo con baja tecnología fue de 514.2 h ton⁻¹, y de 712 h ton⁻¹ en el caso de los huertos altamente tecnificados, lo que indica que estos últimos resultaron menos eficientes en términos de productividad horaria.

Existen otras dos formas de expresar la productividad laboral, de acuerdo con (Dorward, 2013), algunos indicadores estructurales, pueden ser medida a través del Producto Interno Bruto (PIB) generado en relación con el número de personas empleadas, por el número de horas trabajadas. Así, se determinó que cada trabajador dedicado a la producción de manzana en huertas de bajo nivel tecnológico agregó al PIB de esa cadena productiva US\$18,5 de ganancia por jornada, determinándose que el trabajador dedicado a producir manzana en huertos altamente tecnificados fueron más eficientes al generar US\$32.6 de ganancia por jornada. Estos índices se encuentran estrechamente relacionados con la cantidad de manzana nivel municipal así como por el precio de mercado de la manzana. A este respecto existe una discusión generalizada sobre la productividad agrícola vista como productividad laboral, ya que generalmente se utilizan indicadores implícitos o explícitos relacionados con la productividad del cultivo. En este sentido se determinó que la ganancia por hora de trabajo invertida, para la producción de manzana en el municipio de Canatlán en huertos de bajo nivel tecnológico fue de US\$2.31 h⁻¹, lo que indica que este cultivo fue menos eficiente en comparación con el cultivo de manzana en huertas altamente tecnificadas, ya que estas últimas produjeron US\$ 4.08 h⁻¹, lo que indica que las huertas tecnificadas fueron más eficientes en cuanto a la variable social del uso del agua.

CONCLUSIONES

La eficiencia y productividad del agua estuvo relacionada al nivel de tecnificación de los huertos así como con la rentabilidad de dichos sistemas, en tanto que las huertas altamente tecnificadas fue mostró indicadores de productividad superior a los determinados en los sistemas de producción con baja tecnología, toda vez que los índices encontrados por la utilización de agua en términos físicos económicos y sociales fueron superiores.

LITERATURA CITADA

Aldaya M. M., Niemeyer I, y Zarate E. (2011). Agua y Globalización: Retos y oportunidades para una mejor gestión de los recursos hídricos. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 2011; 230: 61-83.

Boutraa, T. (2010). Improvement of water use efficiency in irrigated agriculture: a review. *Journal of Agronomy*, 9(1), 1-8.

Bradbear, C., & Friel, S. (2011). Food systems and environmental sustainability: A review of the Australian evidence. *Australian National University*, 1-52.

Dorward, A. (2013). Agricultural labour productivity, food prices and sustainable development impacts and indicators. *Food Policy*, 39, 40-50.

Falkenmark, M. & Rockström, J. (2006). The New Blue and Green Water Paradigm: Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management. *J. Water Resour. Plann. Manage.* 132(3), 129–132.

Falkenmark, M., & Rockström, J. (2004). *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology*. Earthscan.

García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana. UNAM. México, DF. 246p.

Hoekstra Arjen Y., Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual Setting the Global Standard*. Earthscan Ltd, Dunstan House, 14a St Cross Street, London. ISBN: 978-1-84971-279-8.

Hoekstra, A. Y. (2008). *Water neutral: Reducing and offsetting the impacts of water footprints*. Value of Water Research Report Series No 28, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands. Disponible en: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf> /(last acceded May 22, 2014).

Hoekstra, A. Y. (2009). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*, 68 (7):1963–1974.

Passioura, J. (2006). Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. *Agricultural water management*, 80(1), 176-196.

Postel, S. L. (2000). Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecological applications*, 10(4), 941-948.

Quezada, R. Á. P., Franco, P. O., Álvarez, J. P. A., & Sánchez, N. C. (2009). Productividad y crecimiento de manzano bajo déficit de riego controlado. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 337-343.

Salmoral, G., Dumont, A., Aldaya, M. M., Rodríguez-Casado, R., Garrido, A., & Llamas, M. R. (2012). *Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir*. Fundación Marcelino Botín.

SIAP. (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuarios estadísticos de la producción agropecuaria. SAGARPA-SIAP. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/> (last accessed May 30, 2014).

UN-Water, (2012). The United Nations World Water Development: Managing Water under uncertainty and risk. World Water Assessment Programed (WWAP). Report 4. Unesco, Paris, France.861p.

Zegbe, J. A., Behboudian, M. H., & Clothier, B. E. (2007). Reduced irrigation maintains photosynthesis, growth, yield, and fruit quality in ‘Pacific Rose™’ Apple. *Journal of sustainable agriculture*, 30(2), 125-136.

Autogestión del uso eficiente del agua de riego por aplicación de productos orgánicos en la producción de manzana, frijol y maíz amarillo en la zona de la Laguna de Santiaguillo.

Viguera-Cortés, J. M., Loera-Corral, J. y Aguilar-Reyes, D.M.C.

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, CIIDIR IPN Unidad Durango. Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, 34220, Durango, Dgo., México. mviguer@ipn.mx

RESUMEN

El agua como detonador del desarrollo agrícola requiere ser utilizada con eficiencia durante el riego en beneficio de los diferentes sectores, debido que su escasez cada vez es más limitada en diferentes partes del mundo. Esta condición se agrava por su contaminación debido al arrastre de compuestos tóxicos por el uso excesivo de fertilizantes e insecticidas. Así, la aplicación de técnicas altamente productivas son una filosofía práctica y fusión del conocimiento científico combinado con la experiencia ancestral adquirida por los productores no tecnificados aplicando conceptos de producción sustentable que buscan intuitivamente hacer uso eficiente del agua y aplicación de sustancias orgánicas, a fin de revertir esos efectos nocivos. En este sentido, se identificaron escenarios productivos de manzana, frijol de temporal y maíz amarillo con la aplicación de técnicas de labranza, sistemas de riego y empleo de biofertilizantes orgánicos en la cuenca de La Laguna de Santiaguillo, con productores que utilizan sistemas de riego altamente eficiente. Para lograr la aceptación y acercamiento con ellos, se aplicó la técnica de campo diacrónica y microsociológica. La información fue cruzada con análisis de suelos y comparados con datos estadísticos de la entidad y con resultados obtenidos de productores locales. En el cultivo de manzana se aplicaron mejoradores orgánicos en suelo (bokashi) y lixiviado de la vermicomposta, así como bioles por aspersion (biofertilizante foliar), producidos por ellos mismos, logrando rendimientos superiores a la media estatal asociado a otras ventajas en cuanto a la calidad de la fruta, obtención temprana de la cosecha con tres semanas de anticipación comparada con producción regional, con ahorro del 35% de agua de riego, revirtiendo los efectos de la sequía de los dos años anteriores. Bajo esta mismo proceso se recuperaron 5 ha que habían sido impactadas por este fenómeno. En frijol de temporal, se aplicó composta de estiércol bovino y lixiviado de vermicomposta, como retenedor de agua y fertilizante orgánico, respectivamente, logrando duplicar el rendimiento estatal. En la producción de maíz amarillo se aplicó riego por cintilla y con aspersion logrando rendimientos superiores al 112% a los obtenidos por el INIFAP, (2013) con ahorro de agua de hasta 80% comparado con riego rodado. La aplicación en fruticultura y agricultura orgánica, en la zona de la Laguna de Santiaguillo, es una realidad en productores de bajos recursos económicos, cuyas técnicas de aprovechamiento de la matriz agua-suelo, lograron mejorar el rendimiento de su producción e hicieron uso eficiente del agua.

Palabras clave: Riego agrícola eficiente, ahorro de agua, aplicación de biofertilizantes, producción intensiva.

Productividad del agua en café producido bajo condiciones de temporal en Motozintla, Chiapas, México

Navarrete-Molina, Cayetano¹*, Rios-Flores, Jose Luis¹, Castaño-Quintero, Paula Andrea²

¹Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230. e-mail: ingnavarretem@hotmail.com (*Autor responsable). ²Universidad de Córdoba, España. Avenida de Medina Azahara No 5. CP. 14071. Córdoba, España.

RESUMEN

El objetivo fue determinar la productividad del agua de lluvia (huella hídrica verde) en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR024) Motozintla, Chiapas producido en condiciones de temporal. Se desarrollaron modelos matemáticos que permitieron evaluar la productividad del agua de lluvia como indicadores de la sustentabilidad del agua en el DDR024, Motozintla, Chiapas. Los resultados indican que en promedio para el estado de Chiapas se requirieron 11,792 litros de agua de lluvia para producir un kg de café, mientras que para Motozintla el indicador fue 3, 931 L kg⁻¹. Por otro lado se determinó que para producir US\$1 de ingreso en Motozintla demandó 12.2 m³, mientras que en el estado de Chiapas se requieren 34.8 m³ para generar ese mismo dólar de ingreso. Por otro lado se encontró que cada hectómetro de agua (hm³) generó un ingreso promedio para el estado de Chiapas igual a US\$32,952, mientras que en Motozintla, ese mismo volumen de agua generó US\$81,811 de ingreso. El indicador social muestra que a nivel estatal cada hectómetro de agua que se invirtió en producir café generó 16.3 empleos permanentes, mientras que en el DDR024-Motozintla el indicador fue 26.5 empleos hm⁻³. Se concluye que la productividad del café en el DDR024 Motozintla Chiapas fue más eficiente que las determinadas a nivel estatal de Chiapas.

Palabras clave. Huella hídrica; eficiencia; agua.

ABSTRACT

The objective was to determine the productivity of rainwater (green water footprint) in the cultivation of coffee Cherry (*Coffea arabica*) in the District of development Rural (DDR024) Motozintla, Chiapas produced under rainfed conditions. Developed mathematical models allowing to evaluate the productivity of rainwater as indicators of the sustainability of the water in the DDR024, Motozintla, Chiapas. The results indicate that on average for the State of Chiapas 11,792 liters of rain water are required to produce a kg of coffee, while for Motozintla indicator was 3, 931 L kg⁻¹. On the other hand was determined to produce US\$ 1 of income in Motozintla, he demanded 12.2 m³, while in the State of Chiapas are required 34.8 m³ to generate that same dollar of income. On the other hand found that each hectometer (hm³) water generated an average income for the State of Chiapas equal to US\$ 32,952, while in Motozintla, that same volume of water generated US\$ 81,811 entry. The social indicator shows that statewide each hectometer of water that went into producing coffee generated 16.3 permanent jobs, while in the DDR024-Motozintla indicator was 26.5 hm⁻³ jobs. It is concluded that DDR024 Motozintla Chiapas coffee productivity was more efficient than those determined at the State level of Chiapas.

Key words: wáter footprint, efficiency, wáter

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua es uno de los factores limitantes para agricultura en general (Laraus, 2004). A medida que la competencia por el agua se intensifica en el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada más eficientemente (Steduto *et al.*, 2007). El concepto de productividad del agua fue establecido por Kijne, Barker y Molden (2003) como una medida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. En la producción de cultivos, el objetivo de promover el uso eficiente del agua, es producir mayores rendimientos económicos con menos agua, cuando el agua es un factor limitante (Boutraa, 2010). El café es de gran importancia económica para los productores, en su mayoría países en desarrollo y de considerable importancia social para los países consumidores. El café es, en términos económicos, el producto agrícola más importante negociado en el mundo (Plan Innovación Café, 2011). En Chiapas se estima que alrededor de 183, 761 productores producen café, los cuales se distribuyen en 241, 876.14 has en 198,320 predios, ocupando el primer lugar a nivel nacional en cuanto a número de productores, superficie y por ende producción del aromático. El consumo de café es posible mediante el uso de los recursos naturales, entre ellos el agua de lluvia. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad del agua de lluvia en el DDR024, Motozintla, Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. Se seleccionó al municipio de Motozintla localizado en la región económica número VII, de acuerdo a la división en regiones geoeconómicas del Estado de Chiapas, también conocida como la región Sierra por estar enclavada en el corazón de la Sierra Madre del Sur, y en la subprovincia Volcanes de Centroamérica de acuerdo con la división fisiográfica de la entidad, el que de acuerdo con la SAGARPA (2015) se denomina Distrito de Desarrollo Rural (DDR-024) Motozintla, la ciudad de Motozintla de Mendoza es la cabecera municipal y es también el área urbana más importante de esta región. Se sitúa a los paralelos 15°09' y 15°27' de latitud norte; los meridianos 92°11' y 92°30' (INEGI, 2015).

Fuentes de información. Se utilizó la base de datos del SIAP (Sistema Información Agroalimentario y Pesquero) ciclo agrícola 2013, empleándose de esa fuente datos de superficie cosechada (ha), producción física anual (ton), Valor Bruto de la Producción (VBP, en \$ miles de pesos), con ellos se generaron los datos de rendimiento físico "RF" anual (ton ha^{-1}), precios medios rurales (\$ nominales ton^{-1}), rendimiento monetario "RM" por hectárea (\$ nominales ha^{-1}). Los costos por hectárea y número de jornales/ hectárea se obtuvieron de FIRA (2013).

Variables evaluadas

1. Litros de agua usados en el riego, necesarios para producir 1kg de producto (Y_1).
2. Los gramos de producto físico producido por cada m^3 de agua usada (Y_2).
3. Metros cúbicos de agua usados para producir US\$1 de ingreso bruto (Y_3).
4. Ingreso bruto generado por hm^3 de agua (Y_4).

5. Ganancia (en US\$) producida por cada hm^3 de agua usada en el riego (Y_5).
6. Metros cúbicos de agua utilizados para producir US\$1 de utilidad bruta (Y_6).
7. Empleos generados por hm^3 (Y_7).
8. Horas de trabajo invertidas por ton (Y_8).
9. US\$ de ganancia a nivel regional por trabajador (Y_9).
10. US\$ de ganancia por hora invertida de trabajo (Y_{10}).
11. Punto de equilibrio "PE" (Y_{11} , en ton ha^{-1}).
12. Vulnerabilidad crediticia ($=Y_{12}$, $= \text{RF/PE}$. Si $Y_{12} < 1$ el productor es vulnerable a que no se le de crédito: sí $Y_{12} > 1$ es menos vulnerable, ya que al ser mayor su rendimiento físico que el punto de equilibrio, es factible se le de crédito productivo).

Ecuaciones matemáticas empleadas

$$Y_1 = \frac{V}{\text{RF}} = \frac{10000 \text{ LR}}{\text{RF}} \tag{1}$$

$$Y_2 = \frac{\text{RF}_i}{10,000 \left(\frac{\text{LR}_i}{\text{EC}_i} \right)} \tag{2}$$

$$Y_3 = \frac{V}{\text{RM}} = \frac{10000 \text{ LR}}{\text{RM}} = \frac{10000 \text{ LR}}{\text{RF (Pr)}} \tag{3}$$

$$Y_4 = \frac{\text{RM}_i}{10,000 \left(\frac{\text{LR}_i}{\text{EC}_i} \right)} \tag{4}$$

$$Y_5 = \frac{u_i}{10,000 \left(\frac{\text{LR}_i}{\text{EC}_i} \right)} \tag{5}$$

$$Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000 \text{ LR}}{U} \tag{6}$$

$$Y_7 = \frac{S_i J_i / 288}{S_i (10,000) \left(\frac{\text{LR}_i}{\text{EC}_i} \right) / 1000,000} = \frac{25 J_i \text{ EC}_i}{72 \text{ LR}_i} \tag{7}$$

$$Y_8 = \frac{8 J_i}{\text{RF}_i} \tag{8}$$

$$Y_9 = \frac{S_i u_i}{S_i \left(\frac{J_i}{288} \right)} = 288 \frac{u_i}{J_i} \quad (9)$$

$$Y_{10} = \frac{S_i u_i}{S \left(\frac{J_i}{8} \right)} = \frac{1}{8} \frac{u_i}{J_i} \quad (10)$$

$$Y_{11} = PE = \frac{C_i}{pr_i} \quad (11)$$

$$Y_{12} = \frac{RF_i}{PE_i} \quad (12)$$

Donde:

S_i = Superficie cosechada (ha) del i-ésimo cultivo.

P_i = Producción física anual (ton) del i-ésimo cultivo.

$VB P_i$ = Valor Bruto de la Producción

LR_i = Lámina de riego (m) del i-ésimo cultivo.

EC_i = Eficiencia hidráulica de conducción (en %) de la i-ésima forma de riego en el i-ésimo cultivo.

RF_i = Rendimiento físico (ton) por hectárea del i-ésimo cultivo.

RM_i = $RF_i * pr_i$ = Ingreso o rendimiento monetario (en \$) por hectárea del i-ésimo cultivo.

u_i = $RM_i - c_i$ = Ganancia o utilidad por ha (en \$) del i-ésimo cultivo.

U_i = Ganancia o utilidad total (en \$) del i-ésimo grupo de cultivos

V_i = Volumen de agua utilizado (en m^3) en todo el i-ésimo grupo de cultivos $v_i = 10,000(LR_i/EC_i)$ = Volumen de agua (en m^3) por ha usado por el i-ésimo cultivo.

C_i = Coste total (en \$) de la producción del i-ésimo grupo de cultivos.

c_i = Coste por ha (en \$) del i-ésimo cultivo.

J_i = Número de jornales por ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores de productividad en el cultivo de Café cereza (*Coffea arabica*)

De acuerdo con Kjine *et al.*, (2003) la productividad física del agua es definida como la cantidad de producto dividido entre la cantidad de agua consumida o agotada. En ese sentido la variable Y_1 indica que en promedio a nivel estatal se requirieron un total de 11, 792 litros de agua de lluvia para producir un kilogramo de café cereza, mientras que en el DDR024 Motozintla, Chiapas fueron necesarios solamente 3,931 L Kg^{-1} , lo que indica que el DDR024 Motozintla empleo un tercio del agua de lluvia que empleo el estado de Chiapas para producir la misma

cantidad de café, mientras que Arreguín *et al.*, (2007), menciona que se necesitan 21,000 L kg⁻¹, dado que para una taza de café, se requieren 7 gramos de café tostado (140 L / taza). Lo que indicaría que el café producido en Motozintla resultó más eficiente que el producido a nivel estatal, pues requirió de menos agua de lluvia para producir la misma cantidad de producto. Visto de otra forma, la variable Y₂ indica que mientras a nivel estatal se produjeron 85grs por cada metro cubico de agua de lluvia, en el DDR Motozintla el indicador fue 254 grs m⁻³, lo que indica que el cultivo de café en Motozintla fue 3 veces más productivo al emplear el agua de lluvia (Cuadro 1).

Cuadro 1: Indicadores de la *Huella Hídrica* verde a través de indicadores de eficiencia física (Y₁ y Y₂), económica (Y₃ a Y₆) y social (Y₇ a Y₁₂) del agua de lluvia en el cultivo de café cereza (*Coffea arabica*) en el DDR Motozintla, Chiapas en 2014. Cifras en pesos nominales de 2014.

Variable económica	Motozintla		
	Motozintla	Chiapas	/Chiapas =1
Y ₁ = Litros de agua por kilogramo	3.931	11.792	0,33
Y ₂ = Gramos/m ³ de agua	254	85	3,00
Y ₃ = m ³ de agua por US\$ de ingreso bruto	12,2	34,8	0,35
Y ₄ =US\$ de Ingreso bruto/ hm ³ de agua	\$81.811	\$32.952	2,48
Y ₅ =US\$ de Utilidad bruta/ hm ³ de agua	\$6.638	-\$17.484	-0,38
Y ₆ = m ³ de agua por US\$ de utilidad bruta	150,7	-57,194	-2,63
Y ₇ = Empleos generados/ hm ³ de agua	26,5	16,3	1,63
Y ₈ = Horas de trabajo invertidas por tonelada	240	443	0,54
Y ₉ = US\$ de Ganancia / trabajador	\$250	-\$1.071	-0,23
Y ₁₀ = US\$ de Ganancia / hora de trabajo	\$0,11	-\$0,47	-0,23
Y ₁₁ = Punto de Equilibrio (ton ha ⁻¹)	3,335	3,163	1,05
Y ₁₂ = Vulnerabilidad crediticia	1,088	0,622	0,33
Vulnerabilidad crediticia si Y₁₂ es menor de 1	Poco vulnerable	Vulnerable	

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras del SIAP (2014) y de FIRA (2014).

Este tipo de indicadores son de suma importancia en tanto que se ha observado que el comercio de productos agrícolas e industriales se asocia con una transferencia virtual de los recursos de agua utilizada para la producción de estos bienes (Allan, 1998; Hoekstra 2003). De tal forma que Carr *et al.*, (2013), realizaron un estudio para analizar el comercio del agua virtual entre los principales commodities para los años 1986,1993, 2000 y 2010. De ese estudio se observa la cantidad de agua comercializada, de tal forma que en el caso del café durante 1986 comercializo 0.80 x 10¹¹ m³ de agua virtual, durante el año 1993 el comercio virtual de agua fue 0.89 x 10¹¹ m³, para el año 2000 este incrementó a 0.99 x 10¹¹ m³, mientras que para el 2010 este comercio se ubicó en 1.04 x 10¹¹ m³.

De acuerdo con Kjine *et al.*, (2003), la productividad del agua varía mucho de una escala a otra, se carece de evaluaciones adecuadas de la productividad del agua a niveles que vayan más allá del nivel parcela, así como de evaluaciones sobre la productividad en términos económicos. En este sentido la variable Y_3 , indica que para producir US\$1 de ingreso en Motozintla se utilizaron 12.2 m^3 , cifra equivalente a casi una tercera parte (35%) de los 34.8 m^3 que en promedio se emplearon para el estado de Chiapas. Por otro lado la variable Y_4 indica que un hectómetro de agua a nivel estatal generó US\$32,952, mientras que el DDR Motozintla empleando esa misma cantidad de agua de lluvia generó US\$81,811 de ingreso bruto, lo que indica que Motozintla en términos económicos generó 148% más dólares por hectómetro de agua de lluvia. Respecto de la utilidad que generó el cultivo se observó que a nivel estatal se obtuvo una pérdida US\$17, 784, mientras que para el DDR Motozintla se obtuvo una utilidad positiva de US\$6, 638, lo que indica que en términos de utilidad el DDR Motozintla resultó más productivo que el promedio estatal (Y_5).

Y es que de acuerdo con Kjine *et al.*, (2013) la productividad de riego o agua desviada es relevante para los economistas e ingenieros que están interesados en la rentabilidad de la inversión en el desarrollo de los recursos hídricos. Los agricultores de las zonas de secano, especialmente en las zonas áridas, están muy preocupados con la captura y utilización eficaz de escasas precipitaciones. Cuando una oferta adicional de agua está disponible como en el riego complementario, es importante para maximizar los ingresos de esta pequeña cantidad de riego adicional. ¿Qué parámetros deben ir en el denominador, el riego, el riego y la lluvia?, lo cual dependerá de si el objetivo es optimizar el uso del agua de riego o de todas las fuentes de agua en un enfoque más holístico. En este sentido el cultivo de café en el sur de México emplea únicamente el agua de lluvia a diferencia de otros cultivos.

La variable Y_6 , indica la cantidad de agua de lluvia que se empleó para generar US\$1 de utilidad bruta, así se determinó que en el estado de Chiapas se emplearon $57,194 \text{ m}^3$ para generar esa utilidad mientras que en DDR Motozintla se requirieron 150.7 m^3 por cada dólar de utilidad bruta. En cuanto a la productividad social del agua de lluvia se observa que en Chiapas se generaron un total de $16.3 \text{ empleos hm}^{-3}$, mientras que en Motozintla se generaron $26.5 \text{ empleos hm}^{-3}$ (variable Y_7) asimismo se determinó que la productividad horaria en Motozintla fue 54% (240 h ton^{-1}) mayor que la observada a nivel estatal de 443 h ton^{-1} (Y_8).

Por otro lado se determinó que la ganancia por trabajador (Y_9) fue de US\$240 en el DDR Motozintla, mientras que a nivel estatal se obtuvo una pérdida por trabajador igual a US\$1,071, de tal forma que la ganancia por hora de trabajo en el caso de Motozintla fue de $\text{US}\$0.11 \text{ h}^{-1}$, mientras a nivel estatal la ganancia por hora fue de $-\text{US}\$0.47 \text{ h}^{-1}$ (Y_{10}).

Finalmente bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) fue de 3.163 t ha^{-1} en Chiapas, y de 3.335 t ha^{-1} en Motozintla, por lo que tomando en consideración la producción en

cada, se observa que solo Motozintla supera el punto de equilibrio con un rendimiento de 3.630 t ha⁻¹, mientras que el estado de Chiapas con sus 1.967 t ha⁻¹ no logra cubrir el punto de equilibrio, por ello económicamente el estado de Chiapas como agregado de todos los municipios que producen café es vulnerable desde el punto de vista crediticio, mientras que Motozintla podría cubrir algún tipo de crédito para la producción más fácilmente.

CONCLUSIONES

Se concluye que en términos de productividad, física, económica y social el cultivo de café cereza fue más productivo empleando el agua de lluvia en relación al promedio estatal de Chiapas.

LITERATURA CITADA

Laraus, J. (2004). The problems of sustainable water use in the Mediterranean and research requirements for agriculture. *Annals of Applied Biology*, 144(3), 259-272.

Steduto, P., Hsiao, T. C., & Fereres, E. (2007). On the conservative behavior of biomass water productivity. *Irrigation Science*, 25(3), 189-207.

Kijne, J.W., Barker, R., and D. Molden, 2003. *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunity for Improvement*. CABI, Cambridge, UK.

Kijne, J. W., Tuong, T. P., Bennett, J., Bouman, B., & Oweis, T. (2003). Ensuring food security via improvement in crop water productivity. *Challenge Program on water and Food Background Paper*, 1.

Boutraa, T. (2010). Growth performance and biomass partitioning of the desert shrub *Calotropis procera* under water stress conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(1), 20-26.

Plan Innovación Café (2011). Estrategia de innovación hacia la competitividad en la cafeticultura mexicana. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Noviembre del 2011.

FIRA. (2013). Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios en su Modulo Agrícola de FIRA. www.fira.gob.mx

Arreguín-Cortés, F López-Pérez, M., Marengo-Mogollón, H. & Tejeda-González, C. 2007. Agua virtual en México, Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXII, no. 4, Octubre-Diciembre, 2007, pp.

SAGARPA. Ventanillas de atención al Productor. Disponible en https://www.suri.sagarpa.gob.mx/webPublica/estructura_atencion.aspx?idedo=7 consultado en enero del 2015

INEGI. Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=7> consultado en febrero del 2015.

Allan, J. A. (1998). Virtual water: A strategic resource global solutions to regional deficits. *Groundwater*, 36(4), 545-546.

Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No. 12. *Value of Water Research Report Series*, 12.

Estudio etnobotánico de Orégano (*Lippia berlandieri*) en el Ejido La Trinidad municipio de Torreón, Coahuila

Galaviz-Anaya Pedro Iván¹; Carrillo-Flores Rafael¹

Universidad Autónoma de Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Carretera Gómez Palacio S/N, Bermejillo, Durango, México, C.P. 35230.

RESUMEN

El orégano es una planta que se desarrolla en condiciones de aridez y de fácil comercialización. En el Ejido La Trinidad, Torreón, Coah., la planta ha sido aprovechada y comercializada durante muchos años y representa una fuente importante de ingresos para las familias que se dedican a esta actividad durante la época de recolección. Para su aprovechamiento sustentable, es necesario incluir aspectos socioculturales, por lo cual los estudios etnobotánicos tienen gran relevancia. El presente trabajo tiene como propósito identificar el conocimiento sobre uso y aprovechamiento que la comunidad tiene referente al orégano. Se levantaron 36 encuestas en edades de 11 a 83 años. Se llevó a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de la información. Los resultados señalan que el uso más frecuente es alimenticia y comercio (52.8%); solo alimenticia (30.5%); alimenticia, medicinal y comercio (13.9%); medicinal y comercio (2.8%). El 86.1% señaló al olor y las hojas como una forma de identificación de la planta en campo. Se pretende continuar con este estudio para definir indicadores socioculturales para su mejor aprovechamiento y uso.

Palabras clave: Etnobotánica, uso y aprovechamiento, indicadores.

Evaluación del impacto ambiental y económico del ganado bovino lechero en la Comarca Lagunera, México

Ramírez-Flores, José de Jesús¹; Meza-Herrera, César Alberto²

¹Tesista, ²Director

Universidad Autónoma de Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Carretera Gómez Palacio S/N, Bermejillo, Durango, México, C.P. 35230.

RESUMEN

En la Comarca Lagunera (CL), localizada en el norte de México (102° 22' & 104° 47' LO, 24° 22' & 26° 23' LN), se ha observado un importante crecimiento del Bovino Productor de Leche (BPL) durante los últimos 50 años. Lo anterior ha situado a la CL como una de las cuencas lecheras más importantes del país. En 2014, la CL registró un inventario lechero superior a las 440,000 vacas, con 242,000 vacas en ordeño, una producción de 2,260 millones de litros por año y un valor económico (VE) de la producción de €867 millones. Sin embargo, las condiciones climáticas de la zona, incluyen altas temperaturas y radiación solar en verano y bajos niveles de precipitación anual (<220 mm). Por ello, la disponibilidad de agua es muy limitada, originando altas demandas en la extracción de aguas subterráneas mediante el uso de más de 2,200 pozos profundos para uso del BPL; dicha extracción ha generado un significativo déficit en las reservas de agua subterránea ya que el volumen de extracción es superior a la recarga. El impacto de la Huella Hídrica del BPL, es el segundo en importancia, sólo superado por la producción de carne de bovina. Sin embargo, si confrontamos el costo económico (CE) del BPL respecto al CE generado por la emisión de GEI (€118 millones) y se adiciona el CE generado por la huella hídrica (€13,219 millones), se observa no solamente un fuerte impacto ambiental sino un significativo costo económico de dicho impacto ambiental. Por lo anterior, es imperativo definir estrategias de mitigación en el uso del recurso hídrico, fundamental en la viabilidad global de la Comarca Lagunera, enclavada en un entorno árido. De lo contrario, se pondrá en riesgo no solo la sustentabilidad del sistema de producción del bovino lechero, sino la viabilidad biológica, económica y social de la Comarca Lagunera.

Palabras Clave: Impacto ambiental y económico, ganado bovino lechero, huella hídrica, gases de efecto invernadero.

ABSTRACT

In the Comarca Lagunera (CL), located in northern Mexico (102° 22' & 104° 47' W, 24° 22' & 26° 23' N) it has been observed a significant growth of the Dairy Cow Industry (DCI) during the last 50 years. Such situation has placed to the CL as one of the most important dairy cow areas of the country. In 2014, the CL registered a dairy cow inventory greater than 440,000 heads, with 242,000 milking cows, a production of 2,260 million liters per year while an economic value (EV) of €867 million. Yet, the climatic conditions of the area, include high environmental temperatures and solar radiation in summer while a quite low annual rainfall (< 220 mm). Therefore, water availability is very limited, resulting in high levels of groundwater extraction through more than 2,200 deep water wheels to support the DCI; this water extraction has generated a significant groundwater deficit, since the extracted volume exceeds its recharge. The

Water Footprint impact (WFI) from the DCI is the second largest, just behind beef production. However, if we confront the DCI-EV to the economic cost (EC) generated by the GHG emissions (€ 118 million) and we add the DCI-WFI-EC (€ 13,219 million) it can be unveiled not only the noteworthy environmental impact but also a significant and insane economic cost. Therefore, it is imperative to define mitigation strategies to promote an optimum use of water, a fundamental resource for the viability of the CL, located in an extreme arid environment. Otherwise, if such negligent scenario remains, it will jeopardize not only the sustainability of the DCI, but also the biologic, economic and social viability of the Comarca Lagunera.

Key Words: Environmental and economic impact, dairy cattle, water footprint, greenhouse gases.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas para el mantenimiento y desarrollo de la sociedad están generando un impacto ambiental muchas veces desfavorable, ante la presión de cubrir la demanda de alimentos y otros satisfactores a una población en constante aumento. El incremento en los niveles de vida genera una mayor demanda y por lo tanto mayor producción de alimentos de origen animal, lo que ha llevado a dedicar cada vez más áreas a ésta actividad en un constante cambio de uso del suelo (Cardoso, 2012).

El aumento previsto en la producción y consumo de productos animales es probable que ponga más presión sobre los recursos de agua dulce del mundo. El tamaño y las características de la huella hídrica varían en los tipos animales y sistemas de producción (Mekonnen y Hoekstra, 2010). El sector ganadero será un importante contribuyente a los problemas ambientales a cada nivel –regional y global- incluyendo degradación del suelo, cambio climático, contaminación del aire, escasez y contaminación del agua, y pérdidas de biodiversidad (SCOPE, 2010).

Las tendencias de la dinámica demográfica y los patrones de consumo, junto con la amenaza del cambio climático y la degradación irreversible de los servicios ecosistémicos, conducen a una mayor incertidumbre con respecto a los modelos de producción de alimentos actual. La agricultura ha sido uno de los principales motores del cambio ambiental global, incluso a través de los cambios en el uso del suelo, la cubierta vegetal y riego que afectan el ciclo hidrológico global en términos de calidad y cantidad de agua (Kumar *et al.*, 2011).

La huella hídrica de una nación, empresa o producto es un indicador empírico de cuánta agua es consumida, cuándo y dónde, medida sobre la cadena de suministro completa. Es un indicador multidimensional, mostrando volúmenes pero también especificando el tipo de agua usada –agua de lluvia, agua superficial o contaminación del agua- y el lugar y momento de uso del agua (WWF, 2014). La huella hídrica de cualquier producto de origen animal es mayor que la huella hídrica de productos agrícolas con valor nutricional equivalente. La huella de agua promedio por caloría de carne de vacuno es 20 veces más grande que la de cereales y raíces almidón. La huella de agua por gramo de proteína de la leche, los huevos y la carne de pollo es 1.5 veces mayor (Mekonnen y Hoekstra, 2012).

La huella hídrica de un animal vivo se compone de diferentes elementos: la huella hídrica indirecta de la producción de alimento para ganado y la huella hídrica directa relacionada con el agua de bebida y servicio (Chapagain y Hoekstra 2004). Considerando la huella hídrica total por cada categoría de animales, se ha visto que el bovino de carne tiene la mayor contribución (33%) a la huella hídrica global de la producción de animales de granja, seguido de bovino lechero (19%), cerdos (19 %) y pollos de engorde (11%) (Mekonnen y Hoekstra, 2012).

En la Comarca Lagunera, la disponibilidad de agua es muy limitada, por lo que para el desarrollo de la ganadería se extrae el líquido de los mantos freáticos a una velocidad superior a su recarga, poniendo en riesgo no sólo a la actividad, sino también al futuro de la región (SAGARPA, 2006).

Diferentes datos acerca de la responsabilidad de la agricultura en las emisiones antropogénicas de GEI han sido reportados, que van del 30 al 35% de las emisiones (Foley *et al.*, 2011), 22.5% (Rota y Sidahmed, 2010), y cerca del 20% (IPCC, 2007). Los gases que contribuyen al efecto invernadero incluyen el dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), ozono (O₃), vapor de agua y los clorofluorocarbonos (CFCs). Varios científicos han opinado que la concentración de GEI en la atmósfera se ha incrementado (y lo sigue haciendo) marcadamente durante los pasados 250 años, desde el inicio de la revolución industrial y el incremento en el uso de combustibles fósiles (Chukwuocha *et al.*, 2010).

A nivel mundial, el sector ganadero es responsable del 18% del total de las emisiones de GEI, debido principalmente a la deforestación para establecer pastizales, cultivo de granos para la alimentación animal, fermentación del rumen y desechos ganaderos (Steinfeld *et al.*, 2006). Considerando únicamente al sector agropecuario, el ganado representa el 80% del total de las emisiones (Cardoso, 2012). La ganadería tiene una abrumadora importancia para mucha gente en países en desarrollo; cerca de mil millones de personas en pobreza dependen en al menos una parte de su supervivencia del ganado en ausencia de alternativas económicas viables (SCOPE, 2010).

Los sistemas ganaderos tienen efectos positivos y negativos sobre la base de recursos naturales, salud pública, equidad social y crecimiento económico (World Bank, 2009). Actualmente, la ganadería es uno de los subsectores de la agricultura con más rápido crecimiento en los países en desarrollo (Thornton, 2010). Este crecimiento es inducido por las crecientes demandas de productos de origen animal, y éste a su vez es inducido por el aumento de la población mundial, de la urbanización y el crecimiento económico de los países en desarrollo (Delgado, 2005). En el mismo sentido, a nivel mundial se reporta que el bovino productor de leche es uno de los principales emisores de GEI, solamente inferiores a las generadas por el bovino productor de carne (Gerber *et al.*, 2013).

El impacto ambiental del ganado es evaluado en términos de emisiones directas e indirectas de GEI. Las emisiones directas de metano (CH₄) conciernen a la fermentación entérica y excreción de estiércol, mientras que la orina es responsable de las emisiones de óxido nítrico (N₂O)

(Jungbluth *et al.*, 2001). Las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) por medio de la respiración se consideran en balance con las especies vegetales que integran el CO_2 atmosférico en compuestos orgánicos y que son utilizados en la alimentación animal (Steinfeld *et al.*, 2006). Las emisiones indirectas no se derivan directamente del ganado pero dependen de las emisiones del estiércol, cultivo de granos para la alimentación animal y uso de fertilizantes, deforestación ligada a la crianza de ganado, desertificación y transportación (Mosier *et al.*, 1998).

La emisión de metano por parte del ganado es determinada por el nivel de consumo de alimento, digestibilidad del mismo, método de alimentación y adición de ácidos grasos no saturados en la dieta (Enishi, 2007). Esta emisión es parte de su proceso natural de digestión y es producido en el rumen del ganado debido a la metanogénesis realizada en el retículo-rumen e intestino grueso del ganado (Alemu *et al.*, 2011).

La población de ganado lechero en la Comarca Lagunera asciende a 420,846 cabezas en 2010 y a 442,838 cabezas en 2012 (SIAP, 2013). Para la estimación de las emisiones de GEI se utilizan los factores e índices de emisión provistos por el IPCC (1997). Así mismo, el IPCC establece tasas de conversión de esas emisiones en equivalentes de Potencial de Calentamiento Global de dióxido de carbono. Estas equivalencias corresponden a lo siguiente: una unidad de $\text{CH}_4 = 23$ unidades de CO_2 y una unidad de $\text{N}_2\text{O} = 296$ unidades de CO_2 .

De igual manera, se ha establecido un precio internacional de las emisiones de carbono, lo cual sirve para calcular el impacto de dichas emisiones en lo económico, habiéndose proyectado el precio en $15.75 \text{ €} \cdot \text{Ton}^{-1}$ de CO_2 . (Environmental Finance, 2011; Thompson Reuters, 2011). El objetivo del presente estudio es cuantificar el impacto ambiental y económico de la emisión de GEI y la huella hídrica por el ganado bovino lechero en la Comarca Lagunera y compararlo con el beneficio económico generado en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera, se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos entre los meridianos $102^{\circ}22'$ y $104^{\circ}47'$ LO, y los paralelos $24^{\circ} 22'$ y $26^{\circ} 23'$ LN. La altitud media sobre el nivel mar es de 1,139 metros. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La Región Lagunera está conformada por diez municipios del Estado de Durango y cinco del Estado de Coahuila.

De acuerdo a la técnica del cálculo de emisiones para CH_4 y N_2O , descrita en el Manual de las Buenas Prácticas (IPCC, 2006) para la categoría Agricultura se deben considerar tres Subcategorías, a saber: Ganadería, Sabanas y Agricultura; en este caso solo se incluyen el primero y el tercero, ya que los ambientes de sabana típicos para la cría de ganado bovino no aplican para la Comarca Lagunera.

Subcategoría Ganadería

El cálculo de emisión de CH₄ por fermentación entérica, no obstante que el volumen de emisión depende del tipo, peso y edad del animal el nivel de detalle para la caracterización de la población ganadera sólo implica el uso de los datos sobre el número de cabezas de bovinos lecheros. La ecuación para el cálculo de emisión de metano procedente de la fermentación entérica es la siguiente:

$$Em_{GFCH_4} = \frac{POBG * FE}{(10^6 Kg \cdot Gg^{-1})}$$

Dónde:

Em_{GFCH₄}: emisión de metano procedente de la fermentación entérica, en Gg de CH₄ por año;

POBG: número de animales o cabezas de ganado;

FE: factor de emisión correspondiente a una población específica de ganado.

El Factor de emisión considerado para éste cálculo es de 118 kg por cabeza al año correspondiente al sector lechero altamente productivo alimentado con forraje y grano de alta calidad, correspondiente a la región de Norteamérica.

De los dos niveles previstos en las Directrices del IPCC para la estimación de las emisiones de CH₄ procedentes del estiércol del ganado, se aplicará el método de nivel 1, para el cual sólo se requiere contar con datos sobre la población de ganado. De acuerdo con esto, la ecuación para el cálculo de emisión de metano originado por la producción de estiércol por especie ganadera es la siguiente:

$$Em_{mm} = \frac{FE * POBG}{(10^6 Kg \cdot Gg^{-1})}$$

Dónde:

Em_{mm}: emisiones de CH₄ que se originan en la producción de estiércol para una población ganadera definida, en Gg/año;

FE: factor de emisión de N correspondiente a la población de ganado, en Kg·cabeza·año;

POBG: es el número de cabezas que integran la población ganadera.

Los factores de emisión (FE) para metano en esta parte del cálculo fueron tomados de las Cuadro 4-6 del libro de Trabajo (Páginas 4.12) para la categoría Agricultura (IPCC, 1996), que corresponden a 76 kg por cabeza al año para climas cálidos de la región de Norteamérica con temperaturas promedio superiores a 25 °C.

Para estimar la emisión de óxido nitroso (N₂O) producido durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol, el cual incluye tanto las heces como la orina, sólidos y líquidos, producidos por el ganado bajo condiciones de manejo estabulado, se utiliza la siguiente ecuación:

$$(N_2O - N)_{(mm)} = \sum_{(s)} \{ [\sum N * Nex * SM_{(s)}] * FE_{3(s)} \}$$

Dónde:

(N₂O-N)(mm): emisiones de N₂O-N procedente del estiércol (Kg de N₂O-N/año);

N: número de cabezas de ganado;

Nex: es la excreción media anual de N por cabeza de ganado en kg de N/animal/año;

SM_(s): es la fracción de la excreción total del ganado incluida en el sistema S de manejo del estiércol;

FE_{3(s)}: factor de emisión de N₂O para el sistema S de manejo del estiércol en Kg de N₂O-N·kg⁻¹ de N en el sistema S de manejo de estiércol;

S: sistema de manejo del estiércol.

La conversión de las emisiones de (N₂O-N)_(mm) en emisiones de N₂O_(mm) se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$N_2O_{(mm)} = (N_2O-N)_{(mm)} * 44/28$$

Subcategoría Agricultura

En esta subcategoría se estiman las emisiones directas de N₂O procedentes de los suelos agrícolas utilizados para la producción de forrajes que resultan de los aportes de N a los suelos, como fertilizantes sintéticos y orgánicos a base de estiércol de origen animal; además, se considera el cultivo de variedades fijadoras de N (F_{NB}). La ecuación para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso por el nitrógeno de fertilizante sintético, ajustado por volatilización (F_{SN}) es la siguiente:

$$F_{SN} = N_{FERT} * (1 - Frac_{GASF})$$

Dónde:

N_{FERT}: cantidad total de fertilizante sintético consumido anualmente;

Frac_{GASF}: fracción del fertilizante que se volatiliza como NH₃ y NO_x.

La ecuación para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso por el nitrógeno fijado por cultivos de la familia de las leguminosas (alfalfa), F_{BF}, es la siguiente:

$$F^{BF} = 2 * Cultivo_{BF} * Frac_{NCRBF}$$

Dónde:

Cultivo_{BF}: cantidad de N fijado, y se estima al multiplicar el rendimiento por 2;

Frac_{NCRBF}: fracción de biomasa del cultivo constituida por nitrógeno.

Para la estimación de las cantidades de fertilizante nitrogenado utilizado se utilizó el nivel de extracción de nitrógeno del suelo por los diferentes cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera considerando los estudios realizados por López Calderón *et al* (2013).

La conversión de las emisiones de (N₂O-N)_(mm) en emisiones de N₂O_(mm) se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$N_2O_{(mm)} = (N_2O-N)_{(mm)} * 44/28$$

Huella hídrica

El consumo de agua es estimado con base en los estudios de huella hídrica en las categorías Blue, Green y Gray realizados por Mekonnen y Hoekstra (2012) para México en la producción de leche de bovino. El precio internacional del agua consideró el promedio del precio de los principales países consumidores de agua los cuales fueron reportados por Kjellsson y Liu (2012).

El uso estimado de fertilizantes por cada uno de los cultivos forrajeros se calculó de acuerdo a los datos de extracción de N según el volumen de producción, se muestran en el cuadro 1:

Cuadro 1. Constantes de extracción de nitrógeno por tonelada de producto cosechado y contenido de humedad a la cosecha

Cultivo	kg de N por ton de producto cosechado	Contenido de humedad en la cosecha
Alfalfa verde	50.00	
Avena forrajera en verde	19.20	20%
Maiz forrajero en verde	13.90	33%
Rye grass en verde	19.00	20%
Sorgo forrajero en verde	13.40	28%
Trigo forrajero verde	19.00	20%
Triticale forrajero verde	19.00	20%
Zacate ballico	19.00	20%

Fuente: López Calderón et al., 2013

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Emisión de GEI - subcategoría ganadería

La estimación de producción de metano proveniente de la fermentación entérica y producción de estiércol fue de 531 gr·vaca·día⁻¹, valor muy superior al reportado por Patel *et al.* (2011) en vacas lecheras en Suecia que reporta valores que van de 282 a 321 gr·vaca·día⁻¹, dependiendo de la composición de las dietas. Las diferencias pueden deberse a la mayor intensidad del sistema de producción en la CL, ya que en Suecia el promedio de producción reportado por los autores es de 5795 litros por lactancia, mientras el valor promedio en la región rebasa los 8000 litros por lactancia.

Las emisiones de metano totales fueron en promedio de 83.445 gigagramos al año durante el periodo de 2001 al 2013, equivalentes a 1,919,228.73 toneladas de CO₂ al año, mostrando una tendencia estable debido principalmente a que los inventarios de ganado y su productividad han variado poco durante el periodo evaluado. Lo mismo puede observarse en las emisiones de óxido nitroso que fueron de 17.52 gigagramos promedio anual equivalentes a 5,181,831.55 toneladas de CO₂ durante el mismo periodo.

Las emisiones totales en equivalencias de CO₂ fueron de 7,101,060.19 toneladas al año con un precio internacional de emisiones de 111,841,699.00 euros. Este costo es inferior al valor de la producción de la leche producida, que ascienda a 364,185,403.00 euros. Éste sector enfrenta retos difíciles al tener que reducir sus emisiones de GEI al mismo tiempo que debe cubrir un aumento en la demanda de productos de origen animal debido al aumento de la población (Gerber *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Emisiones de metano por fermentación entérica y producción de estiércol en Gg al año y su equivalencia en CO₂ en la Comarca Lagunera (2002-2013)

Año	Fermentación Entérica	Producción de Estiércol	Emisión Total	Equivalencias toneladas CO₂
2002	52.023	33.507	85.530	1,967,188.712
2003	48.586	31.292	79.878	1,837,192.804
2004	50.216	32.343	82.559	1,898,853.182
2005	51.740	33.324	85.064	1,956,479.912
2006	52.076	33.540	85.616	1,969,169.840
2007	49.908	32.144	82.051	1,887,180.590
2008	49.944	32.167	82.111	1,888,554.886
2009	48.368	31.152	79.520	1,828,951.490
2010	49.660	31.984	81.644	1,877,814.852
2011	50.527	32.543	83.069	1,910,597.166
2012	52.255	33.656	85.911	1,975,943.156
2013	51.833	33.384	85.216	1,919,228.733

Cuadro 3. Emisiones de N₂O-N por manejo de estiércol y equivalencias en óxido nitroso en Gg al año y su conversión a toneladas de CO₂ generados por el bovino lechero en la Comarca Lagunera (2002-2013)

Año	N₂O-N	Óxido nitroso	Equivalencias toneladas de CO₂
2002	11.42	17.94	5,311,321.35
2003	10.66	16.76	4,960,338.22
2004	11.02	17.32	5,126,818.48
2005	11.36	17.85	5,282,408.07
2006	11.43	17.96	5,316,670.30
2007	10.95	17.21	5,095,303.00
2008	10.96	17.23	5,099,013.54
2009	10.62	16.68	4,938,087.04
2010	10.90	17.13	5,070,015.93
2011	11.09	17.43	5,158,526.71
2012	11.47	18.02	5,334,957.95
2013	11.38	17.88	5,291,853.07

Cuadro 4. Evolución del precio internacional de las emisiones de CO₂ generadas por el bovino lechero en la Comarca Lagunera (2002-2013, Euros)

Año	CO ₂ total	Precio
2002	7,278,510.06	114,636,533.43
2003	6,797,531.03	107,061,113.67
2004	7,025,671.66	110,654,328.66
2005	7,238,887.98	114,012,485.67
2006	7,285,840.14	114,751,982.27
2007	6,982,483.59	109,974,116.61
2008	6,987,568.43	110,054,202.73
2009	6,767,038.53	106,580,856.91
2010	6,947,830.78	109,428,334.84
2011	7,069,123.88	111,338,701.04
2012	7,310,901.11	115,146,692.48
2013	7,251,831.19	114,216,341.27

Las emisiones de GEI del ganado lechero en la región representan aproximadamente el 10 % de las emisiones totales por todas las especies ganaderas en el estado de Aguascalientes estimadas por López *et al* presentadas en el 2013.

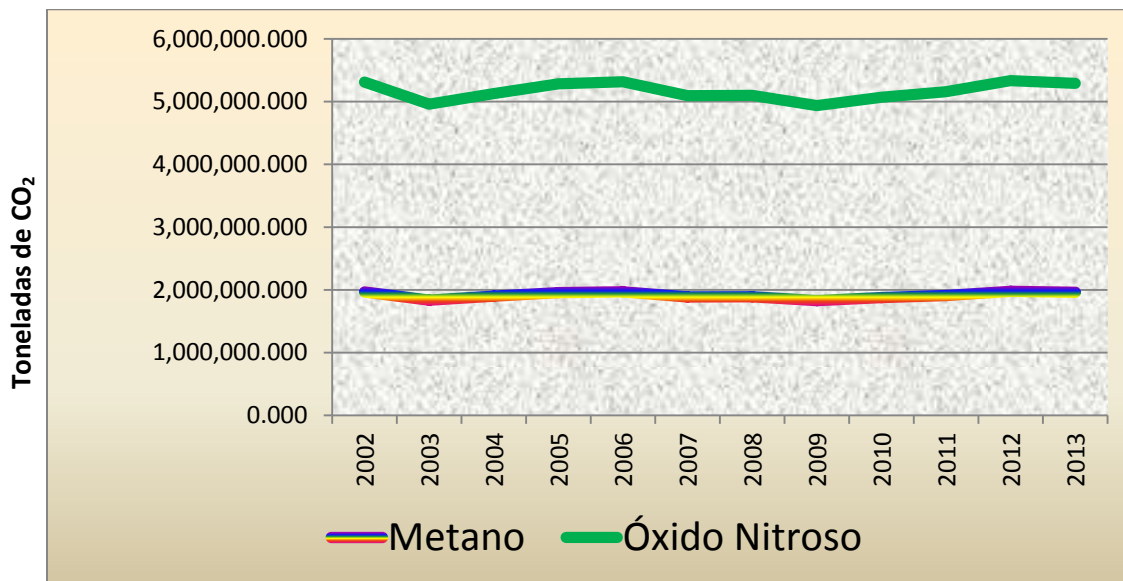


Figura 1. Emisiones equivalentes en CO₂ de metano y óxido nitroso por el ganado bovino lechero en la Comarca Lagunera (2002-2013)

Subcategoría agricultura

Durante el periodo de 2002 a 2013 el promedio de emisiones equivalentes de CO₂ debidas a la producción de forrajes para alimentar el ganado fue de 12,922,940.9 ton al año, como resultado

de las aplicaciones estimadas de fertilizantes nitrogenados, principalmente, con un incremento durante el periodo del 132 %, al pasar de 8,291,498.7 ton en 2002 a 19,297,817.2 ton en 2013. El cultivo que contribuyó con más emisiones fue el sorgo forrajero con el 39 % del total, seguido del maíz forrajero y la avena con el 27 % y el 19 % respectivamente.

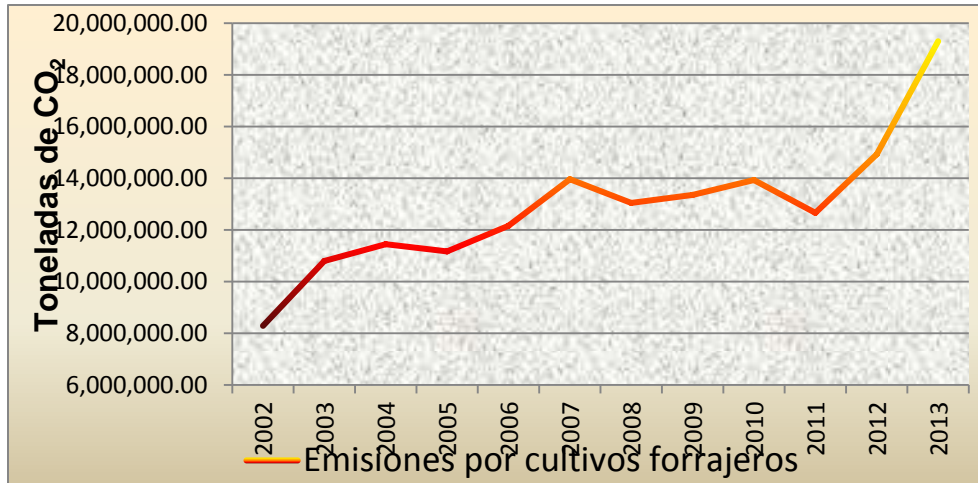


Figura 2. Emisiones equivalentes en CO₂ de óxido nitroso por los cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera (2002-2013)

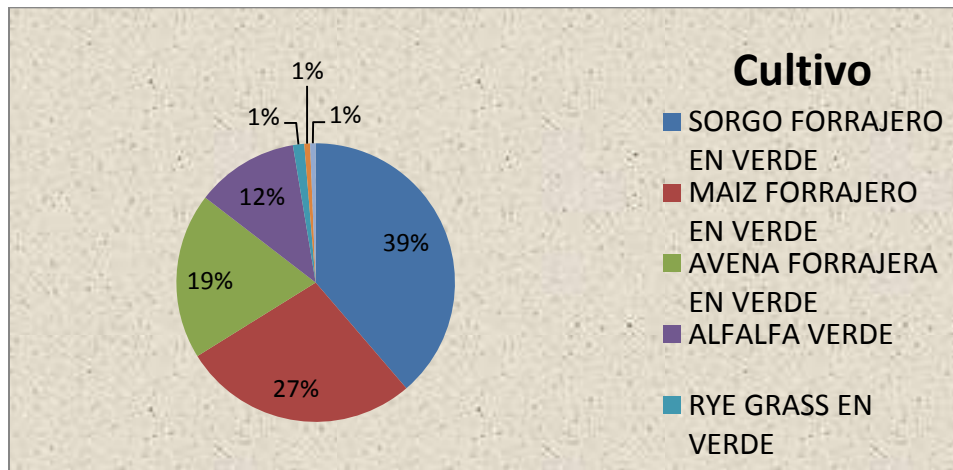


Figura 3. Participación en las emisiones de los distintos cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera (2002-2013)

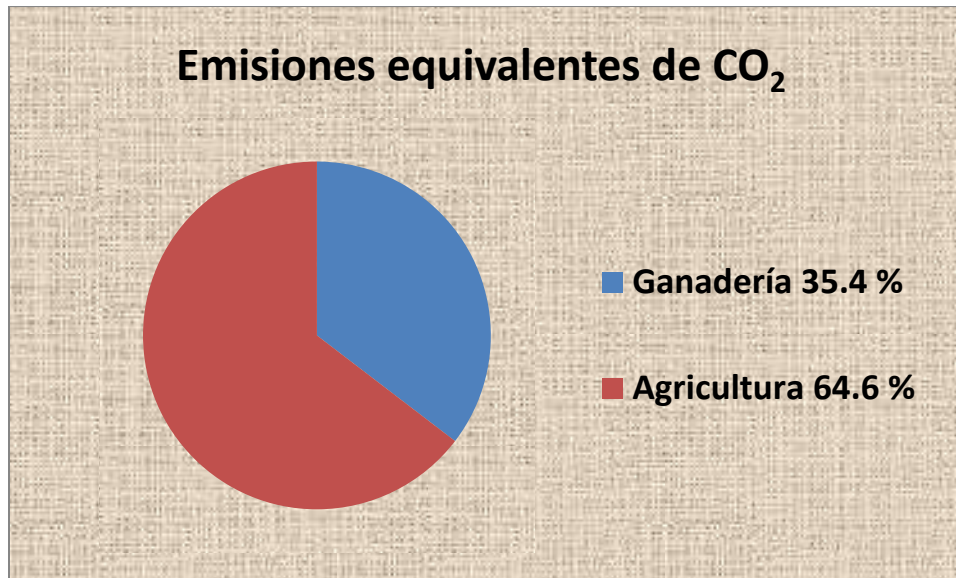


Figura 4. Participación porcentual de las emisiones de la ganadería y la agricultura en la Comarca Lagunera (2002-2013)

Huella Hídrica

El consumo de agua estimado por la ganadería de Bovino Lechero en la Comarca Lagunera para los años 2003 a 2013 es de 4,067.24 millones de m³·año⁻¹, con un costo de 13,219 millones de Euros, costo muy superior al valor de la producción de la leche producida.

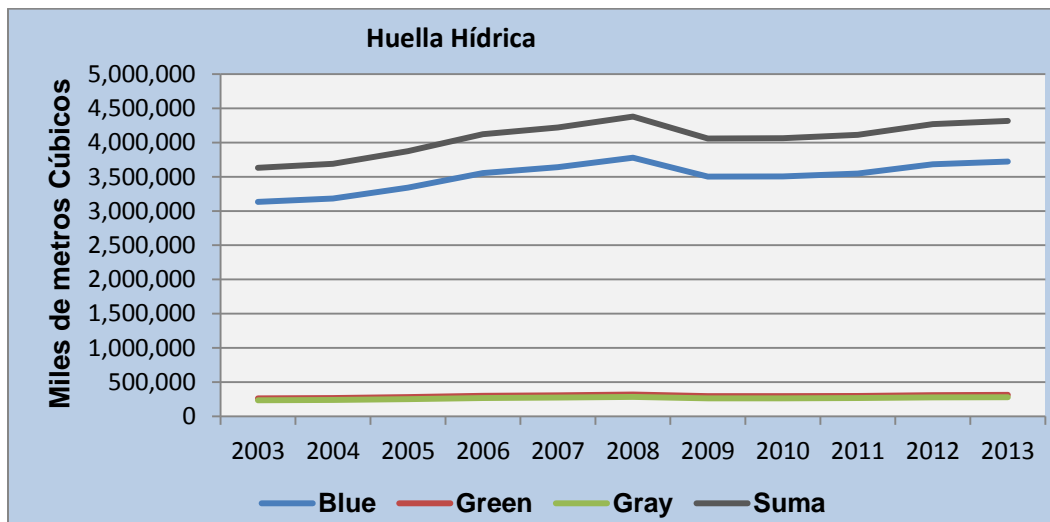


Figura 5. Evolución de la Huella Hídrica de la producción del bovino lechero en la Comarca Lagunera (2003-2013)

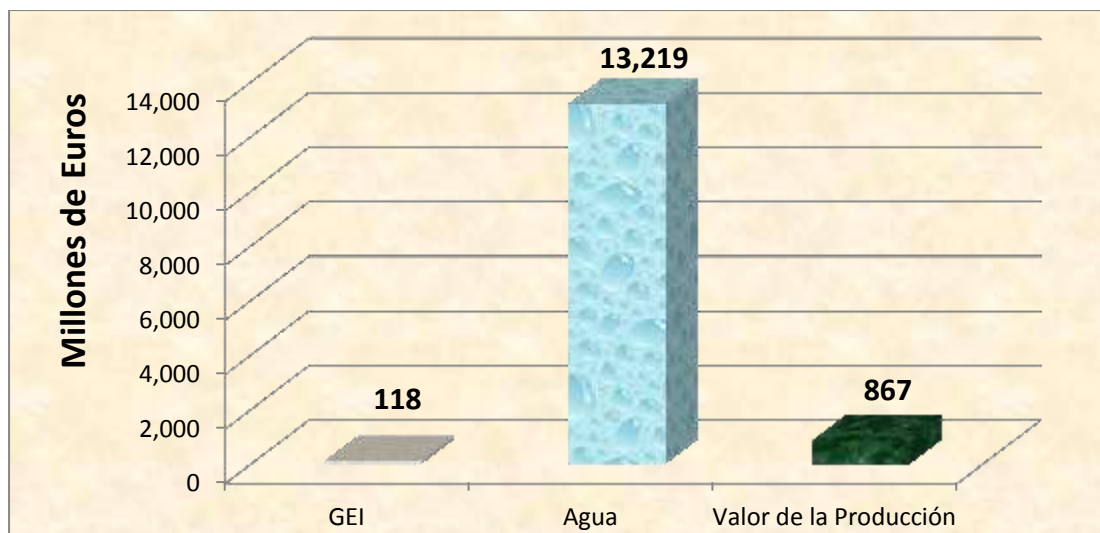


Figura 6. Comparativo de costos ambientales (gases de efecto invernadero y huella hídrica) y valor de la producción del bovino lechero en la Comarca Lagunera (2002-2014)

Es evidente que el mayor impacto ambiental de la producción de leche se da en el consumo de agua, que al ser un recurso escaso en la zona es importante buscar alternativas para mitigar el problema, teniendo como opción más viable una reconversión de las actividades económicas hacia otras con menor impacto, así como una estratificación del sistema de producción, mudando parte de su actividad ganadera a zonas con una mayor disponibilidad de agua.

Los formuladores de políticas y los profesionales involucrados en la gestión agrícola enfrentan el reto de asegurarse de que las medidas que se han establecido para garantizar que los terrenos agrícolas proporcionen suficiente apoyo y regulación de los servicios de los ecosistemas, y que el impacto negativo sobre el bienestar humano derivado de la disminución en el estado de ecosistemas sea limitado (Kumar *et al.*, 2011).

La bioenergía puede jugar un papel fundamental para la mitigación, pero hay cuestiones a considerar, tales como la sostenibilidad de las prácticas y la eficiencia de los sistemas de bioenergía (Smith *et al.*, 2014). Posibles intervenciones para reducir emisiones deberán estar basadas en tecnologías y prácticas que mejoren la eficiencia de la producción a nivel de hato. Esto incluye el uso de alimentos de mejor calidad y con dietas balanceadas para reducir las emisiones entéricas y del estiércol (Gerber *et al.*, 2013). Prácticas de manejo del estiércol que aseguren la recuperación y reciclaje de nutrientes y energía contenidos en él y mejoras en la eficiencia del uso de energía en la cadena de suplementos puede contribuir en la mitigación (Gerber *et al.*, 2013).

Algunas tecnologías prometedoras tales como aditivos alimenticios, vacunas y métodos de selección genética tienen un gran potencial para reducir las emisiones pero aún deben

desarrollarse en el futuro para ser opciones viables para mitigación (Gerber *et al.*, 2013). Algunas opciones para reducir la emisión de GEI son las siguientes: (Smith *et al.*, 2014).

CH₄: Mejora de los piensos y aditivos alimenticios para reducir las emisiones procedentes de la fermentación entérica; incluida la mejora de forraje, aditivos alimenticios (compuestos bioactivos, grasas), ionóforos/antibióticos, potenciadores de propionato, inhibidores de arqueobacterias, nitrato y suplementos de sulfato.

CH₄: Razas mejoradas con una mayor productividad (emisiones tan bajas por unidad de producto) o con la reducción de las emisiones procedentes de la fermentación entérica; tecnología microbiana tales como vacunas arqueas, metanotrofos, acetógenos, defaunación del rumen, bacteriófagos y probióticos; mejora de la fertilidad.

CH₄: Manipular de ropa de cama y condiciones de almacenamiento, digestores anaeróbicos; biofiltros, aditivos dietéticos.

N₂O: Manipular las dietas del ganado para reducir N excrementos, suciedad aplicada y animal alimentado inhibidores de la nitrificación, inhibidores de la ureasa, el tipo de fertilizante, la tasa y el tiempo, manipular las prácticas de aplicación de estiércol, manejo del pastoreo.

Mitigación de la Huella Hídrica.

Reconociendo que mucha gente en la región, principalmente del sector rural, depende laboral y económicamente de la ganadería de bovino lechero, no se pretende que la actividad desaparezca por completo. Debido a que el mayor impacto de la ganadería sobre los recursos hídricos provienen de la producción de alimentos para el ganado, parece viable realizar una estratificación del sistema de producción completo y utilizar otras zonas del país con mayor disponibilidad de agua para producir los forrajes y granos. Ésta estratificación también se puede realizar con la cría del ganado, en dónde los animales en etapa no productiva (como la crianza), puedan ser llevados a otra zona y lograr su desarrollo en un sistema menos vulnerable.

Lo anterior sólo puede ser posible con la disposición de los sectores involucrados (principalmente productores) a encontrar alternativas de mitigación del problema ambiental existente. Se debe planear con detalle la metodología y la logística para poder llevar esto a la práctica.

El uso de cruza con razas más eficientes en cuanto al uso de energía y agua es otra opción, en dónde se pueden considerar razas lecheras tales como Jersey, y en menor medida, Pardo Suizo, que al ser animales más compactos sus requerimientos para mantenimiento y crecimiento son menores. Si bien esto podría reducir el volumen de producción de leche, pudiera compensarse esto con un aumento en las concentraciones de nutrientes en ella, especialmente grasa y proteína.

CONCLUSIONES

El impacto del ganado lechero en la Comarca Lagunera tiene un alto costo económico y ambiental. De integrar el costo económico al costo de producción, generaría una nula rentabilidad. Los productores de bovino lechero en la zona son responsables de gran parte del impacto ambiental generado por el hombre. El mayor costo ambiental y económico es generado por el uso del agua para producir leche de bovino, siendo un recurso escaso en la región. Dentro de las estrategias de mitigación se podría incluir un cobro por el uso del agua y generación de emisiones según los precios internacionales, lo cual obligaría al sector a ser más eficiente y reducir el impacto antropogénico. Otra estrategia puede ser la estratificación del sistema de producción mudando parte de la actividad a otras regiones donde el impacto ambiental sea menor.

Desde el punto de vista de emisión de gases de efecto invernadero por el ganado lechero y la producción de forrajes en la Comarca Lagunera, su impacto tiene un menor costo ambiental y económico que aquel generado cuando se considera un costo económico y ambiental por el uso del agua. Por lo anterior, y solamente considerando los gases de efecto invernadero, se observa un costo económico y ambiental menor que el valor de la producción del bovino lechero en la Comarca Lagunera, lo cual sugiere que el beneficio económico, y posiblemente social, sea mayor al problema ambiental generado.

El valor económico de la producción de bovino lechero es significativo en el desarrollo económico de la región. Sin embargo, la mayor parte del beneficio económico pudiera estar concentrado en un reducido número de familias propietarias de la mayor parte del bovino lechero. Lo anterior hace necesario estudios futuros que cuantifiquen el beneficio social de dicha actividad en la Comarca Lagunera. La cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero aunado a la huella hídrica son herramientas útiles para evaluar el impacto ambiental de diferentes actividades antropogénicas, y su aplicación tiene alcances locales, regionales y globales.

LITERATURA CITADA

Alemu, A.W., J. Dijkstra, A. Bannink, J. France, E. Kebreab, 2011. Rumen stoichiometric models and their contribution and challenges in predicting enteric methane production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166: 761-778. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.04.054

Cardoso, L.A. 2012. Environmental and economics impacts of livestock productivity increase in sub-Saharan Africa. *Trop Animal Health Prod.* 44:1879-1884. DOI 10.1007/s11250-012-0151-z

Chapagain A.K., Hoekstra A.Y. 2004. Water footprints of nations. Value of Water Research Report Series No. 16. Available online: [www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf]. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE.

Chukwuocha, A.C, Ogbuagu D.H. and Okoro V.O. A Comparative Analysis of Emission of Methane from Livestock Farms in Enugu, Eastern Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Technology A 1* (2011) 908-912. Earlier title: *Journal of Agricultural Science and Technology*, ISSN 1939-1250

Delgado, C. 2005 Rising demand for meat and milk in developing countries: implications for grasslands-based livestock production. In *Grassland: a global resource* (ed. D. A. McGilloway), pp. 29–39. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Enishi, O., 2007. Greenhouse gas emissions caused from livestock in Japan. *Proceedings of the 4th Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia Jakarta, (GGIAJ' 07)*, National Institute for Environmental Studies, Japan.

Environmental Finance 2011 está disponible en [http://www.environmentalfinance.com/news/view/1970 al 10/11/2012](http://www.environmentalfinance.com/news/view/1970%20al%2010/11/2012)

Foley A. Jonathan, Navin Ramankutty, Kate A. Brauman, Emily S. Cassidy, James S Gerber, Matt Johnston, Nathaniel D. Mueller, Christine O’Connell, Deepak K. Ray, Paul C. West, Christian Balzer, Elena M. Bennett, Stephen R. Carpenter, Jason Hill, Chad Monfreda, Stephen Polasky, Johan Rockström, John Sheehan, Stefan Siebert, David Tilman, and David P. M. Zaks. 2011. Solutions for a Cultivated Planet. *Nature* 478, 337–342. doi:10.1038/nature10452

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

IPCC 2007. *Climate change 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007* B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jungbluth T, Hartung E, Brose G. 2001. Greenhouse gas emissions from animal house and manure stores. *Nutr Cycl Agroecosyst.* 60:45.doi:10.1023/A:1012621627268.

Kumar, P., Thiaw, I., Yashiro, M., Molinero, C. 2011. Food and Ecological Security: Identifying synergy and trade-offs. In *UNEP Policy Series. Ecosystem Management Issue No. 4*, June 2011.

López Calderón, M. J.; Figueroa Viramontes, U; Fortis Hernández, M., Núñez Hernández, G. 2013. Estimación del contenido de nitrógeno en los estiércoles y su balance con el requerimiento de nitrógeno de los cultivos en la Comarca Lagunera. *Agricultura Orgánica: Sexta parte*, 2013. 295-313. Torreón, Coah.

López Santos, A., Torres González, J. A., Romo Durán, J. J. 2013. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2005-2009 del Estado de Aguascalientes. Categoría Agricultura. Aguascalientes, Ags.

Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. 2012. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems* (2012) 15: 401–415. DOI: 10.1007/s10021-011-9517-8. Pp. 401-415.

Mosier, A., Kroeze, C., Nevison, C., Oenema, O., Seitzinger, S., van Cleemput, O. 1998. Closing the global N₂O budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle, *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 52, 225–248.

Rota, A. and Sidahmed, 2010. Challenges and Strategies for Livestock Development. IFAD's Livestock Position Paper. Ed IFAD, Rome.

SAGARPA, 2006. Plan rector del Sistema Producto Bovino-Leche.

Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). 2010. Livestock in a Changing Landscape: Drivers, Consequences, and Responses. Volume 1. [Steinfeld, H., Mooney, H. A., Schneider, F. and Neville, L. E. (Eds.)]. Published by Island Press 2010.

Steinfeld Henning, Pierre Gerber, Tom Wassenar, Vincent Castel, Mauricio Rosales, Cees de Haan. In *Livestock Long Shadow*. Edit FAO Rom 2006. ISBN 978-92-5-105571-7

SIAP 2013. Población ganadera 2002-2011.

Thornton, Philip K. 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Phil. Trans. R. Soc. B* (2010) 365, 2853–2867 doi:10.1098/rstb.2010.0134

World Bank. 2009 *Minding the stock: bringing public policy to bear on livestock sector development*. Report no. 44010-GLB. Washington, DC.

WWF. 2014. *Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places*. [McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B., N. Oerlemans (Eds)]. WWF, Gland, Switzerland.

Determinación del grado de sustentabilidad de la huella de carbono del ganado Bovino de Engorda en la Comarca Lagunera, México

Navarrete-Molina, Cayetano¹, Meza-Herrera, Cesar Alberto¹, Ramírez-Flores, José de Jesús¹, Paleta-Ochoa, Alicia¹, Girón-Gómez, Blenda S.¹ y Álvarez-Ruiz, Alma R.¹.

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua Km 35. Bermejillo, Dgo. CP 35230, Correo: cnavarrete@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

En la Comarca Lagunera (CL), localizada en el norte de México (102° 22' & 104° 47' LO, 24° 22' & 26° 23' LN), una de las principales actividades productivas y económicas es la Ganadería de Bovino de Engorda (GBE), colocando a la zona como una de las más importantes productoras de carne del país. En 2014, la CL registró un inventario de bovino de carne superior a las 154.000 cabezas y más de 374.000 animales sacrificados, con una producción de 61.724 toneladas de carne y un valor económico (VE) de la producción superior a 1.878 millones de pesos (€ 107 millones). El impacto de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) es la mayor del sector agropecuario, por encima de los sistemas de Bovinos Lecheros y cerdos. Sin embargo, si el VE-GBE lo comparamos con el VE generado por la emisión de GEI (€ 74 millones), se observa no solamente un fuerte impacto ambiental sino un significativo costo económico de tal impacto. La adición del costo ambiental por la emisión de GEI al costo de producción, provocaría una disminución de la rentabilidad y un encarecimiento del producto para el consumidor. Por lo anterior, es necesario establecer estrategias de mitigación en la emisión de GEI para evitar poner en riesgo no solo la sustentabilidad del sistema de producción de carne de bovino, sino la viabilidad ecológica, económica y social de la Comarca Lagunera.

Palabras clave: Bovino de Engorda, Impacto ambiental y económico, Gases de Efecto Invernadero.

ABSTRACT

In Comarca Lagunera (CL), located in northern Mexico (102 ° 22' & 104 ° 47' W, 24 ° 22' & 26 ° 23' N), a major economic and productive activities is Beef Cattle (BC), placing the area as one of the most important beef producer in country. In 2014, the CL recorded a inventory plus to 154.000 heads and more than 374.000 animals slaughtered, with a production of 61.724 tons of meat and Economic Value (EV) production exceeding 1.878 million pesos (€ 107 million). The impact of the emission of Greenhouse Gases (GHG) is the largest of agricultural sector, above Dairy Cattle and pigs systems. However, if we compare the EV-BC and the EV generated by the GHG emission (€ 74 million), is observed not only a strong environmental impact but a significant economic cost of that impact. Addition of environmental cost by emission of GHG to cost of production, would decrease the profitability and increases a product prices to consumer. By the above, it is necessary to establish mitigation strategies in the GHG emissions to avoid put

at risk not only sustainability of BC system, but the ecological, economic and social viability of Comarca Lagunera.

Keywords: Beef Cattle, Environmental and Economic Impact, Greenhouse gases.

INTRODUCCIÓN

Durante el último siglo, la población mundial se ha cuadruplicado y el consumo de los recursos globales ha crecido hasta un punto en que ahora se utilizan los recursos naturales a un ritmo más rápido del que la tierra puede regenerarlos (Wackernagel et al., 2002). Esto ha ocasionado que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hayan crecido un 29% en el periodo 1995-2007 (Arto et al., 2012).

Los gases que contribuyen al efecto invernadero incluyen el dióxido de carbono (CO_2), óxido nítrico (N_2O), metano (CH_4), ozono (O_3), vapor de agua y los clorofluorocarbonos (CFCs). Varios científicos han opinado que la concentración de GEI en la atmósfera se ha incrementado (y lo sigue haciendo) marcadamente durante los pasados 250 años, desde el inicio de la revolución industrial y el incremento en el uso de combustibles fósiles (Chukwuocha et al., 2010).

El cambio climático, provocado por la emisión de GEI y en especial del CO_2 , es el azote de nuestro tiempo y existen evidencias considerables de que la mayor parte del calentamiento global ha sido causado por las actividades humanas. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, actividades agropecuarias, etc.) y bienes que poseemos y utilizamos (bienes de consumo, vehículos, electrodomésticos, etc.) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera.

El calentamiento global es un problema en que la combustión de carbón, petróleo y otros de los combustibles fósiles hace que la concentración atmosférica de Gases como el CO_2 aumente. Esto da lugar a un incremento global de la temperatura del aire que conduce al cambio climático. Específicamente, el calentamiento global causará un aumento de los niveles del mar, los cambios en la lluvia patrones y otros problemas (VijayaVenkataRaman et al., 2011).

Una huella de carbono se define como “la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto”. Tal impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI siguiendo normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 14064-1, PAS 2050 o GHG Protocol entre otras. La huella de carbono se mide en masa de CO_2 equivalente. Una vez conocido el tamaño y la huella, es posible implementar una estrategia de reducción y/o compensación de emisiones, a través de diferentes programas, públicos o privados.

La medición de la sustentabilidad de la Huella de Carbono de una actividad crea verdaderos beneficios para la sociedad. La huella de carbono identifica las fuentes de emisiones de GEI de un producto o actividad. Con esto permite definir mejores objetivos, políticas de reducción de

emisiones más efectivas e iniciativas de ahorros de costos mejor dirigidas, todo ello por consecuencia de un mejor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones, que pueden o no ser de responsabilidad directa de la actividad analizada (Hermansen y Kristensen, 2011).

Los sistemas para la producción de diferentes tipos de ganado son muy diversos, lo que se traduce en grandes diferencias en las emisiones de GEI por kilogramo producido en diferentes regiones (Moran and Wall, 2011). Para la estimación de las emisiones de GEI se utilizan los factores e índices de emisión provistos por el IPCC (1997), y considerando el inventario de ganado, el nivel de producción, tipo de dietas, consumo y digestibilidad. Así mismo, el IPCC establece tasas de conversión de esas emisiones en equivalentes de Potencial de Calentamiento Global de dióxido de carbono. Estas equivalencias corresponden a lo siguiente: una unidad de $\text{CH}_4 = 23$ unidades de CO_2 y una unidad de $\text{N}_2\text{O} = 296$ unidades de CO_2 .

De igual manera, se ha establecido un precio internacional de las emisiones de carbono, lo cual sirve para calcular el impacto de dichas emisiones en lo económico, habiéndose proyectado el precio en 15.75 €/Ton de CO_2 . (Environmental Finance, 2011; Thompson Reuters, 2011). Con éstos índices se pretende estimar el grado de sustentabilidad de la emisión de GEI por el ganado bovino carne en la Comarca Lagunera, ya que no se han encontrado trabajos similares realizados para la zona.

La cantidad de cabezas de ganado bovino carne explotadas o sacrificadas en la Comarca Lagunera ascendió a 374,522 en 2014, lo que representó una producción de 61,724 toneladas de carne con un valor en el mercado de 1,878.83 millones de pesos (SIAP, 2014).

OBJETIVO

Evaluar la sustentabilidad de la huella de carbono del sistema de producción de carne de bovino en la Comarca Lagunera.

METODOLOGÍA

De acuerdo a la técnica del cálculo de emisiones para CH_4 y N_2O , descrita en el Manual de las Buenas Prácticas (IPCC, 2006) para la categoría Agricultura se deben considerar tres Subcategorías, a saber: Ganadería, Sabanas y Agricultura; en este caso solo se incluyen el primero y el tercero, ya que los ambientes de sabana típicos para la cría de ganado bovino no aplican para la Comarca Lagunera.

El cálculo de emisiones directas de CH_4 y N_2O por fermentación entérica y producción de estiércol, no obstante que el volumen de emisión depende del tipo, peso y edad del animal, el nivel de detalle para la caracterización de la población ganadera sólo implica el uso de los datos sobre el número de cabezas de bovinos carne.

El cálculo de emisiones indirectas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas utilizados para la producción de forrajes, es resultado de los aportes de N a los suelos, como fertilizantes sintéticos

y orgánicos a base de estiércol de origen animal; además, se considera el cultivo de variedades fijadoras de N (FNB).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El total de emisiones directas de CH₄ durante el periodo analizado fue de 27.998 Giga gramos (Gg, igual a mil toneladas), los cuales son equivalentes a 643,954 toneladas de CO₂.

Del total de las emisiones de CH₄ por la ganadería (643,954 ton CO₂ eq.), el 96.4 % (620,537 ton CO₂ eq.) provienen de la fermentación entérica y el restante 3.6 % corresponde a las emisiones por manejo del estiércol (23,416 ton de CO₂ eq.). lo cual es similar al 81.7 % y 18.3 % respectivamente reportado para todo el sector ganadero en el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Durango 2005 - 2008 (2012) por el Gobierno del Estado de Durango. Las diferencias pueden deberse a lo específico de la especie aquí analizada.

Las emisiones de N₂O durante el periodo evaluado fueron de 9.92 Gg promedio anual equivalentes a 2,936,111.2 ton de CO₂. El volumen de emisión durante el periodo evaluado representan el 35,43 % con respecto al volumen de las emisiones de CH₄, (9.92 Gg contra 27.998 Gg de CH₄), sin embargo, en equivalencias de CO₂, el N₂O representa el 82.4 % de las emisiones de GEI, lo cual se explica por el mayor potencial de calentamiento de éste gas con respecto al Metano, a pesar de que el volumen de emisión es menor.

El costo total de las emisiones directas de GEI (€ 56,386,030.8) representa el 68.19 % del valor de la producción (€ 82,677,714.3). Si el costo de las emisiones se agregara al costo de producción, la rentabilidad de la actividad se vería seriamente afectada, además de ocasionar un incremento en el precio del producto en el mercado.

Durante el periodo de 2001 a 2014 el promedio de emisiones equivalentes de CO₂ debidas a la producción de forrajes para alimentar al ganado fue de 1,1234,419 ton al año, como resultado de las aplicaciones estimadas de fertilizantes nitrogenados, con un costo de 309,642,483 pesos mexicanos (€ 17,693,860). El cultivo que contribuyó con más emisiones fue el maíz forrajero con el 71.8 % del total, seguido de la avena con el 17.9 % y la alfalfa con el 10.3 %. Las características de las dietas que tienen como principal ingrediente forrajero al silo de maíz son la razón por la que éste cultivo es el que contribuye en mayor grado con las emisiones de GEI, además de requerir mayor fertilización nitrogenada que los otros cultivos. En el caso de la alfalfa, el proceso de cálculo de las emisiones se realizó siguiendo la metodología propuesta para las leguminosas fijadoras de Nitrógeno.

Al sumar el costo de las emisiones indirectas con las directas, tenemos que el costo ambiental de las emisiones casi equivale al beneficio económico de la actividad, por lo que es necesario implementar medidas de mitigación de emisiones para que la actividad no pierda rentabilidad y también disminuir el impacto ambiental, y así mejorar la sustentabilidad del sistema.

CONCLUSIONES

El impacto del ganado bovino productor de carne en la Comarca Lagunera tiene un alto costo económico y ambiental. La integración del costo ambiental al costo de producción, generaría una nula rentabilidad, además de un encarecimiento del producto.

Los productores de bovino de carne son responsables de una gran parte del impacto ambiental generado por las emisiones antropogénicas de GEI, aunque en una menor medida comparado con el bovino lechero, debido principalmente a las diferencias en el inventario ganadero.

Se requiere implementar medidas de mitigación de emisiones. Dentro de las estrategias de mitigación se podría incluir un cobro la generación de emisiones según los precios internacionales, lo cual obligaría al sector a ser más eficiente y buscar cambios en su sistema, como puede ser la estratificación del sistema de producción mudando parte de la actividad a otras regiones donde el impacto ambiental sea menor.

El beneficio económico generado por la producción de carne, se ve anulado por el costo ambiental, por lo que se pone en riesgo la sustentabilidad del sistema.

Es necesario realizar estudios experimentales para determinar los factores de emisión locales tanto en la subcategoría ganadería como para la subcategoría agrícola, con el fin de estimar con mayor precisión las emisiones de gases de efecto invernadero.

LITERATURA CITADA

Arto, I., Genty, A., Rueda-Cantuche, J.M., Villanueva, A., Valeria, A. 2012. Global Resources Use and Pollution. In: Production, Consumption and Trade (1995e2008), Vol. 1 (Luxembourg).

Chukwuocha, A C, Ogbuagu D. H. and Okoro V. O. 2010. A Comparative Analysis of Emission of Methane from Livestock Farms in Enugu, Eastern Nigeria. Journal of Agricultural Science and Technology A 1 (2011) 908-912. Earlier title: Journal of Agricultural Science and Technology, ISSN 1939-1250

Environmental Finance. 2011. Está disponible en <http://www.environmentalfinance.com/news/view/1970> al 10/11/2012

Gobierno del Estado de Durango. 2012. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Durango. Categoría Agricultura. Victoria de Durango, Dgo.

Hermansen, J. E. and Kristensen, T. 2011. Management options to reduce the carbon footprint of livestock products University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Agroecology and Environment, Research Centre Foulum, PO Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark

IPCC. 2003. Manual, orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre. Cap. 4 Agricultura. 106 p. ISBN 92-9169-316-2.

IPCC. 2007. Climate change 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Moran, D., Wall, E. 2011. Livestock production and Greenhouse Gas emissions: Defining the problem and specifying solutions. *Animal Frontiers Mag.* July 2011, Vol. 1, No. 1. Doi: 10.2527/af.2011-0012

SIAP. 2013. Población ganadera 2001-2014.

Point Carbon, Thompson Reuters – está disponible en <http://pointcarbon.com/aboutus/pressroom> al 2011/11/10

VijayaVenkataRamana, S., Iniyamb, S., Ranko Goic. 2011. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.rser.2011.09.009

Wackernagel, M.; Schulz, N.B.; Deumling, D.; Linares, A.C.; Jenkins, M.; Kapos, V.; Monfreda, C.; Loh, J.; Myers, N.; Norgaard, R.; Randers, J. 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy, 9266–9271. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of Americas.* PNAS. Vol. 99. No. 14.

Analisis del manejo sustentable de aguas residuales para la agricultura en la region Paso del Norte (Chihuahua, Texas y Nuevo Mexico)

Chew-Sánchez, Mariana

Phoenix University, Phoenix AZ, USA

e-mail: mariana_chew@yahoo.com

RESUMEN

Las comunidades establecidas a lo largo de la Cuenca del rio Grande/ Rio Bravo descargan aguas residuales tratadas y no tratadas en el sistema de aguas superficiales del mismo, el cual cruza fronteras estatales e internacionales. El propósito de esta ponencia es analizar el contexto regulatorio de las fuentes puntuales de aguas residuales de los municipios que descargan a lo largo del curso del rio. Este análisis es parte de el Proyecto de Estratégico de Investigación sobre la problemática ambiental generada en la Cuenca del Rio Grande/Rio Bravo por el uso de aguas residuales principalmente en la agricultura y pretende servir como base a los interesados para promover un consenso sobre los mejores instrumentos económicos, sociales, de normatividad de política publica que conlleve a dar respuestas a esta problemática. La tesis de este trabajo es que la descarga de aguas residuales debe regularse más allá de los parámetros ambientales, y que se deberían incluir aspectos socio-políticos y económicos en su regulación.

Palabras clave: Cuenca, Rio Bravo/Rio Grande, aguas residuales, política pública, medio ambiente, agricultura.

Efecto del cambio climático sobre la fenología del nogal pecanero en Chihuahua

Chávez-Sánchez, Noé¹, Vieira-de Figueiredo, Fernando², Nava-Ruiz, Paulina¹, Núñez-Moreno, Humberto², Cuellar-Villareal, Eutimio³

¹Investigadores del INIFAP-Delicias, Chihuahua; ²Investigadores del INIFAP-Hermosillo, Sonora,

³Investigador del INIFAP-Zaragoza, Coahuila.

chavez.noe@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La superficie cultivada de nogal pecanero en México se localiza en el norte y prácticamente en su totalidad en áreas de riego de gravedad y bombeo, donde participan los estados de Chihuahua con el 61.4%, Coahuila con 14.2%, Sonora con el 11.3%, Durango con 5.6% y Nuevo León con 3.8%, (SIAP, 2015). Los árboles frutales que son originarios de climas con inviernos fríos caen en dormancia en invierno, donde el crecimiento visible es suspendido, y todos los procesos fisiológicos son suspendidos o de muy baja intensidad, estrategia que les permite tolerar las bajas temperaturas, (Samish, 1954). Para determinar el momento de entrar en dormancia, los árboles involucran mecanismos sensibles a la temperatura, y son capaces de integrarlos sobre las fases de frío y de calor; los árboles deben completar los requerimientos de frío para romper la dormancia, y de calor para iniciar la brotación al inicio del ciclo y continuar con las siguientes fases de desarrollo (Campoy et al., 2011).

Por otra parte el nogal es una planta dicogama, donde las flores masculinas y femeninas maduran en diferentes tiempos, por lo que debe haber una polinización cruzada para lograr altos rendimientos, de esta forma en Chihuahua se han seleccionado a la variedad Western Schley como productora dominante, la cual es protándrica donde madura primero la flor masculina y como polinizadora a la variedad Wichita que es protoginia, donde madura primero la flor femenina, como lo describen Wood et al. (1997). La proporción del desarrollo de las flores es influenciado por las temperaturas, la presencia de anomalías de frío o calor en la primavera interrumpe el tiempo de la madurez de las flores masculinas y féminas y se modifica el tiempo de floración, alterando la liberación de polen y la receptibilidad del estigma, originando una polinización insuficiente, (Wood, 1997). El tiempo de dehiscencia es fuertemente influenciado en forma simultánea por temperatura y humedad relativa, la liberación de polen ocurre en condiciones de humedad relativa menores al 85%. El aire seco y relativamente altas temperaturas, especialmente con vientos para disecar las anteras pueden acelerar la dispersión de polen y también acortar la duración de la liberación del polen en el árbol, así como a la receptibilidad de la flor femenina; inversamente humedad y condiciones de frío pueden originar una prolongada y retrasada dispersión de polen y extender la receptibilidad del pistilo, como lo describen Woodroof and Woosroof, (1929), citados por Wood, (2000).

El cambio climático afecta la acumulación de frío en invierno, por lo que fundamental formular criterios para modelar el proceso de dormancia de los árboles para facilitar cuantitativamente la planeación de alternativas viables de adaptación como la selección de cultivares de menor requerimiento de frío, la definición de microclimas para la producción de ciertas especies y cultivares, así como el uso de agroquímicos compensadores de frío (Luedeling, 2012).

El presente estudio se realizó con el objetivo de caracterizar desarrollo y fenología de los principales cultivares de nogal bajo diferentes condiciones climáticas, y es parte de un estudio donde se incluyen varias localidades con altitudes muy diferentes, pero con un foto-período similar al estar todas a una latitud muy semejante, de forma que se exploren condiciones de ambientes contrastantes para realizar la integración de información climatológica y la dinámica de crecimiento y desarrollo de flores y frutos de las diferentes variedades de nogal permitirá definir modelos para definir objetivamente el proceso de dormancia en nogal para definir estrategias de manejo ante los efectos del cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

En febrero de 2015 se estableció el estudio en dos huertas, la primera se ubica en el municipio de Delicias, Chihuahua, con una altitud de 1,160 msnm. Se escogieron árboles de 14 años de edad de las variedades Western y Wichita sobre portainjertos provenientes de semilla. La huerta está plantada en tresbolillo a 13x13m, en un suelo franco-arcillo-arenoso y calcáreo, la huerta se irriga cada siete días mediante microaspersión. Una segunda huerta ubicada al norte de Chihuahua, a una altitud de 1603 m. Se seleccionaron al azar árboles de 35 años de edad de las variedades Western y Wichita sobre portainjertos provenientes de semilla. La huerta está plantada en marco real a 12*12m, en un suelo franco-arcilloso, de color café, el riego es de microaspersión con riegos cada 8-10 días; en ambas huertas se realiza un manejo de fertigación en el sistema de riego, se realizan seis aspersiones foliares para la aplicación de zinc, fierro, manganeso y cobre, las plagas se controlan bajo el esquema de manejo integrado de plagas.

En cada huerta se seleccionaron aleatoriamente 10 árboles por variedad con un vigor representativo de la huerta, en cada árbol se marcaron tres brotes, a una altura de 2-3 m, en cada brote se midió la longitud, largo y grosor de un fruto, a intervalos de 7 días; también se realizaron observaciones semanales para describir las diferentes fases fenológicas en cada árbol seleccionado. La información climatológica se tomó de la red de estaciones climatológicas automatizadas del INIFAP, en Delicias se ubica en el Campo Experimental Delicias del INIFAP y la otra en el municipio de Ricardo Flores Magon. La estimación de la acumulación de horas frío se realizó por el método de Utah considerando los meses de noviembre a febrero, las unidades calor se estiman mediante la integración de la temperatura ambiente entre la temperatura crítica máxima y mínima de crecimiento, ambos métodos se encuentran integrados en las aplicaciones de la red de estaciones climatológicas automatizadas del INIFAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento Fenológico

Durante el invierno (2014-2015) se acumularon 623 y 530 horas frío, en el norte de Chihuahua y Delicias, respectivamente; se presentaron heladas a partir de finales de noviembre fueron frecuentes en diciembre y enero en el norte de Chihuahua, en Delicias fueron menos frecuentes, en febrero hubo heladas en los últimos días del mes, en marzo no se presentaron heladas en Delicias y Chihuahua hubo asolo en la primer semana; la temperatura fue alta y se inició la brotación el 10 de marzo en Delicias y el 18 de marzo en el norte de Chihuahua, en el cuadro 1, se concentra la información de las fases de floración, fechas, unidades calor por variedad y localidad, donde se observa que en Delicias se presentó un desarrollo de floración y polinización normal, donde se acumulan 292 y 225 unidades calor hasta la polinización, para la variedad Western y Wichita, respectivamente; en cambio en el norte de Chihuahua, se presentaron dos generaciones de floración, tanto femeninas como masculinas, para la primer polinización se acumularon 45 y 51 unidades calor para la variedad Western y Wichita, respectivamente; luego hubo una caída de nueces por deficiente polinización, y posteriormente brotaron nuevas flores femeninas y masculinas, donde se presenta una nueva polinización, donde se acumularon 133 y 149 unidades calor en la receptibilidad del estigma de la variedad Western y Wichita, respectivamente, luego se presentó una nueva caída de nuez en desarrollo.

Durante el periodo de la primera liberación de polen se redujo la temperatura y se presentaron algunas precipitaciones lo cual incrementó considerablemente la humedad relativa, en una magnitud más acentuada en el norte de Chihuahua en relación a Delicias, como se puede observar en las figuras 1 y 2; la humedad relativa en Delicias aumentó de un 40% a un 70%, en cambio en Chihuahua aumentó hasta un 80%, lo cual impidió la liberación y dispersión del polen como lo describen Woodroof and Woosroof, (1929), citados por Wood, (2000), por lo que el efecto no fue evidente en Delicias.

Como respuesta a la deficiente fertilización, la planta presentó una segunda floración tanto de flores masculinas como femeninas, luego hubo de nuevo una caída por una deficiente polinización posiblemente debido a temperaturas bajas, donde la mínima en algunos días fue menor a 5 °C. Posteriormente se presenta una caída de nueces ya grandes en los primeros de julio y mediados de agosto en ambas huertas, incluso en varias huertas comerciales, donde se presentó una caída de nueces de un largo mayor a los 35 mm.

El efecto final de la deficiente polinización y aborto de frutos, se debe de reflejar en el porcentaje del amarre de frutos, sin embargo no existe diferencia estadísticamente significativa al comparar y variedades, solo existe la diferencia de un 5.0% en Chihuahua y Delicias, donde se observa un 60.0% y 65.0%, respectivamente, entre variedades el amarre es similar con un 62.2%.

Cuadro 1. Fases de desarrollo de la floración, fecha de ocurrencia y unidades calor acumuladas, por localidad y variedad. Ciclo de desarrollo del nogal pecanero 2015.

Fase de desarrollo	Mes	Western		Wichita		Western		Wichita	
		Norte de Chihuahua				Delicias			
		Fecha	Unidades calor	Fecha	Unidades calor	Fecha	Unidades calor	Fecha	Unidades calor
Brotación	Marzo	18	16	0	0	11	10	43	42
Liberación de polen	Abril	11	18	5	17	18	26	238	305
Receptibilidad del estigma	Abril	22	20	34	24	23	15	275	216
Polinización	abril	24	26	44	51	25	16	292	225
Caída de nuez (aborto)	Mayo	6	9	94	112	–	–	–	–
Nuevo polen	Mayo	9	11	112	118	–	–	–	–
Nueva receptibilidad del estigma	Mayo	14	16	133	149	–	–	–	–
Caída de nuez (aborto)	Mayo	21	23	186	202	–	–	–	–

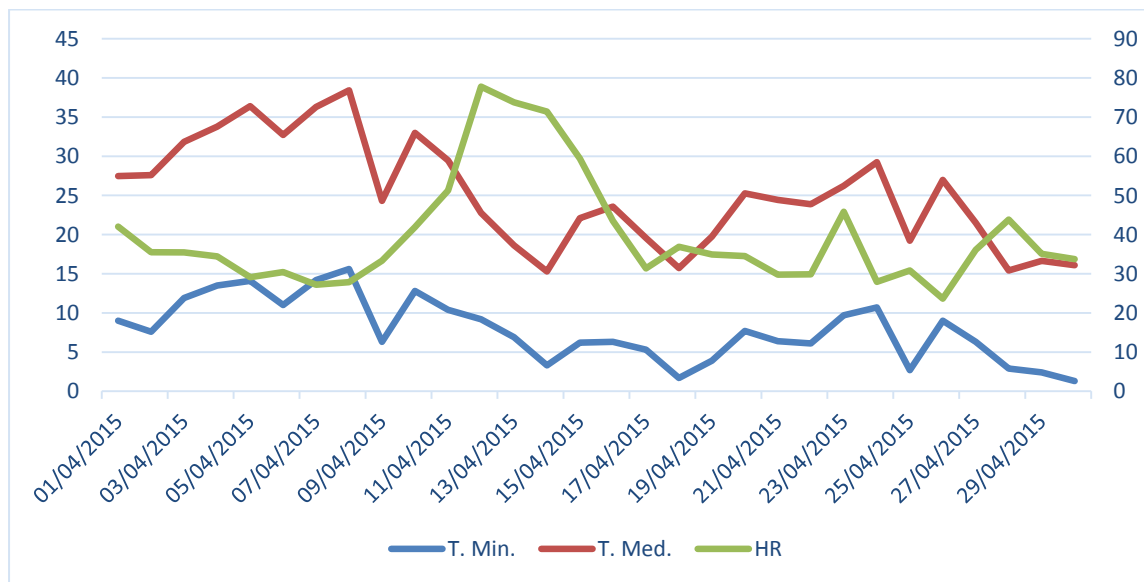


Figura 1. Temperatura media, mínima y humedad relativa durante el mes de abril del 2015 en el norte de Chihuahua.

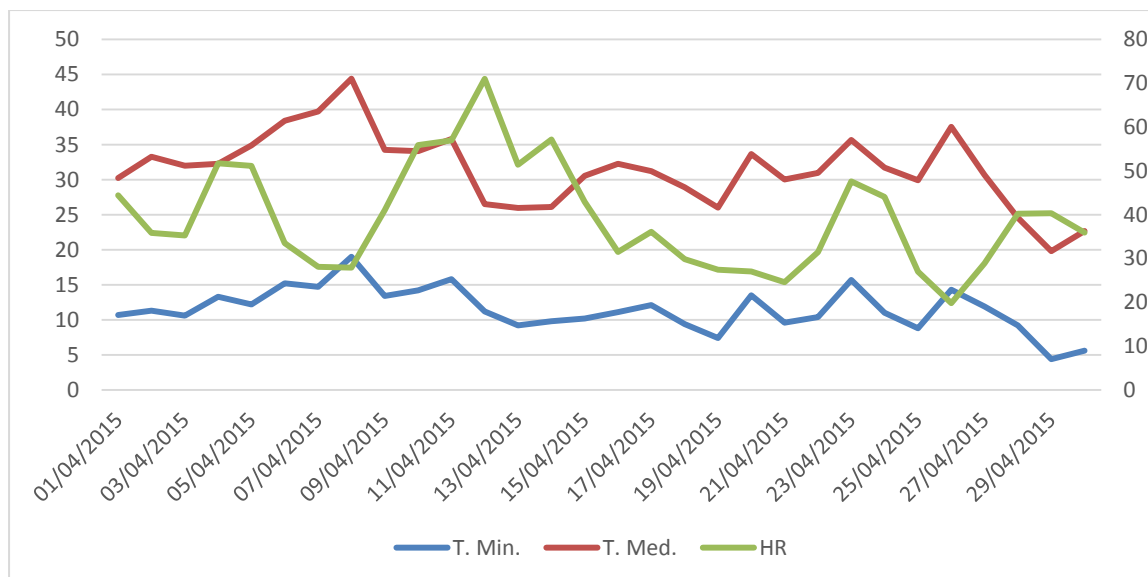


Figura 2. Temperatura media, mínima y humedad relativa durante el mes de abril del 2015 en Delicias Chih.

Crecimiento del brote

El brote fructífero define el vigor del árbol y la capacidad productiva (Sparks, 1993), el crecimiento del brote es de 45-50 días después de la brotación, en la huerta de Delicias, el brote continuó creciendo hasta 60 días, en Chihuahua el crecimiento del brote permaneció hasta los 68 días después de la brotación en ambas variedades, en Chihuahua fueron más largos, alcanzaron una longitud de 11.7 cm y 5.65 cm en Delicias, con diferencia estadísticamente significativa, como se puede observar en el cuadro 3; esta diferencia es por efecto de las condiciones de vigor de los árboles por las condiciones particulares de cada huerta, por efecto del clima solo puede atribuirse el efecto del tiempo de crecimiento.

Desarrollo del fruto

El fruto se desarrolló adecuadamente, existe un adelanto en las fases de desarrollo en Delicias en relación al norte de Chihuahua, también existe un desfase en la acumulación de unidades calor, Delicias supera a Chihuahua en 300 unidades en cada una de las fases de crecimiento, ya que en chihuahua el desarrollo es más lento por una menor temperatura, como se puede observar en el cuadro 2. El tamaño final del fruto es más chico al norte de Chihuahua, donde alcanza un largo de 44.9 mm, en cambio en Delicias los frutos son más grandes y alcanzan un largo de 60.9 mm, con diferencia estadísticamente significativa, también existe diferencia entre las variedades donde los frutos de la variedad Western tienen un tamaño de 50.3 mm y la Wichita 55.5 mm con diferencia estadísticamente significativa, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 2. Fases de desarrollo del fruto, fecha de ocurrencia y unidades calor acumuladas, por localidad y variedad. Ciclo de desarrollo del nogal pecanero 2015.

Fase de desarrollo	Mes	Western		Wichita		Western		Wichita	
		Norte de Chihuahua				Delicias			
		Fecha	Unidades calor	Fecha	Unidades calor	Fecha	Unidades calor	Fecha	Unidades calor
Inicio de llenado de almendra	julio	28	25	1035	997	18	15	1380	1305
Plenitud del llenado de almendra	agosto	15	8	1273	1181	9	1	1715	1590
Fin de crecimiento	agosto	29	29	1455	1455	14	9	1790	1715

Cuadro 3. Resultado del análisis de varianza y comparación de medias del largo final de brote y fruto y amarre de fruto, por efecto de la localidad, variedad y su interacción. Ciclo de desarrollo del nogal pecanero 2015.

Factor		Largo de brote	Largo de fruto	Amarre de
		cm	mm	fruto
				%
Variedad	Western	9.25	50.3 b	62.4
	Wichita	8.10	55.5 a	62.8
Localidad	Chihuahua	11.7 a	44.9 b	60.0
	Delicias	5.65 b	60.9 a	65.0
Interacción				
	Chihuahua Western	11.8	43.8	57.9
	Chihuahua Wichita	11.6	46.0	62.2
	Delicias Western	6.7	56.8	66.8
	Delicias Wichita	4.6	65.0	63.5
Pr > F				
	Variedad	NS	0.01	NS
	Localidad	0.0001	0.0001	NS
	Int. Var. X Local	NS	NS	NS

*diferencia significativa ($\alpha = 0.01$); NS No significativa; valores con diferente letra, son diferentes estadísticamente, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa.

CONCLUSIONES

El comportamiento del clima tiene un efecto muy significativo en la floración del nogal, donde se observa que una humedad relativa alta y temperaturas bajas originan una deficiente polinización y dos generaciones de floración.

En el presente año, se acumuló una menor cantidad de frío, y una cantidad reducida de días con heladas, lo cual puede originó una brotación irregular y reducido amarre de frutos.

Las fases de floración, desarrollo de fruto y brotación son regulados por la dinámica del comportamiento de la temperatura y humedad relativa.

La integración de información de información climatológica y la dinámica de crecimiento y desarrollo de flores y frutos de las diferentes variedades de nogal permitirá definir modelos para definir objetivamente el proceso de dormancia en nogal para definir estrategias de manejo ante los efectos del cambio climático.

LITERATURA CITADA

Campoy, J., D. Ruiz, L. Alderman, N. Cook y J. Egea. 2012. The fulfillment of chilling requirements and the adaptation of apricot (*Prunusarmenica* L.) in warm winter climats: An approach in Murcia (Spain) and the Western Cape (South Africa). *European Journal of Agronomy*. 37:43-55.

Luedeling, E. 2012. Climate change impacts on Winter chill for temperate fruit and nut production: A review. *Scientia Horticulturae*. 144: 218-229.

Samish, R.M., 1954. Dormancy in woody plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 5, 183-204.

Wood, B. W. 1997. Source of pollen, distance from pollinizer, and time of pollination affect yields in block-type pecan orchards. *HortScience* 32:1182-1185.

Wood, B. W. 2000. Pollination Characteristics of Pecan Trees and Orchards. *HortTechnology*. 10:120-126.

Tipología de prácticas manejo de tierras de temporal del Norte de Durango, México mediante imágenes LandSat 8

Pérez-Salinas, Jesús, López-Santos, Armando and Bueno-Hurtado, Palmira

Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. A.P. 8.
C.P. 35230 Bermejillo, Dgo.

RESUMEN

La identificación de prácticas de manejo de tierras de temporal, en sus diferentes usos, mediante la percepción remota representa una oportunidad, no solo para conocer lo que se hace y cómo se hace, sino que también entre otras cosas, es útil para retroalimentar estudios enfocados a la evaluación de impactos y prescripción de medidas de conservación, recuperación de los recursos naturales, especialmente el suelo y agua. El objetivo del presente estudio fue generar una tipología de prácticas de manejo de tierras de agricultura de temporal del Norte de Durango, México a partir de imágenes LandSat 8 para detectar necesidades de capacitación para la conservación de suelos. La unidad de estudio comprendió los municipios de San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero, los cuales se enmarcan en las coordenadas extremas de 25°59'48.57" y 25°21'46.29" de Latitud Norte y 104°29'46.01" y 104°01'19.38" de Longitud Oeste, ocupando 2552.2 km² de superficie. El área de estudio se encuentra en una zona de transición entre las zonas áridas y templadas, el clima predominante es seco templado, donde se practica primordialmente la agricultura de temporal. Como aproximación se descargaron del USGS las escenas LandSat 8 (30_42 y 31_42) para los meses de Agosto, Mayo y Octubre, de las cuales se extrajo el área, permitiendo crear una ventana que cubrió el área de estudio, posteriormente se procesaron las bandas 3 y 4 para determinar el índice normalizado de vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés) cuya línea base de estudio fue el 2014, además de ello, se llevó a cabo una clasificación supervisada para determinar los diferentes usos de la tierra y detectar con ello el uso agrícola, definición que permitió determinar un tamaño de muestra de 31 parcelas; la tipología se realizó a partir de un instrumento de campo para el que se definieron 6 categorías (color del suelo, incorporación de residuos de cosecha, pendiente, profundidad efectiva, manejo del agua y erosión) y 16 indicadores aplicados a partir de la técnica Kappa-Cohen, la información de campo se analizó por medio de tablas de contingencia del módulo de estadísticas descriptivas en SPSS. Los resultados mostraron concordancias significativas ($\alpha \leq 0.05$) y altamente significativas ($\alpha \leq 0.001$), que representaron acuerdos sustanciales (Kappa = 0.686) que indican que más de la mitad de los casos estudiados (52%) no realizan prácticas adecuadas para el manejo del agua de lluvia para favorecer los cultivos, y que las prácticas vegetativas y de incorporación de materia orgánica están ausentes por lo que la reducción de la erosión edáfica no es una prioridad para los agricultores de la unidad de estudio.

Palabras clave: Erosión, labranza de conservación, percepción remota, NDVI, índice Kappa

Actividad antifúngica *in vitro* de productos naturales ante cepas de *Rhizoctonia solani* Kühn.

Hernández-Juárez, Rita Guillermina¹, Jiménez-Díaz, Florencio¹, Esparza-González, Sigfredo², Téllez-López, Miguel Ángel², Castro-Barraza, Fernando², García-Luján, Concepción^{2*}.

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Departamento de Parasitología. Carretera a Santa Fé, Torreón Coah.

² Facultad de Ciencias Químicas UJED. Departamento de Posgrado e Investigación. Av. Artículo 123 s/n Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio Dgo.

*Autor por correspondencia: conygarcialujan@hotmail.com

RESUMEN

El amplio uso de pesticidas dedicados al control de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos agrícolas, ha demostrado tener un efecto negativo en los sistemas agrícolas, afectando a la flora y fauna nativa, además de su acumulación en suelos y mantos acuíferos. El objetivo de este estudio fue la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) de extractos vegetales e infusiones de especies vegetales ante *Rhizoctonia solani* Kühn, mediante la técnica de difusión en placa con sensidiscos. Los extractos se realizaron por maceración con solventes, las infusiones se prepararon con hojas secas de las especies vegetales. Los resultados mostraron que los extractos vegetales con mayor inhibición del crecimiento del hongo fueron: nogal (hexano) y guamúchil (etanol) con un 60 y 58% de inhibición, las infusiones que mostraron una mayor inhibición del hongo fueron: damiana, naranja agria, toloache, limón y nogal, con un 87, 68, 66, 60, 52 y 51% de inhibición. Las infusiones tuvieron un mejor efecto inhibitorio, lo cual genera nuevas opciones biodegradables y sin efectos dañinos en el ambiente y en el organismo humano.

Palabras clave: Rizoctoniasis, extractos vegetales, infusiones, principios activos.

ABSTRACT

The widespread use of dedicated control of pests and diseases affecting crops pesticides has shown a harmful effect on agricultural systems that have been identified since the loss of biological efficiency in their control until a negative impact on native flora and fauna, in addition to their accumulation in soils and groundwater. The purpose of this work is the determination of the minimum inhibitory concentration (MIC) of plant extracts and infusions by diffusion technique sensidiscs plate. Extracts were made by mashing with solvents, infusions were prepared with dry leaves of the plant species. The results showed that the plant extracts with the greatest inhibition of fungal growth were: walnut (hexane) and guamúchil (ethanol) with 60 and 58% inhibition, infusions showed greater inhibition of fungus growth. They were damiana, bitter orange, datura, lemon and walnut, with 87, 68, 66, 60, 52 and 51% inhibition. Infusions had a better inhibitory effect, which generates new biodegradable without harmful effects on the environment and in the human body.

Key words: Rizoctoniasis, plant extracts, herbal teas, active ingredients.

INTRODUCCIÓN

Las características de la agricultura moderna basada en explotación intensiva de suelos agrícolas, monocultivos, uso de altas cantidades de insumos agrícolas (insecticidas, fertilizantes, herbicidas, bactericidas, nematocidas, fumigantes de suelos etc.) con el fin de sostener la productividad y satisfacer las necesidades de alimentos de una población con crecimiento exponencial a nivel mundial, ha tenido como consecuencia en los últimos años la contaminación de mantos acuíferos, medio ambiente, y suelos, creando condiciones muchas veces limitantes para la producción de alimentos. El uso intensivo de pesticidas dedicados al control de plagas y de enfermedades que afectan a los cultivos agrícolas bajo estas condiciones de agricultura intensiva, ha demostrado tener efecto dañino en los sistemas agrícolas, que han sido identificados desde pérdida de eficiencia biológica en el control de los mismos hasta efectos negativos en la flora y fauna nativa. En la agricultura moderna la aplicación excesiva de pesticidas comerciales ha aumentado considerablemente, y esto ha traído graves consecuencias, a nivel mundial se conocen alrededor de diez millones de sustancias químicas, de las cuales 70,000 son de uso corriente, incluyendo medicamentos y plaguicidas. Cada año ingresan al mercado entre 500 y 1,000 nuevas sustancias, generándose entre 300 y 400 toneladas de desechos peligrosos (Peralta, 2006).

La utilización de los extractos vegetales para el control de enfermedades representa una alternativa para el manejo integrado de los cultivos. El empleo de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades en el marco de una agricultura sostenible constituye una alternativa promisoriosa, debido a su elevada efectividad y no ser contaminantes del ambiente (Rodríguez *et al.*, 2000).

El manejo de las enfermedades bacterianas en plantas se ha hecho mundialmente difícil debido a la resistencia a los productos químicos que durante muchos años han sido empleados en la agricultura. El efecto de extractos de ciertos vegetales tales como el ajo (*Allium sativum*) y la cola de caballo (*Equisetum arvense*) en el control de enfermedades fungosas y bacterianas en plantas es conocido mundialmente, sin embargo existe poca información sobre otros extractos vegetales que tengan el mismo efecto (Chirinos, 2013).

Los productos de origen vegetal han sido, en las últimas dos décadas, mayormente estudiados en su parte química, con énfasis en los metabolitos secundarios, los cuales están implicados como principios activos de utilidad en el control biológico contra patógenos o plagas, y en ciertos casos activando procesos de defensa en la planta, brindando una protección preventiva (Ramírez, 2009).

Debido a la problemática que presenta el uso indiscriminado de los fungicidas sintéticos, es necesario desarrollar alternativas naturales para el control de enfermedades. Una de estas

estrategias es el uso de extractos vegetales, infusiones y/o aceites esenciales. Además de tener un origen biológico, son biodegradables y manifiestan un mínimo impacto negativo sobre la salud humana y en el ambiente (Bravo *et al.*, 2000).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED, específicamente en el Laboratorio “B” de investigación y en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, durante el período de enero del 2013 a diciembre del 2014, los experimentos se realizaron bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial.

Material vegetal

Después de ser colectado el material vegetal, se colocó en una bolsa de papel. Donde se etiquetó el nombre y el lugar de colecta. El material se dejó secar en la sombra durante 15 días, pasado este tiempo se procedió a moler, para lo cual se utilizó una licuadora (Osterizer) y un mortero, hasta obtener un polvo fino, el cual se guardó en una bolsa de polietileno estéril etiquetada y a temperatura ambiente hasta su utilización.

Cepa del hongo fitopatígeno

La cepa de *Rhizoctonia solani* Kühn fue proporcionada por personal del Laboratorio de fitopatología del INIFAP, en Matamoros Coahuila, se conservó en medio de cultivo de Agar Papa Dextrosa (PDA), en refrigeración, 72 horas antes del estudio se resembró para su activación, se incubó a 24°C y se reservó para su uso en los ensayos.

Preparación de los extractos y de las infusiones

Para la preparación de los extractos se pesaron 40 gr del material vegetal seco y molido, se agregaron 150 ml de cada solvente (etanol, hexano y cloroformo), para buscar la afinidad de polaridad química con los principios activos (metabolitos), se dejaron reposar por 72 h, en frasco ámbar para protegerlos de la luz. Transcurrido el tiempo se filtró el material y se guardó el líquido resultante en refrigeración. Este proceso se efectuó por tres veces. Por último se sometieron los productos resultantes a un rotaevaporador (Buchi), para eliminar la totalidad del solvente y obtener los extractos puros.

Para las infusiones se colocaron 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitado y se dejó en una parrilla eléctrica hasta ebullición, enseguida se adicionaron 1.0 gr de hojas secas, se dejó en ebullición por un minuto, se dejó enfriar y se pasó la solución por un filtro miliporo estéril (Sterile Syringe, CA 0.22 µm).

Preparación de las diluciones a partir de los extractos puros

Se colocan una serie de 6 viales con 100 μL de agua destilada estéril y se procedió a colocar 0.002 gr del extracto puro en un vial inicial, para luego homogenizarlo con 100 μL de agua destilada estéril y pasar 75 μL de este al primer vial y se adicionaron 425 μL para obtener la primer concentración de 500 $\mu\text{gr}/\mu\text{L}$ se homogenizaron y se pasaron 100 μL al segundo vial y así consecutivamente hasta llegar al último vial y desechar los 100 μL restantes, se obtiene de esta manera concentraciones del extracto de 500, 250, 125, 62.5 $\mu\text{gr}/\mu\text{L}$.

Se elaboraron infusiones a diferente concentración: 2gr/100ml, 4gr/100ml y 8gr/100ml. A partir de éstos productos se impregnaron los sensidiscos de manera uniforme con 12.5 μL . Todas las pruebas se realizaron por triplicado y se utilizó el control con el antifúngico Uniform, según las indicaciones del proveedor.

Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) mediante la técnica de difusión en placa con sensidiscos

Para las pruebas se utilizó el Agar de Papa Dextrosa (PDA), se prepararon tres placas para cada extracto, los sensidiscos se cortaron de papel filtro Whatman, de 6 mm de diámetro y se esterilizaron. Los sensidiscos estériles se colocaron de manera equidistante, se impregnaron con 12.5 μL , de las diferentes concentraciones del extracto y se incluyó un sensidisco control con antifúngico (Uniform). Por último se colocó un cuadrado de 1 cm del agar con el cultivo del hongo en el centro de la placa. Se incubaron a 24 °C y transcurridas 72 h, se realizó una primera lectura, se realizaron lecturas subsecuentes cada 48 horas, midiendo con una regla milimétrica desde el centro del hongo hasta donde llegaba su crecimiento en dirección de cada sensidisco. Se elaboró un registro de resultados en base al crecimiento radial del micelio del hongo en la caja Petri.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se buscó la concentración mínima inhibitoria de los extractos e infusiones de diez especies vegetales ante cepas del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, que se muestran en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Especies vegetales estudiadas y lugar de colecta.

Nombre común	Nombre científico	Lugar de colecta
1. Nogal	<i>Juglans regia</i>	UAAAN-UL
2. Neem	<i>Azadirachta indica</i>	UAAAN-UL
3. Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	UAAAN-UL
4. Limón	<i>Citrus limon</i>	UAAAN- UL
5. Higuera	<i>Ricinus communis</i>	Francisco I. Madero, Coah.
6. Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Área urbana de Torreón
7. Tabaco silvestre	<i>Nicotiana glauca</i>	Ejido Santa Fe
8. Calabacilla loca	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Francisco I. Madero, Coah.
9. Damiana	<i>Turnera diffusa</i>	Expendio de planta medicinal, Torreón Coah.
10. Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Ejido La Esperanza municipio de Matamoros

Extractos vegetales con las especies estudiadas

En el **Cuadro 2**, se muestra el crecimiento del micelio en mm del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn ante los extractos etanólicos, hexánicos y clorofórmicos. El análisis estadístico indica que no hubo diferencia significativa entre los extractos de las diferentes especies evaluadas. Los extractos hexánico de nogal y etanólico del guamúchil, presentaron el menor crecimiento radial con 14.03 y 14.9mm (en un porcentaje de inhibición del crecimiento del hongo de 60 y 58 % respectivamente), estos valores se consideran con la misma significancia que el valor calculado por el tratamiento del fungicida utilizado como testigo químico, el cual presentó un crecimiento radial de 10.01 mm con un porcentaje de inhibición del 72% en relación con el testigo sin extracto.

Cuadro 2. Medidas de crecimiento radial (mm) del micelio del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn en extractos vegetales.

Especie / solvente	Crecimiento del micelio (mm)	% de inhibición
Testigo (sin extracto)	35a	
Damiana cloroformo (<i>Turnera diffusa</i>)	33.87a	3
Calabacilla hexano (<i>Cucurbita foetidissima</i>)	33.67a	4
Huizache cloroformo (<i>Acacia farnesiana</i>)	32.53ab	7
Huizache hexano (<i>Acacia farnesiana</i>)	31.26 ab	11
Calabacilla cloroformo (<i>Cucurbita foetidissima</i>)	31.06ab	12
Neem hexano (<i>Azadirachta indica</i>)	21.06defgh	40
Limón hexano (<i>Citrus limon</i>)	21.00defgh	40
Naranja hexano (<i>Citrus aurantium</i>)	20.87defgh	41
Neem etanol (<i>Azadirachta indica</i>)	20.53defghi	42
Neem cloroformo (<i>Azadirachta indica</i>)	19.60defghij	44
Higuerilla cloroformo (<i>Ricinus communis</i>)	18.40defghij	48
Guamúchil hexano (<i>Pithecellobium dulce</i>)	16.20ghij	54
Nogal cloroformo (<i>Juglans regia</i>)	15.97hij	55
Guamúchil etanol (<i>Pithecellobium dulce</i>)	14.9ij	58
Nogal hexano (<i>Juglans regia</i>)	14.03j	60
Testigo químico (Uniform)	10.01j	72

Valores con las mismas letras dentro de las columnas, indican que son estadísticamente iguales.

El análisis estadístico no presentó diferencia significativa en el crecimiento del hongo ante las diferentes concentraciones (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Diferencias estadísticas en el crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn (mm) en cinco concentraciones de extractos vegetales.

Concentración $\mu\text{gr}/\mu\text{L}$	Crecimiento del micelio del hongo (mm)
500	22.9a
250	22.7a
125	22.3a

62.5	22a
31.25	21.4a

Infusiones de las especies estudiadas

En el **Cuadro 4** se muestra el crecimiento del micelio en mm del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, ante las infusiones. El análisis estadístico indicó que no existe diferencia significativa entre los extractos de las diferentes especies evaluadas. El extracto de damiana (*Turnera diffusa*), presentó el menor crecimiento del micelio 3.81mm.

Cuadro 4. Medias de crecimiento radial (mm) del hongo *Rhizoctonia solani kühn* en las infusiones.

Especie	Crecimiento del micelio (mm)	% de inhibición
Testigo sin extracto	29.02a	
Tabaco (<i>Nicotiana glauca</i>)	16.56abcde	43
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i>)	15.62bcde	46
Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	15.50bcde	47
Nogal (<i>Juglans regia</i>)	14.43bcde	51
Limón (<i>Citrus limon</i>)	14.00bcde	52
Naranja (<i>Citrus aurantium</i>)	10.00def	66
Damiana (<i>Turnera diffusa</i>)	3.81f	87
Testigo químico (Uniform)	2.01f	93

Valores con las mismas letras dentro de las columnas, indican que son estadísticamente iguales.

El análisis estadístico no presentó diferencia significativa en crecimiento ante las diferentes concentraciones (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Diferencias estadísticas en el crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn (mm) en cuatro concentraciones de las infusiones.

Concentración mgr/100ml	Crecimiento del micelio (mm)
8	16.7a
4	16.2a
2	13.9a
1	13.6a

Los resultados confirmaron que los extractos vegetales y las infusiones de las especies estudiadas mostraron diferentes grados de efectividad en el control del hongo. Se evidenció que las infusiones tienen un mayor efecto inhibitorio y los extractos tuvieron un menor efecto inhibitorio.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el efecto de extractos vegetales en la inhibición del crecimiento del micelio del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn se consideran prometedoras y algunos de estos concuerdan con los obtenidos por otros autores.

Zunún (2013), probó la efectividad biológica de extractos de nogal (*Carya illinoensis*) sobre el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, concluyo que se obtuvo una inhibición del 100% en el crecimiento del micelio en caja Petri, mientras que Aguilar-Alonso et.al. (2009), determinaron que los extractos de nogal no mostraron acción inhibitoria contra el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, estos resultados son contrastantes y coinciden sólo con el primer autor.

Por otro lado los resultados obtenidos en éste estudio con los extractos de guamúchil y limón concuerdan con la efectividad en la inhibición del crecimiento de otros hongos tales como *Alternaria* spp, *Fusarium* spp, *Pestalotiopsis* spp, y *Rhizopus* spp, reportada por Bautistas-Baños et al., (2000).

Los extractos de limon mostraron una inhibición del 100% de la esporulación de *Rhizopus stolonifer*, según Bautista-Baños, et. al. (2000), resultados que son congruentes con los encontrados en este estudio, solo que los niveles de inhibición fueron de un 40 % con los extractos y de un 52% con las infusiones.

El Neem es otra planta que ha sido probada para conocer su efecto sobre el desarrollo de éste hongo, mostrando resultados irregulares (Suárez-Jiménez et al., 2007), en éste estudio mostro un buen nivel de inhibición especialmente con las infusiones (47% de inhibición).

El huizache ha mostrado resultados prometedores para el control de cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y también la calabacita Italiana (*Cucurbita pepo* L.) (Javalera y Campos, 1998), coincidente con los resultados aquí mostrados para el extracto hexánico de huizache y para el extracto clorofórmico de la calabacilla loca (11 y 12% respectivamente).

Este es el primer reporte de pruebas de laboratorio para determinar la efectividad de los extractos vegetales e infusiones de damiana y toloache en la inhibición del crecimiento del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, esto debido probablemente a que estas especies solo se encuentran en aquellas poblaciones de la zona semidesértica del Norte de México y no habían sido sujetas a investigación.

LITERATURA CITADA

Aguilar-Alonso P., A. R. Navarro-Cruz, A. B. Sánchez-Flores, M. de la C. Meneses Sánchez y R. Ávila-Sosa. 2013. Efecto antifúngico de extractos de plantas originarias del estado de Puebla sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. Ciencia UAT 25:6-11.

Bautista-Baños S., M. Hernández- López y L. L. Barrera-Necha. 2000. Antifungal screening of plants of the state of Morelos, Mexico Again four fungal postharvest pathogens of fruits and vegetables. Rev. Mex. de Fitopatología. 18:36-41.

Bravo L.L., T.K. Bermúdez y B.R. Montes .2000. Inhibición de *Fusarium moniliforme* mediante polvos vegetales y algunos de sus componentes químicos. Manejo Integrado de Plagas57: 29- 34.

Chirinos J., B. Olivares y E. Guevara. 2013. Efectividad Biológica de Extractos Vegetales en el Control *In Vitro* de la Bacteria Fitopatógica *Xanthomona*. Multiciencias, vol. 13:115-121.

Javalera R. A. y B. G. Campos. 1997. Evaluación de extractos vegetales para el control de cenicilla *Erysiphe cichoracearum* de Candolle. Memoria del XXIV congreso Nacional. de Fitopatología. Cd. Obregón Son. México. 102p.

Peralta B. J. E. 2006. Evaluación de la actividad de extractos de hojasén (*Florenia cernua*). D.C. *in vitro* en el control de las bacterias fitopatógenas, *Xanthomonas campestris* P.V., *Phaseoli* (Smith) Dye, *Erwinia carotovora* P.V. *Atroseptica* (van Hall) Dye y *Pseudomonas cichorri* (Swingle) Stapp. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Ramírez G.K. 2009. Actividad Antifúngica *in vitro* de Extractos Vegetales Inhibidores de *Fusarium oxysporum f. sp. Gladioli* y *Curvularia f. sp. Gladioli*. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas. Orizaba, Ver.

Rodríguez A. T., D. Morales y A. Ramírez M. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de hongos fitopatógenos. Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba. 21:79-82.

Suarez-Jiménez G. M., M. O. Cortéz-Rocha, E. C. Rosas-Burgos, A. Burgos Hernández, M. Plascencia- Jatomea y F. J. Lincio-Morovogui. 2007. Antifungal activity of plant methanolic extract against *Fusarium verticilliodes* (Sacc.) nirenb and fumonisin BI production. Rev. Mex. de Fitopatología. 25:134-142.

Zunún C. E. M. 2013. Evaluación de la efectividad biológica de extractos de nogal *Carya illinoensis* Koch, para el control de hongos del suelo *Rhizoctonia solani* Kühn *in vitro* y *Fusarium oxysporum schleched in vitro*. Tesis de licenciatura. UAAAN- Buenavista Saltillo Coahuila. 46p.

Establecimiento de una pradera de zacate maralfalfa *Pennisetum purpureum* Schumacher con fertiriego en el Valle del Yaqui, Sonora

Feuchter-Astiazarán, Fernando Roberto

Centro Regional Universitario del Noroeste
Universidad Autónoma Chapingo. Colima # 163 norte
Cd. Obregón Sonora, México. C.P. 85 000
Tel/Fax (644) 4 13 71 71
feuchter57@yahoo.com

RESUMEN

La integración ganadera con la agricultura mediante el establecimiento de praderas irrigadas optimiza el uso de los recursos naturales, reduce el efecto de la desertificación en los agostaderos, mejora los parámetros productivos del hato reproductor, los animales para venta adquieren un valor agregado y mejora la rentabilidad.

La siembra de zacate maralfalfa con un sistema de fertiriego ahorra agua de riego, oportunamente se integran los fertilizantes y la palatabilidad incrementa el consumo.

En el municipio de Bacúm, Sonora se establecieron 18 hectáreas con fertiriego. Se instaló una red de tuberías en el subsuelo con surcos a 80 centímetros de separación y bombas de control para distribuir por medio de cintas subterráneas el agua por goteo.

El crecimiento del zacate fue satisfactorio logrando una cobertura vegetal del 100% a los 60 días y los volúmenes de forraje verde se obtuvieron durante la época de estío. El ganado se sacó de los potreros del agostadero antes de las lluvias reduciendo la carga animal y permitió el crecimiento del zacate tierno al inicio de las lluvias.

El uso de praderas irrigadas facilita el movimiento estratégico del hato para reducir indirectamente la desertificación. El consumo de forraje cortado en verde mejora la condición física de los animales.

Palabras clave: maralfalfa, irrigación, pradera, pennisetum, desertificación

ABSTRACT

The integration of cattle production with agriculture among the establishment of irrigated prairies will optimize the use of the natural resources, it will reduce the effect of desertification in the land, it will improve the productive parameters of the reproductive herd, the animals for sale will acquire an aggregated value and the rentability will improve.

Planting maralfalfa grass with an irrigation system will save water, aloud to apply fertilizers on time and the palatability will increase consumption.

There was established 18 hectare under an irrigated system in the Bacum, Sonora County. There was an underground installation of water tubes around the field separated at 80 cm for each **roud** and the control pumps distribute water using underground belt droppings.

The grass growth was satisfactory reaching a vegetative cover of 100% at 60 days after plantation and the volumes of fresh forage were cut in the dry season. The cattle herd took out of the ranch before the rainy season started, this reduced the pressure under the prairie and aloud the growth of the newly grasses at the beginning of the rainy season.

The use of irrigated proairies facilitates the strategic movement of the herd to indirectly reduce desertification effects. The consumption of fresh forage improves animal physical body condition

Key words : Napier, irrigation, prairie, pennisetum, desertification

INTRODUCCIÓN

Problema e importancia

La producción ganadera del estado de Sonora es 85% extensiva, presentando una sobrecarga animal del 200% en los potreros del agostadero nativo, causando un efecto antropocéntrico de desertificación en una región frágil considerada desértica. Para aliviar este problema se han establecido 600,000 hectáreas de zacate buffel de temporal en condiciones no siempre favorables para evitar la erosión del suelo. Los ciclos repetidos de sequía inducen aún más al mal manejo de los potreros afectando inclusive las praderas de temporal, dañando la frecuencia y persistencia de las especies perennes. En consecuencia se registran años de alta mortandad por falta de alimento y agua en las norias.

Solo un 15% de la actividad ganadera tiene el potencial de integrarse con la agricultura mediante el establecimiento de praderas irrigadas para optimizar el uso de los recursos naturales, reducir el efecto de la desertificación en los agostaderos, mejorar los parámetros productivos del hato reproductor, los animales para venta adquieren un valor agregado y mejora la rentabilidad.

De esta manera la formación de un rancho de tres pisos permitiría triplicar la producción ganadera en la misma extensión de tierra. Para un rancho de 2220 hectáreas de superficie que cuenta con un coeficiente de agostadero de 20 hectáreas por unidad animal anual se establecerían 200 ha de pradera de temporal con zacate buffel *Cenchrus ciliaris* con capacidad de producir 3 toneladas de forraje seco por hectárea. Se necesitan 20 ha de riego para lograr la pradera de verde continuo todo el año, ya sea con siembras en verano de zacate bermuda, sorgo y *Clitoria ternatea* asociado en invierno con rye grass, avena, triticale y trébol alexandrino.

A partir del año 2004, los ganaderos de Sonora han estado sembrando praderas irrigadas de zacate Maralfalfa *Pennisetum purpureum* Schumacher. El forraje es un zacate perenne de porte alto, similar al sorgo pero menos duro, ideal para corte que además sí se puede pastorear por su alta palatabilidad. Se busca lograr mediante el verde picado y ensilado de forraje la disponibilidad de obtener forraje fresco todo el año.

La Fundación Produce Sonora está apoyando recursos para la investigación y por medio del Instituto de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad de Sonora (UNISON) se logró obtener un paquete tecnológico que permite al Distrito de Riego autorizar permisos de agua de siembra y a las instituciones bancarias aceptar créditos para financiar. La Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Acuicultura (SAGARPA), Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), han otorgado apoyos federales para que esta tecnología sea transferida a los ocho productores beneficiados en estos programas de fomento.

Si bien se puede decir especulando, que existen en Sonora 70 productores que han establecido 500 hectáreas de este zacate en todo el estado, con predios que van desde 1/3 de ha, en su mayoría tienen 3-5 ha, pero los hay con 40-60 y hasta 100 ha establecidas. El sur de Sonora se ve favorecido por la disposición de agua de riego por gravedad que tiene un menor precio por volumen que la extracción por pozo eléctrico y las heladas son menos intensas que en el Norte. Lo cierto es que unos han abandonado el cultivo hasta barbecharlo pero los que han aprendido su manejo se encuentran en proceso de incrementar la superficie de siembra.

Hay que considerar que no es un cultivo para todo tipo de productor, ya que el manejo de la pradera requiere mayor atención que si se cultivara cualquier otra especie forrajera. La propiedad de ser perenne y el desarrollo vegetativo constante ocasionan que por falta de cortes oportunos existan simultáneamente plantas maduras con valores decadentes nutricionalmente y retoños nuevos tiernos muy acuosos con altos valores de proteína y minerales. Es decir no es un cultivo que se puede dejar en descanso sin riegos ni cortes frecuentes como sucede con otras especies que se ven favorecidas fisiológicamente con un descanso estacional.

Para su siembra, establecimiento y cosecha se siguen las recomendaciones de cultivos ya conocidos para la producción de forrajes. La consulta de literatura para la siembra de caña de azúcar, sorgo forrajero, sorgo grano, maíz forrajero, maíz para elote, maíz para grano son muy útiles. Estos manuales técnicos existentes en cada región fisiográfica de México contienen información suficiente para lograr un establecimiento de zacate maralfalfa con éxito. Los folletos son publicados por INIFAP y las Universidades estatales que cuentan con carreras de agricultura.

El Centro Regional Universitario del Noroeste (CRUNO) como extensión de la Universidad Autónoma Chapingo le ha dado seguimiento a 17 praderas establecidas con zacate maralfalfa durante los últimos dos años. Se ha obtenido experiencia técnica y el conocimiento académico se ha transferido a los productores convocando a los días demostrativos y recorridos de campo. Por medio de la difusión de prensa, televisión, revistas agropecuarias comerciales, medios electrónicos y sitios web se ha ampliado la concientización del ganadero o agricultor en la decisión de sembrar este cultivo de corte.

Para obtener la semilla se busca un cultivo que tenga plantas desarrolladas, sanas sin gusano barrenador, gallina ciega, ataque de rata en tallo, sin estrés por falta de riego o en una zona con precipitación de más de 1500 milímetros anuales de lluvia. Se ha formado una red de

maralfalferos interesados y por medio de ellos se hacen las recomendaciones de quienes tienen simiente disponible para cotizar.

Se corta la planta madura manualmente con machete. El golpe es lo más abajo posible del macollo. Unos prefieren quitarle las hojas superiores para dejar solo la parte más madura. No es necesario pelar la caña quitándole las vainas de las hojas secas. La limpieza solo es para tener un mejor manejo del tercio que se amarra y manipular el tirado de la caña. No se limpia para comer.

Una caña cortada para semilla debe ser plantada en lo inmediato. Existen comentarios que es bueno secar unos días la planta para que cicatrice la superficie de corte. En realidad no es necesario buscar esa cicatrización. La planta cortada para semilla madura conserva muy bien sus propiedades de germinación si se coloca a la sombra en un lugar ventilado y de baja radiación solar. Para semilla puede durar así 20 días con merma de germinación inferior al 5%. Hay quienes ayudan a conservar la semilla regándola diariamente para que conserve la humedad, se deshidrate menos y se propicie la germinación de las raíces. Al adelantarse el crecimiento de las raíces ocasiona que la manipulación de los esquejes de siembra se quiebren las partes frágiles, perdiéndose el adelanto fisiológico ganado.

Antes de colocar la semilla en el suelo puede recibir un tratamiento sumergido al menos por 10 minutos o toda la noche en una pila con enraizador. Todos los productos comerciales trabajan bien. Se estimula que cada nudo presenta germinación y nacencia de plantas, dándole uniformidad al cultivo. Sin que se haya comprobado experimentalmente puede decirse que los macollos de cada nudo presentarán un menor número de plantas por codo.

El tapado del esqueje o semilla con tierra es superficial. Tan solo 2 a 5 centímetros de suelo cubren la caña acostada horizontalmente. Después del riego la tierra se asienta y solo debe quedar una cubierta de tierra que tape la caña dos veces su grosor.

Para suelos de barrial con arcilla, se sugiere la siembra de esquejes inclinados a 45 o 30° deben dejar 2 nudos superficiales y 2 nudos dentro de la tierra. La distancia entre nudos es variable abajo o en la punta de la caña. El segundo nudo debe quedar solo al ras por debajo de la superficie de la tierra. No importa que el esqueje sea de 3 o de 5 nudos. Tampoco si queda el esqueje al revés. Lo más importante es que haya dos nudos abajo del suelo y el último más superficial después que se asienta la tierra con el riego para permitir la emergencia de las hojas nuevas.

No hay mejores resultados comparativos entre caña horizontal o sembrada inclinada. Ambos métodos dan buenos resultados. Las nacencias están en función de otros factores de calidad de semilla, temperatura del suelo y frecuencia de riegos o lluvias para nacer. Un exceso de agua puede afectar la nacencia y podrir el esqueje madre sin que logre germinar. El tapado profundo de 10 cm, la semilla minimiza la nacencia del rizoma por falta de estímulo solar y la hoja muere antes de emerger.

Se puede sembrar con la caña entera con hojas, sin haber realizado corte alguno. El proceso de corte y tirado es más rápido. Se pueden empalmar dos cañas para asegurar una mejor nacencia y cobertura foliar más temprana. Solo que después del riego estas hojas salen del suelo y dan apariencia de tener una pradera nacida y establecida, cuando en realidad las hojas solo buscan la luz del sol. En este momento no ha habido enraizamiento.

Cuando la siembra se hace con caña que tiene yemas con hojas, al regarse se da la apariencia de una nacencia rápida porque salen las hojas. Pero en realidad el nudo no presenta desarrollo de rizoma ni de raíces nuevas. Por lo general estas hojas de las yemas mueren tiempo después. Solo al entrar el invierno con la reducción de las horas luz del día las hojas provenientes de yemas son estimuladas para ramificar su tallo e iniciar la floración de la espiga. No importa la edad de la planta.

El aumentar la densidad de siembra con doble caña por surco, o reduciendo la distancia entre surcos permite lograr un rápido establecimiento, mejor competencia contra malezas y una cobertura foliar al 100% a los 50 días de sembrado. Se puede sembrar en suelo plano con melgas o tirando curvas de nivel para evitar entarquinamientos.

En caso de heladas frecuentes e intensas se debe planear la siembra temprana durante el verano, al menos de 150 a 200 días de anticipación a enero para que el cultivo quede establecido y reciba al menos un corte o primera cosecha y tenga un rebrote suficiente para lograr follaje de cobertura durante la helada. El frío va a secar la planta pero no los rizomas de la raíz. Al pasar febrero o la última semana de heladas, se corta el forraje seco para que entre la luz solar y al recibir el riego se estimule el nacimiento de un cultivo nuevo.

La maralfalfa es un forraje nativo del trópico africano y durante el verano de Sonora la temperatura alcanza 48°C a la sombra. Es de esperarse que el terreno de siembra presentara temperaturas mayores y el suelo realmente está caliente. Al colocarse la simiente en el surco sufre una deshidratación severa por lo que la semilla solo logra germinar al 60% de la densidad de siembra esperada. Es recomendable sembrar sobre mojado con tierra venida para que al colocar el esqueje en el surco no sea colocado en un suelo tan caliente. Es muy importante que el tapado de la semilla cubra toda la caña y que los entrenudos no estén expuestos al sol.

Cada rebrote después de cada cosecha implica recibir una planta nueva. Es decir el cultivo vuelve a tener un día de nacido, con raíces pequeñas y delicadas. La profundidad de las raíces es superficial y así debe manejarse el aporte de fertilizantes y subir la humedad del riego a la capacidad de campo.

No se debe pensar que la maralfalfa nace de una estaca como la vid, rosal, bugambilia, mora, nochebuena, etc. No, la maralfalfa nace de un esqueje o material vegetativo que tiene una división en serie de nudos y a su alrededor se encuentran uno puntos claros o cafés envueltos y protegidos por la vaina de la hoja. En contacto con la humedad del suelo salen de estos puntitos

las verdaderas raíces propiciadas con un engrosamiento rizomatoso que da lugar a la formación de las hojas.

El círculo de puntitos en cada nudo es numeroso pudiendo ser de 20 a 30 y en cada nudo el macollo que se forma sale con 3 a 10 plantas en un solo punto. Cada planta es independiente fisiológicamente una de la otra. No están conectadas, solo comparten un espacio reducido de suelo. Esta propiedad facilita incrementar la densidad de plantas por hectárea en mayor cantidad que cualquier cultivo. Un macollo maduro puede tener 20 a 100 plantas.

La planta madre o semilla muere. Después de nacer y desarrollarse el macollo, el esqueje que se sembró deja de tener función alguna. Pasa a ser un residuo de la siembra.

Cuando la planta esta parada, no de semilla en contacto con el suelo, sino como follaje vertical, este círculo de puntitos genera raíces adventicias que no tienen función activa para la absorción de nutrientes, pero son indicativos de la madurez de la planta para semilla. Su crecimiento se debe a una humedad relativamente alta en el ambiente propiciada por la lluvia, alta densidad de población de plantas por hectárea o por riegos con cañón de aspersion. Las raíces adventicias no tienen repercusiones en el volumen de producción.

En cada nudo existe una yema. Esta yema da lugar a las ramificaciones que producen la espiga. No es común que esta yema de lugar al rizoma de la nueva planta, pero sí puede suceder. La semilla de la espiga es infértil por ser un híbrido. La espiga es parecida al zacate buffel que tiene 4 cariósides fértiles. En el caso de la maralfalfa solo una fracción menor al 1% logra ser fértil. Por lo que tiene un bajo potencial de diseminación como maleza de los cultivos. En el caso de la caña de azúcar la yema sí da lugar a la nueva planta y se puede considerar la semilla del esqueje.

La espiga como forraje no es apetecible por el ganado por carecer de jugos azucarados y fibra cruda. En realidad causa molestias en la boca y tracto digestivo, ya que por su textura dificulta la masticación y la pelusa se pega en los dientes y cachetes. Esto inquieta al animal y baja su consumo voluntario el resto del día.

Para maralfalfa se establece su siembra y el primer corte de forraje se debe realizar pasando los 120 días de crecimiento y hasta 150 días de nacida. Esto da tiempo para que los rizomas se establezcan en el suelo y cobren fuerza para ofrecer nuevos rebrotes. Después de este 1er corte sí se puede programar cortes de 40, 60, 90, 120 y hasta 150 días de lapso entre cada corte.

Un período de cortes de 150 días es para producir plantas maduras propias para semilla. En cambio si los cortes son cada 120 días el forraje es para ensilar. Si se busca dar verde picado se recomiendan cortes cada 90 días. Considerando que la mejor calidad de masa y nutrientes se logran con un forraje de 60 días. Hay quienes prefieren pastoreo cada 40 días en rotación de potrero y que en el terreno no se queden cañajotes alzados que posteriormente pueden dañar los ojos de los animales en la pradera.

Cada programa de manejo se modifica con la estación del año, el tipo de suelo y el objetivo de cosecha que se pretende. Se requiere un programa diferente de riego en frecuencia y lámina o volumen. De la misma manera la aplicación de fertilizantes va en función del forraje extraído con anterioridad para recuperar los nutrientes del suelo que fueron absorbidos por las plantas. La suplementación de los animales va a ser diferente para cada sistema de corte y el tiempo de rotación de potreros por pastoreo directo.

En caso de necesidad o conveniencia se pueden realizar pacas henificadas. Hay que considerar que el largo de la caña requiere una empacadora de 3 hilos calibrada a la presión de esquilmos de paja de maíz para que la elaboración de pacas no se desbarate con el manejo.

Existen muchos diseños para la instalación del equipo de fertiriego y la colocación de tuberías con sus bombas reguladoras a lo largo de la superficie de siembra. Se colocan las cintas de goteo con subsuelo subterráneo a 30 cm, distribuidas en surcos a 80 cm de separación.

La siembra manual con esquejes cortados a 50 centímetros en ambos costados del lomo del surco. El procedimiento siguió los pasos que ya se han descrito con anterioridad. Se logró un establecimiento del 80% de cobertura basal debido a fallas en la calidad de la semilla y por haberse presentado dos heladas durante los días de germinación.

La toma de agua se conecta al canal de riego y por medio de una bomba de presión se distribuye en parcelas de 1 ha cada una. El sistema de riego cuenta con un inyector o venturi para la aplicación de fertilizantes y limpiadores de tuberías o ácidos suaves.

En el 2007 el CRUNO realizó el siguiente trabajo que permite hacer una comparación actual para justificar la viabilidad económica y financiera de establecer paraderas irrigadas. Hay que considerar las fluctuaciones cambiantes del mercado internacional de granos o cereales principalmente.

Se consideró una paridad de \$11.00 el dólar, el grano de maíz a un precio de \$2,500.00 la tonelada, la paca de alfalfa acicalada se vendía a \$ 1,850.00 la tonelada de heno. Comparando nutritivamente el grano de maíz con el silo forrajero su precio debió haber sido de \$1,540.00 por tonelada. Esto saca el uso de grano fuera de la dieta si no hay restricción en la formulación de una ración al mínimo costo.

Un maíz eloteado en pie se compraba a \$400.00 la Tn de planta en verde picado, siendo una muy buena opción de forraje disponible en las zonas agrícolas de irrigación.

Cuadro 1 comparativo de opciones con forrajes irrigados 2007 en el sur de Sonora.

CULTIVO	Costo directo \$/ha	total por ciclo	Rendimiento de forraje verde Ton/ha	Costo de producción \$/Ton
Sorgo 1* temporal	3,100		8	388
Sorgo 2* riego ensilado	49,000		180	272
Sudan 3* riego pastoreo	21,700		70	310
Ryegrass 4* riego pastoreo	20,000		60	333
Alfalfa 5* riego corte 1er año	25,600		89	288
Alfalfa corte 2do año	26,900		124	217
Bermuda 6* riego pastoreo 1er año	28,100		***0	329
Bermuda 2do año	16,000		134	120
Bermuda semilla 7* riego pastoreo 1er año	22,150		64	346
Bermuda semilla 2do año	20,700		106	195
Maralfalfa 8* 1er año	60,000		170	353
Maralfalfa 2do año establecida	18,000		320	57

Consideraciones y notas:

- 1.- No se fertiliza. Se puede cortar y acarrear el forraje al corral para un mejor aprovechamiento.
- 2.- Se consideran dos cortes durante el año y altas dosis de fertilizantes.
- 3.- Se consideran dos pastoreos, pero con buen manejo se pueden lograr tres y un mayor rendimiento por hectárea.
- 4.- Su calidad nutritiva permite incrementos de 700 gramos por día.
- 5.- El primer año se consideran seis cortes con 134 pacas por hectárea. En el 2do año hay diez cortes con 113 pacas por hectárea. El precio varía de \$30.00 a \$ 45.00 por paca. Su compra debería depender de su valor nutritivo y no por la popularidad y demanda. En el año 2015 el precio está a \$50.00 por paca de 30 kilos, pero su precio fluctúa de 40 a 100 pesos durante el año.
- 6.- Se establece con estolones o material vegetativo y el primer año no se pastorea para estimular su establecimiento. Esto incrementa su costo antes de su aprovechamiento.
- 7.- Se siembra considera la semilla de grano pura viable.
- 8.- El establecimiento manual y material vegetativo sube el costo de establecimiento. Después de establecido los costos se limitan al riego, fertilizantes y cosechas.

Como puede observarse en este análisis del 2007 para maralfalfa el consumo de 40 kilos de forraje verde a razón de \$0.16 por kg más 1 kg de grano a \$2.50 kg se logran aumentos de peso de 850 gramos diarios a un costo por alimentos de \$ 8.90 más algunos centavos del suplemento mineral.

Cuadro 2 comparativo de maralfalfa irrigada 2015 en el sur de Sonora.

CULTIVO	Costo directo \$/ha	total por ciclo	Rendimiento de forraje verde Ton/ha	Costo de producción \$/Ton
Maralfalfa 8* 1er año	104,000		170	612
Maralfalfa 2do año establecida	22,000		320	69

Para un análisis comparativo 2007 al 2015 con el mismo consumo y el forraje a un precio de \$0.26 por kilo en verde más 1 kg de grano a \$3.60 kg el animal tiene un costo diario de \$ 14.00. Se puede considerar el precio del ganado en pie a razón de \$ 80.00 kg.

Por ser un cultivo perenne y estar integrado a la producción ganadera de pie de cría, engorda y elaboración de ensilados. El crédito requiere financiamiento como refaccionario a largo plazo aún sin considerar la instalación del equipo de fertiriego debido a que el ingreso del ganadero se obtiene con la venta de las crías y animales finalizados y no con la venta inmediata del forraje. De no ser así al productor ganadero le conviene suplementar con granos que producir forraje fresco irrigado.

En el año 2015 con una paridad de \$16.77 pesos por dólar y un mercado caído de los granos que oscila CBOT para maíz amarillo 180, trigo duro 198, sorgo 213, soya 405 dólares por tonelada métrica respectivamente se hace atractivo la importación de granos como maíz y trigo para la alimentación animal, ya que el precio nacional es de 3600, 4351, 3442 y 6915 pesos por tonelada métrica.

El gran contenido de agua del forraje irrigado implica una baja cantidad de materia seca y este concepto ha alterado la precepción de los nutriólogos para considerarla como ingrediente en la formulación de raciones a mínimo costo. Por ello si el forraje es utilizado para mejorar la condición corporal de los vientres del hato reproductor y con ello incrementar los parámetros reproductivos o para lograr mayores incrementos de peso de los becerros destetados.

Cada ganadero decide el uso más adecuado para el forraje producido.

Objetivos

La siembra de zacate maralfalfa con un sistema de fertiriego ahorra agua de riego, oportunamente se integran los fertilizantes, se logra un crecimiento óptimo de biomasa y la palatabilidad por ser un forraje succulento incrementa el consumo diario del animal.

En el sur de Sonora esta especie forrajera se puede sembrar básicamente los 12 meses del año. La cobertura húmeda que permite el uso de fertiriego evita la helada del rizoma sin que la planta muera aun cuando el forraje se marchite por congelamiento.

La cosecha de forraje es versátil pudiendo ser pastoreado directamente por los animales en la pradera, realizar corte con maquinaria para ofrecer verde picado dos veces al día, cortar el forraje con un contenido menor al 80% de humedad para ser conservado por medio del silo fermentado anaeróbicamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el municipio de Bacúm, Sonora se establecieron 18 hectáreas con fertiriego. Se instaló una red de tuberías en el subsuelo con surcos a 80 centímetros de separación y bombas de control para distribuir por medio de cintas subterráneas el agua por goteo.

La siembra se realizó en diciembre del 2014 a partir de una pradera establecida de 2 ha en el mismo predio. La planta para simiente se dejó madurar para cortarla manualmente con machetes.

Se formaron las cuadrillas de trabajadores de 4 cortadores, 4 acareando en tractor y batangas la caña cortada, 8 limpiadores y cortadores de esquejes, eliminando las partes tiernas y malas de la caña.

La siembra se realizó en surcos separados a 80 centímetros colocando el esquejo horizontal en ambos costados del surco. Se buscaba alejar las raíces del orificio de salida de la cinta por goteo y reducir el riesgo de taponamientos. No se tienen pruebas que sucedan con maralfalfa, pero hay reportes de cultivos hortícolas que ocasionan este tipo de problemas con el sistema de riego. La cuadrilla de sembradores era fluctuante entre 30 a 50 personas diarias.

RESULTADOS

El crecimiento del zacate maralfalfa bajo riego fue satisfactorio logrando una cobertura vegetal del 100% a los 60 días y los volúmenes de forraje verde se obtuvieron durante la época de estío. El ganado se sacó de los potreros del agostadero antes de las lluvias reduciendo la carga animal y permitió el crecimiento del zacate tierno al inicio de las lluvias. Esta práctica de manejo permite la recuperación de la vegetación nativa del agostadero al reducirse la carga animal en el momento de germinación de los zacates del monte.

A los animales se les proporcionó en comendero forraje de maralfalfa cortada manualmente, sin picar, La aceptación del consumo tuvo preferencias contundentes sobre el sorgo forrajero y zacate Johnson.

El hato reproductor con vacas paridas y toros en descanso recuperaron peso y condición corporal para el próximo empadre. Los becerros se pudieron destetar más temprano al recibir alimento verde y succulento. Se observó un incremento de peso superior cuando los animales consumían

zacate maralfalfa. Los corrales con animales chicos solo dejaban las cañas más gruesas de la maralfalfa.

El proceso de ensilado requiere de la aplicación de maleza para lograr una mejor fermentación láctica. La compactación de un forraje acuoso como la maralfalfa requiere de una buena calidad de picado para lograr densidades superiores a los 600 kg de forraje por metro cúbico de silo.

DISCUSIÓN

El uso de praderas irrigadas facilita el movimiento estratégico del hato para reducir indirectamente la desertificación. El consumo de forraje cortado en verde mejora la condición física de los animales.

Para lograr un máximo aprovechamiento del forraje se requiere equipo especializado de corte y picado adecuado para el zacate maralfalfa. La improvisación de otros equipos forrajeros permite sacar la tarea emergente de aprovechar el forraje, pero no de una manera eficiente y que el tamaño de los trozos de forraje sean apropiados para estimular un mayor consumo.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Juan Manuel Sánchez G., Gerardo Weihs.

LITERATURA CITADA

Camiro Pérez M.A., Cruz Alcalá A. y Pérez Bedolla G.R. 1994. Problemática agrícola de las áreas irrigadas de los valles del Yaqui y Mayo, Sonora. Pp 237-252
<http://chapingo.net/articulo24-25/problematICAagricoladelasareas.pdf>

CIPES, 1989. 20 años de investigación pecuaria en el CIPES. INIP-SARH-GOBSON-UGRS. Hermosillo, Sonora. Pp 1-80

COTECOCA, 1974. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Estado de Sonora. SAG. Abril. pp 1-133.

Herrera Pineda R. 2011. Proceso y apropiación de la unidad de negocios de acopio y comercialización de ganado bovino para el mercado internacional. Tesis. Colegio de Postgraduados. pp 1-142
www.smt.colpos.mx/1/Ramiro%20Herrera%20Pineda.pdf

Lara Bueno A. 1992. La ganadería bovina de carne en el sur de Sonora. Parte II. Preengorda de novillo. CRUNO.

Feuchter Astiazarán F.R. 1979. Efectos de la defoliación mecánica en maíz (*Zea mays* L.) a diferentes períodos después de la polinización. Tesis. ITESM. pp. 1-30

Feuchter Astiazarán F. R. 1994. Cuaderno de consulta para ganaderos. AGLVY. Sin publicar. Pp.1.33

Feuchter Astiazarán Fernando Roberto 2007. Los costos de forrajes en el sur de Sonora. Revista Sonora Ganadera Núm. 4 pp 34-36.

Feuchter Astiazarán Fernando Roberto 2007. ¿Cuánto cuesta producir una tonelada de forraje irrigado en el Valle del Yaqui? Revista +medios+insumos. Noviembre pp.6-8.

Feuchter Astiazarán F.R. 2014. Taller: Maralfalfa como cultivo alternativo.
www.agrotransfer.org/index.php?option=com_content&view=article&id=263

Feuchter Astiazarán Fernando Roberto 2014. Revista Cebú. www.revistacebu.com son 7 números de abril hasta octubre 2014.

<http://www.revistacebu.com/images/revistas/2014/abril/revista/#page/16/mode/2up> Parte I

<http://www.revistacebu.com/images/revistas/2014/mayo/revista/#page/16/mode/2up> P II

<http://www.revistacebu.com/images/revistas/2014/junio/revista/#page/16/mode/2up> P III

<http://www.revistacebu.com/images/revistas/2014/julio/revista/#page/17/mode/2up> P IV

<http://www.revistacebu.com/images/revistas/2014/agosto/revista/#page/18/mode/2up> P V

<http://www.revistacebu.com/images/revistas/2014/septiembre/revista/#page/16/mode/2up> P VI

http://www.revistacebu.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=237:la-maralfalfa-forrajera-cultivar-de-pennisetum-purpureum-sexta-parte&Itemid=425 P VII

Feuchter Astiazarán F.R. 2015. Revista Sonora Ganadera. Números y páginas (6-32, 9-15, 32-13, 33-13, 34-18, 36-28 y Núm 40 en Pág 33). <http://www.sonoraganadera.com>

Peñuñuri Molina F.J., Peñuñuri B.F.A., Noriega B.E., Arias N.J. y Juvera B.J.J. 2013. Validación del cultivo de maralfalfa y otros cultivos alternativos, como una opción de producción de forraje para el ganado bovino. Pp. 1-11

http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/26/2013/anuales/anu_1301-6-2014-05-1.pdf

Peñuñuri Molina F.J., Sánchez E.A., Peñuñuri B.F.A. y Torrescano U.C.R. 2014. Paquete tecnológico del cultivo de maralfalfa en la costa de Hermosillo, Sonora. Pp.1-20

http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/26/2013/anuales/anu_1301-6-2014-05-5.pdf

Ruiz Hernández I. 1998. Comportamiento de gramíneas forrajeras en suelos salinos regados con agua residual agrícola del Valle del Yaqui. DIEP- ITSON.

Zárate Valdez J.L. 2012. Ganadería y recursos naturales en un área natural protegida del sur de Sonora. pp. 187-197

www.redalyc.org/articulo.oa?id=93924497001

Difusión por la prensa regional: Diario del Yaqui, Tribuna del Yaqui, revista agropecuaria regional Sonora Ganadera, sitios web, programa de televisión agropecuario canal TV2.

Contribución al conocimiento de la flora acuática de los cerros La Virgen y Los Alamitos, Zacatecas, México

Rodríguez-Pérez, Emmeth^{1*}; Enríquez-Enríquez, E. David².

¹Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98068 Zacatecas, Zac., México.

*rdzmth26@live.com ²Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98068 Zacatecas, Zac., México.

RESUMEN

Zacatecas se caracteriza por presentar una economía basada en la minería y en la agricultura, dichas actividades ponen en riesgo los diferentes ecosistemas presentes en el Estado y amenaza gravemente a los ambientes lénticos y lóticos y con ello a la flora que albergan, aunado a esto la falta de un inventario general de la flora del Estado subestima la pérdida de especies ocasionadas principalmente por actividades humanas, es por esto que surge la necesidad de enriquecer el conocimiento acerca de la flora acuática y subacuática del Estado. El área de estudio comprende 2370 ha y se encuentra ubicada entre las ciudades de Guadalupe y Zacatecas, en los cerros La Virgen y Los Alamitos. Para desarrollar el estudio se realizaron visitas periódicas de Enero de 2014 a Enero de 2015, donde se recolectó el material botánico cercano a los arroyos temporales, bordos y presa presente en el área de estudio. Se determinaron 56 especies que pertenecen a 47 géneros y 33 familias. Se concluye que la información que se presenta puede ser una herramienta y servir como base para la elaboración de futuros estudios y planes de conservación. Además de enriquecer la distribución y conocimiento de la flora del estado de Zacatecas.

Palabras clave: Zacatecas, flora acuática, La Virgen, Los Alamitos, conservación.

ABSTRACT

Zacatecas is characterized by an economy based on mining and agriculture economy, such activities endanger the different ecosystems in the Zacatecas State and seriously threatens to lentic and lotic environments and therefore hosting the flora, coupled with this the lack of a comprehensive inventory of State underestimates loss flora caused mainly by human activities, which is why the need to improve knowledge about the aquatic and underwater flora that the State arises. The study area comprises 2370 ha and is located between Guadalupe and Zacatecas counties, in the La Virgen and Los Alamitos hills. Regular visits were made to collect botanical material. The flora was represented by 33 families, 47 genera and 56 species. We conclude that the information presented can serve as a basis for the development of future studies and conservation plans. In addition to enriching the distribution and knowledge of the flora of the state of Zacatecas.

Key words: Zacatecas, aquatic flora, La Virgen, Los Alamitos, conservation.

INTRODUCCIÓN

La información que deriva de los estudios biológicos y ecológicos es la principal base para implementar políticas y acciones ambientales (Castillo et al., 2009); los cuales son de interés particular para el estado de Zacatecas donde los estudios florísticos son escasos (Dávila y Sosa, 1994). Esto puede ser un problema a corto, mediano y largo plazo, ya que las plantas además de ser importantes productores primarios y de participar en muchos procesos biogeoquímicos (Adams, 2007), junto con las algas y cianobacterias son las principales productoras de oxígeno atmosférico, lo que permite la existencia de organismos con metabolismo aeróbico (Keddy, 2007) y son capaces de modificar las condiciones microclimáticas y de ofrecer diferentes tipos de hábitats a otros organismos (Breckle, 2002). Al desconocer las especies que habitan en el territorio zacatecano se subestima la pérdida de especies ocasionadas por diferentes factores como el cambio de uso de suelo, la contaminación y la utilización indiscriminada del recurso hídrico.

Zacatecas se caracteriza por tener una economía basada en gran parte en la minería y en la agricultura (INEGI, 2012). Estas actividades eutrofizan y contaminan el suelo y los diferentes cuerpos de agua (lénticos y lóticos) ocasionando que las especies acuáticas y subacuáticas se vean desplazadas por otras más resistentes o tolerantes a las alteraciones causadas por las actividades antropogénicas o bien a la reducción o pérdida de sus hábitats naturales.

Por lo anterior, se considera de especial interés enriquecer el conocimiento relacionado con la vegetación que se desarrolla en los ecosistemas acuáticos con fines de obtener información útil para su manejo adecuado y su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio comprende una superficie aproximada de 2,370 ha (Figura 1) y se ubica al sureste de la ciudad de Zacatecas y suroeste de la ciudad de Guadalupe. Se encuentra dentro de la subprovincia fisiográfica Sierras y valles zacatecanos, la cual se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental (Cervantes-Zamora et al., 1990), entre 22° 44' 53" y 22° 42' 15" de latitud norte y -102° 33' 39" y -102° 32' 44" de longitud oeste.

El clima predominante en la región es semiseco con lluvias en verano, el rango de temperatura al que se encuentra la ciudad de Zacatecas y Guadalupe va de los 12 a 18°C con condición de canícula y el rango de precipitación va de los 400 a 600 mm, por lo que se considera próxima a la del Cerro de la Virgen. El tipo de vegetación predominante es el pastizal seguido por el matorral (INEGI, 2010). Este último presenta una elevada tasa de recambio de especies, mayor a la de las selvas húmedas (Challenger y Soberón, 2008). Cuenta con varias corrientes de agua que se forman por el escurrimiento pluvial (INEGI, 2013).

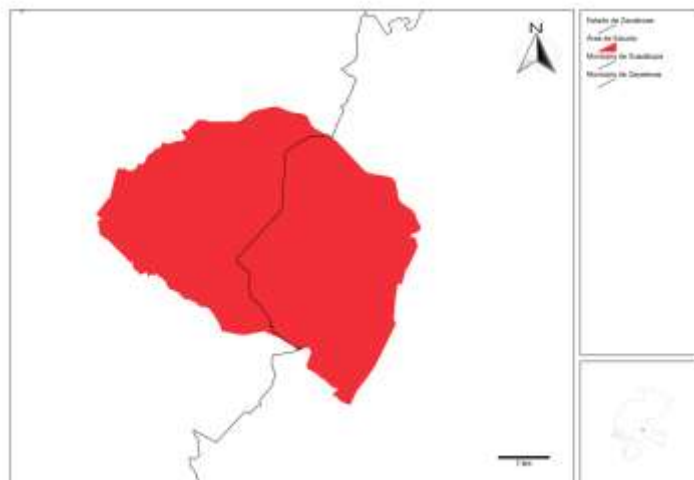


Figura 1. Localización del área de estudio, entre los municipios Zacatecas (izquierda) y Guadalupe (derecha).

Trabajo de campo y de gabinete

Se realizaron visitas periódicas de Enero de 2014 a Enero de 2015, con la finalidad de recolectar material botánico (un ejemplar con dos réplicas) alrededor de los diferentes ecosistemas lóticos y lénticos presentes en los cerros. Los ejemplares herborizados se identificaron con literatura especializada y se depositaron en los herbarios de la Universidad Autónoma de Zacatecas (HUAZ) y en el Herbario de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (HUACB).

RESULTADOS

La presa ubicada al sureste del cerro La Virgen, los arroyos temporales y bordos presentes en el área de estudio, presentan una riqueza florística compuesta por 33 familias, 47 géneros y 56 especies de plantas acuáticas y subacuáticas (Apéndice 1). Las familias mejor representadas son Poaceae (nueve especies), Asteraceae, Cyperaceae y Polygonaceae (todas con cuatro especies).

DISCUSIÓN

La principal causa que al parecer limita el desarrollo de la vegetación acuática y subacuática es la poca precipitación y ausencia de corrientes de agua en gran parte del año, ya que en la presa en la que a lo largo del año presenta una cantidad considerable de agua, presenta especies como *Potamogeton nodosus*, *Heteranthera peduncularis*, *Nierembergia angustifolia*, *Limosella aquatica*, *Marsillea* sp, *Ludwigia peploides*, *Eleocharis montevidensis* y *Callitriche heterophylla*.

Sin embargo en los arroyos temporales se alberga la mayor riqueza de especies, ya que el banco de semillas y la tasa de recambio se ve favorecida por situarse principalmente dentro de un ambiente xerófilo, en estos ambientes lóticos se presentan especies como *Riccia* sp, *Philonotis* sp,

Azolla sp, *Zephyranthes fosteri*, *Lemna gibba*, *C. heterophylla*, *Rorippa mexicana*, *R. gambelli*, *Lobelia laxiflora*, *Bidens ferulifolia*, *Baccharis salicifolia*, *Salix bonplandiana*, *Cosmos parviflorus*, *Tripogandra purpurascens*, *Crassula saginoides*, *Pycnus niger*, *Cyperus reflexus*, *C. virens*, *Eleocharis montevidensis*, *Elatine brachysperma*, *Zeltnera pusilla*, *Juncus ebraceatus*, *J. microcephalus*, *Ludwigia peploides*, *Epilobium ciliatum*, *Schiedeella llaveana*, *Ranunculus hydrocharoides* y *Veronica peregrina*. Mientras que los bordos presentan una menor riqueza específica, algunas de las especies presentes son *Pycnus niger*, *Alchemilla velutina*, *Polygonum aviculare*, *Cynodon dactylon* y *Plantago major*.

Los diferentes ambientes acuáticos presentes en el área de estudio se ven influenciados en cierto grado por las actividades humanas, ya que en algunos se vierten desechos orgánicos, detergentes y probablemente artículos de limpieza como el cloro o bien agroquímicos que son arrastrados desde las zonas agrícolas cercanas a los cerros. Esto permite que algunas especies que son más tolerantes a diferentes factores ambientales y de contaminación coincidan con estudios realizados en los Lagos de Cuitzeo y Zirahuén realizados por Rojas-Moreno y Novelo-Retana (1995), y Madrigal-Guridi, Novelo-Retana y Chacón-Torres (2004) respectivamente.

CONCLUSIONES

El presente trabajo aporta información útil acerca de la flora acuática y subacuática de los municipios de Zacatecas y Guadalupe, la cual, a su vez contribuye al conocimiento de la flora del estado de Zacatecas.

La principal causa que afecta el desarrollo de la flora acuática y subacuática son las actividades humanas, que amenazan gravemente el hábitat de estas.

La información que se presenta puede ser una herramienta y servir como base para la elaboración de futuros estudios y planes de conservación.

LITERATURA CITADA

Adams J. 2007. Vegetation-climate interaction: how vegetation makes the global environment. Springer-Praxis. Berlín.

Breckle S. W. 2002. Walter's vegetation of the earth: the ecological systems of the geobiosphere. Springer, Berlín.

Castillo A., Corral V., González G., Paré L., Paz M., Reyes J. y M. Schteingart. 2009. Conservación y sociedad: En Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México. pp. 761-801.

Cervantes-Zamora Y., Cornejo-Olguín S., Lucero-Márquez R., Espinoza-Rodríguez J., Miranda-Vázquez E. y A. Pineda-Velázquez. 1990. Provincias fisiográficas de México, escala 1:4000000. En: Clasificación de Regiones Naturales de México 1. Tomo II, Sección IV, 10.1. Atlas Nacional de México (1990-1992). Instituto de Geografía, UNAM. México.

Challenger A y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres: En: Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. pp. 87-108.

Dávila P. y V. Sosa. 1994. El conocimiento florístico de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 55: 21-27.

INEGI. 2010. Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.3. Recuperado Abril, 2014, <http://www.inegi.org.mx>

INEGI. 2012. Perspectiva estadística Zacatecas. 92 p.

INEGI, 2013. Mapa Digital de México V6, Recuperado Abril, 2014, <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/> [última consulta 23 abril 2014].

Keddy P. 2007. Plants and Vegetation: Origins, Processes, Consequences. Cambridge University Press, Nueva York.

Madrigal-Guridi, X., Novelo-Retana, A. y A. Chacón-Torres. 2004. Flora y vegetación acuática del lago Zirahuén, Michoacán, México. Acta Botánica Mexicana 68:1-38.

Missouri Botanical Garden. 2015. Flora Mesoamericana. Recuperado Septiembre, 2015. <http://www.tropicos.org/Project/FM> [última consulta 16 septiembre 2015].

Rojas-Moreno, J. y A. Novelo-Retana. 1995. Flora y vegetación acuáticas del lago Cuitzeo, Michoacán, México. Acta Botánica Mexicana 31: 1-17.

Apéndice 1. Lista de la flora acuática de los cerros de La Virgen y Los Alamitos, municipios Guadalupe y Zacatecas, Zacatecas. La nomenclatura es de acuerdo a Tropicos®

Familia	Especie
Ricciaceae	<i>Riccia</i> sp.
Bartramiaceae	<i>Philonotis</i> sp.
Salviniaceae	<i>Azolla</i> sp.
Marsileaceae	<i>Marsilea</i> sp.
Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub
Araceae	<i>Lemna gibba</i> L.
Brassicaceae	<i>Nasturtium gambellii</i> (S. Watson) O.E. Schulz. <i>Rorippa mexicana</i> (DC.) Standl. & Steyerm
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth
Asteraceae	<i>Bidens ferulifolia</i> (Jacq.) DC. <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. <i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Pers. <i>Helenium mexicanum</i> Kunth
Commelinaceae	<i>Tripogandra purpurascens</i> (S. Schauer) Handlos
Crassulaceae	<i>Crassula saginoides</i> (Maxim.) M. Bywater & Wickens
Cyperaceae	<i>Cyperus reflexus</i> Vahl. <i>Cyperus virens</i> Michx. <i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth <i>Pycreus niger</i> (Ruiz & Pav.) Cufod.
Elatinaceae	<i>Elatine brachysperma</i> A. Gray
Fabaceae	<i>Trifolium wormskioldii</i> Lehm.
Gentianaceae	<i>Zeltnera pusilla</i> (Eastw.) G. Mans.
Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.
Juncaceae	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey. <i>Juncus microcephalus</i> Kunth <i>Juncus tenuis</i> Willd.
Onagraceae	<i>Epilobium ciliatum</i> Raf. <i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven <i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton
Orchidiaceae	<i>Schiedeella llaveana</i> (Lindl.) Schltr.
Phrymaceae	<i>Mimulus glabratus</i> Kunth
Plantaginaceae	<i>Callitriche heterophylla</i> Pursh. <i>Plantago major</i> L. <i>Veronica peregrina</i> L.
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.

	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
	<i>Eragrostis</i> sp.
	<i>Paspalum distichum</i> L.
	<i>Paspalum tenellum</i> Willd.
	<i>Polypogon elongatus</i> Kunth
	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.
	<i>Polypogon viridis</i> (Gouan) Breistr.
	<i>Setaria Parviflora</i> (Poir.) Kerguélen
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.
	<i>Polygonum mexicanum</i> Small
	<i>Rumex crispus</i> L.
	<i>Rumex mexicanus</i> Meisn.
Pontederiaceae	<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth.
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.
Ranunculaceae	<i>Ranunculus hydrocharoides</i> A. Gray
Rosaceae	<i>Alchemilla velutina</i> S. Wats.
Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
Scrophulariaceae	<i>Limosella aquatica</i> L.
Solanaceae	<i>Nierembergia angustifolia</i> Kunth
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.

Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides subsp. orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz)

Granados-Sánchez, Diodoro, Granados-Victorino, Ro Linx and Sánchez-González, Arturo

droginx@hotmail.com

RESUMEN

Pinus cembroides subsp. orizabensis es el pino piñonero con distribución más al sur en América, la mayoría de sus poblaciones se desarrollan dentro de los límites de la Cuenca Oriental, la única zona árida fría en México, donde se distribuyen en por lo menos cinco localidades aisladas. Los objetivos del presente estudio fueron realizar el inventario florístico y estructural de los bosques de pino piñonero de la Cuenca Oriental, cuyo dosel domina el taxón antes referido. El trabajo de campo consistió en la búsqueda y recolección de ejemplares de plantas vasculares mediante técnicas estándar, para su posterior identificación en laboratorio, y en el muestreo de los bosques para determinar la densidad, cobertura y valor de importancia de las especies. El análisis de agrupamiento permitió estimar la semejanza en la composición de especies entre bosques; mediante el análisis de correspondencia canónica se estimó la relación entre factores ambientales y edáficos, con respecto a la composición y distribución de las especies entre las localidades; y con los valores estructurales se realizó la caracterización fisionómica de los bosques. Los resultados indican que los bosques de pino piñonero se desarrollan en sustratos volcánicos, en suelos con pH neutro a ligeramente básico (7-8), en un intervalo altitudinal de entre 2300 m y 2700 m. Las asociaciones vegetales identificadas fueron: Piñon-Nolina, Piñon-Juniperus y Piñon-Pinus pseudostrobus; los taxones *Pinus cembroides subsp. orizabensis* y *Nolina parviflora* fueron constantes en todas las localidades. La composición florística de estos bosques se relacionó principalmente con los factores edáficos Ca y N.

Palabras clave: Clasificación, Composición florística, Estructura de la vegetación, México, Zonas áridas

Principios y aplicaciones del procedimiento de producción de Gas *in vitro* en alimentos no convencionales para rumiantes

Cerrillo-Soto, María Andrea; Guerrero-Cervantes, Maribel

Cuerpo Académico Consolidado “Producción de Rumiantes”
Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-Mezquital. Km. 11.5. Durango, Dgo. México

acerrillos@terra.com.mx

RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrenta la producción animal en países en desarrollo es la escasez y la acentuada fluctuación en la calidad y cantidad de los recursos alimenticios a través del año. De manera que un reto importante para los nutricionistas es proporcionar a los animales alimentos de calidad, y así, mantener su productividad. En este sentido, métodos *in vitro* que permitan estimar el valor nutricional de alimentos para rumiantes representan una herramienta valiosa para apoyar la nutrición animal. La técnica de producción de gas *in vitro* es un procedimiento simple que se basa en el concepto de que los volúmenes de gas reflejan la fermentación microbiana del sustrato hasta ácidos grasos volátiles de cadena corta, dióxido de carbono y metano. Además, las mediciones de gas proporcionan datos relevantes sobre la cinética de digestión de las fracciones solubles e insolubles de los alimentos. La producción de gas se relaciona estrechamente con el consumo voluntario de materia seca y con la síntesis de proteína microbiana. Dicha metodología se ha utilizado ampliamente para caracterizar y detectar variaciones en la calidad nutritiva en una amplia gama de forrajes como pajas de cereales, leguminosas, arbustos tropicales, esquilmos agrícolas, forrajes cultivados, granos y concentrados comerciales, plantas nativas de regiones semiáridas, calidad de la dieta seleccionada por ovinos y caprinos en agostadero, efecto de extractos y enzimas exógenas sobre los perfiles de fermentación ruminal, entre muchos otros. De igual manera, el uso del polietileno glicol aunado a estimaciones de producción de gas también permite estimar el efecto de factores anti nutricionales sobre la cinética de fermentación. Determinaciones como la producción de ácidos grasos volátiles y el contenido de energía metabolizable a partir de la producción de gas *in vitro* también permiten evaluar el valor energético de los forrajes. Así mismo, la estimación de la degradabilidad verdadera del sustrato y la producción de masa microbiana en el residuo favorecen la estimación del fraccionamiento del sustrato y los productos de fermentación que de ello se derivan. El conocimiento de la producción de masa microbiana en alimentos de uso local, por ejemplo, confiere la ventaja de que se pueden seleccionar aquellos alimentos que promuevan una máxima eficiencia microbiana que finalmente beneficien estrategias de suplementación. De igual manera, las recientes estimaciones de metano a partir de incubaciones *in vitro*, han posibilitado dilucidar el efecto de la alimentación de rumiantes sobre la emisión de gases de tipo invernadero. En conclusión, la técnica de producción de gas *in vitro* representa un importante herramienta para estimar el valor nutricional de alimentos consumidos por rumiantes; sin embargo, los laboratorios de nutrición animal deben sumar esfuerzos para estandarizar la técnica, y sobre todo, emplear el procedimiento para evaluar alimentos no convencionales a nivel regional con la finalidad de mejorar su aprovechamiento e incidir positivamente en la productividad animal.

Palabras clave: Producción de gas *in vitro*, alimentos no convencionales, rumiantes

ABSTRACT

A major concern for animal production in developing countries is the scarcity and strong fluctuation in the quality and quantity of feed resources throughout the year. Thus, an important challenge for nutritionists is to offer good quality feedstuffs to maintain productivity. In this regard, *in vitro* procedures represent a valuable tool to estimate the nutritional value of feeds for ruminants to support animal nutrition practices. The *in vitro* gas production technique is an accurate assessment procedure that relies on the concept that gas volume reflects the microbial fermentation of substrates to short chain volatile fatty acids (VFA), carbon dioxide and methane. In addition, gas production gives useful data on digestion kinetics of the soluble and insoluble fraction of feeds. Gas production is closely related to dry matter intake and microbial protein synthesis. This technique has been widely used to characterize and determine variations in the nutritional quality of a variety of feeds such as cereal straws, legumes, tropical shrubs, agricultural byproducts, cultivated forages, cereal grains and commercial concentrates, native vegetation from semiarid regions, mixed diets selected by grazing sheep and goats, effect of extracts and exogenous enzymes on rumen fermentation profiles, among many others. Meanwhile, the use of polyethylene glycol along with gas production estimations has been used to screen anti-nutritional factors on fermentation kinetics. Evaluations such as VFA production and metabolizable energy content from *in vitro* gas production also permit predicting the energy value of feeds. Furthermore, estimations of true DM degradability of substrates and microbial mass production in the residue allow to determine the partitioning of nutrients. The knowledge of microbial mass production in regional feeds, for instance, might support the selection of feeds that promote a high microbial efficiency, which will positively impact supplementation strategies. Moreover, recent studies regarding methane estimations using *in vitro* incubations are directed to assess the effects of ruminant feeding on greenhouse gas emissions. In conclusion, the *in vitro* gas production technique represents a relevant tool to estimate the nutritional value of feeds for ruminants. Nonetheless, animal nutrition laboratories must add efforts to standardize the procedure, and to promote the evaluation of non conventional regional feed resources in order to improve their utilization and positively impact animal production.

keywords: *in vitro* gas production, unconventional feeds, ruminants

Antecedentes de las técnicas de producción de gas *in vitro* para la evaluación de forraje

Los trabajos pioneros relacionados con las técnicas de producción de gas *in vitro* se remontan al inicio de la década de los años cuarenta cuando Quin en 1943, incubó alimentos en frascos para gas sellados y midió la producción de gas manométricamente. Posteriormente, en los años sesenta, la medición de gas mediante la utilización del sistema de desplazamiento de líquido, se sugirió como una técnica para evaluar alimentos para rumiantes (Williams, 2000). Algunos años después, El Shazly y Hungate (1965), midieron la producción de gas utilizando una jeringa unida a un frasco en el cual el substrato se fermentó. Investigadores de la Universidad de Hohenheim en Alemania fueron los primeros en conducir el proceso de fermentación dentro de jeringas de vidrio, de manera que el gas producido empuja el embolo hacia afuera y el volumen total

producido se registra después de 24 horas. Blümmel y Ørskov (1993) adoptaron posteriormente la prueba Hohenheim para registrar los cambios en la producción de gas en jeringas de vidrio, a intervalos de tiempos regulares. En la actualidad, se cuenta con metodologías más sofisticadas, como la utilización del transductor de presión (Theodorou *et al.*, 1994), equipos automatizados (Pell y Schofield, 1993; Cone *et al.*, 1996) o bien a control remoto (Adesogan, 2005).

Descripción general del método de producción de gas *in vitro*

El proceso de fermentación en el rumen es el resultado de actividades físicas y microbiológicas que transforman los componentes de la dieta en compuestos útiles para el animal (Owens y Goetsch, 1993). En este sentido, las estimaciones de producción de gas *in vitro* se basan en el principio de que la microbiota anaerobia al digerir carbohidratos libera gases tales como ácidos grasos volátiles (AGV), dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄).

El procedimiento analítico es similar a otras metodologías de digestibilidad *in vitro*, en los cuales se usan sustratos molidos, un medio anaerobio y un inóculo de población microbiana mixta del rumen. El sustrato pre-pesado se incuba en una mezcla la cual representa un medio compuesto por inóculo:solución amortiguadora y se incuba a 39° C. Desde ese momento, la producción de gas resultante de la fermentación se registra, ya sea al final de la fermentación o a intervalos regulares de tiempo; esto último, para aquellos métodos que miden la cinética de fermentación basada en el modelo exponencial: $p = a + b(1 - e^{-ct})$ de Ørskov y McDonald (1979). Luego entonces, para esta ecuación en particular, *p* describe la producción de gas al tiempo *t*, *a*, el gas producido (ml) por la fermentación de la fracción soluble y rápidamente disponible de alimento, *b*, el gas producido (ml) por la fermentación de la fracción insoluble pero lentamente fermentable y *c*, la tasa constante a la cual se produce el gas por hora.

El procesamiento de los datos y la interpretación de resultados

La descripción matemática de las curvas de producción de gas permite la comparación de los sustratos, la evaluación de diferentes ambientes de fermentación y proporciona información sobre la composición del sustrato y las tasas de fermentación de los constituyentes solubles y estructurales (Groot *et al.*, 1996).

Se dispone de una variedad de modelos que describen la cinética de fermentación de los sustratos (Ørskov y McDonald, 1979, France *et al.*, 1993; Groot *et al.*, 1996), todos ellos con ventajas y desventajas de ajuste estadístico, dependiendo de las condiciones experimentales y del tipo de sustrato, por lo que es necesario evaluar la mejor opción y evitar el uso indiscriminado de un único modelo.

De cualquier forma, la interpretación de las fracciones o parámetros que resultan al utilizar cualquier modelo es de primordial importancia en la medida que estas reflejan las características fermentativas y por ende nutritivas, de los sustratos que se estudian. En el caso particular de la tasa constante de producción de gas *c*, se considera que dicho parámetro refleja la cantidad de sustrato que se degrada y se asocia normalmente con una mejor accesibilidad, hidratación y

concentración de microorganismos ruminales, lo que afecta positivamente la fermentación de los carbohidratos en el sustrato (Duque *et al.*, 2009; Almaraz *et al.*, 2012).

Aplicaciones de la técnica de producción de gas *in vitro*

El procedimiento de producción de gas se ha utilizado para predecir del consumo voluntario de materia seca (Blümmel y Bullerdieck, 1997), así como para describir la cinética de fermentación y el valor nutritivo de una amplia variedad de alimentos para rumiantes como forrajes (Blümmel y Ørskov, 1993; Blümmel y Becker, 1997; Juárez *et al.*, 2009); concentrados (Opatpatanakit *et al.*, 1994; Getachew *et al.* 2002), follaje de arbustos (Salem *et al.*, 2007, Narváez *et al.*, 2010, Guerrero *et al.* 2012, Dominguez-Gómez *et al.*, 2014), especies cactáceas (Cerrillo y Juárez, 2004), dieta consumida por cabras en condiciones de pastoreo (Cerrillo *et al.*, 2006) y residuos agro-industriales (Ortiz-Tovar *et al.*, 2007; Negesse *et al.*, 2010) por citar solo algunos. De igual manera, se ha utilizado este procedimiento para determinar el significado nutricional de factores limitantes (ej. Taninos) de la digestibilidad y el consumo (Khazaal *et al.*, 1995; Makkar *et al.*, 1995), de enzimas y extractos de plantas (Salem *et al.*, 2015; Togtokhbayar *et al.*, 2015) y para evaluar el potencial anti-metanogénico de reguladores de la fermentación ruminal (Abdalla *et al.*, 2012; Delgado *et al.*, 2012; Pal *et al.*, 2014).

Utilización de forrajes no convencionales y subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes

En las regiones áridas y semiáridas, con baja precipitación pluvial y limitada disponibilidad de forraje, los sistemas de alimentación para rumiantes se basan, casi exclusivamente, en el uso de la vegetación natural. En estas áreas, el crecimiento vegetativo, composición botánica y química, y la disponibilidad de nutrientes varían significativamente con las estaciones (Ramírez *et al.*, 1999; Juárez *et al.*, 2008), circunstancias que acentúan las cargas animales elevadas de los agostaderos del norte de México (Mellado *et al.*, 2003).

En estas circunstancias, el ganado está sometido a marcadas variaciones estacionales en el consumo de forraje, lo cual afecta su potencial productivo, De esta manera, es imperante desarrollar estrategias nutricionales que mejoren la eficiencia de los hatos.

El uso de alimentos no convencionales como vegetación nativa, follaje de árboles y arbustos, granos, forrajes cultivados, o subproductos de diferentes industrias representa una alternativa interesante en regiones semiáridas.

Tabla 1. Características fermentativas de alimentos no convencionales

	Parámetros					
	B (ml/gMS)	k (/h)	L (/h)	FF*	EM (Mcal/kgMS)	Purinas (µmol)
Alimentos utilizados en dietas para ovinos en el noroeste de México						
Sorgo escobero	350	0.046	---	---	2.03	---
Rezaga de garbanzo crudo	350	0.045	---	---	2.80	---
Rezaga de garbanzo cocido	385	0.066	---	---	2.86	---

Rezaga de frijol cocido	455	0.069	---	---	2.95	---
Manzarina	275	0.066	---	---	2.00	---
Follaje de <i>Paulownia tomentosa</i>						
Muestreo 2012	210	0.075	---	3.36	---	10.5
Muestreo, 2014	315	0.102	1.423		2.82	---
Dietas para ovinos con niveles crecientes de aceite de <i>Jatropha curcas</i>						
Control	328	0.058	.6097	---	3.16	---
2%	343	0.059	.5828	---	3.91	---
4%	361	0.058	.7092	---	4.55	---
6%	362	0.058	1.304	---	6.95	---
Dietas para ovinos con niveles crecientes de sorgo escobero						
Control	370	0.074	0.780	3.30	2.39	9.04
20%	323	0.063	0.342	3.35	2.16	9.21
40%	266	0.066	0.560	3.33	1.88 ^c	8.04
60%	265	0.066	0.350	3.45	1.87 ^c	8.90
80%	250	0.061	1.01	3.63	1.64	6.83
Muestras de cascara de naranja, 2012-2013						
Otoño	435	0.162	---	---	2.92	---
Invierno	385	0.116	---	---	2.95	---
Primavera	395	0.101	---	---	3.08	---
Verano	400	0.108	---	---	3.16	---
Forraje Verde hidropónico						
Trigo 10 días	300	0.070	---	1.68	2.89	7.23
Trigo 14 días	264	0.062	---	1.42	3.04	5.07
Cebada 10 días	322	0.061	---	2.10	2.77	9.51
Cebada 14 días	304	0.077	---	1.84	3.38	5.89

B= asíntota de la producción de gas; k = tasa constante de producción de gas, L= es el tiempo de colonización microbiana previo a la producción de gas; FF= factor de fraccionado (partitioning factor), se expresa como: mg sustrato verdaderamente degradado/ml de gas producido en 24 h de incubación *in vitro*.

Considerando entonces las bondades que ofrece la técnica de producción de gas *in vitro*, se utilizó este procedimiento para estimar la cinética de fermentación de alimentos no convencionales, cuyos resultados se presentan en la tabla 1. En base a sus características fermentativas, parece entonces promisorio el empleo de estos forrajes no convencionales y subproductos agroindustriales para la alimentación de rumiantes.

AGRADECIMIENTOS

A los cuerpos académicos: **Producción y calidad de los productos pecuarios**. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa y **Nutrición Animal y Sistemas de Producción**. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por su activa colaboración en los trabajos reportados. Al **Dr. Abdel Fattah Salem** por sus invaluable consejos.

LITERATURA CITADA

Abdalla, A.L., Louvandini, R., Hassan S.S.M.A., da Silva B.I.C., Tsai, S.M., de Oliveira F.A.V. 2012. In vitro evaluation, in vivo quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. *Trop. Anim. Health Prod.* 44:953-964.

Almaraz, I., H. Losada, J. Cortés, J. Vargas, L. Miranda y J. Sánchez. 2012. Producción de gas *in vitro* de desechos de verduras usados para alimentar vacas lecheras. *Livest. Res. Rural Dev.* 24 *Article # 132*. <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/alma24132.htm>

Beuvink, J.M.W., Spoelstra, S.F., Hogendorp, R.J., 1992. An automated method for measuring time-course of gas production feedstuffs incubated with buffered rumen fluid. *Netherlands J. Agric. Sci.* 40, 401-407.

Blümmel, M., Becker, K. 1997. The degradability characteristics of fifty-four roughages and roughage neutral detergent fibre as described by *in vitro* gas production and their relationship to voluntary feed intake. *Br. J. Nutr.* 77: 757-786.

Blümmel, M., Orskov, E.R., 1993. Comparison of in vitro gas production and nylonbag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 40, 109-119.

Cerrillo, M.A., Juárez, R.A.S. 2004. *In vitro* gas production parameters in cacti and tree species commonly consumed by grazing goats in a semiarid region of North Mexico. *Liv. Res. Rural. Develop.* 16(4): 1-8.

Cerrillo, M.A., Lopez O.O., Nevárez, C.G., Ramírez, R.G., Juárez, R.A.S. 2006 Nutrient content and *in vitro* gas production of the diet of goats browsing a thorn shrubland in North Mexico. *Small Rumin, Res.* 66: 76-84.

Delgado, D.C., Galindo, J., González, R., González, N., Scull, I., Cairo, J., Aldama, A.I., Moreira, O. 2012. Feeding tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Trop. Anim. Health Prod.* 44:1097-1104.

Dominguez-Gomez, T.G., Juárez-Reyes, A.S., Cerrillo-Soto, M.A., Guerrero-Cervantes, M., González-Rodríguez, H., Olivares-Saenz, E., Ramirez-Lozano, R.G., Alvarado, M.S. 2014. Nutritional value of *Acacia amantacea* and *Parkinsonia texana* grown in semiarid conditions. *Italian J. Anim. Sci.* 13:808-815.

Duque, M., Noguera, R. R., Restrepo, L. F. 2009. Efecto de la adición de urea protegida y sin protección sobre la cinética de degradación *in vitro* del pasto estrella (*Cynodon lemfluensis*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Livest. Res. Rural Dev.* 21 *Article # 58*. <http://www.lrrd.org/lrrd21/4/duqu21058.htm>

- El-Shazly, K., Hungate, R.E., 1965. Fermentation capacity as a measure of net growth of rumen microorganism. *Appl. Microbiol.* 13, 62-69.
- France, J., Danhoa, M.S., Theodorou, M.K., Lister, S.J., Davies, D.R., Isac, D. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theoretical Biol.* 163: 99-111.
- Getachew, G., Crovetto, G.M., Fondevila, M., Krishnamoorthy, U., Singh, B., Spanghero, M., Steingass, H., Robinson, P.H., Kailas, M.M. 2002. Laboratory variations of 24h *in vitro* gas production and estimated metabolizable energy values of ruminant feeds. *Anim. Feed Technol.* 102: 169-180.
- Groot, J.C.J., Cone, J.W., Williams, B.A., Debersaques, F.M.A., Laringa, E.A. 1996. Multiphasic analysis of gas production kinetics fo *in vitro* fermentation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64: 77-89.
- Guerrero, M., Cerrillo, S.M.A., Ramirez, R.G., Salem, A.Z.M., González, H., Juárez, R.A.S. 212. Influence of polyethylene glycol on *in vitro* gas production profiles and microbial protein synthesis of some shrub species. *Anim. Feed Sci. Technol.* 176:32-39.
- Juárez-Reyes, A.S., Nevarez-Carrasco, G., Cerrillo-Soto, M.A., Murillo-Ortiz, M., Luginbuhl, J-M. Bernal-Barragan, H., Ramirez, R.G., 2008. Dietary chemical composition, plasma metabolites and hormones in range goats. *J. Appl. Anim. Res.* 34: 81-86.
- Juárez-Reyes, A.S., Cerrillo-Soto, M.A., Gutiérrez-Ornelas, E., Romero-Treviño, E.M., Colín-Negrete, J., Bernal-Barragán, H. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in vitro*. *Téc. Pec. Méx.* 47:55-67.
- Khazaal, K., Dentinho, M. T., Ribeiro, J. M., Orskov, E. R. 1995. Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fibre components, *in vitro* digestibility or characteristic of gas production or nylon bag degradation. *British Society of Animal Science.* 61, 527-538.
- Makkar, H.P.S., Blummel, M. and Becker, K., 1995a. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implications in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *J. Brit. Nutri.*, 73: 897-913.
- Mellado, M., Valdez, R., Lara, L.M., López, R., 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *J. Range. Manag.* 56: 167-173.
- Negesse, T., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2010. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and *in vitro* gas method. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154: 204-217.
- Narvaez, N., Brosh, N., Pittroff, W. 2010. Seasonal dynamics of nutritional quality of California chaparral species. *Anim. Feed Sci. Technol.* 158: 44-56.

- Opatpatanakit, Y., Kellaway, R.C. Lean, I.J., Annison, G. and Kirby, A., 1994. Microbial fermentation of cereal grains *in vitro*. Aust. J. Agric. Res. 54: 1247-1263.
- Orskov, E. R., McDonald, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb. 92: 499-503.
- Ortiz-Tovar, G. López-Miranda, G., Cerrillo-Soto, M.A., Juárez-Reyes, A., Favela-Torres, E. and Soto-Cruz, O., 2007. Effect of solid substrate fermentation on the nutritional quality of agro-industrial residues. Interciencia. 32: 339-343
- Owens, F.N., Goetsch, A.L. 1993. Ruminal fermentation. In: D.C. Church (Ed). The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall INC. Englewood Cliffs, NJ. pp 145-171.
- Pal, K., Patra, A.K., Sahoo, A., Mandal, G.P. 2014. Effect of nitrate and fumarate in *Prosopis cineraria* and *Ailanthus excelsa* leaves-based diets on methane production and rumen fermentation. Small Rumin. Res.
- Pell , A.N., Schofield, P. 1993. Computerised monitoring of gas production to measure forage digestion, J. Dairy Sci. 76:11063-11073.
- Quin, J.I., 1943. Studies on the alimentary tract of merino sheep in South Africa : VII. Fermentation in the forestomachs of sheep. Onderstepoort J. Vet. Sci. Anim. Industry 2, 91-117.
- Ramirez, R.G., 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. Small Rumin. Res. 34:215-230.
- Salem, A.Z.M., Buendia-Rodriguez, G., Elghandour, M.M.M., Mariezcurrena-Berasain, M.A., Peña-Jimenez, F.J., Pliego, A.B., Chagoyan, J.C.V., Cerrillo, M.A., Rodriguez, M.A. 2015. Effects of cellulose and xylanase enzymes mixed withincreasing doses of salix babylonica extract on *in vitro* rumen gas productin kinetics of a mixture of corn silage with concentrate. J.integrative. Agric. 14:131-139.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., France, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminants feeds. Anim. Feed sci. Technol. 48: 185-197.
- Totokhbayar, N., Cerrillo, M.A., Buedia, R.G., Elghandour, M.M.M.Y., Salem, A.Z.M., Urankhaich, C., Jigjdpurev, S., Odongo, N.E., Kholif, A.E. 2015. Effect of exogenous xylanase on rumen *in vitro* gas production and degradability of wheat straw. Anim. Sci. J.

Williams, B.A., 2000 Cumulative gas production techniques for forage evaluation. In: D.I. Givens, E. Owens, R.F.E. Owen and H.M. Omed (Eds). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. pp. 198-213.

Actividad antibacteriana de los extractos de Granada (*Punica Granatum*), Salvia (*Salvia Officinalis*), Albahacar (*Ocimum Basilicum*) y Salvilla (*Buddleja Scordioides*) en Cepas de Enterobacterias

Villegas-De La Rosa, Paola P¹, García-Luján, Concepción¹, Favela-Hernández, JM de J¹, Téllez-López, MA¹, González-Yáñez, Ma. Guadalupe E.^{1,2},

¹Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123s/n. Fracc. Filadelfia en Gómez Palacio, Dgo. México

²Clínica de Medicina Familiar y Especialidad Quirúrgica-ISSSTE en Torreón Coahuila. Calle Mar No. 395. Col. Torreón Residencial.C.P. 27268

*Autor(es) para correspondencia: ma_gpe_glz@hotmail.com

RESUMEN

Las enfermedades infecciosas causadas por enterobacterias y su resistencia a los antibióticos es un problema de salud global. La Comarca Lagunera es fuente importante de productos lácteos y de ganado vacuno. El contacto con el ganado trae como consecuencia la probabilidad de infección y con ello el uso de antibióticos, los cuales pueden ser obtenidos de plantas utilizadas en medicina tradicional para combatir infecciones de bacterias y hongos patógenos. El objetivo de este trabajo fue determinar la actividad antibacteriana de los extractos de *P. granatum*, *S. officinalis*, *O. basilicum*, *B. scordioides*, en cepas de *Escherichia coli*, *Providencia stuartii* y *Klebsiella oxytoca* aisladas de muestras diarreicas de ganado bovino. Material y Métodos. Cada uno de los extractos vegetales fue preparado mediante maceración y pasado por rotavapor hasta la completa eliminación del solvente y obtención del extracto puro. La determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) se realizó mediante micro dilución en placa ajustando a las concentraciones de 2000,1000, 500, 250, 125, 62,5 y 31.25 µg mL⁻¹ de cada uno de los extractos en un ensayo por triplicado realizando una lectura visual con parámetros de turbidez y nitidez de cada uno de los pocillos. Resultados: Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS-20 para el análisis de varianza (ANOVA), para comparar los distintos tratamientos en cada grupo con un total de 84 observaciones realizadas por triplicado, F=32.069, indicando un efecto positivo en la inhibición con un valor de p=0.001; y una variabilidad de los datos de 27.2 % con diferencias significativas en el grado de inhibición sobre las enterobacterias de los extractos de las plantas en estudio en las concentraciones de 2000,1000,500,250,125, 62.5 y 31.5 µg mL⁻¹ respectivamente. Conclusiones: los extractos de plantas utilizadas en medicina tradicional presentan actividad contra cepas de enterobacterias obtenidas de heces diarreicas de ganado vacuno.

Key words: inhibición bacteriana, ganado vacuno, heces diarreicas.

Monitoreo de micotoxinas en la alimentación de ganado lechero

De la Torre-Acosta, Gustavo¹

De la Torre-López, Gustavo²

¹Tecnetica Animal S.A. de C.V. Correo_ delatorretavo@yahoo.com.mx

² Posgrado en Producción Animal. km 38.5 carr. México - Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México.

RESUMEN

Las micotoxinas son metabolitos secundarios, producidos por distintas especies de hongos que pueden provocar micotoxicosis. Sin embargo, el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas dependen de factores químicos, físicos y biológicos. Dentro de la producción animal, el riesgo de contaminación por micotoxinas en el alimento es muy alto, principalmente en los ensilajes de maíz. El objetivo del presente trabajo fue monitorear la presencia y concentraciones de micotoxinas en ensilaje de maíz, así como en las raciones totalmente mezcladas (RTM), semilla de algodón y alfalfa. El trabajo se llevó a cabo en una explotación lechera ubicada en el norte del estado de Zacatecas, México y tuvo una duración 82 meses. Se tomaron muestras mensualmente y estas eran analizadas en el laboratorio Diagnósticos Clínicos Veterinarios S.A de C.V. Los valores promedio de las concentraciones de micotoxinas en los ingredientes y RTM se encuentran dentro de sus límites permisibles Aflatoxina (≤ 20 ppb), Zearalenona (≤ 250 ppb) y T-2 (≤ 100 ppb), sin embargo, los valores máximos que se reportan en de Aflatoxina rebasa los límites permisibles en todos los ingredientes y RTM. Con las concentraciones reportadas se encontró que el ingrediente que presenta mayor incidencia de contaminación y mayores concentraciones de micotoxinas es la semilla de algodón. Los resultados pueden indicarnos que no se están llevando a cabo correctas practica en el manejo del alimento o bien cómo influyen las condiciones ambientales bajo las que se están manejando los ingredientes y el alimento. Por lo tanto, es importante llevar a cabo un constante monitoreo de la presencia y concentraciones de micotoxinas.

Palabras clave: hongos, micotoxinas, alimento y monitoreo

ABSTRACT

Mycotoxins are secondary metabolites, produced by different species of fungus, that can produce mycotoxicosis, however, fungus growth and mycotoxins production, depend of chemical, physical and biological factors. On animal production, the risk of contamination on foodstuff by mycotoxins is high, principally in corn silage. The objective of this study was to monitor mycotoxins presence and concentrations in corn silage, as well in RTM, cotton seed and alfalfa. This study was made on a milk exploitation located in the north of the Mexican state of Zacatecas, this study had a duration of 82 months. Samples were taken monthly and they were analyzed by the laboratory Diagnósticos Clínicos Veterinarios S.A de C.V. The average of the concentrations of mycotoxins on the ingredients and RTM are on the admissible levels for Aflatoxina (≤ 20 ppb), Zearalenona (≤ 250 ppb) y T-2 (≤ 100 ppb), however, the maximum values reported for aflatoxins overflow the admissible levels in all the ingredients and RTMs. With the concentrations reported is showed that the ingredient that had higher concentrations and incidence was cotton seeds. Results could indicated that there are not good foodstuff management, on the other hand, it can indicate the way that environmental conditions affect

foodstuff management. Therefore, it is important to take a constant monitoring of the presence and concentrations of mycotoxins.

Keyword: Fungus, mycotoxins, feedstuff and monitoring

INTRODUCCIÓN

Las micotoxinas son metabolitos tóxicos generados por cepas toxigénicas de algunas especies de mohos (Gimeno y Martins, 2011). Estos metabolitos son compuestos policetónicos que resultan de reacciones de condensación que ocurren cuando se interrumpe la reducción de grupos cetónicos durante la biosíntesis de ácidos grasos que realizan los hongos (Espindola, 2006). La mayoría de las micotoxicosis resultan de la ingesta de alimentos contaminados (Bennett y Klich, 2003), esta contaminación ocurre por **a**) la invasión de hongos sobre un cultivo o **b**) por el almacenamiento inadecuado que favorece el crecimiento de hongos (Lynch, 1972).

Crecimiento del hongo y producción de micotoxinas

Gimeno y Martins (2011) mencionan que la presencia de hongos y producción de micotoxinas, está condicionada por factores físicos (humedad, temperatura, zona de microflora, integridad física de los granos), químicos (pH, composición del sustrato, nutrientes minerales, potencial oxido-reducción, relación O₂/CO₂) y biológicos (presencia de invertebrados, cepas específicas). Cada especie de hongo tiene su propia tolerancia a niveles de humedad que le permitirá un óptimo crecimiento (Lynch, 1972).

Micotoxinas en la alimentación del ganado: ensilados

Los hongos y las micotoxinas son uno de los principales riesgos dentro del manejo de ensilados ya que estos agentes pueden provocar pérdida de nutrientes y materia seca, reducir la palatabilidad y consumo del ensilado (Alonso, y otros, 2013). Las principales causas que provoca la producción de micotoxinas en los silos son: mal manejo al almacenamiento, exceso de humedad, exceso de materia seca, mala compactación, mal sellado, calentamiento, filtración de agua (Keller *et al.*, 2003)

El maíz es contaminado por una amplia variedad de hongos antes y después de la cosecha, provocando una producción indeseable de micotoxinas (Rasmussen *et al.*, 2010) A nivel mundial, aproximadamente el 25% de los cultivos son afectados por las micotoxinas, sin embargo, las concentraciones de micotoxinas son variables a través de los años (Withlow y Hagler, 2001).

Control y manejo de las micotoxinas en el ensilaje

Se puede realizar un control de micotoxinas considerando factores agronómicos como: fertilidad del suelo, selección de híbridos, rotación de cultivos, riego adecuado, control de plagas y enfermedades y momento óptimo de la cosecha. (Rankin y Grau, 2002) así como una buena compactación y sellado del silo (Wheaton *et al.*, 1993). Es recomendable tomar muestras del

forraje antes del ensilaje y analizarlas (Undersander *et al.*, 2005) o bien, el análisis se debe realizar una vez que se alimenta con ensilado y se muestran cambios en la producción o salud del animal (Adams *et al.*, 1993).

Una vez que se ha detectado la presencia de micotoxinas dentro del silo se pueden emplear distintas estrategias para controlar el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas, entre ellas se encuentra el uso inhibidores de hongos, potenciadores fermentativos, separación física del material contaminado y el uso de adsorbentes al momento de la alimentación al animal (García, 2010).

El objetivo de este trabajo fue monitorear la presencia y concentraciones de micotoxinas en el ensilado de maíz principalmente, así como en la ración totalmente mezclada (RTM) y otros ingredientes que se ofrecen al ganado bovino lechero en un establo ubicado en el estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en un establo lechero ubicado al norte del estado de Zacatecas, México. Se tomaron muestras de ensilaje de maíz, alfalfa, semilla de algodón y de la RTM. Las muestras que se tomaron comprenden un lapso de alrededor de 82 meses para el caso de ensilado de maíz, 69 meses para el caso de RTM, 70 meses en el caso de la semilla de algodón y finalmente 39 meses para el caso de alfalfa.

Se colectó aproximadamente 1 kg de cada muestra, estas eran colectadas mensualmente por petición del personal del establo. Las muestras eran tomadas de manera manual y se depositaban en bolsas de papel canela.

Una vez que las muestras eran puestas en bolsas, estas eran transportadas dentro de una hielera que contenía refrigerantes para mantener las muestras por debajo de la temperatura ambiente. Las muestras se enviaron al laboratorio Diagnósticos Clínicos Veterinarios S.A de C.V. para realizar el análisis de las siguientes micotoxinas: Aflatoxinas, Zearalenona, Deoxinivalenol y Tricoticonos.

RESULTADOS

En la tabla N°1 podemos observar la incidencia de micotoxinas en los ingredientes utilizados para alimentar al ganado lechero a través de cada lapso de tiempo.

Cuadro N° 1. Concentraciones de micotoxinas en ensilado de maíz, RTM, semilla de algodón y alfalfa.

	Aflatoxina	T2-Toxin	Zearalenona	Vomitoxina
Ensilaje de maíz				
N° de muestras	82	82	82	32
Negativas	3	16	1	1
Positivas	79	66	81	31
Valor máximo (ppb)	45	86.64	400	0.55
Promedio	5.81	19.56	277.33	0.28
RTM				
N° de muestras	69	69	69	25
Negativas	7	7	9	1
Positivas	62	62	60	24
Valor máximo (ppb)	30.15	74.15	400	0.69
Promedio	3.65	23.29	82.22	0.25
Semilla de algodón				
N° de muestras	70	70	70	22
Negativas	0	0	4	8
Positivas	70	70	66	14
Valor máximo (ppb)	320.9	200	400	0.1
Promedio	40.11	161.09	120.94	0.03
Alfalfa				
N° de muestras	39	39	39	22
Negativas	3	1	0	0
Positivas	36	38	39	22
Valor máximo (ppb)	24.13	78.66	400	3.41
Promedio	4.72	37.19	60.86	0.88

Para el caso de ensilado de maíz, se puede apreciar que en los 82 meses en los que se realizó el monitoreo, la incidencia de Aflatoxinas, T-2, Zearalenona y Vomitoxina fue de 96.4, 80.48, 98.78 y 96.87% respectivamente (Grafica N°1).

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el ingrediente que tiene una mayor incidencia de micotoxinas es la semilla de algodón, presentando cantidades promedio de 40.11, 161.09, 120.94 y 0.03 ppb de Aflatoxinas, T-2, Zearalenona y Vomitoxina respectivamente, con una incidencia de 100, 100, 94.2 y 63.3% tal como se aprecia en la gráfica N°1.

De las muestras analizadas, RTM fue quien presento concentraciones promedios menores de Aflatoxinas, T-2, Zearalenona y Vomitoxina con 3.65, 23.29, 82.22 y 0.25 ppb respectivamente.

Así mismo, RTM presenta menores incidencias de micotoxinas con 89.85, 89.95, 86.95 y 96% respectivamente (Grafica N°1).

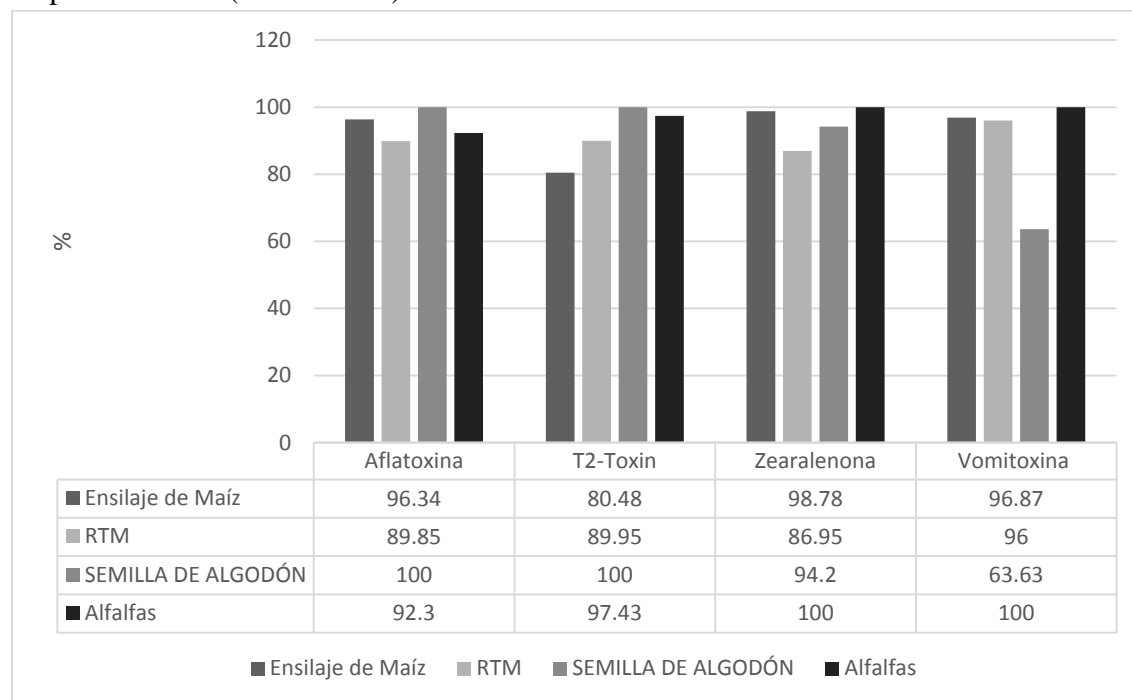


Figura 1. Incidencia de micotoxinas en el alimento de ganado lechero

DISCUSIÓN

Las concentraciones promedio de micotoxinas en los ingredientes que se analizaron en el presente estudio están dentro de los límites permisibles que señalan Withlow y Hagler (2005) para Aflatoxinas (≤ 20 ppb), Espíndola (2006) para T-2 (≤ 100 ppb) y Zearalenona (≤ 250 ppb) y Gimeno y Martins (2011) para Vomitoxina (≤ 300 ppb). Sin embargo, los valores máximos para el caso de Aflatoxina rebasan los límites permisibles en todos los ingredientes y RTM. Así mismo, en el caso de T-2, la semilla de algodón, en su valor máximo, rebasa los límites permisibles. En el caso de Zearalenona, todos los ingredientes y las RTM rebasan los límites permisibles en su valor máximo.

Si bien, el objetivo era analizar los niveles de micotoxinas en los ensilados de maíz, se demostró que puede encontrarse una mayor incidencia de micotoxinas en algunos otros ingredientes como las semillas de algodón.

Comparando los valores promedio y valores máximos de las concentraciones de micotoxinas en los ingredientes, podemos observar que la producción de las mismas varía a través del paso de los meses, lo cual nos puede indicar que no se están llevando a cabo correctamente los protocolos de manejo del alimento o bien puede ser un indicador de las condiciones ambientales bajo las que se están manejando los ingredientes y el alimento.

A manera de conclusión es necesario llevar a cabo un adecuado monitoreo de las concentraciones de micotoxinas en los ingredientes y en las RTM. Así mismo, es necesario realizar adecuadas prácticas de manejo y almacenamiento de los ingredientes para evitar el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas.

LITERATURA CITADA

Adams, R., Kephart, K., Isler, V., Hutchinson, L., y Roth, G. 1993. Mold and mycotoxin problems in livestock feeding. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de Pennsylvania State University: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/forages/mycotoxins-nitrates-and-other-toxicity-problems/mold-and-mycotoxin-problems-in-livestock-feeding>

Alonso, V., Pereyra, C., Keller, L., Dalcerro, A., Rosa, C., Chicchiera, S., y Cavaglieri, L. 2013. Fungi and mycotoxins in silage: an overview. *Journal of Applied Microbiology*, 115:637-643.

Bennett, J. y Klich, M. 2003. Mycotoxins. *CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS*. 16(3):497-516.

Driehuis, F., Spanjer, M., Scholten, J., y te Gieffel, M. 2008. Occurrence of Mycotoxins in Feedstuffs of Dairy Cows and Estimation of Total Dietary Intakes. *Journal of Dairy Science*. 91:4261-4271.

Espindola, S. 2006. MICOTOXINAS Y MICOTOXICOSIS EN EL GANADO BOVINO LECHERO. *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*. 5:89-94.

Fink-Gremmels, J. 2008. The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *The Veterinary Journal*. 176:84-92.

Garcia, A. 2010. Dealing with Mycotoxin-Contaminated Forages. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de South Dakota State University: <http://www.midwestforage.org/pdf/450.pdf>

Gimeno, A. y Martins, M. 2011. *Micotoxicosis en Animales y Humanos*. Tercera edición. Special Nutrient, INC. Miami, FL, EUA.

Keller, L., Gonzalez, M., Keller, K., Alonso, V., Oliveira, A., Almeida, T.X., Barbosa, T.S., Nunes, L.M.T., Cavaglieri, L.R. y Rosa, C.A.R. 2003. Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. *Journal of Stored Products Research*. 52: 42-47.

Lynch, G. 1972. Mycotoxins in Feedstuffs and Their Effect on Dairy Cattle. *Journal of dairy science*. 55(9):1243-1255.

Mendez-Albores, A. y Moreno-Martinez, E. 2009. Las micotoxinas: contaminantes naturales de los alimentos. *CIENCIA*. 60, 1-7.

Rankin, M. y Grau, C. 2002. Agronomic Considerations for Molds and Mycotoxins in Corn Silage. University of Wisconsin. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de: <http://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/Mycotoxins.pdf>

Rasmussen, R., Storm, I., y Rasmussen, P. 2010. Multi-mycotoxin analysis of maize silage by C-MS/MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 397: 765-776.

Streit, E., Schatzmayr, G., Tassis, P., Tzika, E., Marin, D., Taranu, I., Tabuc, C., Nicolau, A., Aprodu, I., Puel, O. y Oswald, I.P. 2012. Current Situation of Mycotoxin Contamination and Co-occurrence in Animal Feed—Focus on Europe. *Toxins*, 4, 788-809.

Undersander, D., Shaver, R., Linn, J., Hoffman, P. y Peterson, P. 2005. Sampling hay, silage, and total mixed rations for analysis. University of Wisconsin. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de: <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A2309.pdf>

Wheaton, H., Martz, F., Meinershagen, F. y Sewell, H. 1993. Corn Silage. Universidad of Missouri. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de: <http://extension.missouri.edu/p/G4590>

Whitlow, L. y Hagler, W. (2010). Mycotoxin Effects in Dairy Cattle. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de North Carolina State University: <http://www.dairyweb.ca/Resources/4SDNMC2006/Whitlow.pdf>

Withlow, L. y Hagler, W. 2001. Mycotoxin Contamination of Feedstuffs – An Additional Stress Factor for Dairy Cattle. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de: http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/dairy/mycoto~1.pdf

Withlow, L. y Hagler, W. 2005. Mycotoxins in dairy cattle: Occurrence, toxicity, prevention and treatment. *Southwest Nutr. Conf.* Recuperado el 2015 de Septiembre de 26, de http://www.researchgate.net/publication/237664280_Mycotoxins_in_dairy_cattle_Occurrence_toxicity_prevention_and_treatment

Withlow, L. y Hagler, W. 2010. Mold and Mycotoxins Issues in Dairy Cattle: Effects, Prevention and Treatment. Recuperado el 26 de Septiembre de 2015, de: http://www.extension.org/pages/11768/mold-and-mycotoxin-issues-in-dairy-cattle:-effects-prevention-and-treatment#.VgcjE8t_Oko

PRESENTACIONES EN CARTEL

Susceptibilidad a la erosión del suelo en parcelas agrícolas del municipio de San Luis del Cordero, Dgo.

Bueno-Hurtado, Palmira¹; López-Romero, Lourdes Lucía¹; López-Santos, Armando²; Velásquez-Valle, Miguel Agustín³; Palomo-Rodríguez, Miguel³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. Correspondencia: bueno.palmira@inifap.gob.mx

²Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. C.E. La Laguna. Blvd. José Santos Valdéz 1200 Pte., Col. Centro, Matamoros, Coahuila

RESUMEN

El modelo RUSLE predice la tasa de erosión de un terreno, basada en el patrón de lluvias, tipo de suelo, topografía, sistema de cultivo y prácticas de manejo, los cuales son conocidos como factores, el correspondiente a tipo de suelo se denomina factor K, el cual pretende medir la susceptibilidad del suelo a ser erosionado. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el factor K de 12 parcelas de uso agrícola, ubicadas en el municipio de San Luis del Cordero, Durango. Se colectaron muestras de suelo a una profundidad de 0-30 cm y se les determinaron el porcentaje de materia orgánica y clase textural para así obtener el factor K según lo dictado por el ARS. Los resultados obtenidos indican que los suelos de las parcelas agrícolas muestreadas presentaron moderada susceptibilidad a la erosión, con valores que oscilaron desde 0.13 a 0.34 siendo la moda de 0.25

Palabras clave: Modelación, pérdida de suelo, agricultura.

ABSTRACT

The model RUSLE predicts the erosion rate of landscape; this equation uses the rainfall, soil, topography, crop system and tillage, which are known as factors, the factor of soil is named K factor that measures the susceptibility of soil to water erosion. The objective of current study was to obtain the K factor of 12 agricultural plots, which are located in San Luis del Cordero, Durango. It was collected a soil sample in a depth of 0-30 cm and we obtained the percentage of soil organic matter and its texture, then we calculated the K factor as the methodology of ARS. The results show us that the soils of agricultural plots sampled have a moderate rate to erosion, with values that vary from 0.13 to 0.34.

Key words: Simulation, loss soil, agriculture.

INTRODUCCIÓN

La simulación de procesos es una actividad puede obtener conclusiones relativas al comportamiento de un sistema, por medio del empleo de un modelo cuya relación causa-efecto es similar a la del

sistema original. Una de las finalidades de la modelación es auxiliar en la toma de decisiones en la evaluación del efecto de una acción sobre el sistema en estudio (Sánchez *et al.*, 2014).

El modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard *et al.*, 1997) es una versión revisada de USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier y Smith 1965,1978). USLE predice la media anual a largo plazo de la tasa de erosión de un terreno, basada en el patrón de lluvias, tipo de suelo, topografía, sistema de cultivo y prácticas de manejo. Estos últimos son conocidos como “factores”, el correspondiente a tipo de suelo se conoce como factor K, el cual pretende medir la susceptibilidad del suelo a ser erosionado.

La erosionabilidad del suelo (factor K) dependerá fundamentalmente de las propiedades físicas y el contenido de materia orgánica (MO) del mismo, de esta forma un suelo arenoso y poca MO será más fácilmente erosionable que uno arcilloso y con alto contenido de MO (MSU, 2002). La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (FAO, 2006). La MO es considerada un indicador de salud del suelo, por lo tanto, los niveles de MO van a depender del clima, suelo y del manejo del mismo (Sainz *et al.*, 2011).

El presente estudio tuvo como objetivo calcular el factor K de la RUSLE en suelos de parcelas agrícolas ubicadas en el municipio de San Luis del Cordero, Dgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en 12 parcelas de uso agrícola en el municipio de San Luis del Cordero (Figura 1), que se encuentra en el estado de Durango.

En cada parcela fue colectada una muestra de suelo a una profundidad de 0-30 cm, luego, fue secada a temperatura ambiente y molida, separando por medio de tamizado las partículas gruesas (> 2 mm) para la determinación de textura de suelo y finas (< 2 mm) para la determinación de MO del suelo. La determinación de textura se siguió con la metodología de Bouyoucus, en la cual, se pesaron 50 gr de suelo y colocaron en un vaso metálico para batidora eléctrica, se agregaron 10 mL de solución de hexametáfosfato de sodio ($(\text{Na}_3\text{PO}_3)_6$) como dispersante y la mezcla se agitó en la batidora durante 15 min. Una vez realizada la mezcla, ésta se pasó a una probeta de 1000 mL, completando el volumen con agua desionizada. Posteriormente, la mezcla se agitó vigorosamente durante 40 segundos y se tomó lectura de densidad con apoyo de un hidrómetro. Pasadas 2 horas de reposo, nuevamente se realizó lectura de densidad sin realizar agitación en la solución. Con dicha diferencia de densidades, el debido factor de corrección de temperatura y el triángulo de texturas, se obtuvo la clase textural del suelo.

En cuanto al contenido de MO se evaluó a través de la determinación de carbono orgánico por el método de Walkey & Black (1934), donde se utilizaron 0.5 g de muestra de suelo que fue colocada en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Posteriormente, se agregaron 10 mL de solución

de dicromato de potasio 1N y 20 mL de ácido sulfúrico realizando movimientos circulares durante aproximadamente 10 segundos. Se dejó reposar durante media hora. Se añadieron 200 mL de agua desionizada, 10 mL de ácido fosfórico concentrado y 1 mL de indicador difenilamina. Realizado lo anterior, se tituló con sulfato ferroso 1 N hasta obtener un cambio de vire de azul-violeta a verde esmeralda. Para estimar la MO se utilizó el factor de Van Benmelen de 1.72 el cual resulta de la suposición de que la MO contiene un 58% de C (NOM-RECNAT-021-2000).

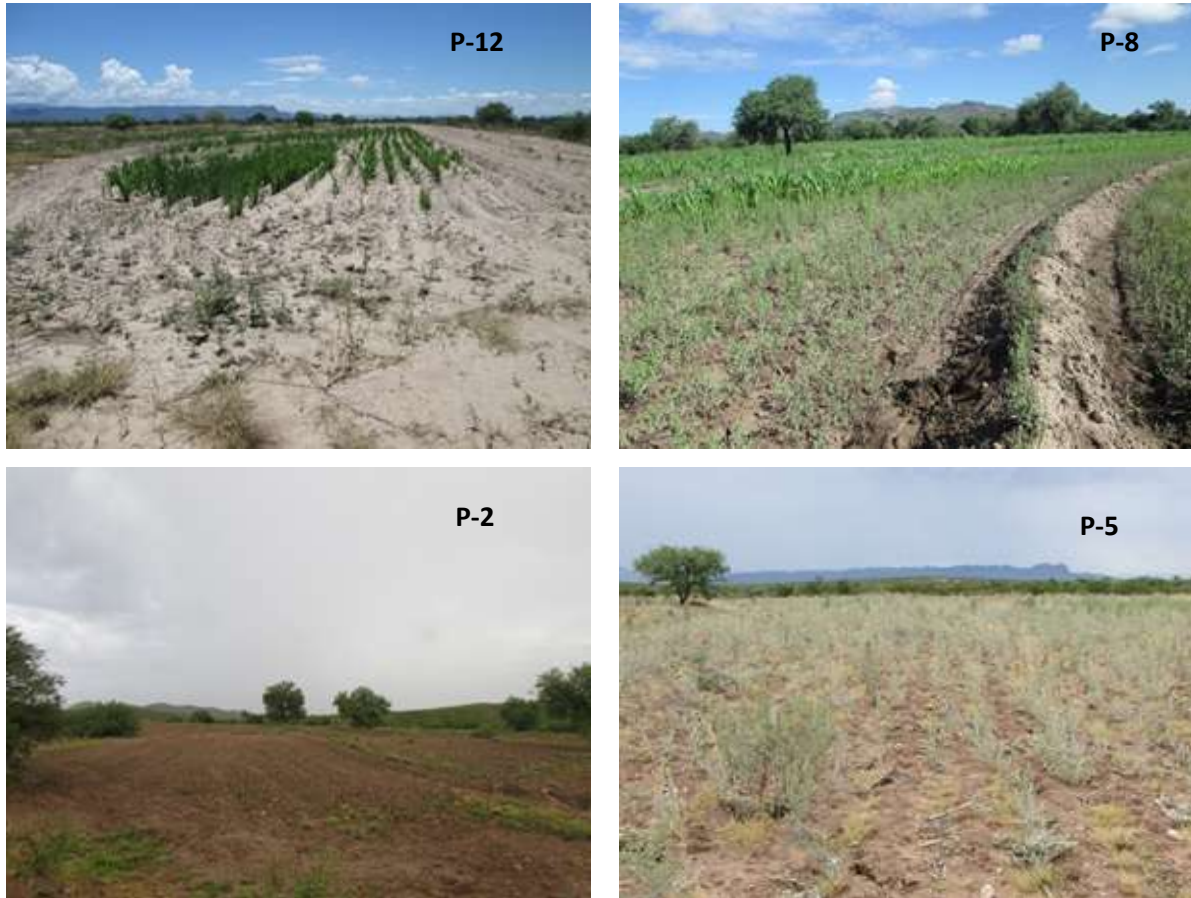


Figura 1. Fotografías tomadas el 3 de Julio de 2015 en las parcelas 12, 8, 2 y 5.

Una vez que se obtuvo el contenido de MO y la textura del suelo, se procedió a calcular el factor K según el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicaciones de la magnitud general del factor K* de erodibilidad del suelo.

Clase de textura	Contenido de Materia Orgánica		
	0.5 por ciento	2 por ciento	4 por ciento
	K	K	K
Arena	0.05	0.03	0.02
Arena fina	0.16	0.14	0.10
Arena muy fina	0.42	0.36	0.28
Arena migajosa	0.12	0.10	0.08
Arena fina migajosa	0.24	0.20	0.16
Arena muy fina migajosa	0.44	0.38	0.30
Migajón arenoso	0.27	0.24	0.19
Migajón arenoso fino	0.35	0.30	0.24
Migajón arenoso muy fino	0.47	0.41	0.33
Migajón	0.38	0.34	0.29
Migajón limoso	0.48	0.42	0.33
Limo	0.60	0.52	0.42
Migajón arcilloso arenoso	0.27	0.25	0.21
Migajón arcilloso	0.28	0.25	0.21
Migajón arcillo limoso	0.37	0.32	0.26
Arcilla arenosa	0.14	0.13	0.12
Arcilla limosa	0.25	0.23	0.19
Arcilla		0.13	0.29

*Los valores que se indican son promedios estimados de escalas ampliadas de valores específicos de suelo. Cuando una textura se halla cerca de la línea limítrofe de dos clases de texturas, utilícese el promedio de los dos valores K. Para suelos específicos, el uso de las tablas de valor K del Servicio de Conservación de Suelos proporcionará una exactitud mucho mayor. Tomado ARS, 1975.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de MO osciló entre 0.82% y 2.33%, con un promedio de 1.74%, mientras que la textura predominante fue franco-arcillosa. El factor K varió de 0.13 a 0.34, con un promedio de 0.254 y una moda de 0.25 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Factor K según textura y MO para cada una de las parcelas muestreadas.

Clave Parcela	Coordenadas geográficas		MO (%)	Clase textural	K
	Latitud	Longitud			
P-1	25°23'44.76"	104°17'22.44"	1.78	franco arcillosa	0.25
P-2	25°22'21.20"	104°15'12.10"	1.65	franco arcillosa	0.25
P-3	25°22'27.00"	104°15'19.70"	1.99	franco arcillo arenosa	0.25
P-4	25°26'7.80"	104°14'26.10"	1.17	franco arcillo arenosa	0.26
P-5	25°26'4.40"	104°14'36.17"	1.17	franco arcillo arenosa	0.26

P-6	25°23'45.60"	104°17'39.40"	2.33	franco arenosa	0.24
P-7	25°23'17.90"	104°18'25.70"	0.82	franco arenosa	0.255
P-8	25°25'15"	104°14'32"	2.17	franco arcillo limosa	0.32
P-9	25°24'54.06"	104°14'40.40"	1.67	franca	0.34
P-10	25° 25'52"	104°13'7"	2.17	franco arcillosa	0.25
P-11	25°25'27.32"	104°13'27.30"	1.74	arcillosa	0.13
P-12	25°24'37"	104°15'50"	2.23	franco arcillosa	0.25

Cabe mencionar que, mientras mayor sea el factor K, el suelo será más susceptible a erosión. Los suelos con alto contenido de arcilla, presentan valores bajos del factor K, alrededor de 0.05 y 0.15, porque son resistentes al disgregamiento. Los suelos con textura gruesa como los arenosos, también presentan valores bajos que oscilan entre 0.05 y 0.2, debido a su bajo escurrimiento, aun cuando estos suelos se desprenden fácilmente. Los suelos con textura media, como los suelos franco limosos, presentan valores moderados del factor K, que son entre 0.25 y 0.4 (MSU, 2002). Esto significa que, los suelos de las parcelas investigadas presentan en su mayoría una susceptibilidad moderada a la erosión; sin embargo, se encontró una parcela (P-11) que presentó baja susceptibilidad a la pérdida de suelo.

Al comparar los valores obtenidos del factor K en el presente estudio con otro similar, parecen ser muy altos, pues López-Santos *et al.* (2012), obtuvo datos que oscilan entre 0.007 y 0.079 aunque para el territorio total del estado de Durango. La diferencia anterior puede deberse al método de obtención del factor, ya que en este último trabajo mencionado, se considera la textura y el tipo de suelo, mientras que en el presente estudio además de la textura, se consideró el contenido de MO.

CONCLUSIÓN

Se obtuvo la clase textural y MO de 12 parcelas con uso agrícola en el municipio de San Luis del Cordero y se obtuvo el factor K de RUSLE. La mayoría de los suelos presenta textura franco arcillosa, con un porcentaje de MO bajo, lo que originó que el factor K indicara que el suelo es moderadamente susceptible a erosión.

LITERATURA CITADA

ARS, 1975. Control of water pollution from cropland. Volume I, A manual for guideline development, Report ARS-H-5-1. USDA, Washington, D.C. FAO. 2006. Textura del suelo. ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm

Kouli, M., Soupios, P., Vallianatos, F. 2008. Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwestern Crete, Greece. *Environ Geol.* DOI 10.1007/s00254-008-1318-9

López-Santos, A., Sánchez, C. I., Esquivel, A. G., González, B. J.L. 2012. Evaluación de la vulnerabilidad de los suelos del estado de Durango, México en el contexto del cambio climático. *Agrociencia Uruguay*. Vol. 16, No. 3 pp 117 – 127

MSU. 2002. RUSLE. On line soil erosion assessment tool. Institute of Water Research. Michigan State University. <http://www.iwr.msu.edu/rusle/kfactor.htm>

Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

Renard, K. G. Foster, G. A., Weesies. 1997. Prediction of soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation. *Agricultural Handbook 703*, US Department of Agriculture, Washington, DC

Sainz, R. H., Echeverria, H.E., Angelini, H. 2011. Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina. *Informaciones Agronómicas - No. 2*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [https://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/C27D5B57B45EAAEF032578BA006BD8B1/\\$file/6.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/C27D5B57B45EAAEF032578BA006BD8B1/$file/6.pdf)

Sánchez, C. I., Bueno, H. P., Esquivel, A. G., Velásquez, V. M. A. 2014. Simulación de procesos hidrológicos en cuencas poco instrumentadas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Folleto técnico Número 35. Gómez Palacio, Durango. 2 p.

Walkley, A.; Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.

Wischmeier, W. H., Smith, D. D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. Guide for selection of practices for soil and water conservation. *Agric. Handbook*, 282. US Gov. Print. Office, Washington, D.C.

Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. *Agriculture Handbook No. 537*. US Department of Agriculture Science and Education Administration, Washington, DC, USA, pp 163

Obras de conservación de suelo: emergencia y establecimiento de especies forrajeras en la región semiárida del norte de México

García-Pérez, José Luis¹, Ochoa-Rivero, Jesús Manuel¹, García-Holguín, Moisés René², Sígala-Rodríguez, José Ángel³ y Lagos-Gómez, Humberto¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Sitio Experimental La Campana. km. 33.3 Carretera Chihuahua - Ojinaga. Aldama, Chihuahua, México, C.P. 32910. ²Campo Experimental Sierra de Chihuahua (INIFAP). Avenida Hidalgo No. 1213 Col. Centro, Cuauhtémoc, Chihuahua, México. C.P. 31500.

³Campo Experimental Valle del Guadiana (INIFAP). km. 4.5 Carretera Durango - El Mezquital. Durango, Durango, México, C.P. 34170.

*garciap.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para contrarrestar la degradación en regiones semiáridas se promueve la rehabilitación de agostaderos mediante resiembras de pastizales u obras de conservación de suelo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la emergencia y establecimiento de especies forrajeras en un área rehabilitada con obras de conservación de suelo en el municipio de Aldama, Chihuahua, México. Los tratamientos fueron: 1) zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), 2) zacatón alcalino (*Sporobolus aireoides*), 3) zacate buffel + zacate alcalino, 4) sin siembra con rastra y 5) sin siembra y sin rastra. Asimismo, se realizó un análisis de correlación para detectar el efecto del contenido de humedad captada por las obras con la supervivencia con el crecimiento inicial de chamizo (*Atriplex canescens*). Los resultados arrojaron para el tratamiento 1 (26.98 n plantas/m² densidad y un 35.29 % cobertura) y 3 (21.24 n plantas/m² densidad y un 30.84 % cobertura). En el tratamiento cuatro sobresalió la emergencia de pastos anuales y herbáceos. En el caso del chamizo se encontró una tasa de crecimiento relativo de 0.06 cm/mes y una supervivencia de 72.39 %. La humedad en el suelo presentó un rango de 3.80 a 11.63 %. Se concluyó que el tratamiento 1 tuvo los valores más altos de emergencia para el zacate buffel, mientras que en el tratamiento 2 se presentaron los mejores niveles de emergencia para el zacatón alcalino en un área rehabilitada.

Palabras clave: restauración ecológica, pastizales, resiembra, desertificación.

ABSTRACT

To counteract degradation in semiarid regions was promoted rangeland rehabilitation through grassland reseeding and / or soil conservation works. The objective of this study was to evaluate the emergence and establishment of forage species in rehabilitate areas with soil conservation works in the municipality of Aldama, Chihuahua, Mexico. The treatments were: 1) buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.), 2) alkaline grass (*Sporobolus aireoides*), 3) alkaline grass+buffel grass 4) unseeded dredge and 5) without sowing without harrowing. Also, was made a correlation analysis to detect effect between the soil moisture with survival and growth of saltbush (*Atriplex canescens*). The results were showed for treatment 1 (26.98 n plants/m² density and 35.29 % coverage) and 3 (21.24 n plants/m² density and 30.84% coverage). Treatment 4 was presented excellent results in emergence of herbaceous and annual grasses. For saltbush relative growth rate of 0.06 cm/month and a survival was 72.39 %. The soil moisture concentration was 3.80 to 11.63%. It was concluded that treatment 1 was presented the highest values of emergence for

buffel grass, and the treatment 2 was showed the highest rates of emergence for alkaline grass in rehabilitation area.

Keywords: ecological restauration, rangelands, reseeding, desertification.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con una vasta extensión de zonas áridas y semiáridas, que comprenden el 48% de la superficie del país, en su mayoría están localizadas en el norte de México y forman parte del cinturón de aridez del Hemisferio Norte. Las condiciones ecológicas de estas zonas caracterizadas por sequías prolongadas, temperaturas extremas, alta radiación y baja humedad ambiental y otros factores antropogénicos (sobrepastoreo) han propiciado la reducción de la cubierta vegetal (González, 2012). Estos efectos adversos han fragmentado dichos ecosistemas y disminuido su productividad y funcionalidad. Como consecuencia, se tienen problemas medio ambientales/ecológicos tales como son: la pérdida de biodiversidad, la erosión hídrica y/o eólica, el desplazamiento de especies nativas por especies anuales y/o invasivas de menor valor forrajero, entre otras (Zhang *et al.*, 2015). En el estado de Chihuahua, durante el periodo de 1968 a 2002 se ha perdido la composición original de más de 2 millones de hectáreas de pastizal mediano abierto (Valerio *et al.*, 2005). Una alternativa para contrarrestar estos efectos es a través de la implementación de obras de conservación de agua y suelo, las cuales inducen la retención de sedimentos, materia orgánica y la retención de humedad lo que fomenta el desarrollo de la vegetación (Yang *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2015). En la actualidad se ha optado por implementar dichas obras de restauración que incluyen bordos a nivel, resiembras y reforestaciones (Yang *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2015). Por ejemplo, en México se han realizado resiembras con semilla de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) ya que es tolerante a la sequía y de fácil adaptabilidad a sitios con restricción de humedad y suelos degradados (Rios *et al.*, 2014). Del mismo modo, se ha implementado zacatón alcalino (*Sporobolus aireoides*) resistentes a concentraciones altas de sales, suelos muy alcalinos y mal drenados (Royo *et al.*, 2014). Con respecto al su uso de arbustos forrajeros se ha utilizado con éxito el chamizo (*Atriplex canescens*), el cual ofrece una fuente rica en proteínas durante la época de sequía y es altamente preferido por el ganado bovino y caprino (Saucedo, 2003). El objetivo del presente estudio fue evaluar la emergencia y establecimiento de especies forrajeras en un área rehabilitada con obras de conservación de suelo en el municipio de Aldama, Chihuahua, México. Los resultados obtenidos del estudio servirán como sustento para futuras prácticas de restauración ecológica en las zonas áridas y semiáridas de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el predio particular denominado El Morrión, municipio de Aldama, Chihuahua. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 29° 0' 0.60" N y 105° 39' 31.87" O a una altitud de 1,273 msnm (Figura 1).

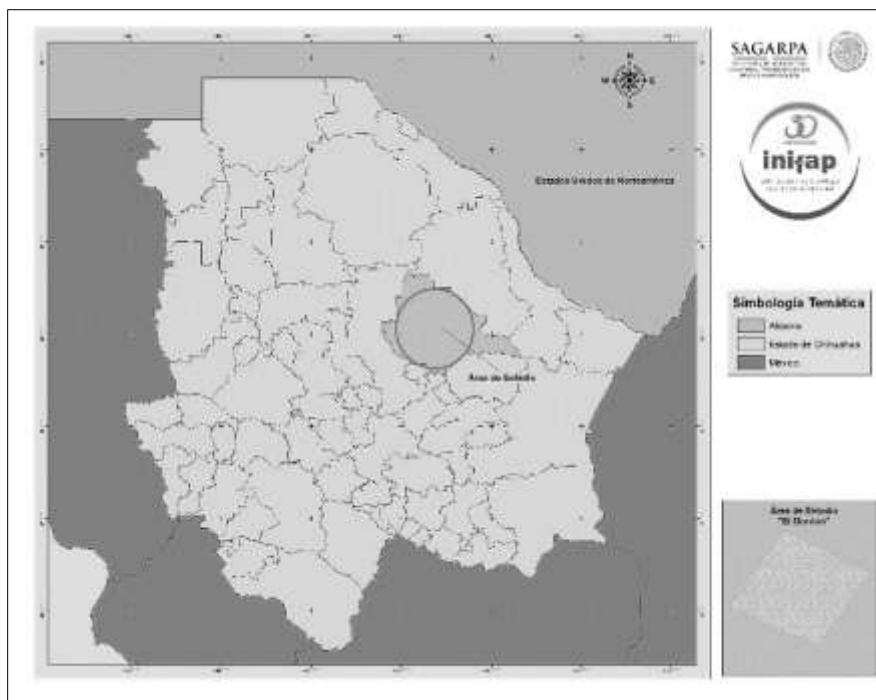


Figura 1. Ubicación geográfica del predio El Morrión, Aldama, Chihuahua, México.

El clima predominante en la región es el semidesértico con régimen de lluvias en verano BSkw (w) (e), la temperatura media anual varía de 18 a 22 °C. La precipitación pluvial acumulada anual oscila entre 250 y 300 mm, con precipitación invernal menor a 5% del registro anual y un verano cálido (García, 1981). Esta área pertenece a la provincia fisiográfica de las Llanuras del Norte. Los suelos predominantes son calcisoles con un pH de 8.4. El predio El Morrión está dentro de la Región Hidrológica RH 24 (INEGI, 2015). El tipo de vegetación es matorral desértico micrófilo dominado por especies con espinas, sin espinas y combinados (Ej. *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*) (INEGI, 2015). La preparación del terreno consistió en dos pasos de subsuelo a una profundidad de 30 cm para remover el suelo seguido, favorecer la infiltración y la acumulación de humedad en el mismo. En total se construyeron 16 bordos útiles y la distancia entre bordos fue de 12 m. Para la resiembra se realizaron se hicieron dos pasos de rastra en una franja de 4 m, dejando 6 m de área de escurrimiento en cada franja. Durante los trabajos se evitó afectar la vegetación arbustiva nativa del lugar tales como; el mezquite (*Prosopis glandulosa*) en asociación con el saladillo (*Atriplex acantocarpa*).

La resiembra fue en el mes de julio de 2014 dentro del área de obras de conservación de suelo y agua (bordos a nivel) mediante la técnica al voleo con una densidad de siembra de 8 kg de semilla por ha. La plantación de chamizo (*Atriplex canescens*) se hizo en el mes de agosto de 2014 y se realizó en la parte baja del bordo aguas arriba. Los tratamientos de resiembra de pastos consistieron en: 1) 100 % pasto buffel (*Chenchrus ciliaris*), 2) 100 % zacatón alcalino (*Sporobolus aireoides*), 3) 50% buffel + 50% zacatón alcalino 4a) Sin siembra con rastra (aguas arriba del bordo y 4b) Sin siembra sin rastra (aguas abajo del bordo). Se usó un diseño de bloques al azar

con cuatro repeticiones. Se determinó la cobertura (%/m²) y densidad (n de plantas/m²) a los cuatro meses. De manera adicional se incluyó la emergencia de pastos anuales. En el caso del chamizo se evaluó la respuesta en supervivencia (%) y crecimiento inicial en altura (cm) a los 6 y 12 meses de su plantación y se midió altura (cm) y diámetro de copa (DC). Asimismo, se determinó la tasa de crecimiento relativo en altura (TCRA) e incremento en altura (IA). Finalmente, se hizo un análisis de correlación entre la supervivencia y crecimiento del chamizo con la retención/contenido de humedad en el suelo. Se realizaron determinaciones de humedad a 15 y 30 cm de profundidad del suelo en 12 puntos del terreno en intervalos de tiempo de cada dos semanas mediante el método gravimétrico. Asimismo se midió la precipitación acumulada en el lugar cada ocho días durante el periodo de crecimiento vegetativo del chamizo (Figura 1).

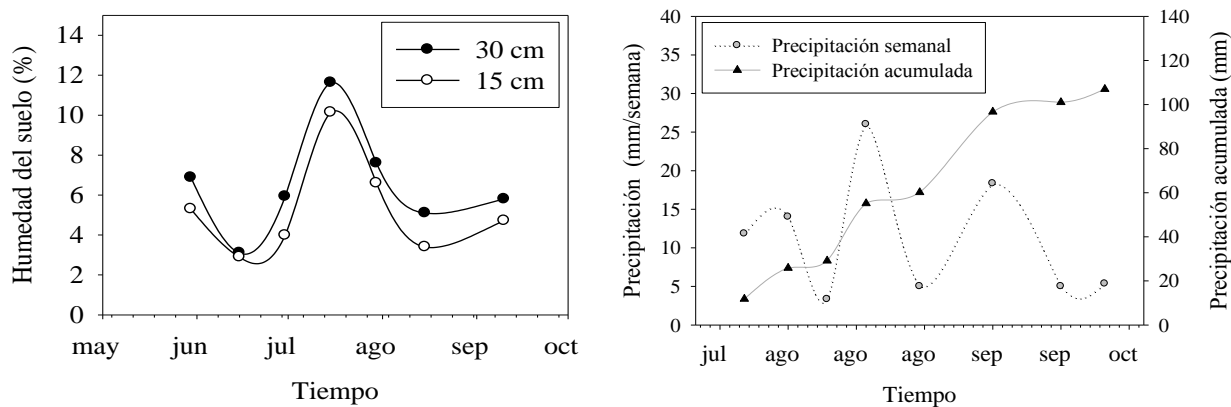


Figura 1. Precipitación pluvial acumulada semanal (derecha) y contenido de humedad durante el periodo de lluvias en el área de estudio (izquierda).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Supervivencia y crecimiento de chamizo

En general, la supervivencia del chamizo fue de 76.13 % después de los primeros seis meses, posteriormente disminuyó a 66.21 % después del año. Esto se atribuye a que durante este periodo la planta fue más susceptible al ataque de fauna nociva, estrés hídrico y factores edafoclimáticos climáticos extremos en los sitios de plantación. Se realizó la evaluación en cuatro secciones del área (sitios) y se encontró que las plantas que se establecieron en la parte central ($p=0.0148$) sobrevivieron más a los 6 y 12 meses de plantado ($p=0.0194$) lo que se atribuye a gradientes en las propiedades fisicoquímicas del suelo. En el presente estudio no se encontró una tendencia clara ($p=0.3417$) en favor de los tratamientos evaluados (resiembra de pastos) durante los primeros 6 y 12 meses plantado (Figura 2).

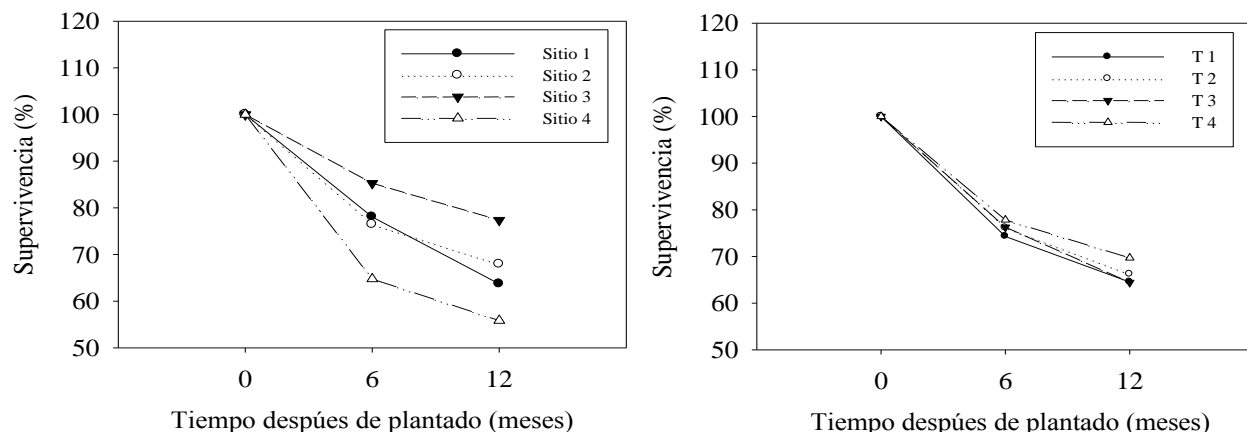


Figura 2. Supervivencia de chamizo (*Atriplex canescens*) a los 6 y 12 meses de plantado, en función del sitio de plantación y de los tratamientos de resiembra.

Al término del primer año de establecidos en campo, se encontraron diferencias significativas por efecto del bloque (sitio) para las variables altura a los 12 meses, tasa de crecimiento relativo (TCRA), incremento en altura (IA) y diámetro de copa (DC) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedio y significancia estadística de las variables de crecimiento por sitio en chamizo (*Atriplex canescens*) a los 6 y 12 meses de establecido.

Sitio	Altura (cm)		TCRA (cm mes)	IA (cm)	DC (cm)
	6 meses	12 meses			
1	19.16	29.38	0.06	10.22	36.85
2	23.98	38.06	0.07	14.08	39.07
3	22.63	35.79	0.07	13.15	38.68
4	16.80	21.77	0.04	4.96	26.68
($P \geq 0.05$)	0.0939	0.0003	0.2393	0.0288	0.0037

Dónde: TCRA= Tasa de crecimiento relativo en altura; IA= Incremento en altura y DC= Diámetro de copa.

Aunque en otras investigaciones se han encontrado crecimientos mayores al primer año de plantado, los resultados de este estudio pueden deberse a los escasos eventos de precipitación (sequía anormal) durante el presente año (CONAGUA, 2015). Como consecuencia de lo anterior, las plantas estuvieron bajo cierto nivel de estrés lo que afectó su desarrollo.

Con relación al crecimiento por efecto de los tratamientos no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), lo que se puede deber que hasta ese momento los pastos tuvieron poca emergencia, y los que lograron establecerse no tuvieron la talla suficiente para competir o favorecer el crecimiento de estos arbustos forrajeros. Sin embargo, en el tratamiento donde no se resembró (testigo) el crecimiento fue menor en altura y diámetro de copa a los 6 y 12 meses de establecido (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio y significancia estadística de las variables de crecimiento chamizo (*Atriplex canescens*) por tratamiento (resiembra de pastos) a los 6 y 12 meses de plantado.

Tratamiento	Altura (cm)		TCRA (cm mes)	IA (cm)	DC (cm)
	6 meses	12 meses			
1	21.10	30.31	0.05	9.21	36.23
2	23.00	33.56	0.06	10.56	36.59
3	20.03	31.33	0.06	11.31	35.17
4	18.47	29.78	0.07	11.30	33.29
($P \geq 0.05$)	0.4413	0.4164	0.8484	0.8388	0.6220

Dónde: TCRA= Tasa de crecimiento relativo en altura; IA= Incremento en diámetro y DC= Diámetro de cobertura

Se realizó una correlación entre las variables de crecimiento y supervivencia ($P \leq 0.05$) (Cuadro 3), en la que se muestra que la altura alcanzada a los seis meses se correlacionó con la altura después del año, la tasa relativa de crecimiento, el incremento en altura y el diámetro de cobertura.

Cuadro 3. Matriz de correlaciones entre las variables de crecimiento, supervivencia y humedad del suelo en el establecimiento de chamizo (*Atriplex canescens*) a los 6 y 12 meses de plantado.

	A6	A12	TRCA	IA	DC	SV_12	CH_15	CH_30
A6								
A12	0.99*							
TRCA	0.98	0.98*						
IA	0.97*	0.99*	0.99*					
DC	0.87*	0.87	0.98*	0.98*				
SV_12	0.81	0.84	0.88	0.85	0.83			
CH_15	0.61	0.64	0.61	0.62	0.67	0.16		
CH_30	-0.15	-0.01	0.17	0.10	0.33	-0.02	0.35	

Donde: A6= Altura a los seis; A12= Altura a los 12 meses; TCRA= Tasa de crecimiento relativo en altura; IA= Incremento en altura; DC= Diámetro de copa; SV_12= Supervivencia a los 12 meses; CH_15= Contenido de humedad a los 15 cm de profundidad y CH_30= Contenido de humedad a los 30 cm de profundidad.

Saucedo (2003) mencionó que para plantaciones de chamizo en bordos a nivel y con periodo de lluvias regular la supervivencia puede ser del 70 % al primer año de plantado. Sin embargo, esta situación puede atribuirse a la baja competencia por herbáceas y zacates anuales, lo cual en otros estudios ha afectado su crecimiento en altura (Saucedo, 2007). Por su parte, Morales *et al.* (2008) mencionaron que los principales causantes de la mortalidad y el bajo crecimiento de plantaciones de chamizo se deben a la disponibilidad de humedad en la etapa crítica. Estos investigadores recomendaron la construcción de bordos a nivel al inicio de la temporada de lluvias en la región.

Establecimiento de pastos

Después de cuatro meses de la resiembra se encontró mayor porcentaje de cobertura en los tratamientos donde se sembró pasto buffel (1 y 3) con 26.98 y 21.4 %, respectivamente. Para el zacatón alcalino se encontró un porcentaje de cobertura de 4.90 % y un porcentaje de 2.90 % de densidad en el tratamiento 2. Es importante mencionar que en este tratamiento se presentaron los

valores más altos de cobertura y densidad de dicha especie (Cuadro 4). A pesar de que ambas especies de pastos poseen características adaptativas a ciertas condiciones del sitio de la resiembra se encontraron valores superiores a 30.84 n plantas/m² durante el primer año. Lo anterior indica que estos valores fueron aceptables ya que estudios previos reportan que valores superiores a 9 n plantas/m² se consideran casos éxito (Terrazas y Chávez, 2012).

Cuadro 4. Valores promedio de porcentaje de densidad y cobertura de pastos resemebrados.

Tratamiento	Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>)		Alcalino (<i>Sporobolus aireoides</i>)	
	Cobertura (%)	Densidad (n plantas/ m ²)	Cobertura (%)	Densidad (n plantas/ m ²)
	1	26.98	35.29	0.74
2	2.00	1.04	4.90	2.60
3	21.24	30.84	1.66	0.68
Testigo Sin rastra	0.00	0.00	0.00	0.00
Sin siembra Con rastra	0.10	0.20	0.00	0.00
(P ≥ 0.05)	0.0001	0.0001	0.0071	0.0149

En las áreas donde no se realizó la resiembra, pero si se utilizó la rastra, se encontró emergencia y establecimiento de zacates perennes. Asimismo, sobresalieron en el área con rastra la presencia de especies anuales tales como: *Eragrostis annual* y *Bouteloua barbata*. En el caso del pasto toboso (*Pleuraphis mutica*), el paso de la rastra afectó su emergencia (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores promedio de porcentaje de densidad y cobertura de otros pastos anuales y perenes por tratamiento en el módulo silvopastoril establecido en Aldama, Chihuahua.

Tratamiento	Anual				Perene			
	<i>(Eragrostis annual)</i>		<i>(Eragrostis illeanensis)</i>		<i>(Bouteloua barbata)</i>		<i>(Pleuraphis mutica)</i>	
	C	D	C	D	C	D	C	D
1	2.45	2.76	0.00	0.00	0.10	0.19	1.43	0.24
2	6.20	8.32	0.20	0.28	0.64	0.84	4.20	1.00
3	2.16	3.47	0.39	0.58	0.74	0.74	3.16	0.58
Sin rastra	7.60	7.60	0.10	0.20	19.10	18.80	18.40	2.40
Con rastra	14.10	14.10	0.00	0.00	21.10	17.20	0.00	0.00

Donde: D= Densidad en número de plantas/m²; C= Porcentaje de cobertura por m².

CONCLUSIONES

Las obras de conservación de agua y suelo favorecieron el establecimiento de plantas de chamizo (*Atriplex canescens*) al primer año de establecidas; a pesar de las condiciones adversas, la tasa de mortalidad fue baja, por lo que se considera una especie con alto potencial para favorecer la rehabilitación revegetación de agostaderos en ecosistemas áridos y semiáridos del norte de México.

El establecimiento inicial de pasto buffel fue aceptable en comparación con el zacatón alcalino que presentó los valores más bajos. Los resultados a la fecha son preliminares y se espera el establecimiento definitivo en los próximos años.

LITERATURA CITADA

CONAGUA. 2015. Monitor de sequía en México. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/climatologia/sequia/sequiaMx/MexSequia_15Agosto2015.pdf. Consultado el 30 de agosto de 2015.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM-Instituto de geografía. 246 p.

González, M. F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. SEMARNAT-INECOL 158 p.

INEGI. 2015. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Aldama, Chihuahua. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/08/08002.pdf>. Consultado 10 de octubre de 2015.

Morales, N., C. R., R. A. Saucedo T. y P. Jurado G. 2008. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. En: Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal. Chávez S. A. H. (comp.). Libro Técnico Núm. 2. Chihuahua, Chih. pp: 91-111.

Rios, S., J. C., L. M. Valenzuela N., M. Rivera G., R. Trucios C. y G. Sosa P. 2012. Diseño de un módulo silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México. *Tecnociencia* 3:174-180.

Royo, M., M. H., A. Melgoza C. y G. Quintana M. Especies vegetales en peligro, su distribución y estatus de conservación de los ecosistemas donde se presentan. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* (22):86-103.

Saucedo, T., R. 2003. Guía técnica para el establecimiento y utilización de plantaciones de chamizo. Folleto para productores N. 10 campo Experimental la Campana. INIFAP-CIRNOC. 16 p.

Saucedo, T., R. 2007. Chamizo para pastizales amacollados arborescentes. Catálogo de productos y servicios. INIFAP-CIRNOC, Matamoros, Coahuila. pp: 127-128.

Sosa, P., G. J.C. Rios S., D. Albarrán A. y J. A. Sigala R. Establecimiento de un módulo silvopastoril en zonas semiáridas. 2011. Folleto para productores. Sitio Experimental La Campana. INIFAP-CIRNOC. 22 p.

Terrazas, P.J.G. y C. Chávez M. 2012. Resultados de investigación sobre zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) de temporal en la región centro sur de Chihuahua. Publicación especial No. 18. Campo Experimental Delicias. INIFAP-CIRNOC, Delicias, Chihuahua. 70 p.

Valerio, V. A., E. Carreón H., A. Lafón Terrazas, J.M. Ochoa B., P. Calderón Domínguez, D.M. Soto V., C. Chacón Z. y E. Favela T. 2005. Distribución, extensión espacial y condición de los pastizales en el estado de Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana. Chihuahua, México.

Yang, L., Wei, W., Chen, L., Chen, W. y Wang, J. 2014. Response of temporal variation of soil moisture to vegetation restoration in semi-arid Loess Plateau, China. *Catena*, 115:123-133.

Zhang, W., Zhou, J., Feng, G., Weindorf, C. D., Hu, G. y Sheng, J. 2015. Characteristics of water erosion and conservation practice in arid regions of Central Asia: Xinjiang Province, China as an example. *International Soil and Water Conservation Research*, En prensa.

Producción y calidad de biodiesel producido a partir de aceite de carraspique (*Thlaspi arvense*) y grasa de res

¹Buendía-Tamariz, Mali Nay y ²Trejo-Calzada, Ricardo

¹Estudiante de Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, UACH. ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACH. Km. 38 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Dgo. CP 351230.

RESUMEN

Son amplias las razones por las cuales el petróleo debe ser reemplazado por una fuente alternativa y sostenible de energía, y que pueda ser usada como materia prima industrial, en el futuro cercano. Bajo este panorama, el biodiesel se presenta como una de las fuentes de energías renovables. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la producción y calidad del biodiesel producido a partir de aceite de carraspique y grasa de res. La producción de biodiesel fue evaluada a través del proceso de transesterificación utilizando hidróxido de potasio (KOH) como catalizador con concentraciones de 0.5 y 1%. El biodiesel se evaluó por sus propiedades como combustible y se comparó con los estándares de la ASTM para biodiesel en base a su viscosidad, contenido de agua, índice de acidez, glicerina libre y total. Los resultados mostraron que una concentración de 1.0% KOH a 60 ° C, con 60 minutos de tiempo de reacción y una relación 6: 1 molar de alcohol-aceite dio como resultado la mejor eficiencia de conversión (97%) a partir de aceite de carraspique y 96.6% para grasa de res. El biodiesel obtenido en estas condiciones tuvo características muy similares a los descritos en las normas ASTM para el biodiesel.

Palabras clave: Energía renovable, transesterificación, hidróxido de potasio.

ABSTRACT

Several reasons support the purpose of replacing fossil oil by alternative sustainable sources of energy that can be used as raw material for industrial production. Under this view, biodiesel is one of the sources of renewable energy. The objective of this study was to evaluate production and quality of biodiesel obtained from carraspique oil and bovine grease. The production of biodiesel was evaluated through the process of transesterification by using potassium hydroxide (KOH) as catalyst in concentrations of 0.5 and 1.0 %. The properties of biodiesel as a combustible were evaluated: viscosity, water content, acid index, free and total glycerin. The results showed that the best conversion efficiency was obtained in both carraspique oil (97%) and bovine grease (96.6%) by using KOH 1% at 60 ° C during 60 minutes and a molar ratio alcohol-oil of 6: 1. The biodiesel produced under these conditions showed features as those defined by the ASTM rules for biodiesel of good quality.

Keywords: renewable energy, transesterification and potassium hydroxide.

Restauración con especies del género Agave y conservación de suelo en Ejido de Santa Cecilia y el Ejido Ciénega del Carmen, Saltillo, Coahuila

Flores-Pérez, Jorge, Gómez-Gómez, Eliseo Domingo

Séptimo año de la carrera de Ing. En Restauración Forestal de la escuela Universidad Autónoma Chapingo.

Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP. 56230

E-mail: FloresPJorge@otmail.com

RESUMEN

La restauración de suelos es un trabajo muy importante, debido a que día con día se pierden grandes cantidades de suelo fértil a través de la erosión eólica principalmente.

La búsqueda de especies vegetales apropiadas para cultivarse en zonas áridas es una preocupación permanente de la mayoría de la gente que vive en estas regiones. Las Agaváceas han tenido una gran importancia económica y cultural para numerosos pueblos indígenas y mestizos, que los han aprovechado durante siglos como fuente de alimento, bebida, medicina, combustible, cobijo, ornato, fibras duras extraídas de las hojas (ixtle), abono, construcción de viviendas y elaboración de implementos agrícolas, entre otros usos.

Los ejidos son muy pobres con pocas fuentes de empleos, y si tienen empleos, son pasajeros teniendo un sueldo mínimo, siendo los padres de familia las personas que llevan dinero para alimentos y los hijos mayores, puesto que el estudio máximo es la secundaria con poca demanda, ya que decide el padre de familia sacarlos de la escuela para que generen ingresos.

Se asesoraron a los comisariados y su equipo de trabajo para que ellos mismos transmitieran su conocimiento adquirido a la demás comunidad, de tal manera que ellos eran los encargados de dichas obras y uno los rectificaba que hicieran bien las cosas.

Mitigación del cambio climático en maíz forrajero usando fechas de siembra tempranas en la laguna

Castro-Aguilera, José Miguel², Martínez-Rodríguez, Juan G.¹, Álvarez-Reyna, Vicente de Paul²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL).

e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar cambio climático regional sobre el comportamiento del maíz forrajero bajo tres tratamientos de riego y cuatro fechas de siembra. Los parámetros medidos fueron: altura de planta, unidades calor acumuladas, componentes de rendimiento del cultivo, así como la evapotranspiración diaria. El crecimiento y desarrollo de las plantas se vio fuertemente afectado por las fechas de siembra, las fechas de siembra tercera y cuarta (Abril) fueron las que tuvieron las mayores tasas de crecimiento, sin embargo no presentaron el mayor peso verde por planta. El rápido crecimiento de estas fechas de siembra se vio asociado a un crecimiento raquíutico de las plantas, por lo que la mayor acumulación de unidades calor en tan corto tiempo dio como resultado plantas altas y de bajo peso. Por otro lado, las plantas de la fecha uno y dos (mediados de Febrero) presentaron plantas con mayor vigor, mayor acumulación de materia seca y menor altura que las anteriores. El rendimiento del cultivo se vio afectado por la cantidad de agua aplicada, independientemente de la fecha de siembra. Los resultados sugieren que, quizá sea conveniente modificar las fechas de siembra óptimas para las siembras de maíz forrajero en la región.

Palabras clave: Cambio Climático, Unidades Calor, Maíz Forrajero.

SUMMARY

Objective of this research was to assess regional climate change over the behavior of the forage maize under three irrigation treatments and four planting dates. Parameters measured were: plant height, heat units accumulated, crop yield components, as well as the daily evapotranspiration. The growth and development of plants was strongly affected by the dates of sowing, seeding third and fourth dates (April) were those that had the highest rates of growth, however did not show greater green weight per plant. The rapid growth of these planting dates was associated with a stunted plant growth; making it the largest accumulation of heat units in such a short time gave as a result plants high and low weight. On the other hand, the date plants one and two (mid-February) presented plants with greater vigor, greater accumulation of dry matter and lower height than the previous. The crop yield was affected by the amount of water applied, regardless of the date of sowing. The results suggest, it may be convenient to modify the optimal planting dates for sowing of forage maize in the region.

Key words: Climate Change, degree day, temperature, forage

INTRODUCCIÓN

El clima siempre ha variado, el inconveniente del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de esta variación se ha acelerado de manera especial, a tal grado que afecta al planeta. Al buscar la causa de esta aceleración, algunos científicos encontraron que existe una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provocado principalmente por actividades antropogénicas.

Por lo tanto esto provoca que exista variación en el clima principalmente en la temperatura y la precipitación, parámetros fundamentales en la producción agrícola. La distribución espacial de la precipitación es muy variada, las captaciones de la cuenca del río Nazas y Aguanaval han tenido hasta el 86% variaciones con un promedio 1600 Mm³, reflejado en las superficies sembradas con variaciones de hasta 60 mil ha. La evapotranspiración (ET) depende de la insolación, viento, temperatura y el grado de humedad de la atmósfera.

El incremento en la temperatura aumenta la ET de los cultivos y necesidades de riego en algunos casos. En el norte y noroeste de México la demanda de agua se incrementa, al ser más frecuente el estrés hídrico. La distribución de plagas, enfermedades y fenología de los cultivos de importancia económica puede variar, la capacidad de control natural y el rendimiento podría disminuir.

Es importante estimar la ET y balance hídrico, en base a rendimiento en el cultivo de maíz en la Región Lagunera para tener un concepto más claro y analizar de qué manera influyen las variaciones del clima y comparar con un escenario de referencia. El objetivo de este trabajo fue estimar el impacto del cambio climático sobre el rendimiento y sus componentes en maíz forrajero bajo riego en la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Comarca Lagunera, forma parte del Desierto Chihuahuense y se localiza en la parte media sur occidental del Estado de Coahuila y en la parte media oriental del Estado de Durango. Está constituida por 15 municipios, 10 del Estado de Durango y 5 del Estado de Coahuila, con una superficie total de 47 887.5 km², equivalente al 2.43 % de la República Mexicana y al 16 % del Desierto Chihuahuense. Está situada geográficamente entre los paralelos 24°22'23" y 26°24' de latitud norte y los meridianos 102°36' y 104°16'5" de longitud oeste (W) y con una altitud promedio de 1,130 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1. Mapa de la Comarca Lagunera.

El clima de la región se clasifica como muy seco semicálido (BWh), la temperatura media anual es de 22.6 °, siendo el mes de Junio el mes más caliente en promedio con una temperatura de 29.0° C, y el mes más frío Enero con 14.1 ° C.

La precipitación promedio anual de la región es de 215.5 mm, siendo el mes de Septiembre el más lluvioso con 44.9 mm y mes en el cual se presenta la menor precipitación es Marzo con 1.5 mm.

El experimento se estableció en el campo experimental de las instalaciones de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “Unidad Laguna”. Para lograr los objetivos del presente trabajo se estableció un experimento con cuatro fechas de siembra los días 21 de febrero, 7 de marzo, 21 de marzo y el 12 de abril, se evaluaron diferentes aplicaciones de riego en base a la demanda evaporativa al 60, 80 y 100% (T1, T2 y T3) con la finalidad de observar su efecto sobre la producción de maíz. Se utilizó la variedad de maíz AN-447, La densidad de siembra de 133 mil plantas por hectárea (10 semillas por metro lineal), se aplicó a la siembra una dosis de fertilización de 120-80-00 de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) respectivamente, las fuentes de fertilizante fueron de Urea y Ácido fosfórico. El diseño experimental fue en bloques al azar, cada tratamiento con seis repeticiones, la unidad experimental fue de 15 m² por parcela útil. Los tratamientos de riego fueron: T1 aplicar los riegos al 60 %, T2 al 80% y T3 al 100% de la demanda evaporativa. La cosecha se realizó cuando el cultivo en cada tratamiento alcanzó la etapa de desarrollo conocida como un tercio de la línea de leche, al momento de corte de cada tratamiento se evaluó altura, producción de forraje verde y se tomaron muestras para determinar el porcentaje de materia seca, calculando la producción de forraje seco. Para determinar materia seca se tomó una planta como muestra se trituró los tallos, hojas y mazorca se metieron las

muestras a deshidratar en una estufa de secado a 75 °C por 24 horas hasta alcanzar peso constante. Las unidades calor se calcularon de acuerdo al método residual y los datos de entrada (temperatura máxima y mínima) se obtuvieron de la estación climatológica de la UAAAN – UL, tomando como temperatura base siete grados Celsius.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los valores de unidades calor acumuladas en cuatro etapas fenológicas del maíz siendo estas: encañe, inicio de crecimiento de mazorca, polinización y llenado de grano. Como puede observarse, el número de UC varió desde 1548 hasta 1858 ° día, el valor mayor se obtuvo en la primera siembra y este fue disminuyendo hasta llegar al valor más bajo de UC que fue obtenido en la cuarta fecha de siembra.

A medida que se siembra más temprano, el cultivo crece más lento y tarda en acumular UC; lo anterior se nota en el Cuadro 1, en la que puede observarse que la pendiente de la línea de acumulación es menor para fechas tempranas a las óptimas establecidas para la región y que la pendiente se va incrementado a medida que se va retrasando la fecha de siembra.

Cuadro 1. Unidades calor acumuladas para la diferentes etapas fenológica del maíz en cuatro fechas de siembra.

DDS	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	FECHA 4
35	361	407	502	541
52	601	675	769	858
69	852	932	1061	1176
85	1109	1224	1384	1467
TOTAL	1858	1735	1737	1548
ECUACION	$y = 15.12x - 630492$	$y = 15.909x - 663579$	$y = 16.757x - 699142$	$y = 17.617x - 735373$
R ²	0.989	0.993	0.996	0.998

Los coeficientes de determinación (R²) en todos los casos están muy cercanos a la unidad, lo cual denota muy buen ajuste a un modelo lineal.

La altura final de la planta se presenta en el Cuadro 2, en el que se observa que existió diferencia mínima significativa entre tratamientos de riego para todas las fechas de siembra en el estudio.

Cuadro 2.- Altura de planta (cm) para los diferentes tratamientos de riego del maíz en cuatro fechas de siembra.

Tratamiento	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
T1	121.1 c	149.1 c	199.8 c	188.3 c
T2	196.5 b	189.2 b	228.4 b	206.9 b
T3	232.1 a	244.0 a	269.6 a	271.6 a
DMS	17.5	26.5	24.8	16.3
Significancia	0.05	0.05	0.05	0.05

Como era de esperar, las mayores alturas se presentaron en el tratamiento de riego, el cual consistió en aplicar el total de volumen de agua evaporado durante el período anterior al día de la aplicación del riego. Las menores alturas se presentaron en el tratamiento uno, el cual consistió en aplicar solamente el 60 por ciento del volumen de agua evaporada en el periodo previo a la aplicación del riego. Las mayores alturas se presentaron en las fechas de siembra tres y cuatro con 269 y 271 cm, respectivamente. La primera fecha fue la que obtuvo el menor valor con 232 cm.

El Cuadro 3 presenta los valores obtenidos para el peso cosechado en verde en kg/m^2 para cada tratamiento de riego en las diferentes fechas de siembra empleadas. Como puede observarse se presentó diferencia mínima significativa en todas las fechas de siembra, la tendencia fue que el mayor peso en verde lo obtuvo, en todos los casos, el tratamiento uno que recibió la mayor cantidad de agua aplicada. Siendo estadísticamente diferente al tratamiento dos y tres, el cual obtuvo los valores más bajos, y fue el que recibió la menor cantidad de lámina de agua de riego.

Cuadro 3.- Peso en Verde (Kg/m^2) para los diferentes tratamientos de riego del maíz en cuatro fechas de siembra.

Tratamiento	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
T1	1.837 c	1.530 c	3.737 b	3.440 c
T2	3.390 b	4.903 b	5.083 a	4.457 b
T3	6.182 a	6.330 a	6.243 a	6.393 a
Significancia	0.05	0.05	0.05	0.05
DMS	0.718	1.53	1.315	0.66

Las fechas de siembra uno y dos son las que presentan en promedio los mayores valores de rendimiento de forraje en verde siendo los valores obtenidos 4.94 y 4.92 kg/m^2 . Mientras que la fecha de siembra cuatro fue la que en promedio obtuvo el valor más bajo con 4.43 Kg/m^2 .

El Cuadro 4 presenta los valores obtenidos para el peso seco de una planta en kilogramos para cada tratamiento de riego en las diferentes fechas de siembra empleadas. Como puede observarse se presentó diferencia mínima significativa en todas las fechas de siembra, la tendencia fue que el mayor peso en seco lo obtuvo, en todos los casos, el tratamiento uno que recibió la mayor cantidad de agua aplicada. Siendo estadísticamente diferente al tratamiento tres, el cual obtuvo los valores más bajos, y fue el que recibió la menor cantidad de lámina de agua de riego.

Cuadro 4.- Peso en Seco (Kg) para los diferentes tratamientos de riego del maíz en cuatro fechas de siembra.

Tratamiento	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
T1	1.917 c	2.428 b	2.007 b	1.853 b
T2	4.097 b	3.873 ab	4.063 a	3.58 a
T3	5.060 a	5.088 a	4.390 a	3.267 a
Sig=	0.05	0.05	0.05	0.05
DMS	1.072	1.825	1.192	0.785

Las fechas de siembra uno y dos son las que presentan en promedio los mayores valores de rendimiento de forraje en seco siendo los valores obtenidos 3.69 y 3.80 kg. Mientras que la fecha de siembra cuatro fue la que en promedio obtuvo el valor más bajo con tal solo 2.90 Kg por planta.

CONCLUSIONES

El rendimiento del maíz se ve afectado por la fecha de siembra empleada, los mayores rendimientos se presentan en fechas tempranas, mientras que los rendimientos más bajos corresponden a la fecha del mes de abril. Lo anterior sugiere que, debido al nuevo comportamiento de las temperaturas, quizá sea conveniente modificar las fechas de siembra óptimas para los cultivos regionales y específicamente para el maíz forrajero.

Con respecto a los requerimientos de riego, las necesidades hídricas del cultivo se incrementan a lo largo del ciclo del mismo, especialmente para las fechas de siembra tempranas. Esto ocasiona que exista una sobre demanda de aproximadamente entre 100 y 130 mm de lámina de agua de riego a lo largo del ciclo del cultivo, esto ocasionaría modificaciones al calendario del riego actual que se sigue en la Región Lagunera, con la finalidad de no afectar el rendimiento y desarrollo del maíz forrajero.

LITERATURA CITADA

Baethgen, W.E. 2005. "Impact of Climate Change on Barley Uruguay: Yield Changes and Analysis of Nitrogen Management Systems", en Rosenzweig, C. y A. Iglesias (eds), Implications

of Climate Change for International Agriculture, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., Pp. 1-15.

Cone C., D. Liverman, M. Flores, R. Ferrer, R. Araujo, E. Betancourt, G. Villarreal y C. Gay. 1997. Vulnerability of rainfed maize crops in Mexico to climate change. *Climate Research*. Pp. 1-23. Conde, C., R.M. Ferrer y D. Liverman (1999). “Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo CERES – maize”, en Gay C., México: Una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. México, Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM.

Conde, C., O. Sánchez, C. Gay. 2000. Escenarios básicos y regionales. Estudio de País: México”, en México ante el cambio climático. Primer Taller Estudio de País: México, Cuernavaca, Morelos, México. Pp. 39-44.

Gay, Carlos, F. Estrada, C. Conde y H. Eakin. 2004. “Impactos Potenciales del Cambio Climático en la Agricultura: Escenarios de Producción de Café para el 2050 en Veracruz, México”, en García Condron, J.C., Diego Liaño, Fernández de Arróyabe Hernández, Garmendia Pedraja y Rasilla Álvarez. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, Serie A.

Instituto Nacional de Ecología (2007). México. Tercera Comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

IPCC, 2007. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, formado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1988. En línea: <http://www.ipcc.ch/languages/spanish.htm>

López Vélez, Rogelio y Molina Moreno, Ricardo. 2005. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev. Esp. Salud Pública*, mar.-abr. Vol. 79. No.2, ISSN 1135-5727. Pp.177-190. En línea: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion4.pdf>

Magaña V. and Conde C. 2000. “Climate variability and freshwater resources in northern Mexico. Sonora: a case study”. *Environmental Monitoring and Assessment*, KLUWER Academic Publishers, 61, Pp. 167-185.

Working Group I. “Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for policymakers”. En línea: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>

Efecto del cambio climático sobre la evapotranspiración en la Comarca Lagunera utilizando los nuevos escenarios globales RCP's

Martínez-Rodríguez, Juan G.¹, Barrera-Tovar, Ricardo¹, Castro-Aguilera, José² y Álvarez-Reyna, Vicente de P.²

¹ INIFAP CIRNOC Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah.

² Estudiante de Posgrado UAA”AN” Unidad Laguna.

e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC, 2014) en su quinto reporte (AR5) establece las Vías de Concentración Representativas (RCPs) que son cuatro trayectorias de concentración (no de emisiones) de gases efecto invernadero que reemplaza las proyecciones del informe especial sobre escenarios de emisiones (SRES) publicadas en el año 2000. Las vías se utilizan para la investigación y modelación del clima. Describen cuatro escenarios futuros posibles del clima, todos los cuales se consideran posibles dependiendo de cuánto gas de efecto invernadero sea emitido en los años venideros. Los cuatro RCPs son: RCP2.6, RCP4.5, RCP6 y RCP8.5, los cuales reciben su nombre a partir de un posible rango de valores de forzamientos radiativos en el año 2100 con respecto a los valores preindustriales. Se utilizó ARCMAP y Model Builder para la determinación espacial de la ET utilizando el Modelo de Hargreaves. El escenario climático RCP8.5 muestra modificaciones en los valores de las temperaturas máximas y mínimas de 4.5°C y 5.5°C, en promedio con respecto a la distribución espacial de éstas en la Comarca Lagunera, respectivamente. Lo anterior trae como consecuencia que los valores de la evapotranspiración se modifiquen entre un 15 y un 25% con respecto al valor actual observado.

Palabras clave: cambio climático, RCPs, evapotranspiración, Hargreaves.

SUMMARY

The International Panel of climate change (IPCC, 2014) in its fifth report (AR5) establishes the representative concentration pathways (RCPs) that are four paths of concentration (no emissions) of greenhouse gas that replaces the projections of the special report on scenarios of emissions (SRES) published in the year 2000. Routes are used for research and climate modeling. They describe four possible climate future scenarios, all of which are considered possible depending on how much greenhouse gas is emitted in the coming years. Four RCPs are: RCP2.6, RCP4.5, RCP6 and RCP8.5, which received its name from a possible range of values for radiative forcings in the year 2100 over pre-industrial values. We used ARCMAP and Model Builder for the spatial determination of the ET Hargreaves model. The RCP8.5 climate scenario shows changes in the values of the maximum and minimum temperatures of 4.5 ° C and 5.5 ° C on average with respect to the spatial distribution of these in the Comarca Lagunera, respectively. This brings as a consequence the evapotranspiration values are modified between 15 and 25% with respect to the observed current value.

Key words: climate change, RCPs, evapotranspiration, Hargreaves.

INTRODUCCIÓN

Según el consenso internacional, el calentamiento global afectará la distribución espacial y temporal del ciclo hidrológico. Por lo que la distribución, la disponibilidad, la cantidad y la calidad del agua será el principal factor que el ciudadano común reconocerá como una alteración del cambio climático. La agricultura de riego utiliza entre 60 y 70 por ciento de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, para la producción de alimentos; sin embargo, las eficiencias de conducción y aplicación del agua de riego son muy bajas. Una manera de mitigar el cambio climático en la agricultura es a través del incremento en la eficiencia del uso de agua de riego, esto es: un incremento en la producción por unidad de superficie con menor volumen de agua aplicado.

El conocimiento de la evapotranspiración (ET) es sin duda un aspecto de suma importancia para mejorar la eficiencia del riego. Sin embargo, tradicionalmente la evapotranspiración de los cultivos se determina de manera puntual, con información climatológica proveniente de lugares distantes al sitio de interés. Lo anterior, hace que las estimaciones de la evapotranspiración y por lo tanto la programación del riego y el balance hídrico local tengan un sesgo importante con respecto a los valores reales del sitio. Lo que ocasiona la aplicación inadecuada de volúmenes de agua que a su vez causa que se obtengan bajas eficiencias de aplicación del agua de riego a nivel parcelario y por consiguiente a nivel regional.

Actualmente, el avance tecnológico ha desarrollado herramientas computacionales de alta capacidad y velocidad que permiten procesar grandes cantidades de información en minutos. Estas capacidades aunadas al desarrollo de sistemas de información geográfica (GIS), tecnologías GPS y algoritmos computacionales permiten de manera rápida y precisa la estimación de la evapotranspiración real a nivel regional con lo cual la programación del riego de los cultivos (contestando la pregunta del CUANDO regar) sería en tiempo real, con el consecuente incremento local y regional en la eficiencia de uso de agua por los cultivos.

El Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC, 2014) en su quinto reporte (AR5) establece las Vías de Concentración Representativas (RCPs) que son cuatro trayectorias de concentración (no de emisiones) de gases efecto invernadero que se utilizan para la investigación y modelación del clima y están disponibles en las bases de datos de WorldClim. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto que el cambio climático producirá sobre la evapotranspiración regional considerando cuatro diferentes escenarios de forzamiento radiativo conocidos como “rutas de concentración representativas” (RCP, por sus siglas en inglés) mismo que servirá como punto de referencia para apoyar la toma de decisiones en el manejo del agua regional para aminorar los efectos nocivos del cambio climático futuro.

MATERIALES Y METODOS

Para el cálculo de los valores de evapotranspiración potencial se utilizó la cartografía digital de la Comarca Lagunera a escala 1:50,000 proveniente del INEGI, así como el modelo de elevación digital del terreno y la distribución espacial de las Temperaturas Máxima, Mínima y Promedio de la Comarca Lagunera. Lo anterior, forma parte de la cartografía climática interpolada de muy alta resolución (Hijmans, *et al.*, 2005) generada por el Global Climate Data - World Clim en la Universidad de California en Berkeley y que está disponible en la página www.worldclim.org.

Los datos disponibles son proyecciones climáticas provenientes de los modelos climáticos globales (GCM, por sus siglas en inglés) para cuatro vías o rutas de concentración representativas (RCP). Estas son las proyecciones del clima más recientes a partir de los GCM y que son utilizados en el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC. La salida del GCM fue ajustada y puesta a una mayor escala (downscaling), calibrado y corregido de sesgos utilizando WorldClim 1.4 como clima 'actual' de referencia.

Las Vías de Concentración Representativas (RCPs) son cuatro trayectorias de concentración (no de emisiones) de gases efecto invernadero adoptados por el IPCC para su quinto informe de evaluación (AR5) en 2014. Este reemplaza las proyecciones del informe especial sobre escenarios de emisiones (SRES) publicadas en el año 2000. Las vías se utilizan para la investigación y modelación del clima. Describen cuatro escenarios futuros posibles del clima, todos los cuales se consideran posibles dependiendo de cuánto gas de efecto invernadero sea emitido en los años venideros. Los cuatro RCPs son: RCP2.6, RCP4.5, RCP6 y RCP8.5, los cuales reciben su nombre a partir de un posible rango de valores de forzamientos radiativos en el año 2100 con respecto a los valores preindustriales (+2.6, +4.5, +6.0 y +8.5 W/m², respectivamente).

La información cartográfica fue procesada utilizando el Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) ARCMAP 10.2.2[®]. Dentro de la Caja de Herramientas (Toolbox) se utilizó la Calculadora de Mapas (Map Calculator) para determinar la Evapotranspiración Potencial de acuerdo al Método de Hargreaves (1975) el cual requiere como datos de entrada: Temperaturas Máxima, Mínima y Promedio, así como la Radiación Solar para el sitio bajo estudio. La Radiación Solar fue calculada a través del uso de Herramienta "Areal Solar Radiaton" misma que se encuentra dentro de las herramientas del Analista Espacial (Spatial Analyst Tools). El cálculo de la Radiación Solar requiere la posición geográfica en grados decimales, así como la orientación y pendiente de la superficie del terreno, mismos que se generan a partir del Modelo de Elevación Digital del Terreno.

RESULTADOS Y DISCUSION

La información proveniente del World Clim permitió determinar la variación espacial de las temperaturas máxima, mínima y promedio sobre los quince municipios que comprenden la

Comarca Lagunera (CL). En las siguientes Figuras solo se discuten las diferencias encontradas entre los valores promedio (1950 – 2000) con respecto a los valores predichos en el escenario RCP 8.5 (concentración de GEI), lo anterior se debe a que fue este escenario el que presentó mayores diferencias en términos de ET y distribución de temperaturas.

La Figura 1 presenta la distribución espacial de la temperatura máxima promedio para el mes de mayo y en ella se observa que el rango de temperaturas para la CL va desde los 25°C hasta los 36°C presentándose en la mayoría de los municipios entre 33 y 36°C aproximadamente, solamente una pequeña proporción (parte norte y sureste) de la región presenta valores por debajo de los mencionados anteriormente. Las temperaturas más bajas (25°C) se presentan en las partes altas de las sierras regionales.

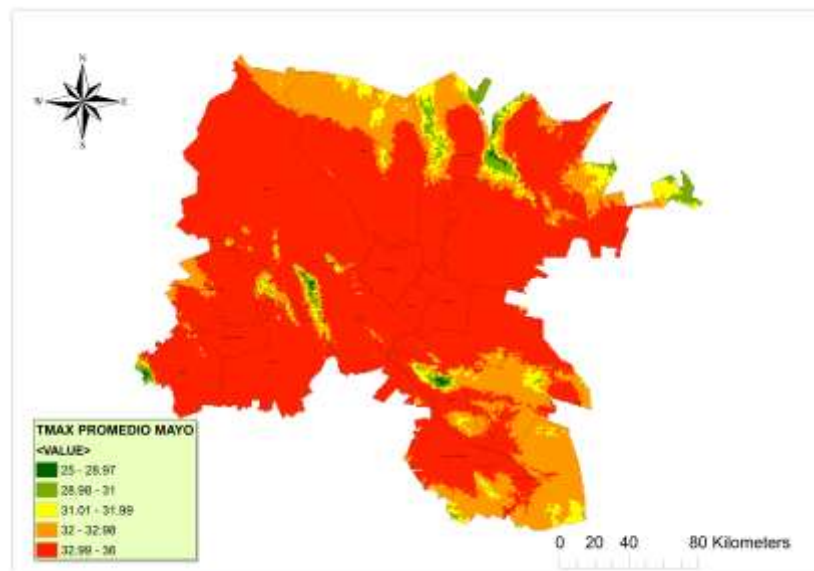


Figura 1. Distribución espacial de la temperatura máxima promedio del mes de mayo del periodo actual en la Región Lagunera.

Por otra parte la Figura 2 presenta la distribución espacial de la temperatura máxima en el escenario RCP 8.5, en ella se observa que los valores se incrementan sustancialmente con respecto al promedio de cincuenta años mencionado en el párrafo anterior. El rango de temperatura máxima va de 30 °C hasta 40 °C para el mes de mayo, esto representa un incremento aproximado de 5°C en promedio para los municipios de la CL. Ahora, el mayor rango (38 a 40°C) se sitúa en la parte central de la CL, siendo los municipios de Torreón, Matamoros, Gómez Palacio y Lerdo los que se encuentran en esta zona que corresponde, en su mayoría, con el Distrito de Riego 17.

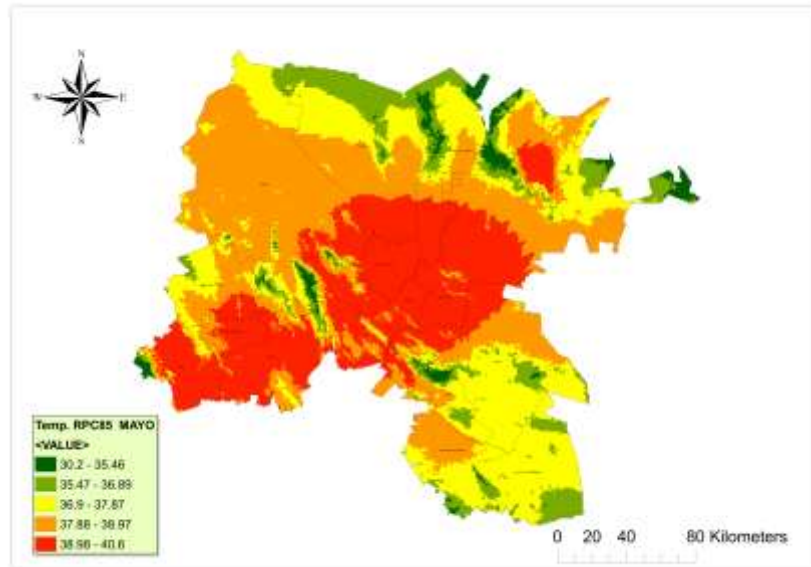


Figura 2. Distribución espacial de la temperatura máxima del mes de mayo de acuerdo al escenario climático RCP 8.5, en la región lagunera.

Con respecto a la distribución espacial de temperatura mínima en la Comarca Lagunera, se observa que el rango de temperaturas va desde los 7°C hasta los 18°C presentándose en la mayoría de los municipios valores entre 14 y 18°C aproximadamente. La parte oriente de la CL es la que presenta el mayor rango de temperatura. Las temperaturas más bajas (7°C) se presentan en las partes altas de las sierras regionales.

Por su parte, la distribución espacial de la temperatura mínima en el escenario RCP 8.5, se observa que los valores se incrementan sustancialmente con respecto al promedio de cincuenta años mencionado en el párrafo anterior. El rango de temperatura mínima va de 11°C hasta cerca de 25°C para el mes de mayo. El rango de valores entre el máximo y el mínimo para esta temperatura se incremento en dos grados Celsius.

La evapotranspiración calculada por el método de Hargreaves para el mes de mayo considerando los valores de temperatura máxima, mínima y promedio del registro climático de cincuenta años se presenta en la Figura 3, en ella se observa que el rango de ET para el mes de Mayo va desde un mínimo de 99 mm hasta un máximo de 135 mm. Los municipios, en general, con los valores más bajos son: Viesca, San Pedro, Francisco I. Madero de Coahuila y una parte de Tlahualilo, Dgo. Mientras que los valores más altos se sitúan en los Municipios de la parte Oeste, siendo éstos: Rodeo, San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero, en el Estado de Durango.

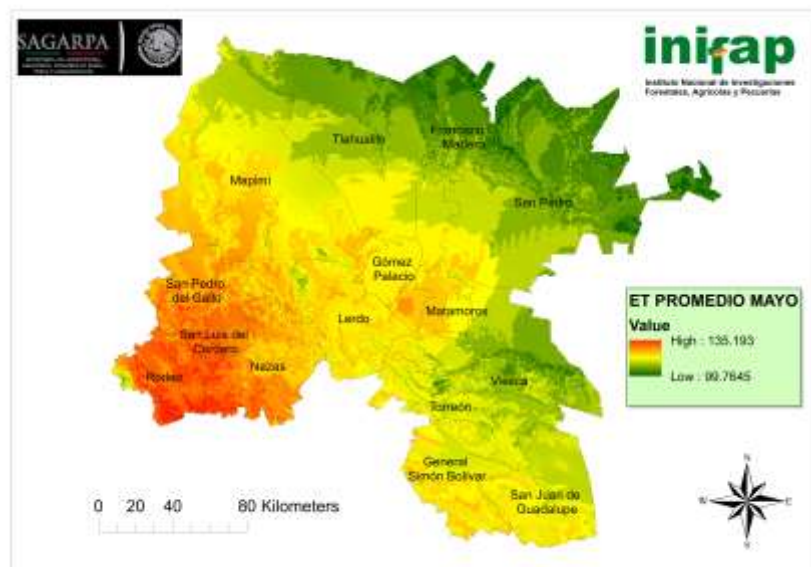


Figura 3. Distribución espacial de la evapotranspiración del mes de mayo, del periodo actual en la Región Lagunera.

En la distribución espacial de ET en el escenario RCP 8.5, la diferencia la establece el rango de temperaturas el cual se incremento en un promedio de 16 mm para el mes de mayo. El rango de evapotranspiración va desde valores mínimos de 117 mm hasta un máximo de 150 mm, aproximadamente.

La información presentada aquí corresponde únicamente al mes de mayo promedio del registro de cincuenta años y al escenario RCP 8.5. Sin embargo, la evapotranspiración por el Método de Hargreaves, se calculó para cuatro fechas de siembra establecidas y para tres de los cuatro escenarios RCP, siendo éstos: 2.5, 4.6 y 8.5. Como ya se menciona solo se presenta el escenario 8.5 ya que este arroja la mayor diferencia con respecto a los valores obtenidos al correr el modelo con los valores promedio observados.

El Cuadro 1 presenta los valores de ET para cada escenario, así como la diferencia entre ellos para cada fecha de siembra considerada. También se puede apreciar que el incremento total en los valores de ET estacional va desde un 16 hasta un 25 por ciento, lo cual significa, en la mayoría de los casos, un riego de auxilio adicional a los ya establecidos en el distrito de riego para siembras de maíz de primavera.

Cuadro 1.- Evapotranspiración observada y calculada en mm de acuerdo al escenario RCP 8.5, para las diferentes fechas de siembra de maíz forrajero en la Comarca Lagunera.

ESCENARIO	FECHA1	FECHA2	FECHA3	FECHA4
ACTUAL	548.0	512.4	505.2	447.1
RCP 85	651.6	646.1	635.3	559.8
DIFERENCIA	103.6	133.7	130.1	112.7
INCREMENTO	1.19	1.26	1.26	1.25

CONCLUSIONES

El escenario climático RCP8.5 muestra modificaciones en los valores de las temperaturas máximas y mínimas de 4.5°C y 5.5°C, en promedio con respecto a la distribución espacial de éstas en la Comarca Lagunera, respectivamente. Lo anterior trae como consecuencia que los valores de la evapotranspiración se incrementen entre un 15 y un 25% con respecto al valor actual observado.

Con respecto a los requerimientos de riego, las necesidades hídricas del cultivo (en RCP8.5) se incrementan a lo largo del ciclo del mismo, especialmente para las fechas de siembra tempranas. Esto ocasiona que exista una sobre demanda de aproximadamente entre 100 y 130 mm de lámina de agua de riego a lo largo del ciclo del cultivo, esto ocasionaría modificaciones al calendario del riego actual que se sigue en la Región Lagunera, con la finalidad de no afectar a futuro el rendimiento y desarrollo del maíz forrajero.

LITERATURA CITADA

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. 1998. “Crop evapotranspiration.” *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 212.

Caselles, V., Artigao, M. M., Hurtado, E., Coll, C., and Brasa, A. 1998. “Mapping actual evapotranspiration by combining Landsat TM and NOAA-AVHRR images: Application to the Barrax area, Albacete, Spain.” *Remote Sens. Environ.*, 63, 1–10.

Doorenbos, J., and Pruitt, W. O. 1977. “Crop water requirements.” *Irrigation and Drainage Paper No. 24*, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome

Jensen, M. E., Burman, R. D., and Allen, R. G. 1990. “Evapotranspiration and Irrigation water requirements.” *ASCE Manual and Report No. 70*, ASCE, New York

Moran, M. S., Jackson, R. D., Raymond, L. H., Gay, L. W., and Slater, P. N. 1989. “Mapping surface energy balance components by combining Landsat thematic mapper and ground-based meteorological data.” *Remote Sens. Environ.*, 30, 77–87.

Moss R., Mustafa Babiker, Sander Brinkman, Eduardo Calvo, Tim Carter, Jae Edmonds, Ismail Elgizouli, Seita Emori, Lin Erda, Kathy Hibbard, Roger Jones, Mikiko Kainuma, Jessica Kelleher, Jean Francois Lamarque, Martin Manning, Ben Matthews, Jerry Meehl, Leo Meyer, John Mitchell, Nebojsa Nakicenovic, Brian O’Neill, Ramon Pichs, Keywan Riahi, Steven Rose, Paul Runci, Ron Stouffer, Detlef van Vuuren, John Weyant, Tom Wilbanks, Jean Pascal van Ypersele, and Monika Zurek 2008. [*Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies*](#). Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 132.

Neale, C. M. U., Bausch, W. C., and Heerman, D. F. 1989. “Development of reflectance-based crop coefficients for corn.” *Trans. ASAE*, 32(6): 1891–1899.

Tasumi, M., Trezza, R., Allen, R. G., and Wright, J. L. 2003. “US validation tests on the SEBAL model for evapotranspiration via satellite.” *Proc., ICID Int. Workshop on Remote Sensing*, Montpellier,

Weyant J., Christian Azar, Mikiko Kainuma, Jiang Kejun, Nebojsa Nakicenovic, P.R. Shukla, Emilio La Rovere and Gary Yohe. 2009. [*Report of 2.6 Versus 2.9 Watts/m² RCPP Evaluation Panel*](#) (PDF). Geneva, Switzerland: IPCC Secretariat

Desertificación en el municipio de Mapimí, Durango

Martínez-Santiago, Santos and López-Santos, Armando

Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

A.P. 8. C.P. 35230. Bermejillo, Dgo.

sms900331@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

La desertificación es la degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como resultado de diferentes factores, incluyendo las variaciones climáticas y las actividades humanas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la desertificación en un futuro cercano a través del índice de Aridez en el escenario de cambio climático RCP 8.5. La unidad de estudio comprendió el municipio de Mapimí, Durango (26°14'6" Lat N, 104°29'14" Lon O) el cual presenta un clima seco (BSokw) a muy seco (BWhw) con un gradiente de sur a norte. Se realizó un análisis de cambios en las variables climáticas y la aridez se cuantificó a través del índice de De Martonne, para un periodo histórico (1950 - 2000) y para un escenario futuro (2015 -2039). Los resultados indican que en un futuro cercano se tendrá un decremento en la precipitación media anual de 52 mm y un aumento de la temperatura media anual de 1.6 °C. El índice de aridez muestra incrementos que se distribuirán sobre la parte este del municipio y que tendrá impactos negativos en la disponibilidad de agua, afectando las actividades primarias (agricultura y ganadería) de las localidades de Bermejillo, 22 de Febrero, Martha, San José de Bellavista y Mapimí, que albergan al 68% de la población y se caracterizan por estar en un medio semiurbano y rural. Por tanto, deben de generarse medidas de adaptación municipales a los efectos del cambio climático.

Palabras clave: Degradación de Tierras, Variabilidad climática, Riesgo Socio-ambiental

Comparación de la evaluación de huella hídrica en cultivos básicos y alfalfa (*Medicago sativa*), irrigados por gravedad del DR017

Chavarría-Pérez, Graciela¹, Ríos-Flore,s José Luís¹, Torres-Moreno, Miriam², Domínguez-Valenzuela, José Alfredo³, Lorenzo-Pitalúa, Juan³, Rosas-Meza, Artemio³, Gutiérrez-Majalca, Claudia³.

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). ²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. ³Universidad Autónoma Chapingo- Departamento de Parasitología Agrícola. Km 38.5 Carretera. México - Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México.

RESUMEN

La agricultura se ha considerado como causa y víctima de la escasez del agua llevándonos a elevar la productividad y eficiencia agrícola maximizando la producción de cada gota. Se determinó la huella hídrica en cultivos básicos en el DR-017 Comarca Lagunera, mediante el uso de indicadores de eficiencia y productividad del uso del agua irrigada en la producción comparándose con los correspondientes al cultivo de alfalfa. Utilizando metodología propia de la ciencia económica reflejada en modelos matemáticos. Los resultados arrojaron que producir 1kg de maíz requirió de 5,710 L kg⁻¹, el trigo consumió 5,323 L kg⁻¹ y el frijol 13,509 L kg⁻¹, mientras que para producir alfalfa irrigada por gravedad requirió de 452 L kg⁻¹ de forraje, es decir; el kilogramo de forraje 93.15% menos agua que los cultivos básicos, en si es uno de los datos con alto grado de relevancia, por otro lado el rendimiento físico ha⁻¹ de todos los cultivos básicos están muy por debajo del punto de equilibrio así como son generadores de pérdidas económicas más notorias en comparación con la alfalfa. Se concluye que los cultivos básicos irrigados por gravedad resultaron ineficientes e improductivos en el uso del agua lo que los hace muy vulnerables a los factores externos.

Palabras clave: Eficiencia, Productividad, Huella Hídrica, Cultivos Básicos, Alfalfa.

SUMMARY

Agriculture has been considered as a cause and victim of water scarcity leading us to raise agricultural productivity and production efficiency maximizing every drop. The water footprint was determined in staple crops in the DR-017 Laguna Region, using indicators of efficiency and productivity of water use in irrigated production comparing with those for the alfalfa. Using the methodology of economics reflected in mathematical models. The results showed that to produce 1kg of corn required 5,710 L kg⁻¹, wheat consumed 5,323 L kg⁻¹ and beans 13,509 L kg⁻¹, while to produce alfalfa irrigated by gravity required 452 L kg⁻¹ of fodder, ie; kg of fodder 93.15% less water than the basic crops, if one of the data with a high degree of relevance, on the other hand physical performance ha⁻¹ of all staple crops are well below breakeven and generators are more noticeable economic losses compared with alfalfa. It is concluded that the basic gravity irrigated crops were inefficient and unproductive water use which makes them very vulnerable to external factors.

Keywords: Efficiency, Productivity, Water Footprint, Staple Crops, Alfalfa.

INTRODUCCIÓN

De todos los sectores de la economía, la agricultura es el más sensible a la escasez de agua. A veces el sector agrícola es considerado como un usuario “residual” del agua, después de los sectores doméstico e industrial, sin embargo supone el 70% de las extracciones globales de agua dulce y más del 90 % del uso consuntivo. También es el sector con más posibilidades u opciones de ajuste. En casi todas las regiones del mundo, la evapotranspiración desde tierras agrícolas regadas es, con mucho, el mayor uso consuntivo del agua extraída para uso humano. El uso del agua en agricultura sigue estando determinado por el crecimiento constante de la demanda de productos agrícolas para satisfacer las necesidades de una población en aumento. Aunque el ritmo de crecimiento de la población mundial se ha ralentizado desde los años ochenta, las cifras de población siguen creciendo rápidamente, sobre todo en los países en desarrollo. Por otro lado, el desarrollo económico continuado, en particular en las economías de mercado emergentes, se ha traducido en la demanda de una dieta más variada, que cuente con carne y productos lácteos, lo que pone aún más presión sobre los recursos hídricos (ONU-Agua, 2012). Se espera que entre el momento actual y el año 2050 se necesite un 60% más de alimentos para cubrir la demanda de una población que en algún momento superará los 9 billones de personas. El resultado neto de todo esto es que el uso del agua para la agricultura está aumentando la severidad de la escasez de agua en algunas zonas, y causando escasez incluso en áreas con un buen nivel relativo de recursos hídricos.

La agricultura, y en particular la agricultura de regadío, están sufriendo cambios muy rápidos y enfrentándose a viejos y a nuevos problemas. Los agricultores de todo el mundo han de adaptarse a un mundo en el que el comercio y la globalización han aumentado velozmente la interdependencia y la interconexión entre la producción y los patrones de consumo de las personas, y en el que el progreso tecnológico ha potenciado la productividad agrícola. La revolución verde y los posteriores progresos agronómicos han ayudado a la producción agrícola a superar el ritmo de crecimiento de la población y a dar de comer a un número de personas en constante aumento con alimentos cada vez más diversificados y de mejor calidad. Pero esto también ha tenido un gran coste a nivel medioambiental (FAO, 2013).

La agricultura es al mismo tiempo una causa y una víctima de la escasez de agua. La competición intersectorial por el agua es más evidente en los grandes centros urbanos, pero la escasez de agua puede surgir en cualquier área de captación en la que la intensificación de la agricultura en las áreas de cabecera reduzca el suministro de agua aguas abajo. El uso insostenible del agua subterránea puede tener impactos a largo plazo en la producción agrícola en áreas como el sur de Asia, donde un *boom* del riego con aguas subterráneas en los años ochenta y noventa produjo un fuerte aumento de la producción agrícola que ahora se ve limitada por el agotamiento de los acuíferos. La preocupación principal es que la producción agrícola pueda verse reducida en áreas muy pobladas en un momento en el que la demanda está creciendo, y el problema de la seguridad alimentaria está pasando a primer plano en todas las regiones (FAO, 2013).

Tradicionalmente, los gobiernos han administrado sus recursos hídricos analizando solamente los recursos internos (nacionales), buscando suplir las necesidades hídricas de los sectores agrícola, industrial y doméstico. El esquema de contabilización de huella hídrica contribuye con una nueva perspectiva, en la cual las necesidades totales de agua son cuantificadas, localizadas geográficamente y puestas en el contexto de la economía mundial. Esta información es crucial en el desarrollo de políticas nacionales que propenden por la sostenibilidad y en el manejo integrado de recursos hídricos (Aldaya *et al.*, 2011).

La Huella hídrica de la producción es determinada principalmente por las prácticas agrícolas, su manejo, tecnología y rendimiento; también la irrigación y variables climáticas e hidrológicas. Cuando la producción está enfocada a un mercado específico, se cultiva en condiciones particulares para cumplir con los estándares de calidad, requisitos de presentación y volúmenes de demanda del cierto nicho que se tiene como objetivo: las condiciones, las marcas, el comprador, y no las características del lugar en que se produce ni la disponibilidad de recursos, lo que ha provocado la desviación de los cauces y la sobre explotación de los cuerpos de agua lo que ha comprometido el flujo al ecosistema y con ello su conservación. En algunas zonas urbanas, el crecimiento desmedido obliga a que el agua sea trasvasada desde cuencas aledañas, pero además en otras regiones la cosecha de agua es nula por la falta de precipitación, aunado a que no toda el agua se trata antes de verterla a cuerpos de agua e, históricamente, no han sido considerados los requerimientos hídricos para el funcionamiento de los ecosistemas. Lo que obligadamente nos conduce a elevar la productividad y eficiencia agrícola, maximizando la productividad de cada gota de agua, así como una mejor captación y aprovechamiento de agua de lluvia que pueda contribuir en la reducción de la Huella Hídrica y la presión que esta ejerce sobre las cuencas (Mekonnen y Hoekstra, 2010). En este sentido este trabajo busca evaluar los indicadores de eficiencia y productividad del agua en los cultivos básicos del DR017.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

La fuente de datos es de carácter secundario, ya que se usaron datos del Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria, ciclo 2011, de SAGARPA Delegación Comarca Lagunera, específicamente datos de superficie cosechada, producción física anual, precio nominal (proveniente de la división del Valor Bruto de la Producción agrícola entre la producción física anual del correspondiente cultivo), costo total por hectárea, número de jornales por hectárea y costo del rubro del Riego (el cual es uno de los siete rubros que SAGARPA considera en su costo total por hectárea, junto a los otros seis rubros de: preparación del suelo, siembra y fertilización, labores de cultivo, fitosanidad, cosecha y diversos), al costo total por hectárea de SAGARPA (con sus siete componentes) se le agregó un octavo rubro: el costo financiero, de acuerdo al promedio de costos financieros que FIRA suele considerar en su página electrónica de Costos por hectárea, finalmente, se agregó un noveno componente de costo por hectárea: el de renta del

suelo, el cual se fijó en \$2,000, pues es este el promedio de coste de la renta de una hectárea en la región.

Delimitaciones, variables evaluadas, definiciones utilizadas en el presente estudio y nivel de agregación del análisis.

La determinación de la huella hídrica azul, como lo mencionan Hoekstra, Chapagain, Mekonnen y Aldaya (2011), se realiza a través de la determinación de la productividad del agua, medida como $m^3/\$$, $\$/m^3$, kg/m^3 , litros/ kg, m^3/ton , así como por la evaluación de la sustentabilidad económica y social.

Para lograr tal objetivo se evaluaron trece variables independientes.

Y_1 = Litros de agua/kg

Y_2 = Kg/ m^3 de agua

Y_3 = Litros de agua por \$1 de ingreso bruto

Y_4 = Ingreso bruto por m^3 de agua

Y_5 = Utilidad bruta por m^3 de agua

Y_6 = Litros de agua por \$1 de utilidad

Y_7 = Precio del m^3 de agua al productor

Y_8 = Ingreso bruto por m^3 /precio del m^3 de agua al productor

Y_9 = Empleos generados por cada 100,000 m^3 de agua

Y_{10} = Horas de trabajo invertidas por ton

Y_{11} = Ganancia por trabajador (\$ miles)

Y_{12} = Ganancia por hora invertida de trabajo

Y_{13} = Punto de equilibrio (ton/ha para ni perder ni ganar)

Y_{14} = Vulnerabilidad crediticia= Rendimiento físico por ha/ Y_{13}

El estudio se delimitó geográficamente al Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, específicamente a los cultivos básicos del Distrito; maíz, frijol y trigo irrigados con agua “azul”

del tipo superficial, según le denominan Mekonnen y Hoekstra (2011) al agua subterránea o superficial que se emplea como riego de los cultivos (y “verde” al agua superficial proveniente de la lluvia y “gris” al agua contaminada debido a la producción), a nivel de agregación de toda la comarca lagunera, sin desagregar en sus tipos de tenencia: Ejido y Pequeña propiedad, la delimitación temporal fue para el ciclo agrícola 2011.

Con sustento en la metodología de registro y contabilidad del consumo de agua de Mekonnen y Hoekstra (2011), se utilizó la definición del concepto de productividad como una razón de cambio, es decir un cociente, en el que en el numerador se encuentra la cantidad de producto “Q” de tipo físico o de tipo económico o de tipo social, mientras que en el denominador se registra a la cantidad de agua, quedando así, un indicador donde aparecerá que se producirán 23 kg de producto físico por cada metro cúbico de agua, es decir, la ecuación prototipo de productividad del agua sería la siguiente:

$$Productividad = \frac{\text{cantidad de producto}}{\text{unidad de agua}}$$

Mientras que se definió a la eficiencia en el uso del agua como un cociente en el que en el numerador se consigna a la cantidad de agua que se emplea y en el denominador a la unidad de producto (físico, económico, social...) por ejemplo, 3050 litros de agua por kg de arroz, o 2,657 litros por cada \$1 de ganancia. La ecuación general para un número índice de eficiencia del uso del agua estará dada por.

$$Eficiencia = \frac{\text{cantidad de agua}}{\text{unidad de producto}}$$

Se definió que un empleo permanente es igual a la cantidad de jornadas que un ser humano despliega en su actividad laboral a lo largo de un año en condiciones de productividad social promedio, para ello se supuso a priori que ese ser humano trabaja 6 (seis) días a la semana durante 48 semanas al año, es decir, que un empleo permanente equivale al trabajo que en un año un ser humano despliega, equivalente a 288 jornadas.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó metodología propia de la ciencia económica, es decir, la lógica económico-matemática, cristalizada en modelos o ecuaciones matemáticas, que describen a cada una de las formas de productividad y/o eficiencia (ver este capítulo, la parte donde se habla de las ecuaciones matemáticas utilizadas, que van de la Y₁ a la Y₁₄) del uso del agua, esto con sustento en la metodología usada por la Economía de acuerdo con Ferguson y Gould, quienes poseen su propio método científico, el cual no se basa en la experimentación (a diferencia de las ciencias biológicas y agronómicas por ejemplo), sino en la lógica matemática, es decir en la abstracción

de todas aquellas características irrelevantes, y retomando solo las características esenciales de un fenómeno económico. Lo anterior se infiere que la ciencia económica, a diferencia de las ciencias biológicas, tiene su propio método, el cual no se basa en la experimentación, dada la naturaleza social de la economía, sino que se sustenta en la lógica.

Asimismo, al analizarse un solo año agrícola y comparar en el a dos cultivos diferentes, de la Economía Descriptiva, una de las tres ramas científicas de la Ciencia Económica, se aplicó el enfoque metodológico estático-comparativo -estático por tratarse de un solo año y comparativo por estarse comparando varios cultivos dentro de ese año (Astori, 1984).

Lamina de riego (LR): Se utilizaron las láminas de riego más usuales en la región, se les multiplicó por 10,000 (área en m² de una hectárea), de esa manera se obtuvo el volumen total “V” de m³ de agua demandada por el cultivo, es decir, el modelo matemático que refleja tal volumen de agua irrigado está dado por:

$$V = 10000 LR$$

No obstante. La ecuación anterior presupone que se estaría aprovechando el 100% del agua de riego, por lo que, para acercarle a la realidad, se “castigó” el volumen de agua con un porcentaje de eficiencia hídrica, mismo que se supuso fue del 65% de eficiencia. Las láminas de riego en el caso de maíz grano, un riego de aniego de 15 cm, un primer riego de auxilio de 25 cm y tres riegos más de auxilio de 18 cm (lámina de riego de 94 cm), en frijol un riego de aniego de 15 cm y tres riegos de 18 cm (lámina de riego de 69 cm), en trigo se tomó a las variedades intermedias con un riego de aniego de 15 cm 4 riegos de auxilio de 18 cm (lámina total de 87 cm). Finalmente el volumen de agua usado en el cultivo, mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{10,000 LR}{\% \text{ de eficiencia del tipo de riego}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficiencia física del agua superficial usada en el riego en los cultivos básicos del dr-017 comarca lagunera.

De esta manera, el Cuadro 1 señala que a nivel de todo el grupo de cultivos básicos irrigados por gravedad, producir un kg de producto básico “promedio”, sin desagregar, requirió de 6,599 litros, mientras que para hacer comparaciones el alfalfa irrigada por gravedad requirió de 452 litros/kg de forraje, es decir; aparentemente para esta variable producir un kilogramo de alfalfa resulta más “barato” en cuanto a la inversión de agua, pues para producir 1 kg de forraje, la demanda hídrica fue menor, es decir; el kilogramo de forraje 93.15% menos agua $(=(452/6,599) -1= -0.9315)$ que el promedio de básicos. Y es que desagregando las cifras producir 1kg de maíz requirió de 5,710litros/kg, el trigo consumió 5,323litros/kg y el fríjol 13,509 litros/kilogramo. Sin embargo

habrá que considerar que 1kg de forraje no es útil para la alimentación de un ser humano, y si con ese kilogramo de forraje se alimenta un bovino no será suficiente ni siquiera para su mantenimiento, el cual mínimamente tendrá que comer el 3% de su peso vivo en Materia Seca. Por ello se considera que 1kg de carne de bovino emplea aproximadamente 15,000 litros de agua, ya que considera la cantidad total de forraje y granos que consumió durante su vida productiva + el agua que bebió durante todo ese tiempo.

Así, del Cuadro 1, se puede observar que un cultivo básico “promedio” irrigado por gravedad en La Laguna, produjo 0.152 kg por metro cúbico consumido (versus 2.212 kg m⁻³, cuando ese uso consuntivo se dio en alfalfa irrigada por gravedad), mientras que si se desagregan las cifras se observa que el frijol apenas produjo 0.074kg m⁻³ de agua (representando apenas el 3.34% de lo que el forraje alfalfa produjo con ese mismo m³), seguido del maíz grano que produjo 1,269 Kg m⁻³ de agua, equivalente a un 7.91% de lo que produjo la alfalfa regada mediante gravedad, finalmente el “más productivo” dentro de los básicos fue el trigo con un índice de 0.188kg m⁻³ (equivalente apenas del 8.49% de la producción que obtuvo la alfalfa).

Eficiencia económica del agua superficial

Como ya se señaló, la variable Y₅, es una variable de índole productiva, ya que tal como quedó definido previamente, al ser un cociente y tener en la parte del numerador a la cantidad de producto económico (la ganancia bruta) que se genera en promedio por cada unidad de agua (un m³). Así, el Cuadro 1 muestra que por cada metro cúbico de agua superficial, a nivel de todo el grupo de cultivos básicos irrigado por gravedad, un m³ de agua fue capaz de producir una pérdida de -\$0.43 de ganancia (contra \$0.40 producidos por la alfalfa de gravedad), pero ya a nivel individual para cada cultivo, se observó que ninguno de los cultivos básicos que aquí se evalúan obtuvo un indicador positivo, es decir; todos incurrieron en pérdida, lo que indica que ese m³ tuvo un uso consuntivo, pero además en lugar de producir una ganancia incurrió en una pérdida, desglosando los valores el maíz grano perdió -\$0.56 m⁻³, el trigo perdió -\$0.47 m⁻³ mientras que el frijol perdió -\$0.53 m⁻³.

Cuadro 1: Indicadores de la Huella hídrica mediante índices de eficiencia y productividad del agua de riego de gravedad en los principales cultivos básicos del Distrito de Riego (DR) 017 La Laguna. Cifras monetarias en pesos nominales de 2012.

Tipo de índice:	de Variable	Maíz grano	Trigo	Frijol	Grupo de cultivos básicos	Cultivo de referencia: Alfalfa irrigada por gravedad
Eficiencia física	Y ₁ = Litros de agua/kg	5,710	5,323	13,509	6,599	452
Productividad física	Y ₂ = Kg/m ³ de agua	0.175	0.188	0.074	0.152	2.212
Eficiencia económica	Y ₃ = Litros de agua por \$1 de ingreso bruto	1,269	1,322	1,133	1,094	1,130
Productividad	Y ₄ = Ingreso bruto	\$0.79	\$0.76	\$0.88	\$0.91	\$0.88

económica	por m ³ de agua					
Productividad económica	Y ₅ = Utilidad bruta por m ³ de agua	-\$0.56	-\$0.47	-\$0.53	-\$0.43	\$0.40
Eficiencia económica	Y ₆ = Litros de agua por \$1 de utilidad	- 1,788	- 2,107	- 1,874	- 2,310	2,486
Indicador económico	Y ₇ = Precio del m ³ de agua al productor	\$0.12	\$0.15	\$0.15	\$0.13	\$0.12
Indicador económico	Y ₈ = Ingreso bruto por m ³ /precio del m ³ de agua al productor	6.44	5.12	5.71	6.79	7.36
Indicador económico	Y ₉ = Empleos generados por cada 100,000 m ³ de agua	0.57	0.48	0.85	0.63	0.28
Indicador económico	Y ₁₀ = Horas de trabajo invertidas por ton	74.51	59.37	265.21	95.14	2.91
Indicador económico	Y ₁₁ = Ganancia por trabajador (\$ miles)	-\$98.7	-\$98.0	-\$62.6	-\$86.2	\$144.0
Indicador económico	Y ₁₂ = Ganancia por hora invertida de trabajo	-\$42.8	-\$42.6	-\$27.2	-\$30.0	\$62.5
Indicador económico	Y ₁₃ = Punto de equilibrio (ton/ha para ni perder ni ganar)	4.330	4.091	1.261	2.924	33.405
Indicador económico	Y ₁₄ = Vulnerabilidad crediticia= Rendimiento físico por ha/Y ₁₃	0.59	0.61	0.62	0.68	1.83

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de la SAGARPA (2012) y FIRA (2012)

De acuerdo con la FAO (2013), el uso consuntivo del agua se refiere al agua extraída de su origen para su uso en un determinado sector (por ejemplo, agricultura, industria o consumo doméstico) que no se podrá reutilizar debido a evaporación, transpiración, incorporación a productos, drenaje directo al mar o a áreas de evaporación, o extracción de alguna otra forma de las fuentes de agua dulce. La parte del agua extraída que no se consume en estos procesos se denomina caudal de retorno. De allí que esta variable Y₅ indique que ese uso consuntivo que se le dio a este m³ desde el punto de vista económico fue ineficiente e improductivo.

En ese sentido el análisis de la variable Y₆, corresponde a un índice de eficiencia en el uso del agua, que determina la cantidad de agua que se requiere para producir \$1 de utilidad. En el análisis del Cuadro 1 se observa que en el caso del maíz grano se requiere de 1,788 litros para generar -\$1 de utilidad, en el caso del trigo se requiere de 2,107 litros para generar ese -\$1 de utilidad, mientras que en fríjol se requieren de 1,874 litros para generar -\$1 de ganancia. Cabe mencionar que ese -\$1 de utilidad bruta hace referencia a que estos tres cultivos fueron ineficientes toda vez que por ejemplo en el caso del trigo se consumieron 2,107 litros de agua y en lugar de obtener \$1 de ganancia se generó pérdida, lo cual muestra al grupo de cultivos básicos como ineficientes en el uso del agua, esto lo indica el Cuadro 1, como grupo de cultivos básicos pues la variable Y₆ indica que se requirieron 2,310 litros de agua para generar una pérdida de -\$1 de utilidad bruta.

Otros indicadores de productividad

La variable Y_7 , es relativa a la valoración económica del agua usada en la producción, misma que registra el precio del m^3 al que el productor agrícola pagó el agua de riego superficial usada en la producción de cultivos básicos, y en general, se encontró que el precio osciló entre los \$0.12 m^{-3} y los \$0.15 m^{-3} . En el caso del trigo y frijón fue de \$0.15 m^{-3} , y de \$0.12 m^{-3} en el maíz grano y en alfalfa.

Si bien podría parecer fuera de lugar, es deseable comparar el precio del agua obtenido respecto de otro tipo de parámetros, así por ejemplo, el m^3 de agua potable ofrecido al zonas habitaciones de ingresos medios en la ciudad de Torreón, ronda entre los \$8 y \$9, por lo que, aparecería en tal comparación, como extremadamente barato el precio al que se oferta el agua agrícola superficial ya que mientras en la producción de básicos en La Laguna, el precio es de \$0.12 m^{-3} ó \$0.15 m^{-3} en áreas urbanas el precio de ese m^3 oscila entre \$8 a \$9. Por lo que, al estar subvalorado, se le está mandando el mensaje al productor agrícola, a no hacer un uso eficiente de tal bien de naturaleza tan escasa. De allí que la FAO (2013), sugiera como tercera opción a la re-asignación del agua a usos de más valor mediante transferencias intersectoriales (transferencias al suministro municipal, por ejemplo) o transferencias intrasectoriales, limitando el área regada para un determinado cultivo para reducir la evapotranspiración o desviando el agua a cultivos más valiosos.

La proporción que existe entre el ingreso producido por un m^3 de agua y el precio de ese m^3 , así el resultado posible es que el cociente sea mayor, menor o igual a la unidad, teniendo cada uno de los tres posibles escenarios tres diferentes significados, si es mayor a la unidad, entonces, el productor estará generando excedentes por sobre lo que pagó por el agua, en cuyo caso, la sociedad toda, representada por el Estado en tanto dueña original del recurso agua, agua que el productor está usufructuando en provecho privado, estaría obligada a cobrarle un impuesto por el uso de un recurso altamente social, con ello, aunque parezca injusto, se estaría garantizando el uso más eficiente del agua de riego, por otra parte, si el cociente es menor a la unidad la situación se agravaría, pues ello indicaría que el productor estaría haciendo, en principio, uso de un recurso que no le pertenece a él, y en segundo lugar, que lo está usando de manera ineficiente, allí, la consecuencia sería de índole no solo fiscal, sino aún de carácter legal, en cuyo caso, en situación extrema, implicaría quitarle la concesión del uso de esa agua superficial, algo similar a lo anterior sería cuando el cociente diese por resultado la unidad.

Así, teniendo en mente lo anterior, el Cuadro 1 muestra que los 3 cultivos básicos analizados, lo mismo que el grupo en su conjunto, arrojaron un indicador de la variable Y_8 positivo y mayor a la unidad, lo que estaría indicando que el productor de productos básicos y también de alfalfa forrajera de gravedad, al usar el agua superficial está obteniendo excedentes, aunque, su mal manejo administrativo-económico en el caso de los básicos, le está haciendo incurrir en utilidades negativas (ver Y_5 en los cultivos de maíz, trigo y frijón), ya en lo particular, se encontró que Y_7 osciló en su índice, desde un 5.12 en trigo como mínimo, hasta un 6.44 (en maíz grano) como

máximo, correspondiéndole un índice de 6.79 al grupo en su conjunto, lo que estaría indicando que por cada \$1 erogado por el productor al pagar el agua rodada usada en el riego, obtuvo excedentes que le permitieron cubrir ese \$1 erogado y apropiarse de \$5.79 en forma adicional. En el caso del cultivo parámetro, la alfalfa irrigada por gravedad, el indicador fue superior e igual a 7.36, lo que indica que de cada peso invertido en la compra de un m³ de agua el obtuvo \$6.36 pesos adicionales.

La variable Y₉ descrita en el Cuadro 1, indica que por cada 100,000 m³ de agua superficial irrigada, se generaron como mínimo 0.28 empleos permanentes (el caso de la alfalfa de gravedad) hasta 0.85 empleos permanentes como máximo (en el caso del fríjol), seguido del maíz grano con 0.57 empleos y con un índice más bajo pero superior en 171% al obtenido por el alfalfa se encuentra el trigo con 0.48 empleos permanentes, lo que muestra que aun cuando los cultivos básicos son ineficientes en el uso del agua para generar ganancia, si son eficientes en la generación de empleos en la región. La variable Y₁₀, soporta a la variable Y₉, pues muestra que producir una tonelada de productos básicos en riego por gravedad implicó una inversión no solo de dinero, sino de tiempo también, y esa cantidad de tiempo invertido para producir esa tonelada de básicos mediante el riego de gravedad, varió desde 265.21 horas de trabajo (fríjol) hasta 59.37 horas de trabajo en el caso del trigo, mientras que en el maíz grano se requirió invertir 74.51 horas de trabajo por tonelada, mientras que en el cultivo de referencia en alfalfa irrigada por gravedad se observa que el indicador fue de 2.91 horas por tonelada, de allí que solo generase 0.28 empleos permanentes.

Sin embargo de acuerdo al análisis, el cultivo de alfalfa irrigado por gravedad estaría produciendo 32.69 (=95.14/2.91) más producto físico, permitiendo así inferir que en el uso del recurso tiempo, la alfalfa de gravedad es 32.69 veces más productiva que el grupo de cultivos básicos. Ahora bien, en tanto el rasero que permitió comparar a los cultivos básicos de gravedad fue la alfalfa producida en riego por gravedad, con una inversión de 2.91 horas de trabajo/ton, entonces, es fácil inferir que ninguno de los cultivos básicos irrigados por gravedad en lo individual, ni el promedio señalado por el grupo de básicos de gravedad (que produjo 95.14 ton/hora de trabajo) fueron más eficientes que el cultivo de referencia, correspondiéndole a la alfalfa de gravedad ser la mejor posicionada en términos relativos.

Las variables Y₁₁, y Y₁₂ mostradas en el Cuadro 1, describen a la ganancia por trabajador y por hora de trabajo invertida respectivamente. En relación a la primera de ellas, se encontró que el trabajador promedio, adscrito a la producción de cultivos básicos de gravedad “promedio”, es decir; la lograda a nivel del grupo cultivos básicos, ascendió a -\$86.2, y ya desagregada en cada uno de los cultivos básicos del grupo, se determinó que en el caso del maíz, trigo y fríjol la producción mediante agua rodada, ésta, la ganancia, que en realidad la pérdida fue de; -\$98.7, -\$98.0 y -\$62.6 respectivamente, sin embargo si ese mismo trabajador hubiese estado adscrito a la producción de alfalfa forrajera irrigada por gravedad, este habría generado una ganancia de \$144 (recuérdese que las cifras están en miles de pesos). El concepto de ganancia, pero analizada ahora

desde la perspectiva de cuanta de ésta se produce por hora invertida de trabajo, es analizada en el Cuadro 1 por parte de la variable Y_{12} , y de allí se concluye que ninguno de los cultivos básicos de gravedad, incluido el promedio para el grupo, superó a la alfalfa de gravedad con \$62.5/hora, pues los tres cultivos básicos analizados incurrieron en pérdida de -42.8/hora en el caso de maíz grano, -\$42.6/hora en trigo y de -\$27.2/hora en el frijón, el indicador a nivel grupal fue de una pérdida de -\$30.0/hora, mostrando que los tres cultivos básicos son altamente ineficiente en el uso del recurso tiempo de trabajo.

El Cuadro 1 muestra que el cultivo parámetro, la alfalfa irrigada por gravedad, tuvo un indicador igual a 1.83, lo cual garantiza la devolución de todo crédito, mientras que de los tres cultivos básicos de gravedad analizados, se determinó que ninguno cubre ni siquiera la unidad, es decir; no será sujeto de crédito, pues apenas asegura en el caso de maíz recuperar 0.59 de cada peso, el trigo asegura la recuperación de 0.61 de cada peso y el frijón recuperara 0.68 de cada peso invertido. De acuerdo con el análisis de la variable Y_{13} , se observa que el frijón debe obtener un punto de equilibrio igual a 1.261Ton/hectárea a fin de no perder ni ganar pero en realidad apenas obtuvo un rendimiento de 0.786, es decir; tendría que incrementar su rendimiento en 62.33% para lograr su punto de equilibrio, en el caso del maíz grano tendría que incrementarse el rendimiento en 58.49% y en el trigo tendría que incrementarse 61.45% para lograr su punto de equilibrio y no perder ni ganar, en otras palabras si el objetivo es lograr ganancia el incremento en el rendimiento tendría que ser mucho mayor.

CONCLUSION

Se determinó que en términos de productividad y eficiencia económica, física los cultivos básicos irrigados por gravedad en el DR017 Comarca Lagunera, resultaron ineficientes en comparación con el cultivo de alfalfa forrajera irrigada por gravedad pues su huella hídrica fue mayor a la obtenida por alfalfa, lo que los ubica como ineficiente en el uso del recurso hídrico. Solo en el aspecto social los cultivos básicos resultaron mucho más eficientes que el cultivo de alfalfa.

LITERATURA CITADA

Aldaya M. M., Niemeyer I, y Zarate E. 2011. Agua y Globalización: Retos y oportunidades para una mejor gestión de los recursos hídricos. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 2011; 230: 61-83.

Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.

FAO. 2013. Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. FAO Informe sobre temas hídricos. Informe número 38. Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO Roma, 2013.

Fergusson CH. E. y J. P. Gould. 1987. Teoría microeconómica. FCE. México, DF. Pp. 11.

Fideicomisos Instituidos En Relación A La Agricultura (FIRA). Costos de producción ciclo 2012-2013.

Hoekstra Arjen Y., Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen. 2011. The Water Footprint Assessment Manual Setting the Global Standard. Earthscan Ltd, Dunstan House, 14a St Cross Street, London. ISBN: 978-1-84971-279-8.

Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2010. 'A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat', *Hydrology and Earth System Sciences* 14:1259–1276.

Mekonnen M. M. and A. Y. Hoekstra. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hidrology and Earth Systems Sciences* 15:1577-1600.

SAGARPA, 2012. Anuario Estadístico De La Producción Agropecuaria, ciclo agrícola 2012-2013. Delegación Comarca Lagunera Cd. Lerdo, Dgo.

UN-Water. 2012. The United Nations World Water Development Report 4: *Managing Water under uncertainty and risk*. World Water Assessment Programme (WWAP). Unesco, Paris, France.

Regionalización de la cuenca baja del río Nazas mediante criterios de condición de aridez, sequía y fisiografía

Rodríguez-Alvarado, María Monserrat; Pedroza-Sandoval, Aurelio; Sánchez-Cohen, Ignacio; Echavarría-Cháirez, Francisco G.

Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. A.P. 8.
C.P. 35230. Bermejillo, Dgo.

apedroza@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

La cuenca baja del río Nazas forma parte de la región hidrológica 36, ubicada en la zona norte-centro de México, con clima árido y ecología alterada por las actividades agropecuarias. El estudio tuvo como objetivo identificar las diferentes microrregiones comprendidas en la cuenca, para una mejor planeación en el uso de los recursos naturales. Mediante el uso del software ArcGis y mapas digitales y el uso de base de datos históricos climatológicos de temperaturas máximas y mínimas y precipitación, se obtuvieron el índice de aridez, la intensidad de sequía anual y, asociando estos dos criterios a los tipos de suelo y vegetación, se obtuvieron diferentes microrregiones del área de estudio. La cuenca baja del río Nazas comprende un área de 41,178 Km², la cual resultó en cuatro grandes subregiones en base a la condición de aridez: la más árida (Categoría A2) y menos árida (Categoría B2) de las zonas áridas; y la más árida (Categoría A3) y la menos árida (Categoría B3) de las zonas semiáridas. Adicionalmente se identificaron tres intensidades de sequía anual: mínima, moderada y máxima. La integración de los tres criterios (aridez, sequía y suelo y vegetación) generaron ocho microrregiones, las cuales presentan condiciones agroecológicas similares dentro de sí, pero diferentes entre sí, lo cual puede ser de utilidad para un uso y manejo más sustentable de los recursos naturales de esta región

Palabras clave: Zonas áridas, Manejo de cuencas, Recursos naturales, Regionalización, Sequía.

Caracterización fisiográfica y regionalización de la Cuenca media de los ríos Nazas y Aguanaval

Yáñez-Chávez, Luis Gerardo; Pedroza-Sandoval, Aurelio; Martínez-Salvador, Martín; Sánchez-Cohen, Ignacio; Velazquez-Valle, Miguel; López-Santos, Armando

Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. A.P. 8, C.P. 35230 Bermejillo, Dgo.

apedroza@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

La regionalización corresponde a la división de un territorio en áreas menores con características comunes. La cuenca media de los ríos Nazas y Aguanaval forma parte de la región hidrológica 36 localizada en la mesa del norte de la República Mexicana. Este estudio tuvo como objetivo identificar a través de indicadores biofísicos, las diferentes microrregiones de la cuenca media Nazas-Aguanaval, para una mejor planeación estratégica de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales. Se usaron métodos de digitalización, aplicaciones SIG y cartografía digital para la obtención de microrregiones. Los índices de aridez y sequía se calcularon con base a series históricas de datos climáticos de temperaturas máximas, mínimas y precipitación de estaciones meteorológicas de influencia en el sitio. Los resultados obtenidos se integraron y analizaron utilizando Arc GIS 10.1. Con base en la condición de aridez, se identificaron tres grandes subregiones: la más árida (Categoría A2) y menos árida (Categoría B2) de las zonas áridas y la menos árida de las zonas semiáridas (Categoría B3). Por condición de sequía se identificaron cuatro niveles de sequía anual: mínima, moderada, media y alta. La vegetación dominante y tipo de suelo se asoció a cada región. Al integrar los cuatro criterios (aridez, sequía, suelo y vegetación), resultaron 26 microregiones, las cuales pueden ser base para una planificación en el uso y manejo de los recursos naturales.

Palabras clave: Microrregiones, Índice de aridez, Índice de sequía, Cuenca hidrológica

Evaluación fitotóxica de biosólidos de la Comarca Lagunera

Maciel-Torres, Sandra Patricia¹; Jacobo-Salcedo, María del Rosario²; Figueroa-Viramontes, Uriel³; Pedroza-Sandoval, Aurelio¹; Trejo- Calzada, Ricardo¹; Cueto-Wong, José Antonio²

¹URUZA-Chapingo. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. C.P. 35230.

²INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera. Margen Derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35140.

³INIFAP Centro de Investigación Regional Norte Centro. Matamoros Coahuila, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200, Centro. CP. 27440.

e-mail: maciel_sandy@hotmail.com

RESUMEN

El tratamiento de agua residual se ha incrementado en los últimos años, generando como producto secundario biosólidos los cuales pueden ser utilizados en la agricultura; sin embargo, es necesario realizar análisis fisicoquímicos incluyendo toxicidad. El objetivo del presente estudio fue determinar la fitotoxicidad de biosólidos generados en la Comarca Lagunera en semillas de rábano (*Raphanussativus* L.) e higuierilla (*Ricinuscommunisspp*). Las muestras de biosólidos fueron colectadas de las Plantas Tratadoras de Aguas Residuales (PTAR) regiones Norte (BPN) y Oriente (BPO) de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo. El bioensayo se estableció bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones, se evaluó porcentaje de germinación relativo (PGR), crecimiento relativo de la radícula (CRR) e índice de germinación (IG). El CRR y el PGR no mostraron diferencia significativa entre los BPN y BPO. El IG fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en los BPN en comparación con los BPO. Los BPN no presentaron fitotoxicidad ($IG > 80\%$) mientras que los BPO son moderadamente fitotóxicos ($IG < 80\%$) en semillas de rábano; en tanto que, ambos biosólidos no fueron fitotóxicos en semillas de higuierilla, lo cual sugiere que la toxicidad está relacionada con el grado de sensibilidad de la especie y la fuente de biosólido.

Palabras clave: *aguas residuales, bioensayo, germinación.*

SUMMARY

The wastewater treatment had increased in the last years, generating biosolids as a secondary product which can be used in agriculture; however, it is necessary to perform physicochemical analysis including toxicity. The aim of this study was to determine the phytotoxicity of biosolids generated in the Laguna Region in radish (*Raphanus sativus* L.) and higuierilla seeds (*Ricinus communis spp*). Samples were collected from the Waste Water Treatment Systems (WWTS), the north (NPB) and the west (OPB) in Gomez Palacio, Dgo. The bioassay was conducted in a completely randomized design by triplicate, it was evaluated relative germination percentage (GRP), root relative growth (RRG) and germination index (GI). The GRP and the RRG did not show significant difference between NPB and OPB. The GI was significantly higher ($P \leq 0.05$) in NPB than in OPB. NPB did not show phytotoxicity ($GI > 80\%$) while OPB were moderately phytotoxic ($GI < 80\%$) in radish; however, both biosolids did not present phytotoxicity in higuierilla seeds. The observed facts suggest that toxicity is related whit the sensitivity of the vegetal specie and source of biosolid.

Key words: wastewater, bioassay, germination

Calidad del agua en la Región Lagunera

Gandarilla-Esparza, Diana Dennys¹, Pérez-Morales, Rebeca¹, *Calleros-Rincón, Esperanza Yasmin¹

¹ Universidad Juárez del estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas,
Departamento de investigación y posgrado.

* dra.ecallerosrincon@ujed.mx

RESUMEN

Los contaminantes en el agua han estado presentes durante años, siendo microorganismos, metales, etc., en estos últimos años se ha obtenido mayor información referente a estos contaminantes gracias a la investigación. El impacto que tiene la distribución, cantidad y calidad del agua, en relación con el suelo y los cultivos de una porción ha tenido una influencia en la salud. Las diversas actividades que se realicen cerca de los pozos de agua o de las fuentes de agua potable afectan la calidad del agua y si no se tiene un buen monitoreo de calidad se llega a afectar la salud humana y ganadera.

Palabras clave: metales, microorganismos, agua.

ABSTRACT

The pollutants in the water have been present for years, being microorganisms, metals, etc., in the latter years there has been obtained major information relating to these pollutants thanks to the research. The impact that has the distribution, quantity and quality of the water, in relation with the soil and the culturing of a portion has had an influence in the health. The diverse activities that are realized near the water wells or the drinking fountains affect the quality of the water and if a good monitoring of quality is not had it manages to affect the human and cattle health.

Key words: metals, microorganisms, water.

INTRODUCCION

La contaminación de agua potable puede ser resultado de la actividad natural o artificial. Las fuentes de contaminación de agua potable pueden ser clasificadas como fuentes de punto o fuentes de no punto. La contaminación de la fuente se refiere a la contaminación descargada de un transporte perceptible, limitado, discreto como un tubo, el contenedor, o el navío.

El agua potable puede ser obtenida de redes fluviales públicas o una fuente no pública como directo de pozo. El agua de pozo típicamente no es probada tan a menudo como el agua del público de redes fluviales. La seguridad de agua potable en las fuentes privadas, necesita con regularidad pruebas para descubrir algún contaminante que potencialmente podría afectar la calidad de agua.

Las pruebas para ciertos contaminantes deberían ser realizadas cada año o cada 6 meses, dependiendo de los resultados obtenidos. También aconsejan a las pruebas regulares de agua

potable privada; para muchos tipos de contaminantes (microorganismos, metales, nitratos, radón, y muchos productos químicos), los cambios de la calidad de agua a veces pueden ser descubiertos sólo por el examen de laboratorio.

Respecto al uso del agua y del suelo, existe una relación muy importante y directa con la producción y seguridad de los alimentos que se producen en la zona agrícola de la Región Lagunera, que ha ido disminuyendo a causa de un crecimiento no planeado de las áreas urbanas. Al incrementarse los volúmenes de agua para uso urbano se ha ido incrementando también el volumen de agua residual para los cultivos. Debido a lo anterior las áreas de cultivo funcionan como filtros biológicos de las aguas residuales, sin embargo, no se ha estudiado a fondo el problema que genera el uso de este tipo de aguas sobre los suelos, cultivos y en la población.

El aprovechamiento de aguas residuales para riego agrícola podría en principio presuponer una menor exigencia que el necesario para uso industrial. Sin embargo, deben considerarse los riesgos asociados para la salud y el ambiente debido a la presencia de microorganismos patógenos y otros elementos que pueden ocasionar problemas de contaminación de aguas subterráneas, tales como los nitratos, nutriente que más comúnmente contamina los acuíferos.

La contaminación que viene de varios orígenes o fuentes difusas, como tormenta de agua (que puede contener pesticidas aplicados a cosechas o desechos de ganadería), la precipitación (el deshielo o la precipitación), el drenaje de minas abandonadas, erosión, o la deposición atmosférica. Como los agentes contaminadores se mueven por la tierra, ellos vienen al contacto con la precipitación, formaciones de roca, y el suelo, y en última instancia ellos son depositados en acuíferos.

El riesgo de salud en humanos a la exposición de contaminantes en el agua potable depende de varios factores. Estos incluyen las características del contaminante (s); el nivel de la exposición del individuo, teniendo en cuenta tanto la concentración del contaminante (s) en el agua como la duración de exposición; el sendero de exposición (ingestión); y el estado inmune de la persona expuesta. La salud potencial se puede clasificar en efectos a corto plazo como la problemática gastrointestinal, a efectos a largo plazo como un riesgo aumentado de cáncer o complicaciones que afectan múltiples órganos de sistemas.

La agencia de protección ambiental en estados unidos (EPA) establece ciertos límites máximos de diversos contaminantes, por otro lado la Organización Mundial de salud (OMS) establece sus límites máximos y la Norma Oficial Mexicana tiene sus límites máximos. La NOM-127-1994 con modificación en el 2002 y en proyecto de modificación al 2010 establece los límites máximos de algunos elementos, tabla 1. En el caso del elemento Arsénico se estableció un cumplimiento gradual conforme los años, tabla 2.

Tabla 1. Límites máximos permisibles nom-127-1994, modificación 2002.

Característica	Limite Permissible
Aluminio mg/L	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.3
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Hidrocarburos aromáticos µg/L:	
Benceno	10.00
Etilbenceno	300.00
Tolueno	700.00
Xileno (tres isómeros)	500.00
Manganeso mg/L	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas µg/L:	0.03
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.20 1.00
Clordano (total de isómeros)	2.00
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	0.03
Hexaclorobenceno	20.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	30.00
Metoxicloro	0.01
2,4 – D	200.00
Plomo	1000.00
Sodio	400.00
Sólidos disueltos totales	0.50
Sulfatos (como SO ₄ =)	0.20
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.2-0.5 5.00
Trihalometanos totales	
Yodo residual libre	
Zinc	

Tabla 2. Cumplimiento gradual para Arsénico

Límite permisible (mg/l)	Año
0.045	2001
0.040	2002
0.035	2003
0.030	2004
0.025	2005

Estudios realizados en la región han demostrado la presencia de algunos elementos en el agua. Méndez et al en 2008 encontró concentraciones de 0.02605 mg/L As en Gómez Palacio, Dgo., 0.006 – 0.0131 mg/L As en dos localidades de Torreón, Coah. Otro elemento también destacable en la región es el ion nitrato debido a la litología y ganadería. En el 2012, Calleros et al, realizaron la caracterización para nitrato (N-NO₃⁻) de pozos de consumo humano y agrícola de 10 localidades rurales del municipio de Lerdo, Dgo., observándose que algunas localidades están por encima del límite máximo repercutiendo en la salud de la población y a su vez en la ganadería. Estos son los elementos más estudiados hasta el momento, pero se encuentran otros ya sea por debajo o por encima de su límite máximo que pueden tener efectos en la salud (Cadmio, Flúor, Zinc, Mercurio, etc.).

Tabla 3. Concentraciones de N-NO₃⁻ en localidades de Lerdo, Dgo.

Localidad	Agua de la red de abastecimiento mg/L de N-NO ₃ ⁻	Agua de pozos agrícolas mg/L de N-NO ₃ ⁻
Juan E. García	4.1	83.5
Vicente Nava	4.1	83.5
El Salitral	3.4	83.5
La Goma	11.8	124
Salamanca	4.1	83.5
Sapioriz	7	101
La Loma	11.8	124
El Peñón	4.1	83.5
Las Piedras	3	3
Las Cuevas	3.2	64

El retiro de un contaminante del agua puede prevenir la remota exposición. Hay varios métodos para remover contaminantes del agua. Algunos tipos comunes de sistemas de casa para tratar el agua incluyen sistemas de filtración, ablandadores de agua, sistemas de destilación, y la desinfección.

CONCLUSIONES

El crecimiento de la población ha incrementado el consumo de agua, lo que conlleva a una mayor profundidad de excavación para obtener agua dando como resultado un incremento en los contaminantes presentes en el agua, añadiendo a este factor el hecho que en la Región Lagunera se llevan a cabo actividades de agricultura y ganadería lo cual contribuye al aumento de contaminantes.

LITERATURA CITADA

Baccaro K., Degorgue M., Lucca M., Picone L. y Zamuner E. 2006. *Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola del Mar de la Plata*. INTA, Argentina. RIA, vol. 35(3).

Esperanza Yasmín Calleros Rincón, María Teresa Alarcón Herrera, Javier Morán Martínez, José Antonio Cueto Wong, Rebeca Pérez Morales, Luz Helena Sanin, 2012. Caracterización de una zona contaminada por nitratos y su impacto en la salud humana. Género, ambiente y contaminación por sustancias químicas, SEMARNAT: 35-54.

Javier Méndez-Gómez, Gonzalo-Gerardo García-Vargas, Lizbeth López-Carrillo, Emma-Soraida Calderón-Aranda, Arístides Gómez, Eunice Vera, Mahara Valverde, Mariano E. Cebrián, y Emilio Rojasa, 2008. Genotoxic Effects of Environmental Exposure to Arsenic and Lead on Children in Region Lagunera, Mexico Ann. N.Y. Acad. Sci. 1140: 358–367.

Morris B.L., Laurence A.R.L., Chilton P.J.C., Adams B., Calow R.C. y Klinck B.A. 2003. Groundwater lands its susceptibility to degradation: A global assessment of the problem and options for management. Early warning and assessment report series, RS 03-3. Unites Nations Environment Programme. Nairobi, Kenia.

Muñoz H., Armienta A., Vera A. y Cenicerros, N. 2004. Nitrato en el agua subterránea del valle de Huamantla, Tlaxcala. Rev. Int. Contam. Ambie. 20, 91-97.

Scout Ch. y Raschid L. 2004. Wastewater use in irrigated agriculture. Confronting the livelihood and environmental realities. CAB International.

US Environmental Protection Agency (EPA) 2014. Drinking water from household wells. EPA Web site. http://www.epa.gov/privatewells/pdfs/household_wells.pdf.

US Environmental Protection Agency (EPA) 2014. National primary drinking water regulations. EPA Web site. <http://water.epa.gov/drink/contaminants/upload/mcl-2.pdf>. Centers for Disease

Control and Prevention (CDC) 2014. Drinking water: well treatment. CDC Web site. <http://www.cdc.gov/healthywater/drinking/private/wells/treatment.html>.

US Environmental Protection Agency (EPA) 2014. What is nonpoint source pollution? EPA Web site. <http://water.epa.gov/polwaste/nps/whatis.cfm>.

Comportamiento hidrológico de la zona de temporal en San Luis del Cordero Durango

González-Rivera, María Del Socorro¹; Sánchez-Cohen, Ignacio²; Velásquez-Valle, Miguel Agustín²; Esquivel-Arriaga, Gerardo²

¹ Estudiante de Maestría en Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo.

² Investigador en el Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias CENID-RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

RESUMEN

Se expone la necesidad de investigar la generación de recursos teóricos y metodológicos para determinar hidrogramas y comportamiento de escurrimientos en la agricultura de temporal. El estudio se estableció dentro de una propiedad privada en el municipio de San Luis Del Cordero, Dgo. Se analizaron los eventos registrados en la estación de aforo y en la parcela experimental se estableció el cultivo de maíz, bajo el sistema de labranza de conservación con dos modalidades (escurrimiento y residuos) y convencional (utilizada por el productor). Se introdujeron sensores para monitorear la humedad en el suelo a dos profundidades (0-30 cm y 30-60 cm). Se obtuvieron los hidrogramas correspondientes a tres eventos registrados y se calculó la lámina de riego que entro a la parcela y al comparar con la lámina de riego detectada por los sensores se observó que hay coincidencias, además al analizar el crecimiento del cultivo, el tratamiento que tuvo mejor respuesta al crecimiento fue el de labranza de conservación con incorporación de residuos, pero el que tuvo mayor rendimiento fue el de labranza convencional. El monitorear el contenido de agua en el suelo es esencial para ayudar a optimizar la producción, conservar agua, reducir los impactos ambientales y ahorrar dinero.

Palabras clave: Hidrogramas, labranza, conservación, convencional.

Sirmod: herramienta para evaluar la eficiencia de riego parcelaria

Martínez- Rodríguez, Juan G.¹; Barrera-Tovar, Ricardo¹; Castro-Aguilera, José M.²

¹ INIFAP CIRNOC Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah.

² Estudiante de Posgrado UAA”AN” Unidad Laguna.

e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Según el consenso internacional, el calentamiento global afectará la distribución espacial y temporal del ciclo hidrológico. Por lo que la distribución, la disponibilidad, la cantidad y la calidad del agua será el principal factor que el ciudadano común reconocerá como una alteración del cambio climático. La agricultura de riego utiliza entre 60 y 70 por ciento de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, para la producción de alimentos; sin embargo, las eficiencias de conducción y aplicación del agua de riego son muy bajas. Una manera de mitigar el cambio climático en la agricultura es a través del incremento en la eficiencia del uso de agua de riego, esto es: un incremento en la producción por unidad de superficie con menor volumen de agua aplicado. El modelo hidrológico SIRMOD, desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica, permite visualizar la simulación del movimiento del agua de riego sobre la superficie del suelo bajo diferentes escenarios de pendiente del terreno, gasto unitario, longitud y ancho de melgas así como el gasto total disponible en rancho o predio. El presente trabajo tiene como objetivo presentar resultados con respecto a la eficiencia de riego parcelario y parámetros que la definen.

Palabras clave: SIRMOD, modelo hidrológico, riego, eficiencia

SUMMARY

According to the international consensus, global warming will affect the spatial and temporal distribution of the hydrological cycle. So the distribution, availability, the quantity and the quality of the water will be the main factor that ordinary people will recognize as an alteration of the climate change. Irrigated agriculture uses between 60 and 70 per cent of both surface and underground water resources, for the production of food; however, the efficiencies of driving and application of irrigation water are very low. One way to mitigate climate change in agriculture is through the increase in the efficiency of irrigation water use, this is: an increase in production per unit area with a smaller volume of water applied. The hydrological model SIRMOD, developed in the United States of North America, allows the simulation of the movement of irrigation water on the surface of the soil under different scenarios of slope land, unit expenditure, length and width of beds as well as total spending available in ranch or farm. The present study aims to present results with respect to the efficiency of irrigation and parameters that define it.

Key words: SIRMOD, hydrological model, irrigation efficiency

INTRODUCCIÓN

La Ley Nacional de Aguas requiere el uso económico y sustentable del agua. De tal manera, los recursos hídricos tienen que ser utilizados de tal manera que protejan y conserven las reservas de agua disponible. En la agricultura bajo riego, lo anterior se obtendrá a través del manejo efectivo de la aplicación del agua. Por lo tanto, los sistemas de riego tendrán que aplicar el agua en la forma más eficiente posible para prevenir pérdidas innecesarias y desperdicio de agua.

Con la finalidad de lograr lo anterior, la uniformidad con la cual los sistemas de riego aplican el agua deberá ser alta. La uniformidad de distribución del agua de un sistema tiene un efecto sobre la eficiencia de aplicación del sistema y en el rendimiento del cultivo (Merriam and Keller, 1978; Hansen, 1960; Walker, 1989). Los sistemas de riego con pobre uniformidad de distribución experimentan una reducción en los rendimientos debido al estrés hídrico y/o debido al exceso de agua en el cultivo (Howell *et al.*, 1998). Una uniformidad de distribución pobre provoca un incremento en los costos financieros y ambientales. Los nutrientes pueden lixiviarse por debajo de la zona de raíces de los cultivos e ir a contaminar las aguas subterráneas debido a un exceso de agua aplicado para superar la pobre uniformidad de riego.

La uniformidad de distribución de un sistema de riego depende de las características del sistema, así como de las decisiones de manejo del agua de riego (Jensen *et al.*, 1970). La uniformidad de distribución de los tipos de irrigación estará influenciada por diferentes factores que son característicos de un sistema en particular. El riego por superficie está influenciado principalmente por las características de retención de agua del suelo. Estos factores en un sistema de riego necesitan manejarse correctamente para asegurar que la uniformidad de distribución esté en un nivel aceptable. Lo anterior asegura el uso óptimo de los recursos hídricos. El presente trabajo tiene como objetivo presentar resultados con respecto a la eficiencia de riego parcelario y parámetros que la definen.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en diferentes ranchos localizados en la Comarca Lagunera. Se recolectó información con respecto a: textura del suelo, calidad del agua, manejo de agua de riego por el productor, número de pozos y volumen disponible para riego, superficie y cultivos bajo riego, etc.

Lo anterior, permitió hacer un diagnóstico integral del manejo del agua del riego por el productor en todo su predio y en base a lo anterior, se generaron recomendaciones técnicas para lograr un manejo sustentable del agua y un incremento en la productividad total del predio.

Como se sabe, la uniformidad del riego está en función de diferentes factores. La uniformidad de distribución del riego por superficie (UD_{sur}) está dado por:

$$UD_{sur} = f(q_{in}, L, n, S_o, I_c, F_a, t_{co})$$

Dónde: q_{in} es el gasto de entrada (lps); L es la longitud de la melga (m); n es el coeficiente de rugosidad del terreno; S_o es la pendiente longitudinal del terreno; I_c es las características de infiltración del suelo; F_a es la sección transversal de la melga y T_{ca} es el tiempo de corte del riego.

Por lo tanto, es importante que los factores anteriores sean considerados cuando un sistema de riego es diseñado y manejado con la finalidad de asegurar una aplicación uniforme del agua tan alta como sea posible. Una evaluación regular del sistema de riego debe practicarse periódicamente con la finalidad de mantener el sistema de acuerdo al diseño original.

Para evaluar la aplicación de riego en la parcela se realizaron dos avances de riego en las tablas cuatro y nueve del predio. En el Cuadro 1, se muestran las características de cada una de las melgas bajo estudio.

Como se puede observar existen diferencias muy marcadas con respecto a tiempo de riego y pendiente del terreno. Por un lado la tabla 4 tuvo un tiempo de riego de 100 minutos y una pendiente de 4 cm / 100 m, mientras que en la tabla 9 el tiempo de riego fue considerablemente mayor (261 min) y una pendiente de 0.0 cm / 100 m. Con la información de la Tabla 9 del Cuadro 1, se corrió el modelo de simulación SIRMOD y los resultados se presentan esquemáticamente en la Figura 1. En ella se puede observar que una parte del terreno (la cercana a la entrada de agua) se sobre irrigó en una fracción correspondiente al 20%. Mientras que en la parte final de la melga no se alcanzó a aplicar la lámina requerida para cubrir totalmente la zona radical del cultivo.

Cuadro 1. Variables de Comportamiento del riego.

Variables	Tabla 4 Melga	Tabla 9 Melga
Longitud (m).	124	248.0
Ancho (m).	80	40.0
Tiempo de riego (min)	100	261
Pendiente (cm/100 m).	4.0	0.0
Gasto Unitario (lps/m).	1.2	2.6
Eficiencia de riego en la parcela (%)	100	85
Eficiencia de requerimiento	39	95
Fracción Percolada	0	20

RESULTADOS

La información tomada en campo sirvió como entrada para el modelo de simulación SIRMOD. A través del uso de este modelo es posible calcular las eficiencias de aplicación y de requerimientos de los cultivos.

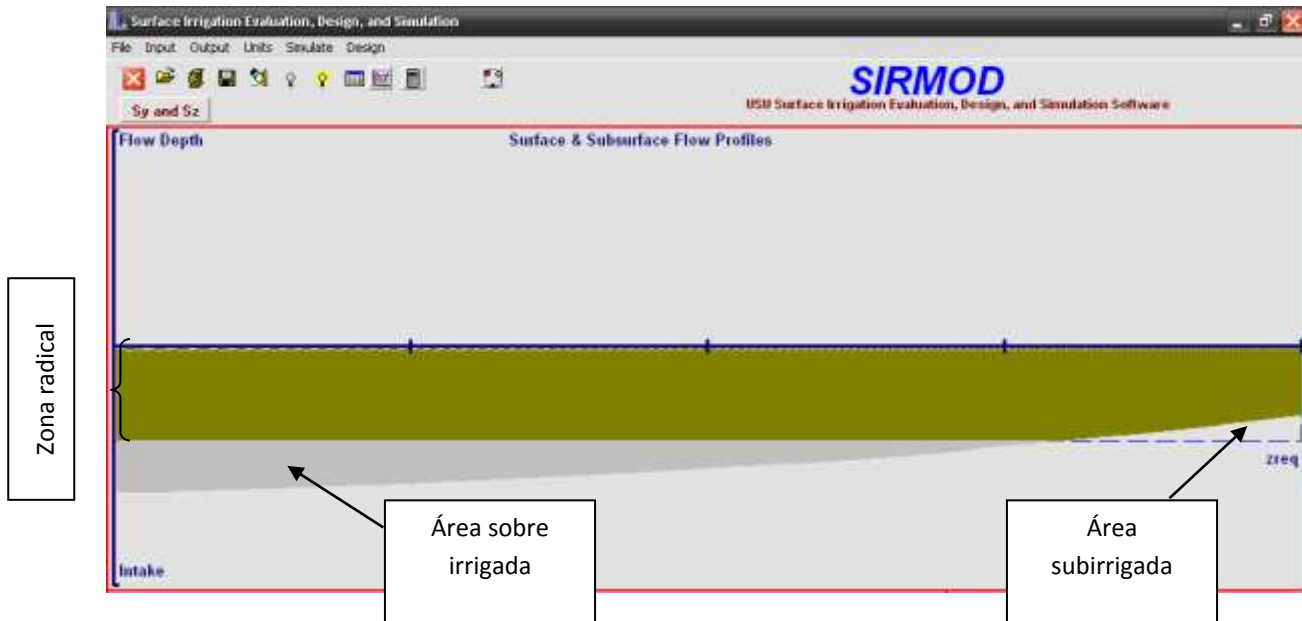


Figura 1.- Simulación con avance Tabla 9.

La Figura anterior corresponde a la información proveniente del Cuadro 1 en la tabla 9. En ella se puede observar que toda el agua aplicada (color verde) se quedó en la zona de raíces (área punteada) del cultivo por lo que la eficiencia de aplicación es de 99%. Sin embargo, la eficiencia de requerimientos hídricos por el cultivo no fueron satisfechos en su totalidad y su eficiencia es de 77%.

La Figura 2 muestra de manera esquemática los resultados obtenidos al modificar dentro del modelo SIRMOD la pendiente del terreno a 2 cm/m y acortar la distancia entre bordos de las melgas a 20 m. la eficiencia de aplicación se incrementó a 98% y la eficiencia de requerimiento fue de 98.5%; con lo anterior se asegura cumplir con la lámina de agua suficiente para rellenar la zona radical del cultivo y evitar pérdidas a estratos inferiores a ésta.

Para incrementar la eficiencia del riego es necesario asociar cuatro factores: el gasto unitario (litros por segundo por metro lineal de la melga), pendiente del terreno, ancho de la melga y en última instancia el largo de la misma. Por ningún motivo es recomendable tener melgas con pendiente longitudinal igual a cero. La pendiente igual a cero es recomendable solamente de

manera transversal a las melgas. Lo anterior, asegura una distribución uniforme del riego a lo largo y ancho de la melga.

La pendiente y el gasto unitario están en función del tipo de suelo que se tenga en el predio, por lo que es recomendable mandar al laboratorio muestras de suelo para determinar la textura del suelo y los parámetros de humedad del mismo.



Figura 2.- Simulación con diseño Tabla 9.

Se pudo observar que en el predio regularmente se aplica la totalidad del agua de bombeo en dos tendidas; por lo cual cabe señalar que al momento de realizar la toma de datos del avance en la tendida de la tabla 9 el total del agua de las dos norias estaba siendo usada en una sola tendida.

La Figura 3 muestra el perfil de la tendida y los contenidos de humedad en la misma; se puede observar que el contenido de humedad a lo largo de la melga, antes del riego (triángulo verde), se encuentra muy cercano al límite inferior de humedad aprovechable por el suelo (cuadro rojo). Lo anterior indica que el cultivo se encuentra bajo estrés hídrico con lo que esto representa en reducción del rendimiento del cultivo. Al realizar el muestreo de humedad después del riego se puede observar que el contenido de humedad a lo largo de la melga es heterogéneo, lo que indica una aplicación irregular del agua de riego.

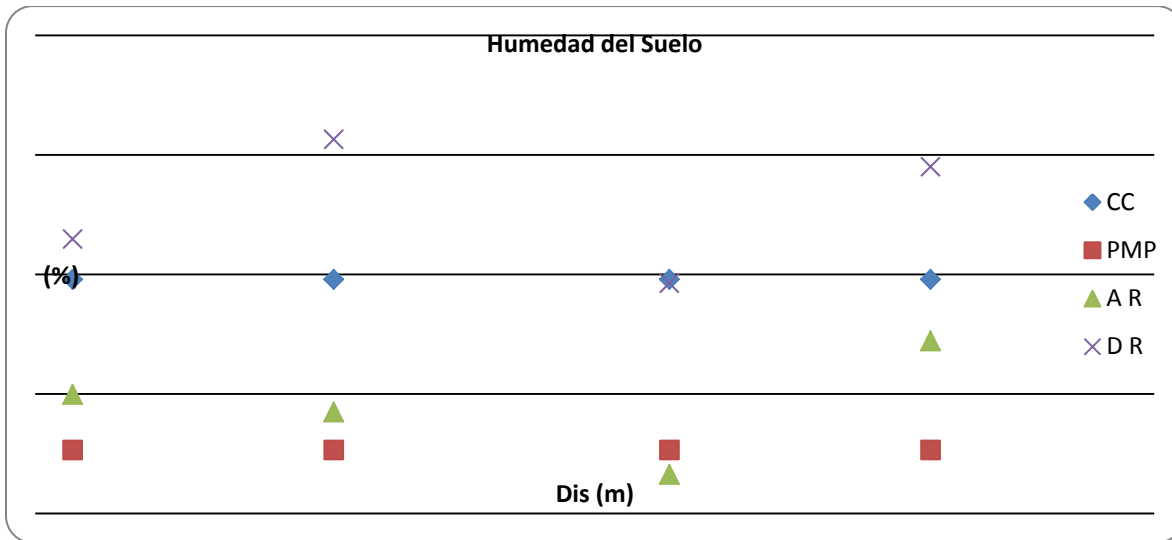


Figura 3. Gráfica del muestreo de humedad antes (AR) y después del riego (DR).

CONCLUSIONES

El manejo del agua de riego es importantísimo para obtener buenos rendimientos y permanencia del cultivo en el campo.

Para mejorar la eficiencia de aplicación se deben de tomar en cuenta parámetros como: pendiente del terreno, largo y ancho de la melga, así como el gasto unitario aplicado.

Para la programación del riego se deben tomar en cuenta parámetros de retención de agua del suelo, así como a los elementos del clima.

LITERATURA CITADA

Merriam, J.L. and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Department of Biological and Irrigation Engineering, 4105 Old Main Hill, Logan, Utah, 84322-4105

Hansen, V.E. 1960. New Concepts in Irrigation Efficiency, Transactions of the ASAE. Vol 3, No. 1, pp. 55-61.

Howell, T.A., S.R. Evett, A.D. Schneider, R.W. Todd, and J.A. Tolk. 1998. Evapotranspiration of irrigated fescue grass in a semi-arid environment. ASAE Paper no. 982117. ASAE Annual International Meeting, Orland, FL, July 12-16.

Jensen, M.E., D.C.N. Robb, and C.E. Franzoy. 1970. Scheduling irrigations using climate-cropsoil data. Proc. Am. Soc. Civ. Engr., J. Irrig. and Drain. Div. 96(IR1):25-38.

Walker, W. R. 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. FAO Irrigation and Drainage Paper 45, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 137p.

ASCE. 1978. Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 70, ASCE, New York. 332 pp.

Rendimiento de girasol (*Helianthus annuus L.*) forrajero a diferentes densidades de siembra y sistemas de riego

¹Mandujano-Ávila, J.L.; ¹García-Martínez, K.V.; ²Mata-Espinosa, M.A.; ²Hernández-Salgado, J.R.

¹Estudiante de licenciatura en Sistemas Pecuarios, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

²Profesor-investigador Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

Kavega2015@outlook.com

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el tipo y frecuencia de riego en parcelas de girasol en alta y baja densidad de plantas sobre el rendimiento de forraje húmedo, materia seca total y % de materia seca, se realizó un estudio durante los meses de marzo a junio en la Unidad de Investigación en Forrajes de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Chapingo localizada entre los 25° LN y 103° LO. En 24 parcelas de 5 x 5 m² con siembra en surcos de 0.8 m de distancia entre surcos, bajo el mismo manejo agronómico, se consideró un diseño experimental en parcelas divididas, en la parcela grande fue ubicado la combinación de tipo y frecuencia de riego (cintilla-1, cintilla-2, aniego-1 y aniego-2) y en la parcela chica se estableció el nivel de densidad (alta y baja), repetido en 3 bloques. Solamente el tipo y frecuencia de riego modificó significativamente ($P \leq 0.01$) el rendimiento de forraje en verde, en seco así como el % de materia seca, mientras que la densidad de plantas y el efecto conjunto de densidad de plantas y el tipo y frecuencia de riego no mostraron variación significativa ($P > 0.1$) en rendimiento de forraje y % de materia seca. Con riegos de aniego indistinto de la frecuencia de riego se obtuvo 1520 kg ha⁻¹ más de forraje verde en comparación con los riegos de cintilla con un promedio de 36,530±530 kg ha⁻¹ de forraje con humedad, comportamiento similar se mostró en la cantidad de forraje seco donde los riegos por aniego produjeron 3125 kg ha⁻¹ más forraje seco que los riegos por cintilla con un promedio de 7,452±517 kg ha⁻¹. Sin embargo, el % de materia seca fue más alto al aplicar el riego por cintilla en ambas frecuencias de riego con una diferencia de 2 % con respecto a los riegos de aniego en las dos frecuencias de riego, con un promedio de 17.6±0.65 en % de materia seca. El riego por aniego permite mayor producción de forraje verde, con el riego por cintilla se logra un forraje en campo con menor contenido de humedad.

Palabras Claves: Sistema de riego, densidad de planta, forrajes, frecuencia de riego

Evaluación de riego superficial y generación de recomendaciones de mejoramiento en la Región Lagunera

García-Herrera, G.^{1*}; López-Santos, A.¹; Juárez-Cabrera, L. E.²; Esquivel-Arriaga, O.¹; Sánchez-Cohen, I.³; Azpilcueta-Ruiz Esparza, M. de J.¹; Marrufo-Ortiz, J.¹

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua Bermejillo, Dgo. México. CP. 35230. Tel +52 (872)-776-0160,90.

² Componente de Agricultura Familiar, Periurbana y de Traspatio. SAGARPA. Cd. Lerdo, Dgo.

³ INIFAP, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Gómez Palacio, Dgo.

*Gabriel García Herrera: hrgar2002@gmail.com; Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua Bermejillo, Dgo. México. CP. 35230. Tel +52 (872)7760160,90.

RESUMEN

El presente trabajo parte de la problemática de la escasez del agua para riego, que se ha acentuado más con la sequía que ha persistido en los últimos años. Las eficiencias de aplicación a nivel parcelario son menores al 60 % y tomando en cuenta que los productores operan los sistemas de riego con base en su experiencia, se planteó el objetivo del presente trabajo que es evaluar el riego superficial bajo las condiciones de manejo del productor para proponer recomendaciones de mejoramiento del uso y manejo del agua del riego superficial a nivel parcela en la Región Lagunera de Durango. Se considera que el modelo de simulación SIRMOD es una herramienta de apoyo en la determinación de las eficiencias en el uso y manejo del agua en el riego por gravedad. Se seleccionaron predios en los cuales se realizaron evaluaciones con la finalidad de detectar la variación existente en el manejo del agua de riego superficial. Los predios evaluados fueron en primera estancia La Gallega, después se evaluaron los predios El Carmen, Tlahualilo, Dgo., La Esmeralda, Gómez Palacio, León Guzmán, Cd. Lerdo, en La Gallega se evaluaron dos sitios y en los otros predios solo se evaluó un sitio. La eficiencia de aplicación de los predios evaluados es muy baja, desde un 31.22 % el predio con eficiencia más baja hasta un 69.85 %, con el uso del SIRMOD II se dieron nuevos valores al tiempo de riego y a las pendientes para que esos porcentajes aumentaran arriba de un 85 % que es un rango aceptable en la eficiencia de aplicación.

Palabras clave: evaluación de Riego, eficiencia de aplicación, riego superficial, modelos de simulación.

SUMMARY

This study of the problem of the shortage of irrigation water, which has worsened over the drought that has persisted in recent years. Application efficiencies at farm level is less than 60% and considering that producers operate irrigation systems based on their experience, the objective of this work is to evaluate surface irrigation under farmer management conditions arose to propose recommendations for improving the use and management of surface water irrigation plot level in Laguna Region of Durango. It is considered that the simulation model is a tool SIRMOD support the determination of efficiencies in the use and management of water in surface irrigation. Plots in which evaluations were conducted in order to detect the variation in the management of surface irrigation water were selected. The plots were evaluated first stay at La

Gallega, after the estates El Carmen, Tlahualilo, La Esmeralda Gomez Palacio, Leon Guzman, Lerdo, La Gallega two sites were assessed and evaluated in the other plots are evaluated only one site. The efficiency of application of the assessed land is very low, from 31.22 % the premises with lower efficiency up to 69.85 % with the use of SIRMOD II were given new values to the irrigation length and pending for these percentages increase above 85 % is an acceptable range in application efficiency.

Key words: evaluation irrigation, application efficiency, surface irrigation, simulation models.

INTRODUCCIÓN

México, ocupa el sexto lugar a nivel mundial en infraestructura productiva agrícola con 6.3 millones de hectáreas irrigadas, por lo que la agricultura de riego es uno de los principales motores para el desarrollo económico de México, al aportar el 50% del producto agrícola nacional y el 70% de las exportaciones sectoriales. En este sentido destaca la aportación de los 85 Distritos de Riego, que contribuyen también a mejorar la calidad de vida de los habitantes del medio rural (CONAGUA 2013).

En la Comarca Lagunera la situación de la infraestructura hidro-agrícola ocasiona importantes pérdidas de agua por conducción en los canales de la red principal y secundaria, además existen 4,330 Km. de regadera sin revestir aunado a que las eficiencias de riego por gravedad a nivel parcelario son relativamente bajas (García *et al*, 2009).

Las eficiencias de riego por gravedad a nivel parcelario son relativamente bajas, debido a pérdidas de agua por infiltración profunda o escurrimiento, que provocan problemas de salinidad y drenaje, por lo que es determinante la estimación de los indicadores de desempeño del uso del agua con la finalidad de diseñar las mejores estrategias para el manejo del recurso agua (Román y Sánchez, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el riego superficial bajo las condiciones de manejo del productor para proponer recomendaciones de mejoramiento del uso y manejo del agua a nivel parcelario en la Región Lagunera de Durango.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la Región Lagunera del estado de Durango donde se evaluaron 4 predios de distintos ejidos en los que las condiciones eran distintas debido a que varios productores se encontraban condicionados a esperar que tuvieran derecho al agua proveniente de la presa y otros (establos lecheros) extraían el agua de pozos lo cual los hacía más aptos para producir forrajes para alimentar a su ganado, los sitios evaluados fueron los siguientes.

Establo La Gallega 1, Establo La Gallega 2, Rancho El Carmen, León Guzmán y La Esmeralda. En el predio La Gallega se evaluaron dos sitios y en los otros predios se evaluó solamente un sitio.

En las salidas a campo se hicieron muestreos de humedad de suelo en distintas profundidades las cuales eran de 0-30, 30-60 y 60-90, se tomaron muestras de suelo para determinar la textura de los predios antes mencionados. Otros parámetros que se tomaron en cuenta fue pendiente del terreno, superficie de la melga que se estaba evaluando, área de la sección del canal de riego el gasto de agua en litros/s, para obtener el tiempo de riego se tomó la hora en que empezaban a aplicar el riego en una melga y se checaba la hora en que finalizaba el riego.

Con los datos obtenidos en cada uno de los predios se utilizó el programa de simulación del riego superficial SIRMOD II para conocer el porcentaje de eficiencia de aplicación que estaban generando los productores en cada predio correspondiente.

A partir de la evaluación realizada en cada uno de los predios para contar con el diagnóstico de la situación actual en el manejo del riego superficial a nivel parcelario, se recomiendan diferentes alternativas para su mejoramiento. Las estrategias se enfocan a modificar algunos parámetros como el trazo del riego, superficie a establecer, gastos y tiempos de riego.

Las actividades descritas se realizaron con fines de diagnóstico de la situación actual en el uso y manejo del agua por parte del productor para proporcionar recomendaciones de mejoramiento con la finalidad de incrementar la eficiencia de aplicación, uniformidad de distribución y eficiencia de requerimiento en los cultivos en las áreas mencionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizó el modelo de simulación de riego superficial SIRMOD II para determinar los indicadores de Eficiencia de Aplicación (Ea), Eficiencia de Requerimiento (Er) y Uniformidad de Distribución (UD). Esto a partir de los datos medidos en los predios para contar con el diagnóstico del uso y manejo del agua bajo las condiciones en que el productor está realizando la aplicación de sus riegos. Con base en los resultados de cómo está operando los riegos el productor, se proponen recomendaciones para su mejoramiento. A continuación se presentan los resultados en cada uno de los predios evaluados.

1.- Predio La Gallega 1, Municipio de Gómez Palacio, Durango

Tabla 2. Comparación manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

Manejo del productor	
Tipo de suelo	Franco Arcilloso
Gasto unitario	2.276 lts/s
Longitud	102.15m
Pendiente en el sentido del riego	2cm/100m
Lamina de riego	0.0949m
Tiempo de riego	71min
Cultivo	Avena
Recomendación para mejoramiento	
Gasto unitario	2.276 lts/s
Longitud	102.15m
Pendiente en el sentido del riego	2cm/100m
Lamina de riego	0.066m
Tiempo de riego	50min

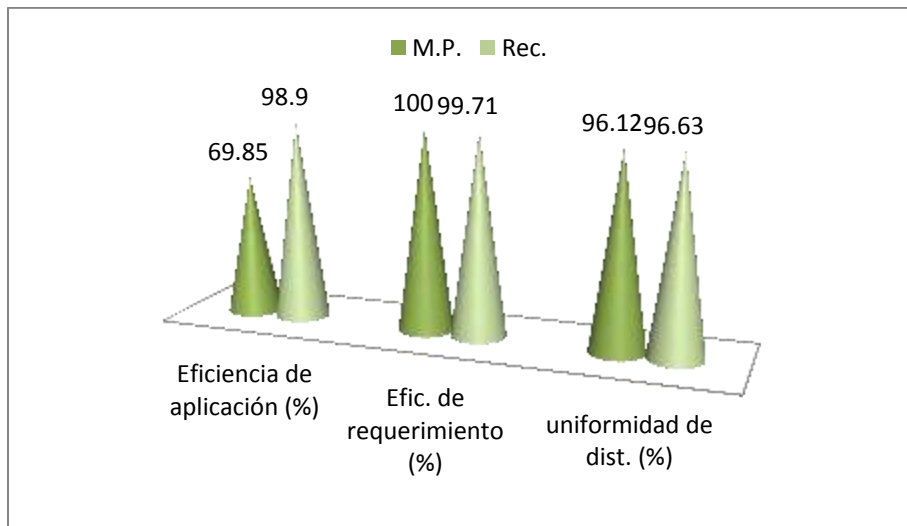


Figura 1. Comparación de Ea, Er y UD en el manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

La evaluación realizada en este predio indica que se está regando con una eficiencia de aplicación del 69.85 % y el coeficiente de uniformidad es de 96.12%. El manejo puede mejorarse modificando el tiempo de riego de 71 a 50 minutos manejando el mismo gasto unitario de 2.276 litros/seg., por metro de ancho de melga, con esta alternativa se puede lograr una eficiencia de aplicación de 98.9 % que comparada con la que se tiene en el manejo actual (69.85 %) se incrementa cerca de un 30 %.

2.- Predio La Gallega 2, Gómez Palacio, Dgo.

Tabla 3. Comparación manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

Manejo del productor	
Tipo de suelo	Franco Arcilloso
Gasto unitario	2.727 lts/s
Longitud	284.4m
Pendiente en el sentido del riego	2cm/100m
Lamina de riego	0.1076m
Tiempo de riego	187min
Cultivo	Alfalfa
Recomendación para mejoramiento	
Gasto unitario	2.727 lts/s
Longitud	284.4m
Pendiente en el sentido del riego	2cm/100m
Lamina de riego	0.0876m
Tiempo de riego	152min

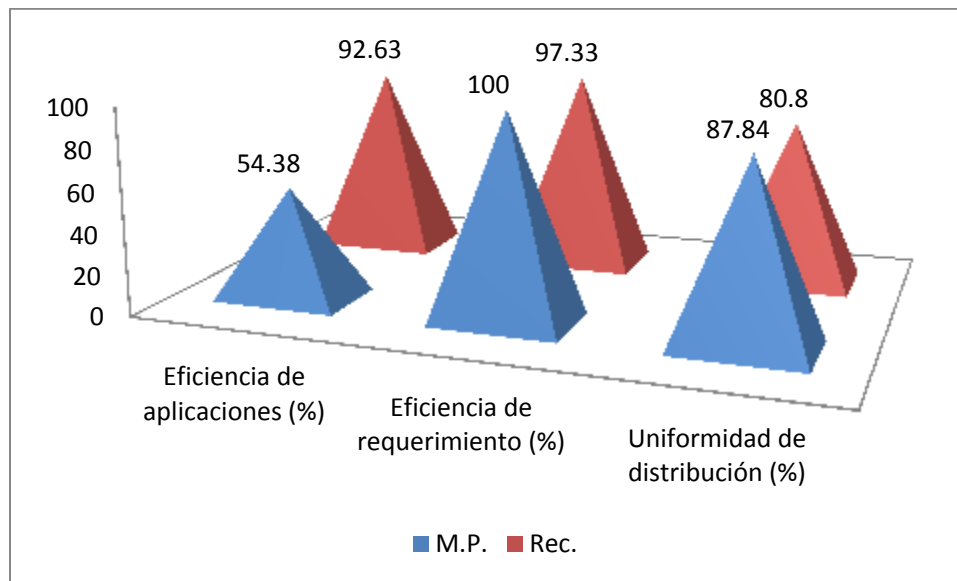


Figura 2. Comparación de Ea, Er y UD en el manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

La evaluación realizada en el predio La Gallega sitio 2, indica que se está regando con una eficiencia de aplicación del 54.38 % y el coeficiente de uniformidad es de 87.84 %. El manejo puede mejorarse modificando el tiempo de riego de 187 a 152 minutos manejando el mismo

gasto unitario de 2.727 litros/seg., por metro de ancho de melga, con esta alternativa se puede lograr una eficiencia de aplicación de 92.63 % que comparada con la que se tiene en el manejo actual (54.38 %) se incrementa cerca de un 40 %.

3.- Predio El Carmen, Tlahualilo, Dgo.

Tabla 3. Comparación manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

Manejo del productor	
Tipo de suelo	Franco Arcilloso
Gasto unitario	0.51 lts/s
Longitud	96.7 m
Pendiente en el sentido del riego	1cm/100m
Lamina de riego	0.1519 m
Tiempo de riego	480 min
Cultivo	Maíz forrajero
Recomendación para mejoramiento	
Gasto unitario	0.51lts/s
Longitud	96.7m
Pendiente en el sentido del riego	2cm/100m
Lamina de riego	0.081m
Tiempo de riego	270min

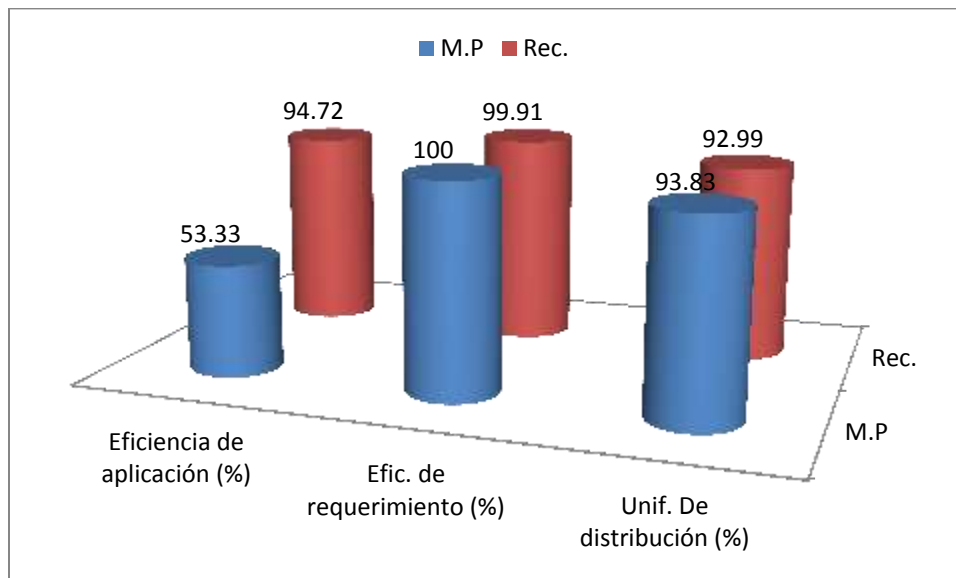


Figura 3. Comparación de Ea, Er y UD en el manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

Como ha sido el caso en la mayoría de los predios la eficiencia de aplicación ha sido el punto en donde el manejo del productor (MP) ha estado fallando y es donde las recomendaciones se han notado más ya que la diferencia del MP y de la recomendación para su mejoramiento (Rec) es muy significativa, las estrategias en este predio ayudaran al productor a obtener un incremento en la eficiencia de aplicación hasta de un 40%, dando con esto una opción para un mejor manejo del recurso hídrico, sin descuidar los requerimientos del cultivo.

4.- La Esmeralda, Gómez Palacio, Dgo.

Tabla 4. Comparación manejo del producto y recomendación para mejoramiento.

Manejo del productor	
Tipo de suelo	Franco Arenoso
Gasto unitario	3.83 lts/s
Longitud	173.6m
Pendiente en el sentido del riego	4cm/100m
Lamina de riego	0.3228 m
Tiempo de riego	244 min
Cultivo	Sorgo
Recomendación para mejoramiento	
Gasto unitario	3.83 lts/s
Longitud	173.6 m
Pendiente en el sentido del riego	4cm/100m
Lamina de riego	0.0992 m
Tiempo de riego	80 min

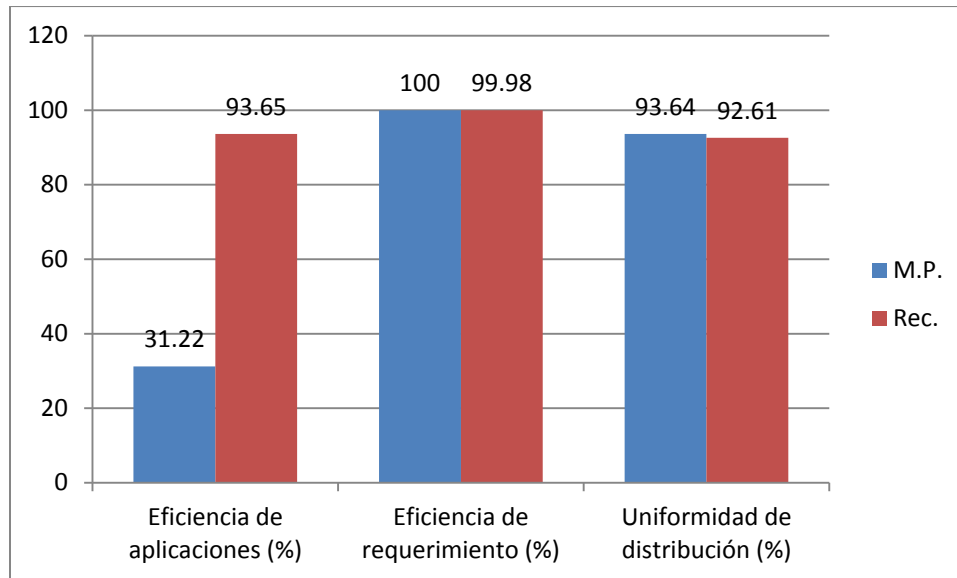


Figura 4. Comparación de Ea, Er y UD en el manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

Con el manejo recomendado para este predio podemos observar que tenemos aumento mayor al 50% en lo que viene siendo la Ea, en la Er se tuvo una pequeña e insignificante disminución al igual que en la UD pero sin embargo con las recomendaciones se podrá llevar a cabo un adecuado manejo del riego.

5.- León Guzman, Cd. Lerdo, Dgo.

Tabla 5. Comparación manejo del producto y recomendación para mejoramiento.

Manejo del productor	
Tipo de suelo	Franco Arenoso
Gasto unitario	10.29 lts/s
Longitud	102m
Pendiente en el sentido del riego	7cm/100m
Lamina de riego	0.3510 m
Tiempo de riego	58min
Cultivo	Pre-siembra
Recomendación para mejoramiento	
Gasto unitario	10.29 lts/s
Longitud	102m
Pendiente en el sentido del riego	2cm/100m
Lamina de riego	0.129m
Tiempo de riego	22 min.

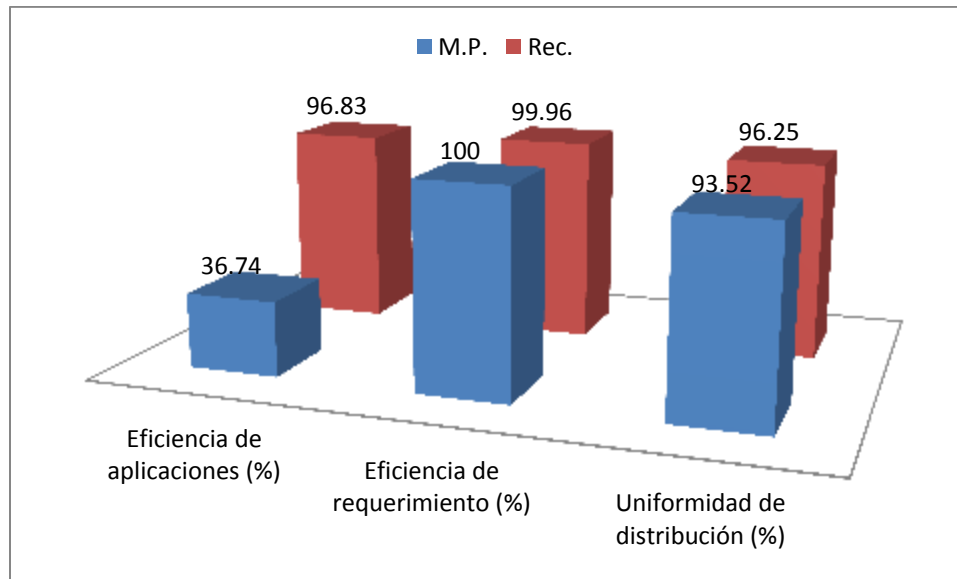


Figura 5. Comparación de Ea, Er y UD en el manejo del productor y recomendación para mejoramiento.

Con la modificación de la pendiente de 7cm a 2cm/100m y el tiempo de riego de 58min a 22min el productor puede llegar a obtener los resultados que muestra esta gráfica, un aumento en la Ea muy significativa, una pequeña disminución no significativa en la Er y un pequeño aumento en la UD nos darán un manejo adecuado del riego en el predio.

El uso del SIRMOD II es de suma importancia ya que con la simulación de los riegos que se están aplicando se puede llegar a hacer un uso eficiente del agua y aplicar lo que nuestro cultivo requiere, esto tomando en cuenta la textura del suelo, el cultivo establecido, la pendiente que se está dando, las dimensiones de las melgas a regar y gasto que resulte del aforo del canal de riego, válvula alfallera, o el método que se esté utilizando para regar.

En los predios evaluados se detectaron bajas eficiencias de aplicación, al momento de hacer la recomendación la diferencia del manejo del productor al manejo dado para recomendación es muy grande ya que en algunos predios la Ea fue mejorada un poco más de 50%.

Las eficiencias de aplicación con el manejo del productor resultaron para La Esmeralda con 31.22%, seguido por León Guzmán con una Ea de 36.74%, después le sigue el predio El Carmen con 53.33%, La Gallega 2 con una Ea de 54.38% y el predio la Gallega 1 con una Ea de 69.85%, Los predios en los que fue necesario modificar el tiempo del riego sin modificar la pendiente son La Gallega 1, la Gallega 2 y La Esmeralda el cual se redujo de 71 min a 50 min, de 187 min a 152 min y de 244 min a 80 min respectivamente.

CONCLUSIONES

La eficiencia de aplicación (Ea) de los predios evaluados es muy baja, desde un 31.22 % el predio con eficiencia más baja hasta un 69.85 %, con el uso del SIRMOD II se dieron nuevos valores al tiempo de riego y a las pendientes para que esos porcentajes aumentaran arriba de un 85 % que es un rango aceptable en la eficiencia de aplicación.

Los indicadores eficiencia de requerimiento (Er) y la uniformidad de distribución (UD) resultaron con valores aceptables por arriba del 80 % en los predios evaluados.

El modelo de simulación SIRMOD es una herramienta de apoyo en la determinación de las eficiencias en el uso y manejo del agua en el riego por gravedad a nivel parcelario que permite contar con un diagnóstico y a partir del mismo se pueden encontrar estrategias de mejoramiento para proponerlas al productor con la finalidad de optimizar el recurso agua.

LITERATURA CITADA

Comisión Nacional del Agua. 2008. Statistics on Water in Mexico. Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/english07/publications/Statistics_Water_Mexico_2008.pdf

Comisión Nacional del Agua. 2013. Estadísticas Agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2011-2012.

García, D. M. Y.; Sánchez, C. I.; García, H. G.; Moreno, D. L.; Trejo, C. R. y Hernández, M. M. A. 2009. Evaluación de la eficiencia de riego en el módulo IV del distrito de riego 017 Comarca Lagunera, México.

Loredo, V. R. C. 2010. Uso de un modelo de simulación hidráulico para evaluación y generación de recetas de riego en sistemas de riego superficial en el Norte de México. Tesis de Licenciatura. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo.

Román, L. A. y Sánchez, C. I. 2004. Uso y Manejo de Bombas de Pozo Profundo. Publicación Especial No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (INIFAP CENID RASPA). Gómez Palacio, Durango, México. 24 pp.

Utah State University. 1989. SIRMOD (Surface Irrigation Simulation Software). Department of Agricultural and Irrigation Engineering. Utah State University, Logan, Utah, USA.

Main shrubby forage species from the tamaulipan thornscrub in northeastern Mexico

Foroughbakhch Rahim¹, Hernandez-Piñero, Jorge Luis¹, Carrillo-Parra, Artemio¹
Ngangyo-Heya, Maginot¹

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León,
A.P. F-2, San Nicolás de los Garza, N.L., 66451, México.
E-mail: rahim.foroughbakhchpr@uanl.edu.mx, Tel: 5281-81143465

SUMMARY

The objectives of present research were to determine the floristic composition, nutritional values, heights of browsing and reference rates of plant in animal diets. Cattle daytime observations were made using the multiminute methodology which allows recording the activities of grazing goats continuously. Shrub species are the most preferred by goats (78%), followed by herbs (12- 18%) and finally grasses (from 6 to 10% of the diet). The most exploited species and having a greater rate and extent of preference for goats were *Cordia boissieri* D.C., *Havardia pallens* Britton & Rose, *Acacia rigidula* Benth. *A. farnesiana* L. Wild, *Forestiera angustifolia* Torr., and *Celtis pallida* Torr. The ranges of grazing heights were highly variable, depending on climatic factors and the availability of the plants in the pasture. The highest ranking browsing heights occurred in August (0-187 cm) and the lowest (0- 100 cm) was observed in June, being the rain the determinant of the level of browsing. *Acacia rigidula*, *Havardia pallens*, *Celtis pallida* and *Forestiera angustifolia* were the only preferential shrubs throughout the observation period, with an index of relative preference greater than 1.

Keywords: Shrubs, forage, harvesting, bush, cattle

Distribución actual y potencial de *Ferocactus histrix* en el ejido San Pedro Piedra Gorda, Municipio de Ciudad Cuauhtémoc, Zacatecas

Arroyo-Galván, Carlos carlos.arroyo.ia@gmail.com
Serra-Ortiz, Mario Antonio maserraor@yahoo.com

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas , Instituto Politécnico Nacional
Blvd. del Bote S/N, Cerro del Gato Ejido la Escondida, Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac.

RESUMEN

Ferocactus histrix de la familia *Cactaceae*, presenta una distribución continua en los estados de Aguascalientes, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, y Querétaro, sus poblaciones han disminuido drásticamente en los últimos 20 años siendo catalogada como “Sujeta a protección especial” dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. *F. histrix* tiene distintos usos, como es el alimento, ornato y pecuario. Se realizó un estudio de la distribución de *F. histrix* dentro del ejido San Pedro Piedra Gorda, Cd. Cuauhtémoc, Zac., sentando las bases para su aprovechamiento y conservación a través del esquema de Unidad de Manejo Para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), se determinó el grado de perturbación de la vegetación mediante un estudio de cambio de uso de suelo empleando la serie I, II, III y V de la carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI. Se generó un mapa de distribución potencial utilizando un Sistema de Información Geográfica ubicando zonas con alta y media potencialidad, en función de los criterios de clima, exposición, tipo de vegetación, suelo, pendiente y elevación para la subcuenca RH12ia Rio San Pedro la cual abarca parte del estado de Zacatecas y Aguascalientes.

Palabras Clave: *Ferocactus histrix*, distribución potencial, sistema de información geográfica, unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre, muestreo poblacional.

ABSTRACT

Ferocactus histrix of the *Cactaceae* family, has a continuous distribution in the states of Aguascalientes, Durango, Zacatecas, San Luis Potosi, Guanajuato and Queretaro, their populations have declined dramatically over the last 20 years being classified as "Subject to special protection" within the NOM-059-SEMARNAT-2010. *F. histrix* has different uses, such as food, ornament and livestock. A study of the distribution of *F. histrix* in the ejido San Pedro Piedra Gorda, Cd. Cuauhtémoc, Zac was performed. Paving the way for its use and conservation through the scheme Management Unit for the Conservation of Wildlife (UMA), the degree of disturbance of vegetation was determined by a study of land use change using the I series, II, III and V of the Charter of Land Use and Vegetation of INEGI. Potential distribution map was generated using a Geographic Information System locating areas with high and medium potential, based on the criteria of climate, exposure, vegetation, soil, slope and elevation in the watershed RH12ia Rio San Pedro which covers the state of Zacatecas and Aguascalientes.

INTRODUCCIÓN

Ferocactus histrix es una planta simple de tallo globoso hasta ampliamente subovoide, de alrededor de 50 cm de altura y diámetro, pero a veces puede alcanzar hasta cerca de 1 m de altura: ápice algo aplanado y tomentoso. Costillas 20 a 38, rectas, agudas, de 2 a 3 cm de altura, poco tuberculadas. Areolas distantes entre sí 2 a 3 cm, ovales, de 2 cm de longitud (Bravo-Holliis *et al*, 1991). Así mismo es una especie endémica de México. Su distribución es continua y se extiende en dirección SE-NW, entre los paralelos 20 y 24 grados N y los meridianos 98 y 104 grados W. Es común encontrar a *F. histrix* en las sierras Álvarez. San Luis, San Miguelito, Venado, Salinas, Fría y Zacatecas. El límite Septentrional de distribución de *F. histrix* comprende la vertiente del Altiplano de la Sierra Madre Occidental en el estado de Zacatecas y Sur de Durango. Altitudinalmente se distribuye entre 1200 y 2600 m. La mayoría de las localidades conocidas tienen valores altitudinales cercanos a 2000 m (Castillo Sanchez, 1983).

F. histrix es una cactácea utilizada como alimento, conocido como biznaga que se comercializa en algunos mercados regionales para su consumo o su preparación de diversos dulces, entre ellos el acitrón de biznaga., el fruto es una baya escamosa, pequeño, muy ácido comestible, se utiliza para la elaboración de agua fresca y paletas de hielo. La problemática de la protección y conservación de las cactáceas es compleja, siendo aún mayor cuando las especies se ven afectadas por la sobreexplotación de sus poblaciones naturales. Tal es el caso de *F. histrix*, que aunque esta especie es ampliamente aprovechada no existe un plan de manejo de sus poblaciones, y es escasa la información básica sobre su crecimiento y desarrollo. Desde hace más de 20 años la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), ha determinado a *F. histrix* como especie en riesgo, sujeta a protección especial, esto debido a que su habilidad para restablecerse demográficamente después de un evento de perturbación local es muy limitada (Loustalot-Laclette, *et al*, 2014).

Así mismo con base en el Artículo 87 de la Ley General de Vida Silvestre se establecerán los criterios, medidas y acciones para la reproducción controlada y el desarrollo de dicha las poblaciones en su hábitat natural, medidas y acciones específicas para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones y deteriorar su hábitats, así como un estudio de las condiciones de desarrollo para ubicar y lograr su reproducción a lugares son condiciones similares, donde *F. histrix* la cual esta categorizada como *Sujeta a protección especial* dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 “Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo” pueda ser aprovechada de manera sustentable mediante una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

OBJETIVOS

- Generales
 - Conocer el estado actual de las poblaciones de *Ferocactus histrix*, así como sus requerimientos ecológicos que permitan generar un mapa de distribución potencial de la especie dentro de la subcuenca Río San Pedro, en los estados de Aguascalientes y Zacatecas
- Particulares
 - Hacer un análisis del comportamiento del uso de suelo y vegetación a través de un Sistema de Información Geográfica.
 - Determinar los requerimientos ecológicos de *F. histrix*.
 - Determinar la distribución de *F. histrix* en el ejido San Piedra Gorda.
 - Elaborar un mapa de distribución potencial de *F. histrix*.
 - Establecer una propuesta inicial para una Unidad de Manejo para la especie *F. histrix*, según los requerimientos de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Muestreo poblacional por líneas de Canfield.

De acuerdo a Zúñiga-Bautista et al, 2004 una variante al transecto es el método del transecto lineal o de la intercepción lineal; algunos autores la refieren como “Línea de Canfield”. Este se emplea frecuentemente para determinar la cobertura y otras características cuantitativas en vegetación baja y completa como pastizales y chaparrales.

Este método consiste en trazar en el área de estudio una serie de líneas paralelas rectas a intervalos constantes. Luego con una cinta métrica colocada sobre cada línea se determina la longitud que cubre cada una de las especies que se encuentran directamente debajo de la cinta. La longitud total de todas las líneas se toma directamente debajo de la cinta.

La longitud total de todas las líneas se toma como cien por ciento para calcular la cobertura de cada especie. Además de la cobertura se puede calcular la abundancia numérica y la frecuencia de las especies en el área de estudio, así como el área despoblada.

Cobertura (C)

$$C = \frac{L}{L_t} \times 100 \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

L=Longitud interceptada por especie.

L_t= Longitud total de las líneas.

Frecuencia (F)

$$F = \frac{N_i}{N_t} \times 100 \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Ni= Número de veces que la especie es interceptada.

Nt= Total de especies interceptadas.

Análisis de uso de suelo y vegetación para determinar grado de perturbación

Se generaron los mapas de uso de suelo y vegetación con la serie I (1979), II(1993), III (2003), y V (2013) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), definiendo la proyección al Datum WGS84, y realizando una proyección Cónica Conforme de Lambert para realizar el cálculo del área ocupada para cada uso de suelo y el tipo de vegetación que se encontrara dentro del ejido San Pedro Piedra Gorda, comparando el aumento y la disminución de la superficie en hectáreas para los campos de actividades antropogénicas (Agricultura de riego y temporal, asentamientos humanos) y matorral crasicaule.

ZONAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Se generó un cuadro de requerimientos ecológicos para la especie *F. histrix* para realizar su zonificación (García-Cruz *et al*, 2014). Se estableció como zona la Subcuenca Río San Pedro de la cuenca Río Verde Grande perteneciente a la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago, con los criterios de exposición, altitud, pendiente, tipo de vegetación, precipitación media anual y climas.

Para determinar las zonas de distribución potencial se generó un mapa de alta y media potencialidad, el cual muestra las zonas que tengan características similares a las del ejido y al sitio de muestreo. Esto con la herramienta intersect del menú Geoprocessing de ArcMap 10.1, reproduciendo los valores del ejido a toda la subcuenca Río San Pedro para el mapa de alta potencialidad y variando el tipo de vegetación y ampliando los rangos de las variables descritas con anterioridad para el mapa de potencialidad media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipo de vegetación y grado de perturbación

De acuerdo a la serie I de Uso de Selo y Vegetación (INEGI, 1979) la mayor superficie es ocupada por el matorral crasicaule (1,035.09 ha), mientras que la superficie de agricultura de riego y temporal presenta una superficie de 620.11 ha. La serie II (INEGI, 1993) reporta nuevamente que la mayor superficie dentro del ejido es ocupada por la comunidad de matorral crasicaule con 1,042.39 ha, mientras que la superficie de agricultura de riego y

temporal ocupan 612.78 ha. La serie III (INEGI, 2003) determina que la mayor superficie es ocupada por la comunidad de matorral crasicaule con 967.87 ha, lo que representa una disminución de 74.51 ha respecto a 1993, mientras que la superficie de agricultura de riego y temporal ocupan 681.18 ha aumentado 68.4 ha durante esos 10 años. Finalmente la serie V (INEGI, 2013) reporta que la mayor superficie es ocupada por la comunidad de matorral crasicaule con 1,000.45 ha, lo que representa un aumento de 32.56 ha respecto al 2003, mientras que la superficie de agricultura de riego y temporal que ocupan 652.69 ha aumentado 28.48 ha en 10 años.

El matorral crasicaule disminuyó 34.65 ha, lo que representa un 3.34% respecto a su estado en 1979, mientras que la superficie de las actividades antropogénicas aumentó 32.58 ha, siendo tan solo un 5.25% con respecto a 1979.

Muestreo Poblacional

Los resultados del muestreo poblacional de *F. histrix* mediante el método de Canfield se muestra a continuación resaltando las especies con mayor frecuencia y distribución en el predio dentro del ejido San Pedro Piedra Gorda, Cd. Cuauhtémoc, Zac.

Cuadro 1. Resultados del muestreo poblacional mediante el método de Líneas de Canfield.

Nombre común	Nombre científico	Número de veces	Longitud (m)	Cobertura (%)	Frecuencia (%)
Biznaga de barril	<i>Ferocactus histrix</i>	17	7.01	4.67	1.28
Sangre de grado	<i>Jathropha dioica</i>	41	19.32	12.88	2.92
Nopal	<i>Opuntia sp.</i>	11	4.65	3.1	0.79
Biznaga de muchas costillas	<i>Stenocactus multicosatus</i>	2	0.17	0.11	0.14
Biznaga ganchuda	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	1	0.07	0.047	0.071

En el cuadro 1 se muestran las especies con mayor frecuencia y distribución dentro del predio, *Jathropha dioica* (12.88% y 2.92%) es la especie que tiene una mayor frecuencia y distribución dentro del predio, seguido de *Ferocactus histrix* (1.28% y 4.67%), y por último se encuentra *Ferocactus hamatacanthus* (0.047% y 0.071%). Se encontraron distintos tipos de nopal, los cuales se englobaron dentro del grupo *Opuntia sp.* (3.1% y 0.79%). Durante el muestreo se reportan 14 especies, con un total de 102 individuos encontrados, lo que representa una cobertura de 31.12% y una frecuencia de 7.28% del terreno, lo que indica que un 69.88% del terreno no presenta cobertura.

Se considera que el lugar es altamente potencial, ya que durante el muestreo se encontraron con la presencia de individuos clase 1 y 2, considerando como individuos clase 1 a aquellos que tienen características fenotípicas excelentes, que cumplen con el objetivo para el que fueron seleccionados con los criterios establecidos para la especie en cuestión; mientras que los individuos clase 2 tienen características sobresalientes, que no cumplen con todos los criterios establecidos para la especie elegida; pero algunos pueden ser tomados en consideración con ciertas reservas y restricciones (García-Cruz et al 2014).

Mapa de distribución Potencial de *Ferocactus histrix*.

Con base a la información contenida en los mapas de tipo de suelo, clima, orografía, precipitación media anual, exposición de terreno y pendientes, se generó un mapa de zonas de alta potencialidad y media potencialidad con los siguientes datos:

Cuadro 2. Datos para la determinación de las zonas de alta y media potencialidad en la subcuenca Río San Pedro.

<i>Aptitud/Requerimientos</i>	Alta Potencialidad	Media potencialidad
<i>Altitud (m)</i>	2060-2240	1,750 y 2,473
<i>Tipo de Vegetación</i>	Matorral crasicaule	Matorral crasicaule y Pastizal natural
<i>Exposición de Terreno</i>	S y O	S y O
<i>Pendiente del Terreno</i>	13.95 ⁰ -18.45 ⁰	13.95 ⁰ -18.45 ⁰
<i>Precipitación media anual</i>	400-600 mm	400-600 mm
<i>Tipo de suelo</i>	Xerosol	Xerosol, Planosol
<i>Clima</i>	BS1kw	BS1kw

Los datos del cuadro 2 se muestran gráficamente en la figura, ubicando las zonas de alta y media potencialidad.

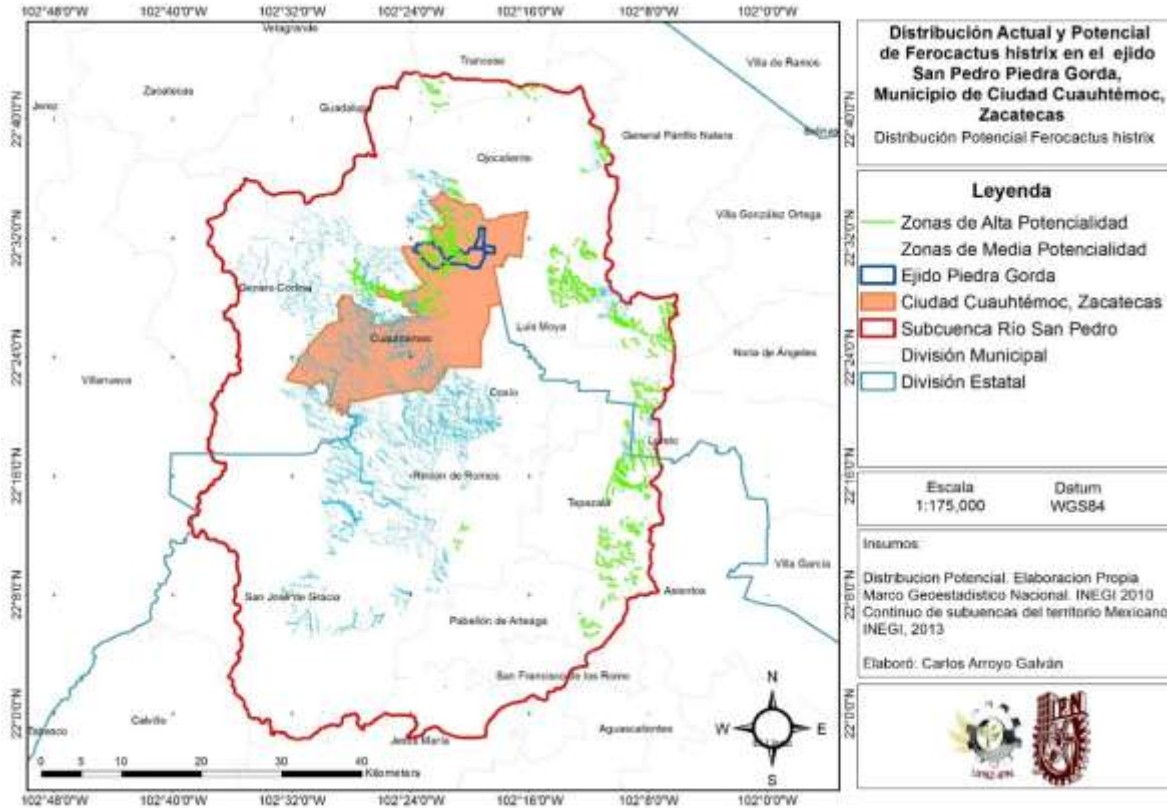


Figura 1. Zonas de distribución de alta y media potencialidad dentro de la subcuenca Río San Pedro.

Para determinar las zonas de alta potencialidad se consideraron las condiciones que el ejido presenta (figura 1 y cuadro 1), Para las zonas de media potencialidad se consideró dentro del tipo de vegetación el pastizal natural ya que *F. histrix* también se encuentra presente en la comunidad de pastizal natural hasta en un 24.24%, presentando un rango más amplio de alturas (1,750 a 2,473) y menor en presencia en suelos de tipo planosol. (Meza-Rangel *et al*, 2014).

Dentro de la subcuenca Río San Pedro en el estado de Zacatecas los municipios que presentan zonas de alta potencialidad son Cuauhtémoc, Genaro Codina, Ojocaliente, Luis Moya y Trancoso. En cuanto a la superficie del estado de Aguascalientes que incide dentro de la subcuenca Río San Pedro, los municipios que presentan zonas de alta potencialidad son Tepezalá, una pequeña parte de Rincón de Romos y Pabellón de Arteaga. Las zonas de alta potencialidad tienden hacia el oeste.

Las zonas de distribución media se encuentran en los municipios de Cosío, San José de Romos y San José de García en Aguascalientes, mientras que en Zacatecas se encuentran

en los municipios de Genaro Codina, Cd. Cuauhtémoc, parte de Ojocaliente, Trancoso y Loreto. De esta forma es posible ubicar zonas donde se puedan establecer estrategias de aprovechamiento sustentable de *F. histrix*, como son las UMA.

CONCLUSIONES

- *F. histrix* tiene una cobertura de 4.6% y una frecuencia de 1.25% de acuerdo al muestreo poblacional realizado dentro del predio en el ejido San Pedro Piedra Gorda. dicha especie presenta la segunda mayor cobertura y frecuencia dentro del ejido.
- El ejido San Pedro Piedra Gorda presenta condiciones favorables para el desarrollo y reproducción de *F. histrix*, el cual puede aprovecharse esto mediante el registro de una UMA, el presente trabajo contiene información de utilidad que debe presentarse para el registro de una UMA mediante un plan de manejo.
- De acuerdo a la zonificación realizada los requerimientos del medio físico de *F. histrix* son: Altitud de 2,060 m a 2,240 m, una exposición del terreno hacia el sur y hacia el oeste, una precipitación media anual de 400-600 mm y un clima semiárido, tipo de suelo xerosol, y vegetación matorral crasicaule.
- Las zonas de alta potencialidad se encuentran en los municipios de Cd. Cuauhtémoc, Genaro Codina, Ojocaliente, Luis Moya y Trancoso en Zacatecas, así como Tepezalá, una pequeña parte de Rincón de Romos y Pabellón de Arteaga para Aguascalientes.
- Dentro del ejido San Pedro Piedra Gorda no se ha tenido un alto grado de perturbación, esto de acuerdo a los datos de Uso de Suelo y Vegetación 1979-2013 y a la rectificación en campo.

LITERATURA CITADA

Arredondo Gomez, A., Sanchez Barra, F. R., & Martinez Mendez, M. (2007). Ensayo de Plantacion de *Ferocactus pilosus* (Biznaga roja o cabuchera) en San Luis Potosi. *Folleto Para Productores, CORNME-INIFAP*, 1-28.

Bravo-Hollis, H., & Sanches-Mejorada, H. (1991). *Las cactaceas de Mexico*. Mexico: Universidad Autonoma Nacional de Mexico.

Castillo Sanchez, R. F. (1983). *Ferocactus histrix*: Distribucion Geografica y Habitat. *Cactaceas y Suculentas Mexicanas*, 2-10.

Dupuy-Rada, J.-M., Hernández-Stefanoni, J. L., Rodrigo-Hernández, J., Tun-Dzul, F., & May-Pat, F. (2012). Efectos del cambio de uso del suelo en la biomasa y diversidad de

plantas leñosas en un paisaje de bosque tropical seco en Yucatan. *Investigacion Ambiental*, 130-140.

Garcia-Cruz, Y.-B., & Sierra-Villagrana, A. E. (2014). *Manual de Zonificacion Ecologica de Especies Forestales y Aplicacion de Modelos de Simulacuín del Efecto del Cambio Climatico*. CONAFOR.

Meza-Nivon, M. V. (2011). *Cactaceas mexicanas, usos y amenazas*. Mexico: Insituto Nacional de Ecologia.

Meza-Rangel, E., Tafoya, F., Linding-Cisneros, R., Sigala-Rodriguez, J. d., & Perez-Molphe-Blach, E. (2014). Distribucion actual y potencial de las cactaceas *Ferocactus histrix*, *Mammillaria mombycina* y *M.*

Zuñiga-Bautista, F., Delfin-Gonzales, H., Palacio-Prieto, J. L., & Delgado-Carranza, M. d. (2004). *Tecnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Mexico: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia (CONACYT), Instituto Nacional de Ecologia (INE).

Especies vegetales dominantes en áreas del cañón de las Piedra Encimadas, Sierra del Sarnoso

¹Espino-Favela, N.L.; ²González-Quiñones, R.R.; ³Trejo Calzada R.; ⁴Arreola-Avila J. G.

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridaz, Universidad Autonoma Chapingo Dom. Conocido, Bermejillo, Dgo. CP 35230 Correo-e: rrgonzalez@chapingo.uruza.edu.mx; ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridaz, Universidad Autonoma Chapingo Dom. Conocido, Bermejillo, Dgo. CP 35230; ³Regional Universitaria de Zonas Aridaz, Universidad Autonoma Chapingo Dom. Conocido, Bermejillo, Dgo. CP 35230, ⁴Regional Universitaria de Zonas Aridaz, Universidad Autonoma Chapingo Dom. Conocido, Bermejillo, Dgo. CP 35230

RESUMEN

México es considerado un país megadiverso, las zonas áridas y semiáridas ocupan más de la mitad del territorio mexicano y están cubiertas en su mayor parte por diversos tipos de comunidades arbustivas. Cabe destacar que en México se han elaborado inventarios de la superficie bajo diferentes usos desde hace aproximadamente 40 años. Sin embargo, tales estudios se han hecho mediante fotografía aéreas imágenes de satélite etc. Además los acelerados cambios en el uso del suelo y la vegetación demandan con urgencia la elaboración de inventarios que puedan servir de fundamento para la conservación de los recursos y para la planeación de un desarrollo integral. Por consiguiente el objetivo del presente trabajo es realizar un análisis de vegetación para determinar las especies dominantes utilizando valores de Frecuencia relativa, dominancia, cobertura relativa e Índice de valor de importancia. Se muestrearon 6 sitios utilizando la metodología Gentry los sitios se agruparon: área abierta, área semi-abierta y área cerrada. El resultado Reflejo 27 especies presentes en las áreas estudiadas donde 4 de estas especies fueron dominantes, siendo agave lechuguilla la especie dominante en primer orden con más del 50% en el área de estudio.

Palabras Clave: zonas áridas, inventarios, especies dominantes.

INTRODUCCIÓN

México es considerado un país mega diverso gracias a su enorme variedad de especies tanto vegetales como animales, determinadas por varios factores bióticos y abióticos, entre ellos el conjunto de distintos tipos de vegetación, la gran variabilidad climática y de elevación (Rzedowski, 1978)

Concerniente a las zonas áridas y semiáridas ocupan más de la mitad del territorio mexicano y están cubiertas en su mayor parte por diversos tipos de comunidades arbustivas que, de acuerdo con Rzedowski (1978), reciben el nombre genérico de matorral xerófilo, que alternan con pastizales y con algunos manchones aislados de vegetación arbórea.

A sí mismo la vegetación de zonas áridas presenta grandes variaciones. Donde predominan las formas de vida arbustiva, con plantas bajas, leñosas y muy ramificadas desde la base; su

composición florística varía de acuerdo con las características microclimáticas, topográficas, sustrato geológico y condiciones edáficas de las diversas localidades. (Semarnap, 1997)

Cabe destacar que en México se han elaborado inventarios de la superficie bajo diferentes usos desde hace aproximadamente 40 años. Esto permite, en principio, hacer comparaciones de las tasas y patrones de modificación de uso del suelo. Sin embargo, tales estudios se han hecho mediante fotografía aéreas imágenes de satélite etc. (semarnat, 2001). Los resultados obtenidos presentan diferencias muy notables

Sin embargo los acelerados cambios en el uso del suelo y la vegetación demandan con urgencia la elaboración de inventarios que puedan servir de fundamento para la conservación de los recursos y para la planeación de un desarrollo integral (González et al. 2005).

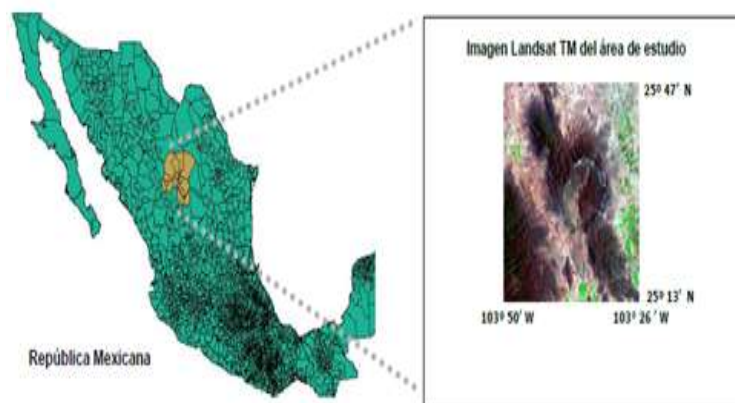
En la actualidad el alto grado de impacto antropogénico sobre la biodiversidad está desencadenando altas tasas de extinción de especies en lo que se considera como el sexto evento de extinciones masivas en la historia de la vida en el planeta (Dirzo y Raven, 2003). Esta crisis de la biodiversidad, que se manifiesta en una creciente degradación y agotamiento de los ecosistemas, ha promovido en las últimas décadas un creciente interés científico, social, económico y ético por encontrar estrategias y criterios científicos sobre los cuales basar la conservación de la biodiversidad (Halffter, 2000; Morrone, 2000; Novacek, 2008).

Por consiguiente el objetivo del presente trabajo es realizar un análisis de vegetación de un área de la sierra el sarnoso para determinar las especies dominantes del área a estudiar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio.

El proyecto se realizo en una sección de la Sierra el Sarnoso, la cual abarca un área de 61.594 km², dicha área se localiza a lado noreste del municipio de Lerdo, Durango, colindando al lado oeste con la localidad denominada como Dinamita, perteneciente al municipio de Gómez palacio, Durango (INEGI, 2012).



El trabajo se desarrollo realizando recorridos en campo y ubicar sitios de muestreos. El resultado de los recorridos previos ayudara a identificar visualmente 6 sitios con diferente densidad de cobertura vegetal: Tipo abierta, tipo semi-abierta y tipo cerrada.

Para cada tipo de cobertura se implementaran transectos de 100 m² (2 X 50) de a cuerdo a (Gentry 1988). Se tomaron medidas de altura, diámetro de la copa (diámetro mayor y diámetro menor) de todos los individuos de más de 0.5 m de altura Posteriormente Se llevara a cabo el cálculo de frecuencia, dominancia y densidad para luego construir el índice de valor de importancia (IVI). Con el fin de conocer la especie dominante.

RESULTADOS

Los sitios de estudio se encuentran ubicados en las siguientes coordenadas:

COORDENADAS area1(cerrada)			COORDENADAS area 2 (Semiabierta)		
Sitio 1	Longitud	Latitud	Sitio 2	Longitud	Latitud
P1	25° 43' 51.6"	103° 41' 07.9"	P1	25°43'59.76"	103°41' 5.99"
P2	25°43'51.5"	103°41' 07.9"	P2	25°43'59.83"	103°41'5.97"
P3	25°43' 52.6"	103° 41'09.6"	P3	25°43'59.48"	103°41'4.21"
P4	25°43' 52.5"	103°41'09.7"	P4	25°43'59.57"	103°41'4.21"

COORDENADAS DEL area 3 (abierta)		
Sitio 3	Longitud	Latitud
P1	25°43'40.62"	103°39'53.24"
P2	25°43'40.6"	103°39'53.3"
P3	25°43'41.4"	103°39'54.8"
P4	25°43'41.44"	103°39'54.75"

Coordenadas del area 4 (Semiabierta)

Sitio 4	Latitud	Longitud
P1	25° 44' 0.42"	103° 41' 6.78"
P2	25° 44' 0.48"	103° 41' 6.72"
P3	25° 44' 2.10"	103° 41' 6.90"
P4	25° 44' 2.04"	103° 41' 6.84"

Coordenadas del area 5 cerrada

Sitio5	Latitud	Longitud
P1	25° 43' 48.60"	103° 41' 6.86"
P2	25° 43' 48.64"	103° 41' 6.93"
P3	25° 43' 48.34"	103° 41' 8.68"
P4	25° 43' 48.39"	103° 41' 8.70"

Coordenadas del area 6 abierta

Sitio 6	Latitud	Longitud
P1	25° 43' 41.10"	103° 39' 53.80"
P2	25° 43' 41.20"	103° 39' 53.79"
P3	25° 43' 41.40"	103° 39' 55.50"
P4	25° 43' 41.30"	103° 39' 55.40"

Se calculo frecuencia, dominancia y densidad para luego construir el índice de valor de importancia (IVI), utilizada por ser un buen descriptor de la importancia de especies en un área (Cutis y McIntosh 1951).

El valor obtenido muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, obteniendo como resultado de los seis sitios un total de 30 especies diferentes. La siguiente tabla muestra la dominancia de las especies reportadas.

Especies	FR(%)	D(#/m ²)	DR(%)	CR (%)	IVI
<i>Agave lechuguilla</i>	56.6642908	1.325	56.6642908	56.6642908	56.6642908
<i>Jatropha dioica</i>	10.3349964	0.24166667	10.3349964	10.3349964	10.3349964
<i>Larrea tridentata</i>	7.69779045	0.18	7.69779045	7.69779045	7.69779045
<i>Agave aspérrima</i>	2.99358517	0.07	2.99358517	2.99358517	2.99358517
<i>Acacia farnesiana</i>	1.78189594	0.04166667	1.78189594	1.78189594	1.78189594
<i>Echinocereus sp.</i>	1.7106201	0.04	1.7106201	1.7106201	1.7106201
<i>Fouquieria splendens</i>	0.99786172	0.02333333	0.99786172	0.99786172	0.99786172
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.85531005	0.02	0.85531005	0.85531005	0.85531005

Se reporta que *Agave lechuguilla* obtuvo una mayor presencia con un 56% seguida por *Jatropha dioica* 10% y por *Larrea Tridentata* con un 7.6 %

CONCLUSIONES

Existe una importante diversidad de especies en este ecosistema desértico ya que se identificaron un total de 26 especies de vegetación.

Las especies dominantes de mayor presencia fueron en orden de importancia; *Agave Lechuguilla*, *Larrea Tridentata*.

LITERATURA CITADA

Dirzo, R. y Raven, P. H. (2003). Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 137–167.

Halfpter, G. (2000). Medir la biodiversidad. En F. Martín-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (Eds.), *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000 (1)* (pp. 11–18). Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, Monografías Tercer Milenio.

Morrone, J. J. (2000). La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. En F. Martín-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (Eds.), *Hacia un proyecto*

CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES (1) (pp. 69–78). Zaragoza: SEA-CYTED-Instituto Humboldt, Monografías Tercer Milenio.

Novacek, M. J. (2008). Engaging the public in biodiversity issues. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(Suppl. 1), 11571–11578.

Rzedowski, J., (1988). “Análisis de la distribución geográfica del Complejo Prosopis en Norteamérica”, *Acta botánica Mexicana*, num. 3, México, pp. 7-9.

Semarnap, (2000). *Anuario estadístico forestal*, Semarnap, México, pp. 104.

Semarnat. *Inventario Forestal Nacional 2000*. México. 2001.

Efecto del ácido giberélico sobre la germinación de semillas de chicalote (*Argemone ochroleuca* Sweet)

Villarreal-Ornelas, E.¹; Trejo- Calzada, R.¹; Buendia-Tamaris, M.¹; Montejano- García, C.; Sánchez-Cohen I.²; Velásquez-Valle M.².

1. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.
2. INIFAP CENID RASPA

RESUMEN

Argemone ochroleuca Sweet, conocida como “chicalote” es una planta anual arvense, de entre 0.2-1 m de altura con fácil adaptación a zonas áridas. Esta especie tiene potencial para ser utilizada en proyectos de producción de biocombustibles, ya que la semilla representa una fuente importante de grasas vegetales (40%). Los aceites vegetales extraídos de semillas son materias primas prometedoras para la producción de biodiesel. Se busca iniciar un proceso de domesticación del chicalote como una especie potencial para la producción de biodiesel en zonas áridas. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto promotor de la germinación del ácido giberélico (GA₃) evaluando el índice de germinación (IG) y velocidad de germinación (M). Las semillas fueron colectadas en el ejido San Isidro, Dgo. Se sometieron a un proceso de sanitización, con una solución de hipoclorito de sodio al 50%. Se colocaron 30 semillas en cada caja Petri y Se adicionó GA₃ a concentraciones de 750, 1000 y 1250 mg L⁻¹ con cuatro repeticiones cada una en condiciones de oscuridad con una temperatura de 29°C. Se observó un mayor IG y M de germinación (p<0.05) en la concentración de 1250 mg L⁻¹.

Palabras clave: Biocombustibles, germinación, ácido giberélico, índice, velocidad.

ABSTRACT

Argemone ochroleuca Sweet known as "chicalote" is an annual plant, between 0.2-1 m tall with easy adaptation to arid regions. This specie has potential to be used in biofuels production projects, because its seed represents an important source of vegetable fats (40%). Vegetable oils extracted from seeds are primary materials for the production of biodiesel. We seek to start a domestication process of chicalote as a potential species for biodiesel production. The objective of this study was to determine the effect of gibberellic acid (GA₃) as promoter of germination by evaluating the germination index (IG) and germination rate (M). Seeds were collected in the Ejido San Isidro, Durango. They were exposed to a process of sanitation, with a sodium hypochlorite solution of 50%. 30 seeds were placed in each Petri dish and GA₃ was added at concentrations of 750, 1000 and 1250 mg L⁻¹ with four repetitions in dark conditions with a temperature of 29 ° C. We observed higher IG and M germination (p <0.05) in the concentration of 1250 mg L⁻¹.

Keywords: biofuels, germination, gibberellic acid, index, rate.

Supervivencia y daño por herbivoría en plantas de mezquite en función a su calidad morfológica en Mapimi, Dgo.

Gutiérrez-Contreras, CN¹; Sigala-Rodríguez, JA²; Sarmiento-López, H²; Martínez-Domínguez, PA²; Prieto-Ruíz, JA³; Montiel-Antuna, E³.

¹Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, UJED-. ²Campo Experimental Valle del Guadiana, INIFAP- Carretera Durango-El Mezquital Km. 4.5 Durango Dgo., México. ³Facultad de Ciencias Forestales, UJED-Río Papaloapan, Valle del Sur, 34120 Durango, Dgo.
mylost02@hotmail.com

RESUMEN

La principal problemática en las plantaciones de mezquite es la baja supervivencia debida a la mala preparación de terreno, sequía, planta inadecuada y herbivoría. El objetivo fue evaluar la supervivencia de una plantación de *Prosopis glandulosa* de dos calidades de planta basadas en la altura, evaluar el daño ocasionado por herbivoría y la influencia de la cobertura herbácea. El estudio se realizó en el Ejido Roma-Texas, Mapimí, Dgo. Se estableció una plantación con dos calidades de planta: alta (>35 cm) y media (≥ 25 a ≤ 35 cm) con cinco repeticiones de 12 plantas. A 12 meses de plantación, la supervivencia fue de 80.8%, un análisis de riesgos proporcionales mostró que no existen diferencias entre las dos calidades. Mediante la prueba de Wilcoxon, no se encontraron diferencias en el grado de herbivoría en función de la calidad de planta, se presentó un promedio de afectación del 63.9% para la calidad alta y 57.1% en la calidad media. En este estudio, la calidad de planta definida por su altura no influyó directamente en la supervivencia de las plantas. No obstante, se encontró una correlación negativa entre la cobertura herbácea vecina a la planta y el daño por herbivoría con un coeficiente de -0.21 ($P < 0.02$).

Palabras clave: mezquite, plantación, herbivoría, cobertura herbácea

Fenología de cinco especies maderables del Matorral espinoso Tamaulipeco en el Noreste de México

Ngangyo-Heya, Maginot¹; Foroughbahchik- Pournavab, Rahim¹; Carrillo-Parra, Artemio²; Antonio-Alvarado Marco¹; Salas-Cruz, Lidia Rosaura³

¹Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria, C.P. 66450, San Nicolas de los Garza, Nuevo León, nheyamaginot@yahoo.fr, rahimforo@hotmail.com, alvarado.vazquez@gmail.com ²Laboratorio de Tecnología de la madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional, Km 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, arte_carr@hotmail.com. ³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Francisco Villa s/n ExHacienda el Canadá, C.P. 66050, Gral. Escobedo, Nuevo León. biolidiasalas@yahoo.com.mx

RESUMEN

Para determinar los patrones de desarrollo de las estructuras vegetativa y reproductiva de cinco especies maderables del matorral espinoso tamaulipeco: *Acacia berlandieri*, *Havardia pallens*, *Helietta parvifolia*, *Ebenopsis ebano* y *Acacia wrightii*, se seleccionaron en plantaciones experimentales, 9 árboles en tres parcelas de 10x10m de cada especie. Las observaciones se realizaron quincenalmente durante 12 meses cuantificando los porcentajes de hojas, flores y frutos en sus diferentes etapas (joven, maduro y senescente). Se registró una sola floración y fructificación anual, con variaciones en duración e intensidad. Para floración, *H. parvifolia* y *H. pallens* presentaron picos a 80 y 90% de botones florales respectivamente, en primavera y 70% de flores maduras en verano. Los botones florales duraron más con *E. ebano*, presentando hasta 4 picos entre primavera y verano (20, 10, 35 y 30%), mientras que las flores maduras presentaron un solo pico (35%) al inicio del otoño. El pico de botones florales (100%) se registró desde finales de invierno para *A. berlandieri*, y solo 20% maduraron en primavera. El mismo patrón se observó para *A. wrightii*, con 90% y 30%. Los periodos óptimos de fructificación ocurrieron después de las lluvias (septiembre) para *H. parvifolia*, *H. pallens* y *A. wrightii*.

Palabras clave. Fenología, matorral espinoso tamaulipeco, especies maderables.

ABSTRACT

To determine patterns of development of the vegetative and reproductive structures of five timber species of the Tamaulipan thornscrub, *Acacia berlandieri*, *Havardia pallens*, *Helietta parvifolia*, *Ebenopsis ebano* y *Acacia wrightii*, 9 trees were selected in experimental plantations, on three plots of 10x10m each species. The observations were made biweekly for 12 months, quantifying the percentage of leaves, flowers and fruits at different stages (young, mature and senescent). One annual flowering and fruiting occurred, varying in duration and intensity. For flowering, *H. parvifolia* and *H. pallens* showed peaks at 80 and 90% respectively of flower buds in spring and 70% of mature flowers in summer. Flower buds have lasted longer with *E. ebano*, presenting up to 4 peaks in spring and summer (20, 10, 35 and 30%), while the mature flowers showed a single peak (35%) at the start of autumn. The flower buds peak (100%) was recorded from the end of winter for *A. berlandieri*, and only 20% matured in spring. The same pattern was observed for *A. wrightii*, with 90% and 30%. The optimum fruiting periods occurred after the rains (September) for *H. parvifolia*, *H. pallens* and *A. wrightii*.

Key words. Phenology, Tamaulipan thornscrub, timber species.

Aclimatación de 9 especies de cactáceas en dos zonas ecológicas del noreste de México

Salas-Cruz, Lidia Rosaura¹; Foroughbakhch-Pournavab, Rahim²; Díaz-Jiménez, María de Lourdes²; Ngangyo-Heya, Maginot²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Av. Francisco Villa s/n Ex-Hacienda el Canadá, C.P. 66050, Gral. Escobedo, Nuevo León. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Av. Universidad s/n Ciudad Universitaria, CP. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. ²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Unidad Saltillo, Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial Saltillo-Ramos Arizpe, Ramos Arizpe, Coahuila, México.

RESUMEN

Debido a su importancia cultural, alimenticia, industrial, medicinal y ornamental las cactáceas se han vuelto vulnerables y en peligro de extinción. Es inminente desarrollar estrategias de conservación para restablecer poblaciones en riesgo. Por lo anterior, el presente trabajo evaluó el proceso de aclimatación en campo de *Acharagma roseana* ssp. *roseana* (Boed.) E.F. Anderson, *Astrophytum capricorne* (A. Dietr.) Britton & Rose, *Astrophytum myriostigma* Lem., *Echinocereus reichenbachii* (Terscheck ex Walp.) Haage, *Escobaria dasyacantha* (Engelm) Britton & Rose, *Mammillaria plumosa* F.A.C. Weber, *Mammillaria prolifera* (Mill.) Haw., *Sclerocactus scheeri* (Salm-Dyck) N.P. Taylor y *Turbincarpus saueri* ssp. *septentrionalis* G.F. Matuszewski & J. Šnicer; registrando parámetros de crecimiento, supervivencia y composición mineral del suelo natural y sustratos adicionados con zeolita o perlita en Ramos Arizpe, Coahuila y Linares, Nuevo León. Los valores de crecimiento y supervivencia fueron mayores en el suelo adicionado con zeolita ($P \leq 0.05$); así mismo, el análisis de suelo mostró el potasio en forma deficiente en ambas localidades (0.75 y 2.02 %), comparado a los sustratos adicionados con zeolita y perlita (2.73 y 2.10%, respectivamente). El K, Mg y Ca se presentaron en valores altos en zeolita, sugiriendo su capacidad de aporte de nutrientes (intercambio catiónico) para favorecer el proceso de aclimatación.

Palabras clave: Cactaceae, aclimatación, zeolita natural, reintroducción.

Especies de Agave (*Agavaceae*) utilizadas en la elaboración de mezcal en Durango, México

Rosas-Medina, Imelda^{1,3}, Naranjo-Jiménez, Néstor^{2,3,4} Colmenero-Robles, Aurelio^{1,3}

¹Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), Instituto Politécnico Nacional. 2º piso del edificio de la Secretaría Académica. Unidad Profesional Adolfo López Mateos. México, D. F. CP 07738.

²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)-Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, 34220. imelros@hotmail.com ³Becarios COFAA y ⁴EDI

RESUMEN

El agave durante siglos ha tenido gran importancia en la cultura, sociedad y vida económica de los pueblos originarios de México porque han sido fuente de alimento, para el tratamiento de lesiones musculares, obtención de fibras con diversos usos y en la elaboración de bebidas espirituosas. El mezcal es una bebida tradicional y ancestral muy similar al tequila que se elabora de manera artesanal a partir de distintas especies de agave. El mezcal en Durango se obtiene de las especies: 1.- *Agave angustifolia* Haw. (chacaleño; espadín; gubuk en tepehuano; tepemete) es la especie con mayor distribución geográfica en el Continente Americano, 2.- *Agave durangensis* Gentry (agave cenizo, agave mezcalero; ji'ja en tepehuano), se distribuye exclusivamente al sur de Durango y una área muy localizada en el Estado de Zacatecas, 3.- *Agave bovicornuta* Gentry (masparilla; sapulh, sapuli en raramuri) las poblaciones por la baja cantidad de individuos, se encuentran en riesgo de supervivencia, 4.- *Agave maximiliana* Baker (a'lh mai en tepehuano) y 5.- *Agave pintilla* S. González, M. González & L. Reséndiz (agave pintillo, pintillo). Durango cuenta una agroindustria del mezcal que está conformada por aproximadamente 3 plantas tecnificadas que se ubican en el poblado de Pino Suárez (Boca del Mezquital) al sur del Municipio de Durango, en las cabeceras municipales de Nombre de Dios, El Mezquital y 50 vinatas que producen mezcal a la manera tradicional, herencia de varios siglos. Sin embargo es necesario realizar estudios cualitativos y cuantitativos de las poblaciones potenciales de agaves mezcaleros y visualizar su domesticación para reducir las presiones en las poblaciones naturales.

Palabras clave: agave, producción, mezcal, vinatas.

ABSTRACT

The agaves for centuries have played a major role in the cultural, social and economic life of the native people of Mexico, because they have been a source of food, for the treatment of muscle injuries, obtaining fibers for various uses and in the preparation of spirit drinks. The mezcal is a traditional ancestral beverage very similar to the tequila that is elaborated of traditional way from different species of agave. The mezcal in the State of Durango is obtained from the following species: 1.- *Agave angustifolia* Haw. (chacaleño; espadín; gubuk in Tepehuano; tepemete) is the only species with greater geographical distribution in the Americas, 2.- *Agave durangensis* Gentry (agave cenizo, agave mezcalero; ji'ja in Tepehuano) is distributed exclusively to south of the State of Durango and area located in the State of Zacatecas, 3.- *Agave bovicornuta* Gentry (masparilla; sapulh, sapuli in

raramuri), the populations by the low number of individuals are at risk of survival, 4.- *Agave maximiliana* Baker (a'lh mai in Tepehuano), and 5.- *Agave pintilla* S. Gonzalez, M. & L. Gonzalez Resendiz (agave pintillo, pintillo). Durango has a mezcal agroindustry made up of 3 factories that are located in the town of Pino Suarez (Boca del Mezquital) to south of the municipality of Durango, in the others municipalities in Nombre de Dios, El Mezquital, and 50 vinatas that produces mezcal of the traditional way, heritage of several centuries. However it is necessary to perform qualitative and quantitative studies of populations of agaves with potential to make the mezcal beverage, and visualize their domestication to reduce pressure on wild populations.

Key words: agave, production, mezcal, vinatas.

INTRODUCCIÓN

En México la diversidad de agaves mezcaleros confirma la diversidad biológica del género y el mezcal como bebida representan un valor de patrimonio biológico, en tanto como bebida destilada tiene un significado cultural adquirido durante siglos en muchas regiones de México. Su historia está llena de vivencias de los pobladores originarios de este país que lo usan en función del vasto conocimiento tradicional sobre el manejo de esta planta y para producir el destilado de mezcal que se realiza en más de 20 Estados de la República Mexicana; se han reportado más de 28 especies del género *Agave* empleadas en la elaboración de bebidas destiladas como: bacanora, mezcal, mezcal comiteco, raicilla y tequila. Las especies de agave mezcalero se distribuyen principalmente hacia el occidente, centro y sur de la República Mexicana, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico Transversal y Sierra Madre del Sur (García, 2012). El Estado de Durango se localiza en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental al norte y en la región oriental de la Mesa Central del país. Limita al norte con Chihuahua, al oeste con Sinaloa, al este y noroeste con Coahuila, al sureste con Zacatecas y al sur con Nayarit; tiene una superficie de 123 520 Km². La geografía de Durango se compone de cuatro grandes áreas: las sierras, las quebradas, los valles y el semidesierto (Pacheco, 2012). Durango en conjunto con los Estados de Oaxaca, Puebla, Sonora y Querétaro cuentan con la mayor diversidad de Agave porque representan dos grandes regiones biogeográficas: la Sierra Madre Occidental y el Altiplano Central, las cuales representan sitios de alta diversidad. En particular, en Durango existen 27 especies y la mayor diversidad de Agave se localiza en la parte sur. Por su importancia etnobotánica y económica, los agaves durante siglos han sido fuente de alimento, bebida, medicina, fibra, combustible, ornato, construcción de viviendas, contra la erosión y cercos. Por esta multiplicidad de usos se le ha denominado como “árbol de las maravillas”. Los pueblos originarios de México han logrado obtener bebidas las que se consumen hasta la actualidad: aguamiel y pulque. Bebidas como el mezcal y tequila que surgen por destilación a partir de las piñas asadas y fermentadas de varias especies de agave mezcaleros. El 70 por ciento de los agaves de México tienen algún uso en alimentos como atoles, jugos dulces y jarabes (González et al., 2009).

El origen del mezcal

El mezcal es una bebida tradicional de México que se fabrica de manera artesanal muy similar al tequila. Los antecedentes de la elaboración del vino mezcal, conocido así desde un principio, se remonta hasta el siglo XVII donde a la región del occidente de México (Colima) cuando se adoptó la técnica de destilación asiática, traída durante los intercambios comerciales por la Nao de China para la obtención de un bebida alcohólica que se extraía de la palma de coco y después se utilizó para la fabricación de una bebida conocida como “raicilla” a partir de agave. La bebida con el nombre de vino mezcal comenzó a tener mayor importancia cuando su elaboración se incorpora a las grandes haciendas de la Nueva España mediante la técnica de destilación por alambique que trajeron los españoles por herencia de los árabes. Este esquema de producción se difundió desde la región de Amatitán, Nueva Galicia (hoy Jalisco), a las regiones de los Estados de Guanajuato, San Luis Potosí, Zacatecas y Durango, actividad que se favoreció por las múltiples especies de maguey silvestre propias de las regiones semiáridas en el Centro y Norte de México. El mezcal constituyó por más de dos siglo uno de los productos que se consolidó como bebida importante a pesar estar prohibido su consumo por la Corona Española hasta los albores de la Independencia de México. La comercialización durante este periodo se incrementó hacia las zonas con intensa actividad minera al norte de México que ya rivalizaba en su consumo con el aguardiente traído desde tierras españolas (Colunga and Zizumbo, 2007; Valenzuela et al., 2008).

OBJETIVO

Este estudio pretende dar a conocer las especies de *Agave* utilizadas en la producción de mezcal tradicional en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

La modalidad consistió en la revisión de las fuentes bibliográficas referidas al uso histórico de las especies de *Agave* y visita a los productores locales e independientes y productores asociados para reconocer las especies utilizadas en la producción de mezcal.

RESULTADOS

La producción de mezcal en el Durango se realiza en los siguientes municipios: Tamazula, Nombre de Dios, Mezquital y Durango y para la elaboración se emplean 5 especies que se citan a continuación.

1.- *Agave. angustifolia* Haw. (gubuk en tepehuano; tepemete),

Es el agave con mayor distribución geográfica en el Continente Americano desde México (Sonora a Oaxaca y desde Tamaulipas a Yucatán) hasta Panamá con distintas condiciones ecológicas en matorrales xerófilos, matorral subtropical, bosque espinoso, bosque tropical

caducifolio y bosque de pino-encino; en zonas de clima cálido y templado; las altitudes oscilan entre los 0 a 2220 msnm (Gentry, 1982; González et al., 2009; Gutiérrez et al., 2007). Particularmente en Durango se distribuye en los municipios: asocia a las poblaciones naturales de los sitios más secos como matorrales de *Ipomoea murocoides* (palo bobo), *Acacia pennatula* (huizache tepame), *Myrtillocactus geometrizans* y bosque tropical caducifolio de *Bursera* y *Lysiloma* (González et al., 2007). Este especie está mejor catalogado como el mejor agave para elaborar mezcal.

2.- *Agave durangensis* Gentry (agave cenizo, agave mezcalero; ji'ja en tepehuano)

Las poblaciones de *Agave durangensis* se localiza en el Estado de Durango y una sección muy restringida en el Estado de Zacatecas (Gentry, 1982; Klopper et al., 2010). Las poblaciones endémicas de esta especie se localizan en hábitats de pequeñas sierras donde es frecuente observarlas sobre laderas con pocos suelo, sustratos geológicos de rocas ígneas extrusivas conocidas como riolitas, conglomerados y sobre abanicos aluviales donde predominan el matorral xerófilo y pastizales. Otras poblaciones de esta especie se han observado también en bosques tropicales caducifolios situados al sur de Durango. El “agave cenizo” o “agave mezcalero” es un recurso muy importante para una creciente agroindustria regional para la elaboración de mezcal con denominación de origen (DO).

3.- *Agave bovicornuta* Gentry (masparilla; sapulh, sapuli en raramuri)

Este agave se localiza en la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental en las cotas altitudinales de 900 a 1850 msnm. Se distribuyen en bosque de encino y bosque de pino-encino con plantas de afinidad tropical. Se considera que por la baja cantidad de individuos, la población se encuentra en riesgo de supervivencia.



Figura 1. a) Especie: *Agave angustifolia* Haw. , nombre vernáculo: chacaleño, espadín, tepemete, gubuk en tepehuano; b) Especie: *Agave durangensis* Gentry, nombre vernáculo: agave cenizo, agave mezcalero, ji'ja en tepehuano; c) Especie: *Agave bovicornuta* Gentry, nombre vernáculo: Masparilla, sapulh, sapuli(en rarámuri)

4.- *Agave maximiliana* Baker (a'lh mai en tepehuano)

En Durango se localiza los municipios de El Mezquital. Pueblo Nuevo y San Dimas, habita sobre en laderas de bosque de encino y en cotas altitudes que oscilan en promedio entre los

2000 msnm (Galván y González, 1991; González et al., 2009). Se reconocen dos variedades:

a).-A. maximiliana Baker var. maximiliana. Se distribuye en la región serrana de los Estados de Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas.

b).-A. maximiliana Baker var. katharinae (Berger) Gentry. Abarca parte de la Sierra Madre Occidental desde Sinaloa a Jalisco.

5.-*Agave pintilla* S. González, M. González & L. Reséndiz (agave pintillo, pintillo)

Especie endémica en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, solo se ha localizado en el municipio de El Mezquital, entre los 1440 y 1580 msnm. Crece sobre lomeríos de conglomerado no consolidado en un área predominantemente volcánica de fragmentos de roca ígnea. Los suelos dominantes son regosoles calcáricos y drenaje deficiente. Se ubica en matorral xerófilo rodeado de matorral subtropical y en matorral subtropical. Es una especie disgregada dentro del complejo *A. victoriae-reginae* de distribución más occidental de acuerdo al grupo de trabajo encabezado por la Dra. Socorro González Elizondo (2011) del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango (CIIDIR-Dgo) del Instituto Politécnico Nacional.

Este agave se utilizó para la elaboración de mezcal en la región del Municipio del Mezquital hacia finales del siglo XX.



Figura 2. a) Especie: *Agave maximiliana* Baker, nombre vernáculo: a'lh mai (en tepehuano); b) Especie: *Agave pintilla* S. González, M. González & L. Reséndiz, nombre vernáculo: agave pintillo o pintillo

DISCUSIÓN

En la actualidad las poblaciones rurales y pequeños productores de mezcal continúan beneficiándose de dos especies de *Agave durangensis* y *Agave angustifolia*, mediante la autorización de la CONAFOR, sin embargo ambas poblaciones de agave son cosechadas cada vez más en sitios geográficos más lejanos. Ante tal situación es necesario el diseño de

plantaciones de cultivares para disminuir la extracción individuos de las poblaciones silvestres de agave resolviendo problemas de sustentabilidad, a fin de no agotar este valioso recurso con un alto potencial para la economía local y del propio Estado de Durango.

LITERATURA CITADA

Colunga, G. M. P., and D. Zizumbo V. 2007. Tequila and others *Agave* spirits from West-Central Mexico: current germoplasm, diversity, and origin. *Biodiversity Conservation* 16: 1653-1667.

Galván, V: R. y M. González E. 1991. Notas sobre el género *Agave* en el Estado de Durango. *Cat. Suc. Mex.* 36: 3-7.

García, M. A. J. 2012. México, país de magueyes. Nota periodística de La Jornada. México, D.F.

Gentry, H. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. Phoenix. AZ. USA. 670 pp.

González, E.M.S., González E.M., López E.I.L., Reséndiz R.L., Tena F.J.A., & Retana R.F. I. (2011). El complejo *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae). *Acta botánica Mexicana*, (95), 65-94.

González, E. M. S., M. González E. y M.A. Márquez L. 2007. *Vegetación y Ecorregiones de Durango*. Edit. Plaza y Valdés. México, D. F. 219 pp.

González, E. M., R. Galván V., I. L. López E., L. Reséndiz R. M. S. Galván E. 2009. *Agaves, magueyes, lechuguillas y noas del estado de Durango y sus alrededores*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Durango (CIIDIR-Dgo). Instituto Politécnico Nacional. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Durango, Dgo. México. 163 pp.

Gutiérrez, C., M. L., E. Acedo F. E. y A. I. Valenzuela Q. 2007. Industria del bacanora y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 5(5) 394-404.

Klopper R. R., Smith G.F., Figueiredo E., Crouch N.R. 2010. Notes on *Agave palmeri* Engelm. (Agavaceae) and its allies in the Ditepalae. *Bradleya - British Cactus & Succulent Society* 28/2010; 28:53-66.

Pacheco, R. J. C. Durango. *Historia breve. Fideicomiso Historia de las Américas*. Colegio de México y Fondo de Cultura de Económica. México, DF. 218 pp.

Valenzuela, Z. A. G 2008. Influencia asiática en la producción de mezcal en la costa de Jalisco. El caso de la raicilla. *México y la Cuenca del Pacífico* 11(33): 91-116.

Aspectos ecológicos de *Agave durangensis* gentry (AGAVACEAE) Especie Endémica del Noroeste de México

Colmenero-Robles, Aurelio^{1,3}, Rosas-Medina, Imelda^{1,3}; Naranjo-Jimenez, Néstor^{2,3,4}.

¹Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), Instituto Politécnico Nacional. 2º piso del edificio de la Secretaría Académica. Unidad Profesional Adolfo López Mateos. México, D. F. CP 07738. ²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)-Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, 34220. ³Becarios COFAA y ⁴EDI

acolmenero@ipn.mx

RESUMEN

El “agave mezcalero” o “agave cenizo” nombres comunes que se aplican para *Agave durangensis* Gentry, especie endémica de México, localizada en los municipios de Durango, Nombre de Dios, El Mezquitil y Súchil del Estado Durango y de Zacatecas. Las poblaciones silvestres de *A. durangensis* morfológicamente presentan variabilidad en tamaño, color de hoja, forma de los dientes y en su composición química y genética resultan ser muy distintas. Por ello se ha considerado que se trata de un complejo taxonómico, donde pueden estar involucradas varias especies. Las poblaciones de esta especie se localizan en hábitats de pequeñas sierras, donde se les observa frecuentemente sobre laderas con pocos suelo, sustratos geológicos de rocas ígneas extrusivas conocidas como riolitas, conglomerados y sobre abanicos aluviales donde predominan el matorral xerófilo y pastizales. Los climas son de tipo semisecos-semicálidos del tipo BSh y semisecos-templados del tipo BSk con precipitaciones de lluvia que oscila entre los 400 mm a 600 mm promedio anual. En particular *A. durangensis* forma parte de la comunidades vegetales arbustivas compuestos de *Acacia schaffneri* y *Prosopis laevigata* en suelos profundos; también forman parte de las comunidades vegetales xerófilas de *Oputia duranguensis*, *Acacia schaffnerii*, *Celtis pallida*, *Brickellia veronicaefoli* y *Bursera sp.* sobre suelos rocosos, llama la atención la comunidad de *Dasyllirion duranguense* que interacciona con *Agave durangensis* donde el hábitat se compone de laderas de pendiente ligera, con sustratos someros y rocosos. Por lo que es necesario estudios para su conocimiento y desarrollar acciones para su manejo y con ello mantener estas poblaciones endémicas de México.

Palabras clave: agave cenizo, hábitat, endémico, mezcal.

Evaluación de una colecta base de gramíneas procedentes de ILRI en el Altiplano de Zacatecas

Rubio-A.F.A.^{1*}, Villanueva-A.J.F.², Becerra-B.J.³ Hanson J.⁴

¹ Campo Experimental Zacatecas, INIFAP Zacatecas; ² Sitio Experimental El Verdineño, INIFAP Nayarit.

³ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Ajuchitlán Querétaro;

⁴ International Livestock Research Institute - Etiopía.

*rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer algunos atributos morfológicos y productivos de 30 accesiones de gramíneas introducidas en el Altiplano de Zacatecas. Los pastos provienen del banco de germoplasma del ILRI, Etiopía y fueron establecidos en Zacatecas durante 2014, mediante trasplante por macollos y riego de auxilio, a una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m. Se utilizaron parcelas únicas de 3.99 m² con siete plantas/parcela; la parcela útil fueron las cinco plantas centrales (2.85 m²). Los pastos (y número de accesiones) evaluados fueron: Buffel (7); Garrapata (7); Avena (1); Birdwood (2); Klein (1); Pearly love grass (5); Rhodes (6) y Kikuyo (1). La precipitación registrada fue de 413.2 mm. La productividad forrajera fue sobresaliente en los pastos Rhodes T₂₉, Buffel T₅, Buffel T₆, Rhodes T₂₅ y Rhodes T₂₈ con 4924.8, 4761.9, 4501.2, 4040.1 y 3786.9 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Por otro lado, los pastos con mayor producción de semilla fueron: las accesiones de Garrapata T₁₁, T₁₀, T₁₄, T₁₃ y buffel T₅ con 852.1, 578.9, 385.9, 328.3 y 253.1 kg ha⁻¹, respectivamente. Se encontraron accesiones sobresalientes durante la evaluación morfológica y productiva de la Colecta Núcleo.

Palabras clave: Atributos morfológicos, *C. ciliaris*, *C. gayana*, *E. superba*.

ABSTRACT

The objective of this study was to know some morphological and productive attributes of 30 accessions of introduced grasses in Zacatecas Highlands. Grasses come from genebank of ILRI, Ethiopia and were established in Zacatecas during 2014, through transplantation by crowns and auxiliary irrigation, at a distance between furrows from 0.76 m and between plants to 0.75 m. Experimental plots (3.99 m²) without repetitions were used. Each plots had seven plants/plot; the useful plot were the five central plants (2.85 m²). Grasses (and accession number) were evaluated: Buffelgrass (7); Garrapata grass (7); Oatmeal (1); Birdwood (2); Klein (1); Pearly love grass (5); Rhodes grass (6), and Kikuyu (1). Registered rainfall was 413.2 mm. Forage productivity was outstanding in Rhodes T₂₉, Buffel T₅, Buffelgrass T₆, Rhodes T₂₅ and Rhodes T₂₈ with 4924.8, 4761.9, 4501.2, 4040.1, and 3786.9 kg DM ha⁻¹, respectively. On the other hand, pastures with greater seed production were: Garrapata grass accessions T₁₁, T₁₀, T₁₃, T₁₄, and Buffel T₅ 852.1, with 578.9, 385.9, 328.3 and 253.1 kg ha⁻¹, respectively. We found outstanding accessions during the morphological and productive evaluation to be evaluated in the core collection.

Key words: Morphological attributes, *C. ciliaris*, *C. gayana*, *E. superba*

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los recursos forrajeros adaptados a la región, es de vital importancia para promover una ganadería sustentable, basada en el pastoreo extensivo, con especies adaptadas a las diferentes condiciones de clima y suelo que se presentan a nivel nacional. En Zacatecas, desde los años setentas del siglo XX, se comenzó el estudio de plantas forrajeras a través del Campo Experimental Zacatecas, realizando evaluaciones para condiciones de temporal y riego. El estudio de especies forrajeras de temporal cobró auge el año 1982, cuando se estableció un convenio entre el Ex-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), con la finalidad de poner en marcha un proyecto denominado "Colección, introducción, evaluación, reproducción y conservación de especies forrajeras de zonas áridas y semiáridas".

En 1982 y 1983, personal del ex - INIA y de la UAAAN, colectaron semilla de las principales especies de gramíneas forrajeras, recorriendo gran parte de las zonas áridas y semiáridas de México. Asimismo, investigadores de la UAAAN lograron introducir diferentes géneros y especies de gramíneas originarias de diversas partes del mundo, las cuales fueron compartidas con la Unidad de Recursos Genéticos (URG) del Instituto, siendo sometidas a evaluación por investigadores del ex – INIA, en los estados de Aguascalientes, San Luís Potosí y Zacatecas. Las evaluaciones agronómicas llevadas a cabo en Zacatecas ratificaron el buen desempeño productivo del pasto Banderilla variedad "Chihuahua-75" (Rubio, 2004) y el pasto Llorón *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees variedad "Morpa", los cuales mostraron características sobresalientes de adaptación y rendimiento (Rubio, 1990). El ecotipo de pasto Banderilla INIA-207 sobresalió por su producción de forraje y semilla (Rubio, 2004). Por otro lado, las accesiones de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) T-3686, IPINIA-1173 y PI-271198 sobresalieron por su buena adaptación en las zonas altas y frías del Estado (Rubio, 1999).

Por otro lado, Olivera y Machado (2005), indican que la caracterización y evaluación de germoplasma forrajero debe continuar como línea de investigación, con un enfoque eminentemente estratégico, no sólo por las ventajas que se pueden alcanzar al acceder a un material sobresaliente, sino como un elemento imprescindible para programas de mejoramiento del germoplasma, prever la erosión genética, mantener el intercambio internacional y buscar otras fuentes de mejora para disponer de recursos genéticos forrajeros con potencialidad aceptable para la alimentación animal, entre ellos la colecta y la donación en los ámbitos nacional e internacional. En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue iniciar con la caracterización preliminar sobre algunos atributos morfológicos y productivos de 30 accesiones de gramíneas forrajeras procedentes de ILRI, Etiopía, establecidas bajo las condiciones agroclimáticas del Altiplano de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el CEZAC-INIFAP, situado a los 22° 54' 02" N y 102° 39' 31" W, a 2197 msnm, en un suelo franco, bajo en nitrógeno, medio en fosforo con un pH de 8.18. Los pastos evaluados fueron introducidos del banco de germoplasma de ILRI ubicado en Etiopía vía el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG-INIFAP), situado en Tepatlán, Jalisco y posteriormente distribuidos a los estados participantes de la investigación.

El establecimiento de los materiales se realizó en el verano de 2014. El 16 de mayo, los pastos fueron sembrados en charolas de unicel (menos la avena, la cual fue sembrada una semana después), colocando un mínimo de tres semillas por cavidad, en un sustrato compuesto por Peat Moss, vermiculita y perlita en una proporción aproximada de 70:20:10, respectivamente. Se registró la fecha de emergencia de las plántulas. Durante la permanencia de las plántulas en el vivero el día 17 de junio 2014, se hizo un muestreo de la altura (cm) de plantas, se anotó su estado de salud y posteriormente se hicieron dos podas para estimular amacollamiento. El día 2 de julio, las plantas fueron llevadas a campo, trasplantando cada macolla a una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m, colocando siete macollas/parcela (3.99 m²), con una parcela útil de cinco plantas (2.85 m²), no habiendo repeticiones entre accesiones o tratamientos.

Los tratamientos evaluados estuvieron constituidos por los diferentes ecotipos de los pastos: Buffel *Cenchrus ciliaris* L. siete ecotipos (T₁:6645D, T₂:6982D, T₃:7143D, T₄:6652D, T₅:14989D, T₆:6647D, T₇:6646D); Garrapata *Eragrostis superba* Peyr. siete ecotipos (T₈:13122D, T₉:16619D, T₁₀:16674D, T₁₁:12777D, T₁₂:12755D, T₁₃:13289D, T₁₄:16595D); Avena *sativa* L. un ecotipo (T₁₅:6710A); Birdwood *Cenchrus setigerus* Vahl dos ecotipos (T₁₆:6636D, T₁₇:9848D); Klein *Panicum coloratum* L. un ecotipo (T₁₈:7153T); Pearly love grass *Eragrostis rotifer* Rendle cinco ecotipos (T₁₉:16631D, T₂₀:16673D, T₂₁:16627D, T₂₂:16631D, T₂₃:16627D); Rhodes *Chloris gayana* Kunth seis ecotipos (T₂₄:6633D, T₂₅:7384D, T₂₆:6634D, T₂₇:13317D, T₂₈:6633T, T₂₉:7384T] y Kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. un ecotipo (T₃₀:6574A). La precipitación durante el año 2014 fue de 413.2 mm, cuya distribución mensual fue: enero (15.6), febrero (0.0), marzo (0.4), abril (0.0), mayo (31.3), junio (99.2), julio (41.4); agosto (75.5), septiembre (78.6), octubre (26.1), noviembre (23.4) y diciembre (22 mm).

Durante el establecimiento, etapa de floración y llenado de grano, se dieron riegos de auxilio por goteo con cintilla. No fue aplicado ningún tipo de abono orgánico o de síntesis, ni fue removido el suelo por medios mecánicos, solo se hizo control de arvenses a mano y azadón. Las variables evaluadas fueron: días a germinación, sobrevivencia (%), el 7 julio, 18 septiembre, 7 octubre y 21 octubre), altura y longitud de plantas (cm, el 4 agosto, 19 agosto, 18 septiembre, y 7 octubre), textura de la hoja (suave y áspero), enfermedades, rendimiento de fitomasa aérea (g) y semilla (g) de acuerdo a los procedimientos descritos

por Quero *et al.* (2012). Se llevaron a cabo análisis estadísticos mediante un diseño completamente al azar y pruebas de rango múltiple de DMS al 0.05 con Proc GLM en el programa SAS (SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a germinación. Las accesiones de Garrapata, Rhodes y Birdwood emergieron a los tres días de la siembra, seguidos del pasto Buffel a los cuatro días, Pearly love grass a los cinco días y finalmente las accesiones de Klein y Kikuyo a los siete días. Las observaciones hechas sobre el pasto Garrapata coinciden con lo reportado por Gutiérrez y Morales (2014), quienes encontraron que este pasto, sin estrés hídrico, germina entre los 3 y 8 días después de la siembra (dds). En relación a los pastos Buffel y Rhodes, los resultados coinciden con Hernández *et al.* (2014) quienes reportaron que el pasto Buffel mostró una germinación desde el día 1 hasta 10 dds, mientras que en Rhodes ocurrió desde el día 1 hasta 5 dds.

Altura de plantas en vivero. Respecto a la altura de los pastos a los 30 días de siembra, se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, en donde las accesiones de mayor porte fueron: el T₁₅ Avena 6710A, T₆ Buffel 6647D y Buffel T₇ 6646D, con 21.7, 19.3 y 16.2 cm, respectivamente.

Altura y longitud de plantas en campo. En general, se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre accesiones para altura y longitud de plantas en cada fecha de muestreo (Cuadro 1). A los 32 días del trasplante (4 de agosto), las accesiones con mayor altura fueron: T₁₅ Avena 6710A, T₂₂ Pearly love grass 16631D y T₂₁ Pearly love grass 16627D, con 58.3, 33.3 y 31.3 cm, respectivamente. Mientras que para la primer semana de octubre, las accesiones más sobresalientes fueron: T₁₅, T₂₃ y T₂₉, con 104.0, 96.6 y 93.3 cm, respectivamente; los pastos con menor altura fueron: T₃₀, T₂ y T₁₆ con 26.0, 18.0 y 17.6 cm, respectivamente. En relación a la longitud observada la misma fecha de octubre, las accesiones con mayor extensión horizontal fueron: los materiales de Rhodes T₂₈, T₂₄ y T₂₉, con 151.6, 145.3 y 116.6 cm, respectivamente, mientras que los ecotipos con menor longitud fueron: T₁₇, T₂ y T₁₆ con 38.0, 26.0 y 24.3 cm, respectivamente.

Textura de la hoja. En relación al estado de la hoja, se encontró que la mayoría de las accesiones bajo estudio presentaron una textura suave de la hoja al tacto; solamente T₇ y T₁₄, presentaron hojas ásperas al tacto.

Enfermedades. La única accesión que se enfermó fue el T₁₅ de avena, con una alta incidencia de roya.

Rendimiento de fitomasa aérea. Los mejores ecotipos en cuanto a producción de forraje (Cuadro 2) fueron los pastos Rhodes T₂₉ 7384T; Buffel T₅ 14989D; Buffel T₆ 6647D; Rhodes T₂₅ 7384D y Rhodes T₂₈ 6633T con 4924.8, 4761.9, 4501.2, 4040.1 y 3786.9 kg ha⁻¹, respectivamente. En un trabajo realizado por Velázquez *et al.* (2014) en tres sitios del Altiplano Potosino (Matehuala, Charcas y Villa de Guadalupe), en un año con abundante lluvia, reportan a los 144 días después de la siembra, en promedio un rendimiento con pasto

Buffel var. Titán, de 7295.0 kg de MS ha⁻¹ (muy superior al obtenido en Zacatecas), seguido del pasto Garrapata var. Hércules, con 3546.0 kg de MS ha⁻¹, superando al Banderilla var. Diana con un rendimiento de 1417.0 kg de MS ha⁻¹. Por otro lado, Olhagaray *et al.* (2009) en un estudio realizado en Matamoros, Coah., reportan una altura para el pasto Buffel de 95.0 cm y rendimientos de 5.0 ton MS ha⁻¹, en cultivos establecidos en terrenos de temporal con cosecha de agua y labranza tradicional, lo que muestra el potencial de la especie en la producción de forraje. Esta información ya había sido corroborada por Terrazas (2007), en Delicias, Chih., donde encontró materiales de alto rendimiento con las líneas de Buffel AS-245, 72, 18, 43, 2 y var. Formidable, las cuales produjeron entre 5.0 y 6.2 ton MS ha⁻¹.

Cuadro 1. Altura y longitud (cm, n=5) de gramíneas procedentes de ILRI en el CEZAC-INIFAP en Calera, Zac. De agosto a octubre 2014.

Tratamiento	Nombre común	No. ILRI	Altura		Altura	Longitud	Altura	Longitud	Altura
			04-ago	19-ago	19-ago	18 sep.	18 sep.	7 oct.	7 oct.
1	Buffel	6645D	9.6 ghijk	16.3 hijklm	22.3 hijk	16.2 ijk	30.8 jk	29.0 mn	47.0 lm
2	"	6982D	5.6 k	4.0 n	5.3 k	9.5 k	20.5 jk	18.0 n	26.0 mn
3	"	7143D	11.3 fghij	34.2 def	40.0 efgh	59.2 cde	68.8 defgh	68.6 defghij	80.3 hijk
4	"	6652D	12.3 fghij	17.4 hijklm	30.2 hi	30.6 hi	47.6 hij	44.3 klm	70.6 jk
5	"	14989D	6.0 k	15.6 hijklm	27.0 hij	33.8 fgh	49.8 hij	46.6 jklm	70.0 jk
6	"	6647D	15.6 efghi	24.4 fghijk	33.2 fgh	57.4 de	65.4 fghi	79.0 bcdefg	96.3 bcdefg
7	"	6646D	14.0 fghij	23.8 fghijkl	30.0 hi	48.6 def	59.6 ghi	63.0 fghijk	72.6 ijk
8	Garrapata	13122D	8.6 hijk	16.4 hijklm	26.2 hijk	46.2 efg	66.0 efgh	57.3 ghijkl	82.0 fghij
9	"	16619D	12.0 fghij	27.8 efgh	33.6 fgh	77.6 ab	79.0 bcdef	82.0 abcdef	85.3 efghij
10	"	16674D	17.3 efg	38.6 cde	40.4 efgh	84.4 a	90.8 bcd	78.6 bcdefg	93.3 cdefghi
11	"	12777D	9.6 ghijk	13.2 ijklmn	22.0 hijk	29.0 hij	50.0 hij	56.3 hijkl	72.0 ijk
12	"	12755D	6.3 k	11.2 lmn	13.6 ijk	23.4 hijk	41.6 ij	38.0 lmn	59.0 kl
13	"	13289D	12.6 fghij	20.0 ghijkl	31.8 ghi	48.6 def	56.4 ghi	55.3 ijkl	73.3 ijk
14	"	16595D	11.6 fghij	26.0 efghi	27.6 hij	63.6 bcd	71.2 cdefg	64.3 efghijk	81.6 fghij
15	Avena*	6710A	58.3 a	82.2 a	82.4 a	84.4 a	93.6 bc	104.0 a	104.0 bcdef
16	Birdwood	6636D	7.3 ijk	10.5 lmn	13.0 ijk	10.7 k	15.7 k	17.6 n	24.3 n
17	"	9848D	6.6 jk	8.2 mn	11.0 jk	14.6 jk	27.8 jk	29.0 mn	38.0 lmn
18	Klein	7153T	16.0 efgh	44.5 cd	50.0 defg	84.4 a	101.6 b	81.3 bcdef	105.3 bcde
19	Pearly love	16631D	24.0 cde	61.2 b	65.8 abcd	73.6 abc	90.0 bcde	84.6 abcdef	97.3 bcdefg
20	"	16673D	16.0 efgh	27.4 efgh	40.4 efgh	55.2 de	86.0 bcdef	70.6 defghi	90.6 defghij
21	"	16627D	31.3 bc	59.0 b	67.8 abcd	83.6 a	102.0 b	89.3 abcd	103.0 bcdef
22	"	16631D	33.3 b	50.6 bc	62.8 bcd	80.0 a	94.0 bc	86.3 abcde	96.6 bcdefg
23	"	16627D	27.0 bcd	63.2 b	63.0 bcd	83.2 a	100.0 b	96.6 ab	108.0 bcd
24	Rhodes	6633D	12.3 fghij	12.2 klmn	70.4 abc	12.8 k	97.4 b	27.6 mn	145.3 a
25	"	7384D	19.0 def	31.2 defg	57.4 cde	38.0 fgh	93.4 bc	70.0 defghi	91.0 defghij
26	"	6634D	18.0 efg	26.6 efgh	66.6 abcd	47.0 efg	97.4 b	73.0 cdefghi	106.6 bcde
27	"	13317D	24.0 cde	25.2 fghij	72.4 abc	24.4 hijk	96.4 b	38.6 lmn	115.0 bc

28	“	6633T	17.6 efg	28.2 efgh	78.6 ab	32.2 gh	134.4 a	58.6 ghijkl	151.6 a
29	“	7384T	15.0 fghij	19.0 ghijklm	51.2 def	46.4 efg	84.8 bcdef	93.3 abc	116.6 b
30	Kikuyo	6574A	10.0 ghijk	12.8 jklmn	30.6 hi	11.8 k	51.2 hij	26.0 mn	81.6 fghij
C.V. (%)			24.1	26.8	26.17	26.8	19.89	16.9	12.07

* Literales diferentes entre hileras indican diferencias ($p < 0.01$) entre tratamientos y/o accesiones.

Cuadro 2. Peso seco de fitomasa aérea de gramíneas procedentes de ILRI evaluadas el 2014 en el CEZAC-INIFAP, ubicado en Calera, Zac.

Tratamiento	Nombre común	No. ILRI	Rendimiento (g m ²)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1	Buffel	6645D	63.45	634.50
2	“	6982D	6.43	64.30
3	“	7143D	349.70	3497.00
4	“	6652D	298.74	2987.40
5	“	14989D	476.19	4761.90
6	“	6647D	450.12	4501.20
7	“	6646D	176.94	1769.40
8	Garrapata	13122D	112.28	1122.80
9	“	16619D	60.15	601.50
10	“	16674D	173.68	1736.80
11	“	12777D	134.83	1348.30
12	“	12755D	71.92	719.20
13	“	13289D	64.41	644.10
14	“	16595D	79.19	791.90
15	Avena	6710A	151.87	1518.70
16	Birdwood	6636D	12.28	122.80
17	“	9848D	22.80	228.00
18	Klein	7153T	119.79	1197.90
19	Pearly love grass	16631D	144.36	1443.60
20	“	16673D	188.97	1889.70
21	“	16627D	153.63	1536.30
22	“	16631D	91.47	914.70
23	“	16627D	195.98	1959.80
24	Rhodes	6633D	275.68	2756.80
25	“	7384D	404.01	4040.10
26	“	6634D	251.87	2518.70
27	“	13317D	81.45	814.50
28	“	6633T	378.69	3786.90
29	“	7384T	492.48	4924.80
30	Kikuyo	6574A	102.50	1025.00

Rendimiento de semilla. Los pastos con mayor producción de semilla fueron las accesiones de Garrapata T₁₁ 12777D, T₁₀ 16674D, T₁₄ 16595D, T₁₃ 13289D y la accesión de Buffel T₅ 14989D con 852.1, 578.9, 385.9, 328.3 y 253.1 kg ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 3). Bajo condiciones de riego en Chihuahua, Sáenz *et al.* (2014) encontraron que tanto los pastos Garrapata y Buffel sin la aplicación de abonos químicos (testigos) produjeron 223.0 kg ha⁻¹, lo que indica que las accesiones evaluadas en Zacatecas son superiores en rendimiento de semilla. En cambio, los datos obtenidos con pasto Garrapata var. Hércules, por Beltrán *et al.* (2009) bajo riego por gravedad en S.L.P. en un promedio de cinco años, indican un rendimiento de 1651.0 kg de semilla ha⁻¹, muy superiores a los obtenidos en la presente investigación.

Cuadro 3. Rendimiento de semilla de gramíneas procedentes de ILRI evaluadas en otoño del 2014 en el CEZAC-INIFAP, ubicado en Calera, Zac.

Tratamiento	Nombre común	No. ILRI	Rendimiento (kg m ²)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1	Buffel	6645D	0.0081	81.80
2	“	6982D	0.0000	0.00
3	“	7143D	0.0130	137.40
4	“	6652D	0.0180	182.90
5	“	14989D	0.0250	253.10
6	“	6647D	0.0180	180.40
7	“	6646D	0.0170	172.90
8	Garrapata	13122D	0.0210	218.00
9	“	16619D	0.0150	155.30
10	“	16674D	0.0570	578.90
11	“	12777D	0.0850	852.10
12	“	12755D	0.0170	175.40
13	“	13289D	0.0320	328.30
14	“	16595D	0.0380	385.90
15	Avena	6710A	0.0250	250.60
16	Birdwood	6636D	0.0000	0.00
17	“	9848D	0.0050	50.10
18	Klein	7153T	0.0040	43.80
19	Pearly love grass	16631D	0.0070	72.60
20	“	16673D	0.0140	140.30
21	“	16627D	0.0110	117.70
22	“	16631D	0.0060	62.60
23	“	16627D	0.0160	162.90
24	Rhodes	6633D	0.0010	12.50
25	“	7384D	0.0030	37.60
26	“	6634D	0.0050	57.60

27	“	13317D	0.0017	17.50
28	“	6633T	0.0035	35.10
29	“	7384T	0.0130	132.80
30	Kikuyo	6574A	0.0000	0.00

CONCLUSIONES

Se encontraron accesiones sobresalientes de pastos Rhodes, Garrapata y Buffel para ser consideradas y evaluadas bajo un esquema agronómico y productivo como parte de los materiales de la Colecta núcleo, utilizando un diseño experimental con pequeñas parcelas con repeticiones y comparadas con uno o varios testigos locales.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con fondos fiscales SAGARPA-INIFAP, mediante el proyecto titulado “*Preservación, Caracterización y Evaluación de Recursos Genéticos Forrajeros en Tres Regiones Agroecológicas de México*”. Se agradece al International Livestock Research Institute (ILRI) su apoyo con las accesiones evaluadas en este trabajo.

LITERATURA CITADA

Beltrán, L. S., C. Loredo O., C. A. García D., J. A. Hernández A., J. Urrutia M., H. G. Gámez V., L. A. González E. y T. Núñez Q. 2009. Llorón Imperial y Garrapata Hércules nuevas variedades de pastos para el altiplano de San Luis Potosí (Establecimiento y Producción de semilla). INIFAP - CIRNE- Campo Experimental San Luis. Folleto técnico No. 36 México. 51 p.

Gutiérrez G.O.G. y C. R. Morales N. 2014. Comportamiento de tres especies forrajeras, bajo estrés hídrico para simular sequía. V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Nuevo Vallarta, Nayarit. 165-168 p.

Hernández G. F.J., A. R. Quero C., P. Pérez R., M. Velázquez M. y J. A. Hernández M. 2014. Velocidad de germinación en cariósides y diásporas posterior al envejecimiento acelerado en dos pastos nativos y dos introducidos. V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Nuevo Vallarta, Nayarit. 139-145 p.

Olivera Y. y R. Machado. 2005. Caracterización de germoplasma forrajero: su papel en la obtención de variedades comerciales para la ganadería. Revista: Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). En línea: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2005/REVISTA%2004/13%20CARACTERIZACION%20DE%20GERMOPLASMA.pdf>

Olhagaray R.E., G. García E. y J. Espinoza A. 2009. Influencia de dos sistemas de labranza mínima y tradicional en la producción de zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) empleando curvas a nivel con relación 1:1 en el suroeste de Coahuila, México. Resúmenes del VI Simposio Internacional de Pastizales. Monterrey N.L. México. 10 p.

Quero - Carrillo, A. R.; J. F. Villanueva - Avalos; J. F. Enríquez - Quiroz; C. R. Morales - Nieto; E. D. Bolaños - Aguilar; J. Castillo - Huchim; J. J. Maldonado - Méndez; F. Herrera - Cedano. 2012. Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.

Rubio, A. F. A. 1990. Ensayo de rendimiento de 22 gramíneas en el municipio de Calera, Zacatecas. Resúmenes Sexto Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP, A.C. Monterey, N.L. 53 p.

Rubio, A. F. A. 1999. Ensayo de rendimiento de materiales de zacate buffel en altitudes mayores a 2000 msnm en el Altiplano de Zacatecas. Memoria de Reunión científica de la XXXV Reunión de Investigación Pecuaria. Yucatán 1999. Mérida, Yucatán. 135 p.

Rubio, A.F.A. 2004. Rendimiento y calidad de semilla de pasto Banderilla bajo una tecnología de trasplante y riego en Zacatecas. XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán 2004. Memoria de Reunión Científica. Mérida Yucatán. 213 p.

Sáenz F. E., R. A. Saucedo T., C. R. Morales N., P. Jurado G., C. Lara M., A. Melgoza C., J. A. Ortega G. 2014. Producción de semilla de pastos introducidos bajo riego y fertilización en el norte de México. V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Nuevo Vallarta, Nayarit. 281-285.

SAS Institute Inc. 2008. SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.
Terrazas P.G. 2007. Rendimiento de forraje de materiales de zacate Buffel en tierras de cultivo abandonadas en la zona árida de Chihuahua. Resúmenes del IV Simposio internacional de Pastizales. San Luis Potosí, S.L.P. México. 261 p.

Velázquez M.M., F. J. Hernández G., J. F. Cervantes B. y H. G. Gámez V. 2014. Establecimiento de tres pastos perennes de temporal (Buffel, Garrapata y Banderita) en el altiplano de San Luis Potosí. V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Nuevo Vallarta, Nayarit. 134-138 p.

Descripción anatómica de la madera de *Prosopis laevigata* para un mejor aprovechamiento en el municipio de Tierra Nueva, San Luis Potosí

Rincón-Medina, Emmanuel

División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco.
Texcoco, Estado de México, México

Correo electrónico: emmanuel5444@hotmail.com

RESUMEN

Uno de los ecosistemas más amplios en México, es el de matorral, dado que ocupa aproximadamente 30% del territorio nacional con 508.958 Km². Este ecosistema se caracteriza por tener un clima árido con vegetación arbustiva. Dentro de este ecosistema se encuentra el municipio de Tierra Nueva, San Luis Potosí, que por relieve tan accidentado, cuenta con más de la mitad de su territorio con vocación forestal y pecuaria.

La actividad forestal en el municipio de Tierra Nueva, no ha tenido mucho desarrollo debido a que no se tiene conocimiento sobre algunas de las características anatómicas de las maderas que existen en sus bosques. Una de las maderas con mayor potencial es la de *Prosopis laevigata* que cuenta con características como: con vasos grandes y abundante parénquima vasocéntrico, aliforme y confluyente. En la región centro de S.L.P. es bien reconocida por sus propiedades de dureza y por su buen desempeño como dendrocombustible.

La mayor parte del tiempo la madera es usada como dendroenergético, debido a que se desconocen otras características anatómicas que pueden servir para mejorar su uso. Es por lo anterior que se realizó una descripción anatómica de la madera de *Prosopis laevigata* para difundir sus características anatómicas y volver su madera más eficiente en su uso.

La descripción de la madera se realizó con unas muestras que se tomaran de un cubo de 2cm³ de madera del fuste del arbusto a una altura de 1.3m. Una vez tomada la muestra, se procedió a hidratarla a presión con agua destilada en el digestor para que después fuera rebanada con un micrótopo en cortes radiales, transversales y tangenciales, que después se tiñeron para colocarse en porta objetos para ser descritas las muestras por medio de la observación, haciendo uso de un microscopio óptico y un programa para medir longitudes micrométricas.

Dentro de las características que se describieron se encuentra: el largo de los vasos, ancho de los vasos, el arreglo que tiene la porosidad en la madera, la forma de los vasos, la distribución del parénquima, las inclusiones con las que cuenta, la longitud de las fibras y el tipo de parénquima.

La conclusión de este trabajo fue que la anatomía de la madera de *Prosopis* es adecuada para otros usos más redituables desde el aspecto económico y ecológico. También se está difundiendo el material que se obtuvo como resultado de esta investigación para que fomente un mejor uso de esta madera en Tierra Nueva, San Luis Potosí.

Impacto de la polinización de abejas en la producción de vainas en Mezquite (*Prosopis spp*)

Galicia-Vergara, Marcos; Carrillo-Flores. Rafael

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo Dom. Conocido, Bermejillo, Dgo. CP 35230; ³Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo Dom. Conocido, Bermejillo, Dgo. CP 35230

RESUMEN

Actualmente el uso de Mezquite (*Prosopis spp.*), está tomando relevancia como una alternativa de sistema productivo en zonas áridas, siendo introducido principalmente en las áreas de consumo humano y de animales en interés zootécnico, especialmente rumiantes, por lo cual existen poblaciones humanas que han adoptado una cultura de labor hacia esta especie, utilizando la madera, resina y principalmente las vainas como objetos de interés económico. Por tal motivo en el presente trabajo realizado se analiza la intervención de la polinización por parte de abejas y el impacto causado en la producción de vaina, para analizar el incremento en porcentaje de las mismas, con la intención de buscar un aumento en el número de vainas durante las cosechas y generar al mismo tiempo un porcentaje económico mayor.

De esta forma empleamos un sistema de bloques al azar en el cual se tomaron muestras de diez árboles representativos de dos áreas diferentes (Área circundante al apiario en la URUZA y el área de la Victoria) se realizó conteo en la cantidad de inflorescencias y el número de vainas dentro de cada muestra demostrando un incremento porcentual en las vainas de los mezquites aledaños al apiario dentro de la URUZA.

Palabras clave: arreglo de porosidad, modificaciones de la placa en los vasos, inclusiones y dimensiones de vasos, fibras y parénquima.

Valoración nutritiva de recursos forrajeros de zonas áridas

Quiñones-Moreno, Carla María¹; Mata-Espinosa, Miguel Ángel²; Del Razo-Rodríguez, Oscar Enrique³; Hernández-Salgado, José Ramón²; Hernández-Ibarra, Gonzalo²; Esquivel-Arriaga, Oscar²

¹Estudiante de Ingeniería en Sistemas Pecuarios, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

²Profesor - Investigador, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

mata@chapingo.uruza.edu.mx

³Profesor Investigador, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

RESUMEN

Se evaluó la composición bromatológica y digestibilidad *in vitro* de 30 forrajes de zonas áridas (*H. contortus*, *P. vaginatum*, *B. curtipendula*, *P. bicolor*, *A. adscensionis*, *P. fasciculatum*, *C. virgata*, *H. mutica*, *C. ciliaris*, *S. pyramidatum*, *O. ficus-indica*, *O. rastrera*, *S. grisebachii*, *S. macrostachya*, *B. curtipendula*, *B. barbata*, *B. aristidoide*, *P. halii*, *A. aspérrima*, *T. berteronianus*, *E. cilianensis*, *E. desvauxii*, *M. sativa*, *A. sativa*, *X. Triticosecale* W., y *Z. mays*). El uso de conglomerados agrupa los forrajes en cinco conjuntos diferentes: i) incluye a las especies forrajeras con base a proteína total, ii) agrupa a las especies con base a digestibilidad y cenizas, iii y iv) se incluye el criterio de similitud con base a las diferentes formas de expresar el contenido energético y v) el criterio más predominante es el contenido de fibra. Se concluye que el estudio contribuye al mejor empleo de los forrajes evaluados para la alimentación de rumiantes.

Palabras clave: Valor nutritivo, forrajes, conglomerados, digestibilidad, nutrientes.

ABSTRACT

Chemical composition and *in vitro* digestibility from 30 forages of arid region (*H. contortus*, *P. vaginatum*, *B. curtipendula*, *P. bicolor*, *A. adscensionis*, *P. fasciculatum*, *C. virgata*, *H. mutica*, *C. ciliaris*, *S. pyramidatum*, *O. ficus-indica*, *O. rastrera*, *S. grisebachii*, *S. macrostachya*, *B. curtipendula*, *B. barbata*, *B. aristidoide*, *P. halii*, *A. aspérrima*, *T. berteronianus*, *E. cilianensis*, *E. desvauxii*, *M. sativa*, *A. sativa*, *X. Triticosecale* W., and *Z. mays*) were evaluated. The use of clusters groups the forages in five different sets: i) include the forage species based in total protein, ii) group the species based in digestibility and ashes, iii and iv) include the similarity criterion based in the different ways to express energy content and v) the most important criterion is the content of fiber. This study contributes to improve the use of the assessed forages for ruminants feeding.

Key words: Nutritional value, forage, clusters, digestibility, nutrients.

INTRODUCCIÓN

La actividad pecuaria en el estado de Durango es de gran importancia económica para sus habitantes. Durango ha producido durante el siglo pasado ganado vacuno para carne con calidad de exportación, la mayoría de ella hacia el vecino país de Estados Unidos de América. Lo anterior ha sido posible gracias a la ganadería bovina extensiva y calidad de los pastizales naturales, los cuales se calcula cubren de un 15 a un 20% de la superficie estatal. Esto es de gran magnitud considerando que la actividad pecuaria no solo

se lleva a cabo en los pastizales, sino que también se realiza aprovechando las tierras de pastoreo localizadas en áreas con vegetación de matorral xerófilo (Carrete, 2007).

El ganado vacuno, gracias a la naturaleza de su aparato digestivo, tienen la capacidad para transformar recursos alimenticios locales que no pueden ser usados por los humanos y otros animales no rumiantes, en alimentos de alta calidad como la leche y carne lo que los coloca en un lugar destacado dentro de la cadena alimenticia (Martínez *et al*, 2009).

Los recursos alimenticios locales incluyen una gran variedad de alimentos entre los que destacan las gramíneas y plantas nativas con potencial forrajero. Desafortunadamente no siempre se conoce el valor nutritivo de tales recursos, por lo que, buscar alternativas viables para su determinación es muy importante para garantizar su adecuado empleo. La importancia práctica de la valoración nutritiva de los alimentos es obvia en relación con la necesaria optimización de su utilización, la producción del rumiante y la eficacia económica de su aplicación; unido a la preservación del medio ambiente y al respeto a los principios de la bioética, que son cada vez más exigentes en relación con la agresión que muchos métodos de valoración nutritiva hacen a los animales que utilizan (González *et al*, 2013).

El propósito fundamental de la evaluación nutritiva y digestibilidad *in vitro* de gramíneas nativas de zonas áridas es complementar la información existente relacionada con las propiedades nutritivas de estos germoplasmas nativos. De tal forma que la información generada podrá ser de utilidad para proponer programas de manejo del pastizal tomando en cuenta los requerimientos nutritivos que demande la especie animal de interés.

Objetivo general

Caracterizar el perfil químico y nutritivo de recursos forrajeros de zonas áridas.

Objetivos particulares

- Determinar el contenido de nutrientes de recursos forrajeros de zonas áridas.
- Realizar un análisis de similitudes de los diferentes recursos forrajeros de zonas áridas evaluados y agruparlos de acuerdo a sus características nutritivas y digestibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de diversos recursos forrajeros de zonas áridas, localizados en diferentes lugares del municipio de Mapimí, Durango:

- Las muestras de *Heteropogon contortus* (zacate enmarañado), *Pappophorum vaginatum*, *Bouteloa curtipendula* (zacate banderita) y *Pappophorum bicolor*, se tomaron en el mes de septiembre de 2014, en el transecto de la carretera Mapimí-El Palmito, a una altitud de 1697 m.
- Las muestras de *Aristida adscensionis* (zacate tres barbas anual), *Panicum fasciculatum* (zacate arrocillo), *Chloris virgata* (zacate mota) e *Hilaria mutica* (zacate toboso), se tomaron en el mes de septiembre de 2014, en un predio ubicado en el Ejido Roma-Texas, a una altitud de 1172 m.
- La muestra de *Cenchrus ciliaris* (pasto buffel), se tomaron en el mes de septiembre de 2014, en un predio ubicado en el Ejido Roma-Texas, a una altitud de 1174 m.

- Las muestras de *Sporobolus pyramidatum* (zacatón piramidal), *Opuntia ficus-indica* y *Opuntia rastrera*, se tomaron en el mes de septiembre de 2014, en las instalaciones de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, a una altitud de 1120 m.
- Las muestras de *Setaria grisebachii* (zacate pajita), *Setaria macrostachya* (zacate pajita tempranera) y *Bouteloa curtipendula* (zacate banderita), se tomaron en el mes de septiembre de 2014, en un predio ubicado en el Ejido La Purísima, a una altitud de 1212 m.
- Las muestras de *Bouteloa barbata* (zacate navajita anual), *Bouteloa aristidoide* (zacate banderita anual), *Panicum halii* (zacate panizo rizado), y *Agave asperrima*, se tomaron en el mes de octubre de 2014, en un predio ubicado en el Ejido Roma-Texas, a una altitud de 1225 m.
- Las muestras de *Tragus berteronianus* (zacate abrojo espigado), *Eragrostis cilianensis* (zacate amor seco pegajoso) y *Enneapogon desvauxii* (zacate ladera), se tomaron en el mes de octubre de 2014, en un predio ubicado en el Ejido Roma-Texas, a una altitud de 1192 m.
- Las muestras de alfalfa, avena, triticale y rastrojo de maíz fueron tomadas de pacas henificadas, producidas en el rancho El Carmen propiedad de URUZA.

Para todo el material colectado, se creó una muestra compuesta que se redujo a 500 g de material húmedo por porciones para ser analizadas; luego fueron secadas a 65° C hasta peso constante en una estufa con circulación forzada de aire durante al menos 24 horas, y molidas en un molino de martillos Thomas Willey® hasta pasar por un tamiz de 1 mm; se preservaron adecuadamente en bolsas de papel del número 8, en un lugar fresco y seco hasta su análisis posterior.

El análisis químico y contenido de nutrientes de las muestras fue llevado a cabo por el laboratorio AGRO LAB MÉXICO, ubicado en la ciudad de Gómez Palacio, Durango.

La determinación de la digestibilidad *in vitro* mediante técnica de producción de gas, basada en Menke *et al.* (1979) y Theodorou *et al.* (1994), fue realizada en el Laboratorio de Nutrición Animal, perteneciente al Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de componentes principales en la agrupación similar de las diferentes características bromatológicas de 14 especies forrajeras mostro en todas las especies forrajeras que el 97% de la variabilidad es explicada en 3 componentes, donde el primer componente contrasta el grupo de especies forrajeras con nutrientes energéticos y a los forrajes fibrosos. Así de la misma forma el segundo componente establece la comparación de la proteína de los forrajes en oposición a carbohidratos no fibrosos. Para el tercer componente agrupa a todas aquellas especies energéticas y fibrosas en oposición con forrajes considerando la digestibilidad y cenizas.

Las asociaciones agrupadas descritas anteriormente se observa en el análisis de conglomerados jerárquicos que es mostrado en el dendograma de la Figura 1, donde se considera 5 grupos con una similaridad del 65 a 96 % entre ellos. El análisis de componentes principales proporciona una guía donde se describen tres grupos de nutrientes que se asocian en las 14 especies forrajeras destacando los grupos de nutrientes más similares de la forma siguiente:

Grupo A. incluye las especies forrajeras en base a proteína total.

Grupo B. agrupa las especies en base a digestibilidad y cenizas.

Grupo C y D. se incluye el criterio de similitud en base a las diferentes formas de expresar el contenido energético.

Grupo E. el criterio más predominante es el contenido de fibra.

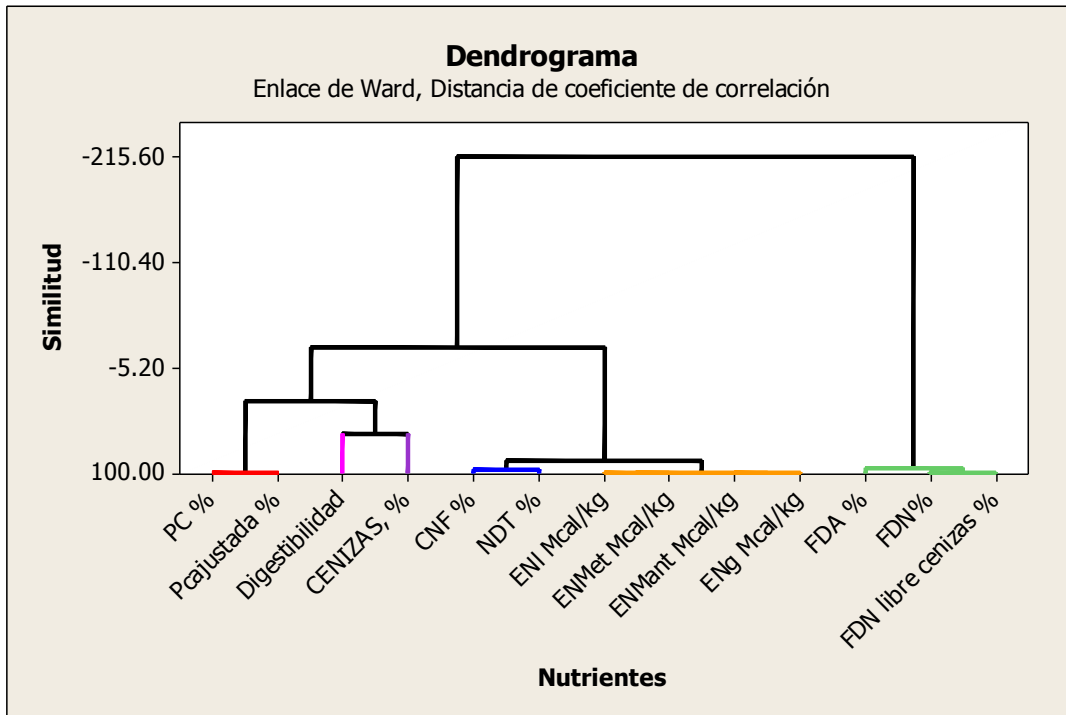


Figura 1. Conglomerados jerárquicos de las especies analizadas.

Al determinar la similitud de grupos por especies forrajeras se establecen 6 grupos como es mostrado en la figura 2.

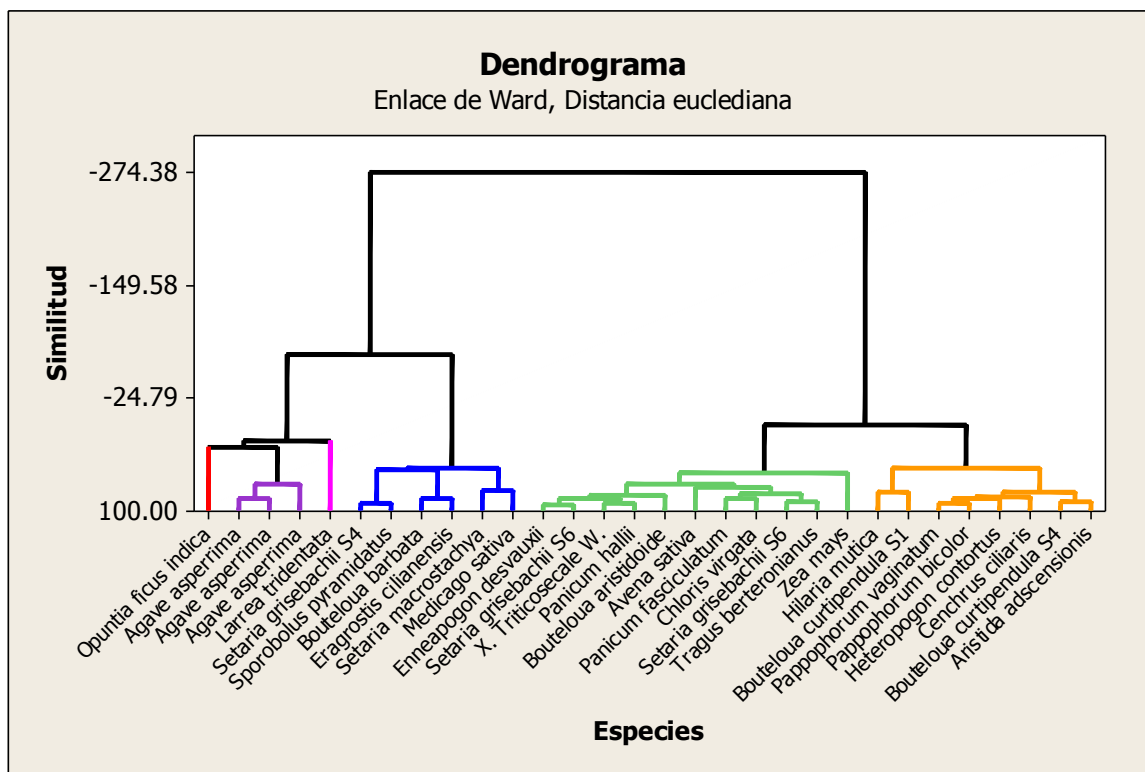


Figura 2. Similitud de grupos por especies forrajeras.

El Cuadro 1 muestra los niveles de probabilidad que diferencian por su composición nutricional a los 4 grupos determinados anteriormente y que incluyen a las 30 especies forrajeras en este estudio, destacando que el nutriente ceniza y la digestibilidad muestran una alta similitud ($P > 0.05$) en todas las especies, Sin embargo, los demás nutrientes permiten definir grupos de especies forrajeras por sus diferencias ($P < 0.05$). En base al criterio diferencia entre grupos así como similitud dentro de los mismos y a los resultados de componentes principales y conglomerados jerárquicos se conformaron 4 grupos con un rango de similaridad de 60 al 96% que se estructurados como se describe en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Nivel de probabilidad de significancia de características bromatológicas de diversas especies forrajeras agrupadas por características bromatológicas similares.

Característica bromatológica (% de la MS)	Grupos
Materia seca (MS)	0.0079
Ceniza (%)	0.5115
Proteína Cruda (%)	0.0001
Proteína Cruda Ajustada (%)	0.0001
Fibra Detergente Acido (%)	0.0001
Fibra Detergente Neutro (%)	0.0001
Fibra Detergente Neutro corregida por cenizas (%)	0.0001
Carbohidratos no fibrosos (%)	0.0001
Nutrientes Digestibles Totales (%)	0.0001

Energía Neta de Lactación (kcal/kg)	0.0001
Energía Neta de Mantenimiento (kcal/kg)	0.0001
Energía Neta de Ganancia de peso (kcal/kg)	0.0001
Energía Metabolizable (kcal/kg)	0.0001
% de Digestibilidad	0.4183

Cuadro 2. Características bromatológicas por grupos.

Característica bromatológica (% de la MS)	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Materia seca (MS)	91.54±0.57 ^a	90.46±0.41 ^b	91.29±0.15 ^a	91.95±0.11 ^a
Cenizas (%)	12.52±2.92 ^a	11.40±1.15 ^a	10.82±0.48 ^a	9.84±0.75 ^a
Proteína Cruda (%)	8.68±2.60 ^{bc}	16.59±1.20 ^a	10.13±0.54 ^b	6.95±0.30 ^c
Proteína Cruda Ajustada (%)	8.68±2.60 ^{bc}	16.59±1.20 ^a	10.13±0.54 ^b	6.95±0.30 ^c
Fibra Detergente Acido (%)	22.55±2.40 ^d	36.26±1.07 ^c	45.62±1.04 ^b	50.55±1.16 ^a
Fibra Detergente Neutro (%)	29.01±3.84 ^d	60.11±3.83 ^c	70.40±1.14 ^b	79.71±1.10 ^a
Fibra Detergente Neutro libre de cenizas (%)	27.20±3.65 ^d	56.49±3.58 ^c	66.52±0.94 ^b	74.95±1.12 ^a
Carbohidratos no fibrosos (%)	49.39±3.46 ^a	13.32±3.34 ^b	10.32±1.40 ^{bc}	6.17±1.07 ^c
Nutrientes Digestibles Totales (%)	67.33±1.86 ^a	56.33±1.09 ^b	52.24±0.56 ^c	49.38±0.62 ^d
Energía Neta de Lactación (kcal/kg)	1.47±0.04 ^a	1.32±0.02 ^b	1.14±0.01 ^c	1.03±0.02 ^d
Energía Neta de Mantenimiento (kcal/kg)	1.56±0.07 ^a	1.29±0.03 ^b	1.05±0.02 ^c	0.89±0.03 ^d
Energía Neta de Ganancia de peso (kcal/kg)	0.96±0.06 ^a	0.72±0.03 ^b	0.50±0.02 ^c	0.35±0.02 ^d
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2.37±0.06 ^a	2.14±0.03 ^b	1.89±0.02 ^c	1.73±0.03 ^d
% de Digestibilidad	45.50±6.32 ^a	46.19±2.80 ^a	43.81±2.33 ^a	39.23±2.57 ^a

Cuadro 3. Composición de especies por cada grupo.

Grupo I	Grupo II
<i>Opuntia ficus indica</i>	<i>Setaria grisebachii</i>
<i>Larrea tridentata</i>	<i>Sporobolus pyramidatus</i>
<i>Agave aspérrima (pulpa)</i>	<i>Setaria macrostachya</i>
<i>Agave aspérrima (fibra)</i>	<i>Medicago sativa</i>
<i>Agave aspérrima (planta completa)</i>	<i>Bouteloua barbata</i>
	<i>Eragrostis cilianensis</i>
Grupo III	Grupo IV
<i>Enneapogon desvauxii</i>	<i>Hilaria mutica</i>
<i>Zea mays</i>	<i>Pappophorum vaginatum</i>
<i>Avena sativa</i>	<i>Pappophorum bicolor</i>

<i>X. Triticosecale</i> W.	<i>Bouteloua curtipendula</i>
<i>Panicum fasciculatum</i>	<i>Cenchrus ciliaris</i>
<i>Setaria grisebachii</i>	<i>Bouteloua aristidoide</i>
<i>Chloris virgata</i>	<i>Bouteloua curtipendula</i>
<i>Setaria grisebachii</i>	<i>Heteropogon contortus</i>
<i>Panicum hallii</i>	<i>Aristida adscensionis</i>
<i>Tragus berteronianus</i>	

CONCLUSIONES

La evaluación de la composición química y digestibilidad *in vitro* de los forrajes estudiados contribuye a su mejor empleo para proponer programas de alimentación de rumiantes y manejo del agostadero tomando en cuenta los requerimientos nutritivos que demande la especie de interés.

LITERATURA CITADA

Carrete C., F. C. 2007. Apuntes de Administración de los Recursos Forrajeros y Alimentos. Universidad Juárez del Estado de Durango. FMVyZ. Durango, Durango. Recuperado el 7 de octubre de 2014 de: <http://www.fmvz.ujed.mx/carpeta/manuales%20de%20los%20modulos/Admon%20Rec.%20Forrajeros.pdf>

González R., M., Resillez P., A. A. Pedraza O., R. M., Martínez S., S. J. 2013. Validación de heces ovinas con la técnica de gas *in vitro* para valorar alimentos destinados a rumiantes. Revista Cubana de Producción Animal. Volumen 25, Número 1.

Martínez S., S. J.; Pedraza O., R. M.; Guevara V, G. F.; González P., C. E.; León G., M. 2009. Ordenamiento de 13 forrajes según su producción acumulada de gas *in vitro* con heces bovinas depuestas como inóculo. Revista Cubana de Producción Animal. Volumen 20, Número 1. Págs. 21-24.

Menke, K. H., L., Raab, A., Salewski, H., Steingass, D. Fritz, and W. Schneider 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agric. Sci. (Camb.) 92: 217 -222.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B., McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197.

Potencial de engorda cabra (*Dalea bicolor*) para la alimentación de rumiantes en agostadero en la región del altiplano zacatecano

Hernández-Saucedo, Fernando

Universidad Autónoma Chapingo Unidad Regional Universitaria Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo.

fer_nando1234@yahoo.com.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es dar a conocer la importancia para la alimentación de rumiantes en agostadero en la región del altiplano zacatecano de la planta forrajera engorda cabra (*Dalea bicolor*) también conocida como Ramoncillo, o Escobilla, es una [especie](#) de [planta herbácea](#) perteneciente a la familia de las leguminosas, en su estado adulto son arbustos altos que se distribuye desde Chihuahua, Coahuila en el norte, hasta México y Puebla en el sur. Se encuentra principalmente en el Altiplano Zacatecano en altitudes que varían de 800 a 2800 m y está presente en diversos tipos de vegetación como son pastizales, encinar arbustivo, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule y matorral desértico micrófilo. La importancia de esta planta radica en su consumo como forraje ya que contiene un promedio de 15.26% de proteína total con un valor de digestibilidad de 65%. En cuanto a la producción de materia seca, se han encontrado valores de hasta 4.1 ton ha⁻¹, producción que equivale a sostener 0.88 unidades animal ha⁻¹. Debido a estos atributos, se le considera una especie de zonas áridas con potencial forrajero de suma importancia como alimento para animales en pastoreo.

Palabras clave: *Dalea bicolor*, forraje, alimentación, digestibilidad, producción.

Potencial de Aprovechamiento del Gabazo de Maguey mezcalero (*Agave spp.*) como sustrato en cultivos sin suelo

Luján-Adame, Samantha Stfany¹

¹Estudiante de Ingeniería en Sistemas Pecuarios de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. UACH. Bermejillo, Dgo. México. C. P. 35230.

RESUMEN

El Agave es una especie nativa de México que cuenta con un sinnúmero de usos entre ellos su explotación en la elaboración de mezcal, lo cual se considera actividad cultural. La familia de los agaves se extiende en América desde los Estados Unidos, hasta Bolivia y Paraguay, en el país se cuenta con 205 especies de las cuales 151 son endémicas, los estados con mayor diversidad de especies son Oaxaca, Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango y Jalisco. En el municipio de Nombre de Dios, Dgo., diariamente se obtienen grandes cantidades de gabazo, resultado de las vinatas tradicionales y de la empresa procesadora de mezcal “El Gran Baluarte”, dichos residuos no tienen uso alguno. Por lo cual, El objetivo de este trabajo es hacer del conocimiento público el potencial de uso que del gabazo obtenido de estas, como sustrato. Mediante la revisión de literatura, se obtuvo como resultado que existen diversos trabajos que demuestran el éxito del uso del gabazo como sustrato, un ejemplo de ello fue su uso en producción de melón, donde se obtuvo la mayor producción con el uso de gabazo de maguey mezcalero como sustrato en forma pura, comparado con vermiculita pura y mezclas de estos dos compuestos.

Palabras Clave: Agave, Mezcal, Bagazo, Sustrato, Nombre De Dios.

Diversidad de micorrizas arbusculares asociadas a *Fouquieria columnaris* (Kellogg) *Kellogg ex Curran*, en la Sierra Tordilla, Sonora

García-Saldaña, Luis Carlos ^{1*}, Blando-Navarrete, José Luis¹, Torres-Aquino, Margarita²
Méndez-Cortés, Heriberto ³

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACh, Carretera Gómez Palacio- Cd. Juárez, km 40. Bermejillo, Durango, México, C.P.35 230. *Email: luis.garcia.sal@hotmail.com

²Campus San Luis Potosí, CP, Salinas de Hidalgo, S.L.P.

³Facultad de Agronomía y Veterinaria, UASLP, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

RESUMEN

El cirio (*Fouquieria columnaris*) es una planta endémica de las zonas áridas de México, notoria por su apariencia, forma de crecimiento, longevidad, hábitat y asociación con micorrizas arbusculares. El estudio de la diversidad micorrízica es fundamental para el conocimiento de la ecología, fisiología y morfología de las diferentes especies vegetales, por ello surge el interés de la identificación de estos hongos, en donde se seleccionaron 10 sitios al azar siguiendo un gradiente altitudinal (50, 150, 250 y 350 msnm), con diferentes clases con respecto a la altura, tomando como base a la moda. En cada sitio se tomaron muestras de suelo y raíz a una profundidad de 0 a 30 centímetros. Se extrajeron las esporas del suelo, contabilizándolas, luego montadas en lamillas semipermanentes para su identificación. Se registraron datos de los sitios muestreados; coordenadas, altitud, pendiente, porcentaje de cobertura del suelo, especies acompañantes y número de cirios. Se identificaron 6 taxas, de los cuales 1 corresponde al género *Acaulospora*, 1 a *Claroideoglosum*, 1 a *Glomus*, 2 a *Rhizoglosum* y 1 a *Septoglosum*. La longevidad y forma de crecimiento del cirio pueden estar relacionadas con la presencia de micorrizas arbusculares debido a las condiciones de su hábitat.

Palabras clave: Diversidad, micorrizas, cirio y Sonora.

ABSTRACT

The cirio (*Fouquieria columnaris*) is an endemic plant of the arid areas of México, notorious for its appearance, form of growth, longevity, habitat and association with arbuscular mycorrhizae. The study of mycorrhizal diversity is fundamental to the knowledge of ecology, physiology and morphology of different plant species, so the interest in the identification of these fungi, with 10 randomly selected sites along an elevational gradient arises (50 150, 250 and 350 msnm), with different classes with respect to height, based on fashion. At each site soil and root samples at a depth of 0 to 30 cm they were taken. Spores land, account for them, then mounted on semipermanent slides for identification. Data of the sampled sites were recorded; coordinates, altitude, slope, land cover percentage, species and number of cirios. Six taxa were identified, of which 1 corresponds to *Acaulospora* gender, 1 to *Claroideoglosum*, 1 to *Glomus*, 2 to *Rhizoglosum* and 1 to *Septoglosum*. Longevity and growth form of the cirio may be related to the presence of arbuscular mycorrhizae because the conditions of its habitat.

Keywords: Diversity, mycorrhizae, cirio and Sonora.

INTRODUCCIÓN

El Desierto Sonorense se ubica de los 25°N a los 35°N en el sureste de California y suroeste de Arizona, en los Estados Unidos de Norteamérica, y en la mitad oeste de Sonora, en Baja California y Baja California Sur, México (Turner y Brown 1994, citados por Morzaria y Barocio, s.f.). Las comunidades vegetales del Desierto Sonorense son diversas y ricas en especies, y se distinguen de las de otros desiertos de Norteamérica por sus elementos arbóreos; cactáceas y plantas suculentas (Turner y Brown, 1994 Delgadillo, 1998 citados por Morzaria y Barocio, s.f).

En este gran desierto destaca la planta cirio (*Fouquieria columnaris*), la cual es una planta endémica de México, habitante de varias regiones; El Valle de los Cirios en Baja California, el Desierto del Vizcaíno en Baja California Sur, en la Sierra Bacha, Punta Cirio y Sierra Tordilla en Sonora, esta última representando el área de estudio (CONABIO y CONANP, 2009).

La Sierra Tordilla tiene una orientación NO-SE. Y un gradiente altitudinal de 50-560 msnm. Se localiza al NNO de la población de Desemboque, Mpio. de Pitiquito, Sonora. El clima es Seco muy seco semicálido con lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2, con oscilación térmica muy extremosa, la fórmula climática es [BWhw (x´) (e´)]. En cuanto temperatura el mes más frío es enero con 11.9°C y el mes más caliente es agosto con 28.9°C. En cuanto a precipitación el mes más lluvioso es octubre con 14.2 mm y los meses menos lluviosos son abril y junio con 0.2 mm. La sierra geológicamente está formada por rocas ígneas intrusivas ácidas del Cretácico, ricas en SiO₂ del tipo de los granitos, asociadas con rocas ígneas extrusivas ácidas del Terciario del tipo de las riolitas. En la parte baja de la sierra encontramos conglomerados sedimentarios del Cuaternario. Los suelos presentes en la sierra son; Leptosol éútrico; suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de un 80% de su volumen ocupado por piedra o gravas muy susceptibles a la erosión, asociados con Regosoles éútricos y calcáricos que son suelos pedregosos de color claro, en general muy parecidos a la roca que les dio origen, saturado de Ca, y con más de 2% de carbonato de calcio, respectivamente. La vegetación en la parte baja de la sierra está caracterizada por Matorral Crasicaule integrado por cactáceas columnares; sahuaro (*Carnegia gigantea*), órganos, candelabros y cardones (*Lemaireocereus* spp). De la parte media hacia arriba por Matorral Sarcocaula; integrado por cirio (*Fouquieria columnaris*), torote blanco (*Bursera odorata*), torote rojo (*Bursera microphylla*), cholla (*Opuntia cholla*), cenizo (*Enceli farinosa*), palo verde (*Cercidium floridum*) (INEGI, 1989).

Dentro de las características morfológicas del cirio; tiene tronco principal recto, a veces se bifurca, llega a medir hasta 20 m de altura y 24 cm de grueso. La superficie del tronco está cubierta por ramillas muy delgadas y espinosas que crecen en espiral. La corteza del tronco es sumamente suculenta está cubierta con una gruesa capa de tejido verde (clorénquima) y la epidermis es delgada. Las ramillas que cubren el tronco tienen dos tipos de hojas: las comunes, típicas, simples, verde azulosas y pequeñas (de 1.5 a 4 cm), nacen en grupos de dos a seis en las axilas de las espinas y son efímeras. El otro tipo de hojas se encuentra solo unos pocos días del verano, son altamente especializadas y en su madurez se transforman en espinas grandes. Las flores del cirio son de color amarillo cremoso, aparecen en verano y otoño formando racimos de hasta 50 cm de largo en las puntas de los tallos primarios (CONABIO y CONANP, 2009). La

longevidad del cirio es variable reportándose una edad entre 500 a 700 años (Humphery, 2001, citado por, Bashan et al., 2007). Asimismo, el cirio está asociado a una gran diversidad de micorrizas arbusculares.

En los ambientes áridos la asociación micorrízica es crucial para la supervivencia de las plantas (Beena *et al.*, 2000; Stutz *et al.*, 2000), debido a que incrementa la absorción de nutrientes (principalmente fósforo), mejora la estructura del suelo, potencializan la capacidad para que las plantas sobrevivan en ambientes con características adversas, mejora las relaciones hídricas y brinda protección contra agentes patógenos.

Bashan et al. (2007) en su estudio en la Península de Baja California menciona que el cirio está asociado a 23 especies de micorrizas pertenecientes a las familias; Glomeraceae, Gigasporaceae, Entrophosporaceae, Pacisporaceae, Paraglomeraceae y Archaeosporaceae, la primera familia con el mayor número de especies. Por otro lado Gutiérrez (2001) en su estudio en Punta de cirio observó cinco morfoespecies diferentes de micorrizas correspondientes a los géneros *Glomus spp.* y *Sclerocystis sp.*

Se han descrito aproximadamente 200 especies de micorrizas arbusculares. Se considera que la diversificación de las 300 mil especies vegetales existentes hoy en día, fue de manera simultánea con sus asociados fúngicos (Montaño et al., 2008).

El conocimiento de la diversidad micorrízica es esencial para proponer alternativas futuras de rehabilitación, especialmente en zonas donde no se han realizado estudios de este tipo como lo es la Sierra Tordilla, Sonora, por lo anterior el presente estudio se basó en la identificación de los hongos micorrízicos arbusculares asociados al cirio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se realizó en dos fases: Campo y Laboratorio. La fase de campo se llevó a cabo en la Sierra Tordilla, Son. , y la fase de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Microbiología del Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí y en el Laboratorio Bromatología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

En campo se seleccionaron 10 sitios al azar siguiendo un gradiente altitudinal (50, 150, 250 y 350 msnm), en cada uno se definieron aleatoriamente 5 parcelas de 20 por 50 m. Se establecieron clases de plantas de cirio en base a la altura a partir de 0 a 1 metro. De acuerdo a la moda de la clase que se encontró en cada parcela se tomaron muestras compuestas de suelo en base a los 4 puntos cardinales (400 g), a una profundidad de 0 a 30 cm de la base de la planta, fig. 1. Se registraron datos de los sitios muestreados; coordenadas, altitud, pendiente, porcentaje de cobertura del suelo, especies acompañantes y número de cirios.



Figura 1. Muestreo de suelo.

Cuantificación de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA)

Se realizó la extracción de las esporas mediante el método de tamizado y decantación (Gerdemann y Nicolson, 1963). Se hizo una suspensión con 100 g de suelo y 2000 ml de agua, se agitó mecánicamente durante 5 minutos y se dejó reposar tres minutos, se pasó la suspensión a través de una serie de tamices de 500 a 44 micras y se lavó con abundantemente agua, fig. 2, se agregó agua al decantado y se repitieron los pasos anteriores dos veces, la fracción obtenida en los tamices se filtró y se depositó en un papel filtro cuadrículado para su cuantificación, el número de esporas se obtuvo contando la cantidad de éstas en el papel filtro con ayuda de un microscopio estereoscopio, fig.3.



Figura 2. Suspensión a través de tamices.



Figura 3. Conteo de esporas.

Identificación taxonómica de esporas

Se empleó el método de tamizado húmedo y decantación propuesto por Gerdemann y Nicholson, (1963) y el gradiente de centrifugación con sacarosa de Daniels y Skipper (1982) para la extracción de esporas, figs. 4 y 5.



Figura 4. Obtención de la fracción de suelo.



Figura 5. Equilibrio de tubos Falcón para centrifugar.

Con ayuda del microscopio estereoscopio y pipeta automática las esporas se montaron en laminillas, en reactivo PVLG (Alcohol polivinílico-Ácido láctico-Glicerol) y Melzer más PVLG, fig. 6.



Figura 6. Montaje de esporas en laminillas.

Las laminillas con esporas se observaron al microscopio óptico y en base literatura especializada se identificaron las morfoespecies de HMA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestra la ubicación geográfica de los diez sitios donde se realizó el muestreo de *Fouquieria columnaris*, así como la altura sobre el nivel del mar, su pendiente, número de cirios, clase en base a la altura de la planta, cobertura del suelo y especies acompañantes. Con respecto a la altitud, esta varía entre sitios de muestreo (50 a 222), las plantas de cirio se encontraron en pendientes superiores al 60%, en dos de los sitios se contabilizaron 44 cirios representando la mayor cantidad de individuos registrada, la clase en base a la altura de la planta con mayor presencia fue la que va de los 3 a 4 m, con

respecto a la cobertura de suelo y especies acompañantes estas son similares en la mayoría de los sitios, presentando diferencias mínimas.

Tabla 1. Características y datos de los sitios muestreados en campo

Sitio	Coordenadas	Altura (msnm)	Pendiente (%)	No. de cirios	Clase en base a la altura de la planta	Cobertura del suelo % (Suelo, gravas, rocas, materia vegetal y hojarasca)	Especies acompañantes
1	N 29° 35' 44.9" W 112° 27' 50.3"	135	60	44	(4-5)	20, 30, 30, 10, y 10	Torote, palo verde y candelabro
2	N 29° 35' 29.3" W 112° 27' 39.7"	222	70	28	(2-3)	30, 20, 35, 10 y 5	Torote, choya, sahuaro, ocotillo, maguey y candelabro
3	N 29° 35' 25.5" W 112° 27' 42.8"	167	70	27	(3-4)	25, 20, 40, 10 y 5	Candelabro, choya, ocotillo, biznaga, torote y palo verde
4	N 29° 25' 26" W 112° 27' 49.3"	118	80	44	(5-6)	20, 20, 40, 10 y 10	Torote, sahuaro, candelabro, chamizo y ocotillo
5	N 29° 35' 24.8" W 112° 27' 53.7"	90	70	28	(3-4)	15, 20, 45, 15 y 5	Torote, palo verde, sahuaro, candelabro, agave, cenicilla, ocotillo y viznaga
6	N 29° 35' 5.8" W 112° 27' 33"	89	90	25	(1-2)	15, 30, 40, 10 y 5	Torote, palo verde, candelabro, sahuaro y choya
7	N 29° 35' 4.2" W 112° 27' 34.5"	100	90	22	(5-6)	20, 30, 40, 5 y 5	Ocotillo, torote, sahuaro, paloverde, choya, maguey y biznaga
8	N 29° 35' 3.5" W 112° 27' 35.2"	104	95	16	(0-1)	20, 30, 30, 10 y 10	Agave, ocotillo, torote, choya y cenizo
9	N 29° 34' 53.1" W 112° 27' 11.7"	75	90	20	(3-4)	5, 30, 50, 10 y 5	Torote, palo verde, sahuaro, maguey y choya
10	N 29° 34' 50.8" W 112° 27' 18.2"	50	60	37	(0-1)	10, 30, 50, 5 y 5	Choya, torote, sahuaro, candelabro, ocotillo y viznaga

En la Figura 7, se muestra el número de esporas por 100 g de suelo seco en cada uno de los sitios muestreados, el sitio donde se registró el menor número fue el 8 y el más alto el 10, con 63 y 531 esporas, respectivamente. Bashan *et al.* (2007) reportan de 200 a 700 esporas por 100 g de suelo en la asociación con *Fouquieria columnaris*. Además, se ha reportado que en áreas desérticas, el potencial de inóculo de HMA es bajo y que este inóculo consta relativamente de mayor cantidad de fragmentos hifales que de esporas (Bashan et al.,2000). Sin embargo, también se ha reportado que en zonas áridas la esporulación

de los HMA es muy variable (Braunberger *et al.*, 1994; Jasper *et al.*, 1993). Se ha mencionado que la variación de la capacidad de esporulación de los hongos, no sólo depende del hospedante al que los HMA se encuentran asociados sino también, esta característica es modificada por la presencia de lluvias o períodos de sequía (Lara, 1987).

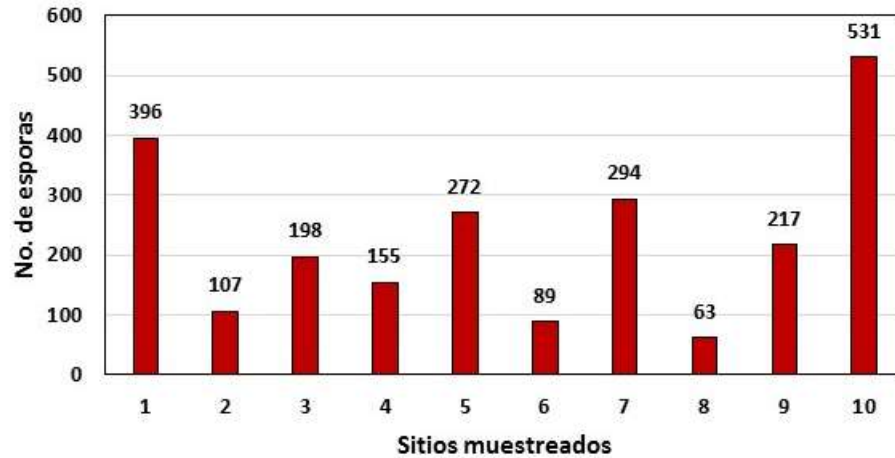


Figura 7. Cantidad de esporas de HMA en 100 g de suelo seco en los diferentes sitios de muestreo.

Se identificaron 6 morfoespecies: *Acaulospora sp.*, *Claroideogloium etunicatum* (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler, *Glomus microcarpum* Tul. & C. Tul., *Rhizogloium microaggregatum* (Koske, Gemma & P.D. Olexia) Sieverd., G.A. Silva & Oehl, *Rhizogloium sp.* y *Septogloium deserticola* (Trappe, Bloss & J.A. Menge) G.A. Silva, Oehl & Sieverd, figs. 7 a 11. La presencia de morfoespecies de hongos arbusculares en la rizósfera de cirio, nos podría indicar que la simbiosis micorrízica puede ser una de las estrategias de adaptación para el establecimiento y desarrollo de esta planta, bajo las difíciles condiciones edáficas y ambientales que imperan en la Sierra Tordilla, Sonora.



Figura 8. *Acaulospora sp.*

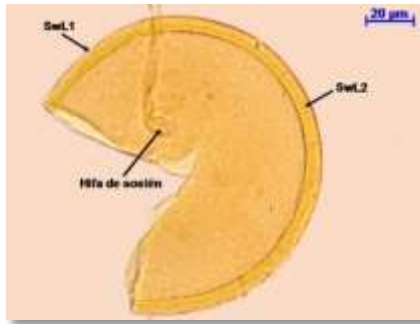


Figura 9. Claroideoglossum etunicatum

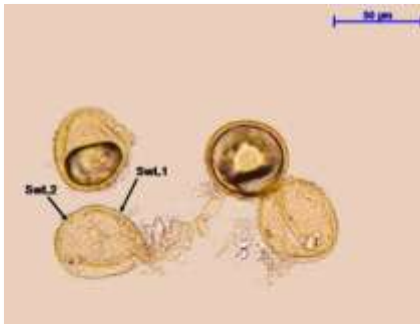


Figura 10. Glomus microcarpum.

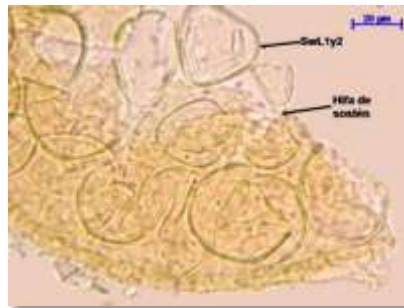


Figura 11. Rhizoglossum microaggregatum

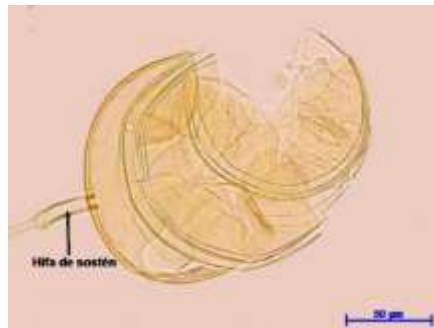


Figura 12. Rhizoglossum sp.

LITERATURA CITADA

Bashan Y., E.A Davis, A Carrillo-Garcia y RG Linderman. 2000. Assessment of VA mycorrhizal inoculum potential in relation to the establishment of cactus seedlings under mesquite nurse-trees in the Sonoran Desert. *Appl. Soil. Ecol.* 14:165-175.

Bashan, Y., Khaosaad, T., Salazar, B. G., Ocampo, J. A., Wiemken, A., Oehl, F. y Horst Vierheilig. 2007. *Mycorrhizal characterization of the boojum tree, Fouquieria columnaris, an endemic ancient tree from the Baja California Peninsula, Mexico.* Recuperado el 27 de Septiembre de 2015, de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00468-007-0126-2>

Beena K R, N S Raviraja, A B Arun, K R Sridhar. 2000. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi on the coastal sand dunes of the west coast of India. *Curr. Sci.* 79:1459-1466.

Braunberger PG, LK Abbott y AD Robson. 1994. The effect of rain in the dry season on the formation of vesicular-arbuscular mycorrhizas in the growing season of annual clover-based pastures. *New Phytologist* 127: 107-114.

CONABIO-CONANP. 2009. Cirio (*Fouquieria columnaris*). Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, D.F. Compilado por Elizabeth Torres Bahena. Revisado por Carlos Galindo Leal. Junio 2009. Diseño: Astrid Domínguez Guerrero.

Daniels, B.A., H.D. Skipper, 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In: Schenck, N.C. (ed.), *Methods and principles of mycorrhizal research.* American Phytopathological Society, St. Paul. pp. 29–35.

Gerdemann, J.W., T.H. Nicolson, 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society* 46:235–244.

Gutiérrez R., O.G. 2001. *HÁBITAT, MIROORGANISMOS ASOCIADOS Y VARIABILIDAD GENÉTICA DE Fouquieria columnaris PRESENTE EN PUNTA DE CIRIO, SONORA.* Hermosillo, Sonora, México: Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1989). *Atlas de Medio Físico.* México.

Jasper DA; LK Abbott and AD Robson. 1993. The survival of infective hyphae of vesiculararbuscular mycorrhizal fungi in dry soil: an interaction with sporulation. *New Phytologist* 124:473-479.

Lara F.V. 1987. Estudio de la endomicorriza (V-A) en los agroecosistemas de las zonas áridas y semiáridas del Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México. DF.

Morzaria, L. H.N. y Barocio, L.S.A. (s.f.). Vegetación terrestre. Recuperado el 19 de Septiembre, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/546/cap8.pdf>

Stutz J C, R Copeman, C A Martin, J B Morton (2000) Patterns of species composition and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in arid regions of southwestern North America and Namibia, Africa. *Can. J. Bot.* 78:237–245.

***Tecoma stans* una planta del semidesierto para combatir la diabetes mellitus**

Ortega-Sánchez, José Luis^{1*}; Martínez- Romero, Aurora²; Alba-Romero, Jesús²;
Hernández-Salgado, José Ramón¹

¹Universidad Autónoma Chapingo Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Dgo. C.P. 35230, México. ²División de estudios de posgrado e investigación. Facultad de Ciencias Químicas. Unidad Gómez Palacio. Universidad Juárez del estado de Durango.

*Autor por Correspondencia: joeortega11@ hotmail.com

RESUMEN

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth (1819) Se conoce popularmente con el nombre de Tronadora, Saúco amarillo, Retama, flor o hierba de san Pedro, es un arbusto perennifolio ampliamente distribuido en casi toda la república mexicana, es originario de México, se extiende desde el sur de Florida, Texas y Arizona (Estados Unidos), a través de todo México y Centroamérica hasta el norte de Venezuela y a lo largo de los Andes hasta el norte de Argentina, es una planta aromatizante que resiste la sequía, desde el punto de vista medicinal se reportan 56 componentes químicos y 54 usos diferentes dentro de los cuales destaca su efecto hipoglucemiante. La diabetes mellitus (DM) constituye uno de los problemas de salud pública con más relevancia en el mundo debido a sus complicaciones a largo plazo que repercuten en la mortalidad. Actualmente, afecta a 366 millones de personas en todo el mundo, con mayor prevalencia en países en vías de desarrollo. La hiperglucemia crónica de la diabetes está asociada con daño a largo plazo, disfunción e insuficiencia de varios órganos, especialmente ojos, riñones, nervios y vasos sanguíneos, por su bajo costo y fácil adquisición el uso de *Tecoma stans* representa una opción para el tratamiento de la diabetes.

Palabras clave: *Tecoma stans*, tronadora, diabetes, hiperglucemia

Análisis de expresión de genes SPL4, SPL5, SPL10, SPL11 y SPL13 regulados por miR156 en embriones de Arabidopsis thaliana

¹ Martín-Gutierrez, Andrea; ¹ Machado-Martínez, Adriana Fernanda; ² Armenta-Medina, Alma

¹ Universidad Politécnica de Gómez Palacio, ² CINVESTAV

anding_16@hotmail.com

RESUMEN

Arabidopsis thaliana es una planta muy utilizada en los laboratorios científicos ya que en los últimos años ha sido muy estudiada y por ende se tienen identificados la mayoría de los genes y la función de estos en ella, pero en la actualidad aún se desconoce en la embriogénesis si la expresión de genes (squamosa protein) SPL4, SPL5, SPL10, SPL11 y SPL13 son regulados por miR156, así mismo no se sabe si se expresa en embriones de Arabidopsis thaliana por lo tanto se ignora la función que realiza, y a consecuencia se desconoce el programa genético completo del desarrollo del embrión y consecutivamente el programa del desarrollo de la semilla por lo que en este proyecto se pretendió analizar la expresión de genes SPL regulados por miR156 en embriones de Arabidopsis thaliana ya que anteriormente se han analizado pero en la fase vegetativa y no en el embrión. Los resultados se obtuvieron en presencia de la técnica histoquímica de tinción de GUS al observar las fases del desarrollo del embrión por medio de la comparación de dos plantas de Arabidopsis thaliana (una mutada en el sitio de corte), al realizar esta técnica se indicó en el embrión la localización de la actividad génica en presencia de la expresión de genes SPL10 Y SPL11 regulados por miR156 en embriones de Arabidopsis thaliana, ya que se indicó que SPL4, SPL5 y SPL13 no se expresó. Al conocerse las respuestas a estas interrogativas se pretende contribuir a la ciencia para que sea más completo este modelo genético y conocer más acerca del desarrollo de la semilla para posteriormente obtener una mayor producción y obtener otros beneficios de esta planta.

Palabras clave: Embriogenesis, mutaciones, semillas, tinción de GUS, actividad génica, tinción histoquímica.

Uso etnobotánico de la flora del municipio de Mazapil, Zacatecas

Jimenez, R.B¹; Gutiérrez, L.R^{2*}; Reveles, H.M²; Cid, J.A²; Echavarría, Ch.F.G²

Lic. Biología-UAB-UAZ¹, CEZAC-CIRNOC-INIFAP². Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. Tel. 018000882222 Ext. 82318.
CENID-RASPA-INIFAP³

gutierrez.ramon@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es rescatar el conocimiento que los habitantes del municipio de Mazapil, Zacatecas tienen sobre el uso de las plantas de la región. Se establece como hipótesis de los habitantes de Mazapil, Zacatecas, poseen conocimiento útiles acerca del uso de las plantas de su región que son utilizados con diferentes fines. El área de estudio, corresponde al municipio de Mazapil Zac., se colectan datos a través de una encuesta dirigida, a personas adultas (salvo una encuesta, realizada a una ama de casa de 16 años) de ambos sexos, se procedió a un entrevista; en la cual se entrevistaron hasta la fecha a 19 personas, y de la colecta de plantas previamente identificadas se procedió a exponerlas a las personas para que indicaran si conocían a las mismas además de mencionaran los usos que les daban tanto para fines de fibra, medicamento o alimento. Resultados, de las personas encuestadas 89.48% identificó como mínimo 13 de 50 plantas de utilidad medicinal. Solo los mayores de 60 años identificaron la planta y el uso que se les daba.

Palabras clave: Zonas áridas, vegetación nativa, etnobotánica.

INTRODUCCIÓN

El hombre como parte del producto de la Naturaleza, depende de ella irremediablemente. Los productos que requiere para su subsistencia constituyen sus recursos naturales. Aire, suelo, agua, rocas, plantas y animales son los recursos naturales básicos, no sólo para la vida del hombre, si no para todo ser viviente de nuestro planeta (Gómez-Pompa, 1985).

La recolección de las plantas y la domesticación de animales se remontan a nuestros antepasados y sus actividades y observaciones sobre los recursos faunísticos salvajes. La importancia de esto es que en la actualidad no contamos con la cultura de un aprovechamiento sostenible ya que tomamos los recursos sin importarnos que sea renovable o no, aunque este término está mal usado ya que en especies animales o en vegetales dejaría de ser renovable hasta llegar a su extinción.

En la actualidad la etnobotánica, interdisciplina con base en la biología reconoce y estudia, explícitamente, las percepciones, simbolizaciones, saberes y prácticas y, en general, todas las interrelaciones ancestrales y actuales de los pueblos originarios, indígenas, campesinos, pastores y artesanos, con respecto a los animales, las plantas y los hongos, en un contexto cultural, espacial y temporal, y de preferencia bajo un amplio análisis diacrónico. Con el propósito de rescatar el conocimiento ancestral.

En este caso se efectuó un estudio de etnobotánica (relación del hombre con las plantas), en el Municipio de Mazapil, Zacatecas. Para entender y sobre todo rescatar de la población de mayor edad, información de cómo puede ser utilizada la flora con fines industriales, medicinales o alimenticios.

Objetivo

Rescatar el conocimiento que los habitantes del municipio de Mazapil, Zacatecas tienen sobre el uso de las plantas de la región.

Hipotesis

Los habitantes de Mazapil, Zacatecas, poseen conocimiento estratégico acerca del uso de las plantas de su región que son utilizados con diferentes fines.

Metodología

Área de Estudio

El Municipio de Mazapil se ubica entre los paralelos 23° 41' y 25° 04' de latitud norte; los meridianos 101° 11' y 102° 41' de longitud oeste; altitud entre 1 300 y 3 200 m (INEGI 2005). Colindando al norte con el estado de Coahuila de Zaragoza.

El rango de temperatura en esta área es de 12-22°C, con un rango de precipitación de 200-600mm. Con clima seco templado con lluvias en verano (35.6%), semiseco templado con lluvias en verano (29.2%), muy seco semicálido con lluvias en verano (21.8%), seco semicálido con lluvias en verano (12.9%) y semifrío subhúmedo con lluvias escasas todo el año (0.5%) (INEGI 2005). El estudio se realizó en la cuenca Cedros de Mazapil, Zac., (CONAGUA, 2008) (Figura 1).

Vegetación

La vegetación de la región corresponde a matorral, donde las principales especies representativas corresponden a: gobernadora (*Larrea tridentata*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), palma china (*Yucca filifera*), mezquite (*Prosopis* spp), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), pino piñonero (*Pinus pinea*), lechuguilla (*Agave lechugila*), nopal (*Opuntia* spp), biznaga (*Ferocactu latispinus*, *Mannillaria discolor*, *M. elegans*, *M. magnimamma* y *M. spinosissima*), engordacabra (*Dalea bicolor*), hojaseñ (*Cassia fistula*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), mariola (*Parthenium ramosissimum*), maguey (*Agave* spp), huizache (*Acacia* spp), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), gatuño (*Mimosa monancintra*), sotol (*Dasyilirion wheeleri*) y guayule (*Parthenium argentatum*) (Sánchez, 1980) (INEGI, 2005).

Suelos

Los suelos (SEMARNAT 2014), Corresponden a: Rendzina lítica, Castañozem lúvico, Castañozem cálcico, Castañozem cálcico-petrocálcico, Solanchak ortico, Solanchak ortico Petrogypsika, Xerosol cálcico lítica, Xerosol cálcico y Xerosol lúvico



Fig. 1 Cuenca de Mazapil, Zacatecas; Fuente CONAGUA 2008.

Colecta de Datos

A través de una encuesta dirigida, a personas adultas (salvo una encuesta, realizada a una ama de casa de 16 años) de ambos sexos, se procedió a un entrevista; en la cual se entrevistaron hasta la fecha a 19 personas, y de la colecta de plantas previamente identificadas se procedió a exponerlas a las personas para que indicaran si conocían a las mismas además de mencionaran los usos que les daban tanto para fines de fibra, medicamento o alimento.

Resultados

De las personas encuestadas sólo el 10.52% no identificaron ninguna de las plantas que se les mostraron, el 89.48% al menos identificó como mínimo 13 de 50 plantas.

De estas personas que fueron entrevistadas la mayoría son amas de casa y productores, de entre 16 años a 71. Como resultado solo los mayores de 60 años identificaron la planta por nombre común y el uso que se les daba a excepción de dos que tenían la edad de 33 y 36 años.

Esto quiere decir que el conocimiento acerca del uso etnobotánico se ha ido perdiendo conforme las generaciones van avanzando.

Listado de las plantas que tienen uso terapéutico tabla 1

Discusión

El uso etnobotánico de la flora del semiárido Zacatecano (Mazapil, Zac), ha disminuido en virtud de adelantos tecnológicos, que inducen a las personas a depender de productos elaborados por la industria, olvidando el valor que tienen en sus territorios. Aspecto que debido al avance generacional la cultura de uso de sus recursos naturales renovables se está perdiendo.

Tabla 1. Listado de la flora y sus usos terapéuticos

Especies arbustivas

Nombre común	Nombre científico	Enfermedad para que se utiliza	Parte de la planta que se utiliza	Preparación de la planta para su uso	Forma de administrarle al enfermo
Mariola	<i>Parthenium incanum</i>	Malestar estomacal/Deshidratación	Rama (aérea)/tallos	hervida/en agua de uso	té/como agua de uso
hierba del pájaro o chile de pájaro	<i>Lepidium virginicum</i>	Chincual para bebes; bilis (coraje); cólico menstrual	Rama (aérea)	macerada; se hierve	untada; en té
Calabacilla loca	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Lavar ropa	el fruto	macerada	se friega en la ropa
Hojasén	<i>Flourensia cernua</i>	Malestar estomacal	Rama (aérea)	hervida	té en ayunas
árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>	heridas, golpes	aérea/toda	hervida	para lavar las heridas, poner en golpes
sangre de grado	<i>Jatropha dioica</i>	problemas dentales, detiene la caída del cabello	raíz/aéreo	masticarla/hervida	masticarla/lavarce la cabeza
gobernadora	<i>Laerrea tridentata</i>	mal olor de pies, malestar estomacal; riñon; para abrir apetito	aérea	seca y macerada; en agua hervida mojar la ramita tres veces	ponerla en los zapatos; té
ventocidad	<i>Nama parvifolium</i>	mal estomacal/golpes de aire, bronquitis, dolor pulmonar	aérea/raíz	hervida	té
spp 28 hortiguilla	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	enlechado/empachado	aérea	hervida	té en la leche materna
Trompillo		mormado	aérea	hervida	té y en gotas en la nariz
espinosilla		resfriado	aérea	molida	en compresas en pecho y espalda

ACCIONES PARA FORTALECER EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN ZONAS ÁRIDAS

jarilla	<i>Gymnoesperma glutinosum</i>	mal estomacal	aéreo	hervida	té
árnica morada		cancer/piedras en la bilis	aérea	hervida	té
Charníz/arbusto de texas	<i>Iresine leptoclada</i>	tos	fruto		comer el fruto
spp 1 garañona		dolor muscular	aérea	machacada con alcohol	en compresas en el área del dolor
spp 13 oreja de ratón	<i>Coldenia canescens</i>	vómito			té
hierba hedionda		Para la fiebre	toda	hervida	té
ir	Tabla 1. Listado de la flora y sus usos terapéuticos	para aborto, infecciones vaginales	rama y aéreo	hervida	té, se moda un trapo y se introduce dentro de la vagina
hierba del gato	Sin identificar	susto viejo	rama	hervida	té por nueve días
rosa de castilla o alejandría	Sin identificar	bilis	rama	hervida, solo pequeños pedacitos ya que su sabor es amargo	té en ayunas por nueve días
malvilla loca	Sin identificar	Para la tos	toda	hervida	té
altamisa	Sin identificar	para el aire en los oídos	hoja	la hacen bolita	la bolita la ponen en el oído
Yerba de la vivora	Sin identificar	Para el asma	aérea	hervida	En té, se toma siete días en ayunas y antes de acostarse
chaparro prieto	Sin identificar	para golpes internos	la corteza de la rama	hervida	En té, en ayunas por nueve días hevida junto con la cascara del huizache y la yerba del golpe
Huizache	<i>Acacia schaffneri var. schaffneri</i>	para golpes internos	la corteza de la rama	hervida	En té, en ayunas por nueve días hevida junto con la cascara del chaparro prieto y la yerba del golpe

yerba del golpe		para golpes internos	toda	hervida	En té, en ayunas por nueve días hevida junto con la cascara del huzache y la cascara del chaparro prieto
Pichigüilla	Sin identificar Sin identificar	Falla renal	solo la raíz	hervida	en te por nueve días

LITERATURA CITADA

CONAGUA. 2008. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero 3218 Cedros, estado de Zacatecas.

INEGI, 2005. Prontuario de información geográfica municipal de los estados unidos mexicanos. Mazapil, Zacatecas, clave geoestadística 32026. 03/04/2015 <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/32/32026.pdf>

Sánchez, S. O. 1980. La Flora del Valle de México, Editorial Herrero S. A. 31-72; 265-272 México. 519 p.

SEMARNAT. 2014. Estudio previo justificativo para la declaratoria como área natural protegida. Reserva de la biosfera desierto semiárido de Zacatecas. 302 p.

Gomez-Ponmpa Arturo, 1985. Los Recursos Bióticos de México (Reflexiones), Editorial Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. 121p.

Inventario de vegetación nativa de los Ejidos Palmas Grandes y El Trigo de la Comunidad Cedros, Mazapil, Zac.

Jímenez, R.B¹; Gutiérrez, L.R^{2*}; Echavarría, F.G.Ch²; Velazquez, V.M.A³; Reveles, M.H²; Sánchez, C.I.³ J.A., Cid²

Lic. Biología-UAB-UAZ¹, CEZAC-CIRNOC-INIFAP². Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. Tel. 018000882222
Ext. 82318. CENID-RASPA-INIFAP³

gutierrez.ramon@inifap.gob.mx

RESUMEN

En la actualidad uno de los mayores problemas es la falta de información para la conservación de nuestros recursos naturales. Por tal motivo realizar estudios donde se conozcan las especies vegetales y su distribución en el desierto semiárido de Zacatecas permitirá identificar los valiosos recursos naturales y ecosistemas de importancia para su conservación y/o uso, esta región se caracteriza por su riqueza florística con especies endémicas de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo a la extinción. Zacatecas contiene alrededor de 46 % de la flora vascular del Desierto Chihuahuense (DCH) por lo tanto es un miembro importante de esta riqueza, tanto a nivel del conjunto del DCH, como en su proporción en la entidad. Respecto a la comunidad vegetal esta se caracteriza como matorral microfilo. El área de estudio corresponde al municipio de Mazapil, Zac., en las comunidades Ejidos Palmas Grandes y El Trigo, se ubican entre los paralelos 23° 41' y 25° 04' de LN; los meridianos 101° 11' y 102° 41' LW; y una altura de 2800 msnm. Metodología. Se midieron dos estratos, el herbáceo y el arbustivo. Con las técnicas de línea de Canfield con longitud de 50 m y línea da Canfiel modificada a línea de Punta de Pie con longitud de 100 m, respectivamente. Las variables registradas fueron: cobertura aérea (arbustos) y basal (herbáceas) suelo desnudo, grava, materia orgánica, gramíneas y herbáceas, composición botánica y frecuencia. Las especies de arbustos identificadas corresponden a Gobernadora (*Larrea tridentata*), Sangre de drago (*Jatropha dioica*), Mezquite (*Prosopis glandulosa*), Lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Hojasen (*Flouencia cernua*), Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), Mariola (*Parthenium incanum*), Charníz (*Iresine leptochloada*), Albarda (*Fouqueria splendens*). Respecto a la densidad se encontró que gobernadora presentó 68.54 %, seguido en importancia por Hojasen y Lechuguilla con 14.52 y 8.87 % respectivamente. En relación a la cobertura sobre el suelo se determinó que el 29.78 % está desprotegido de cobertura, 23.83 % es de mantillo, 13.18 de cobertura vegetal y el resto para completar el 10 % de la superficie del suelo presenta grava o roca.

Palabras clave: pastizales, estado actual, inventario.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los mayores problemas es la falta de información para la conservación de nuestros recursos naturales. Por tal motivo realizar estudios donde se conozcan las especies vegetales y su distribución en el desierto semiárido de Zacatecas permitirá identificar los valiosos recursos naturales y ecosistemas de importancia para su conservación y/o uso, esta región se caracteriza por su riqueza florística con especies endémicas de flora y fauna que se encuentran en

alguna categoría de riesgo a la extinción. Zacatecas contiene alrededor de 46 % de la flora vascular del Desierto Chihuahuense (DCH) por lo tanto es un miembro importante de esta riqueza, tanto a nivel del conjunto del DCH, como en su proporción en la entidad. Respecto a la comunidad vegetal esta se caracteriza como matorral microfilo (INEGI, 2006).

OBJETIVO

Cuantificar el estado actual de la vegetación nativa y determinar los atributos de la vegetación en un gradiente espacial.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio corresponde al municipio de Mazapil, Zac., en las comunidades Ejidos Palmas Grandes y El Trigo, se ubican entre los paralelos 23° 41' y 25° 04' de LN; los meridianos 101° 11' y 102° 41' LW; y una altura de 2800 msnm (INEGI 2012).

Vegetación

La vegetación de la región corresponde a matorral, donde las principales especies representativas corresponden a: gobernadora (*Larrea tridentata*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), palma china (*Yucca filifera*), mezquite (*Prosopis* spp), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), pino piñonero (*Pinus pinea*), lechuguilla (*Agave lechugila*), nopal (*Opuntia* spp), biznaga (*Ferocactus latispinus*, *Mammillaria discolor*, *M. elegans*, *M. magnimamma* y *M. spinosissima*), engordacabra (*Dalea bicolor*), hojasén (*Flouencia cernua*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), mariola (*Parthenium ramosissimum*), maguey (*Agave* spp), huizache (*Acacia* spp), candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), gatuño (*Mimosa monancintra*), sotol (*Dasylyrion wheeleri*) y guayule (*Parthenium argentatum*) (Sánchez, 1980) (INEGI, 2005).

Suelos

Los suelos (SEMARNAT 2014), Corresponden a: Rendzina lítica, Castañozem lúvico, Castañozem cálcico, Castañozem cálcico-petrocálcica, Solanchak ortico, Solanchak ortico Petrogypsika, Xerosol cálcico lítica, Xerosol cálcico y Xersol lúvico

MÉTODOS Y MATERIALES

Se midieron dos estratos, el herbáceo y el arbustivo. Con las técnicas de línea de Canfield con longitud de 50 m y línea da Canfiel modificada a línea de Punta de Pie con longitud de 100 m, respectivamente. Las variables registradas fueron: cobertura aerea (arbustos) y basal (herbaceas) suelo desnudo, grava, materia organica, gramineas y herbaceas, composición botánica y frecuencia (Coulloudon, 1997), (Canfield, 1947).

RESULTADOS

Las especies de arbustos identificadas corresponden a Gobernadora (*Larrea tridentata*), Sangre de drago (*Jatropha dioica*), Mezquite (*Prosopis glandulosa*), Lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Hojasen (*Flouencia cernua*), Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), Mezquitillo, Mariola (*Parthenium incanum*), Charníz (*Iresine leptochloada*), Albarda (*Fouqueria splendens*) (Sánchez, 1980). Respecto a la densidad se encontro que gobernadora presento 68.54 %, seguido en importancia por Hojasen y Lechuguilla con 14.52 y 8.87 % respectivamente en relación a la cobertura sobre el suelo se determinó que el 29.78 % está desprotegido de cobertura, 23.83 % es de mantillo, 13.18 % de cobertura vegetal y el resto para completar el 10 % de la superficie del suelo presenta grava o roca.

DISCUSIÓN

La degradación de suelos se debe a la poca cobertura vegetal, es de suma importancia tomar alternativas para el manejo de estas áreas, ya que hay también presencia de sucesión secundaria debido a la erosión de los suelos.

Investigación financiada por INIFAP con fondos fiscales del proyecto: *Monitoreo de procesos físicos en cuencas experimentales con marginación y degradación ambiental.*

LITERATURA CITADA

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática)., 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los estados unidos mexicanos. Mazapil, Zacatecas, clave geoestadística 32026. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/32/32026.pdf>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2008. Eco regiones terrestres de México, escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología. México, D.F

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2010. Anuario estadístico del estado de Zacatecas. Bases de batos. México.

Coulloudon B., Eshelman K., Gianola J., Podborny P., Habich N., Hughes L., Jhonson C., Pellant M., Rasmussen A., Robles B., Shaver P., Spehar J. y Willoughby J. 1997. Sampling Vegetation Attributes. Bureau of Land Management National Business Center. Departamento de Agricultura, Denver, Colorado, Estados Unidos. 171 pp.

Sánchez, S. O. 1980. La Flora del Valle de México, Editorial Herrero S. A. 31-72; 265-272 México. 519 p.

CONAGUA. 2008. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero 3218 Cedros, estado de Zacatecas.

Primer registro helmintológico de *Anaxyrus punctatus* Baird y Girard, 1852 (Anura: Bufonidae) de Zacatecas, México.

Ramírez-Cruz, E. S.^{1,2}, Rosas-Valdez, R.¹; Martínez-Salazar, E. A.^{1*}

¹Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria S/N, Campus Universitario II, Col. Agronómica, C.P. 98066. Zacatecas, Zacatecas.

²Pasante de la Licenciatura en Biología, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas.

*Autor de correspondencia: E. A. Martínez-Salazar eamsuaz@gmail.com

RESUMEN

Anaxyrus punctatus Baird and Girard, 1852 (sapo de los puntos rojos), se distribuye en ambientes áridos y semiáridos del suroeste y sureste de Norteamérica y en la parte centro y noroeste de México. La información de la helmintofauna de *A. punctatus* en Norteamérica es escasa y no hay información publicada para México. El presente trabajo se analizó la diversidad taxonómica de helmintos parásitos de *A. punctatus* en el municipio de Loreto, Zacatecas, donde se recolectaron 26 bufónidos. A cada vertebrado se les practicó un examen helmintológico y la determinación taxonómica se efectuó con ayuda de literatura especializada. El 80.76 % de hospederos resultaron positivos a la infección por helmintos, y se encontró dos grupos taxonómicos de helmintos parásitos, Platyhelminthes (un céstodo, *Distoichometra* sp. Dickey, 1921) y Nematoda (con dos nemátodos *Aplectana itzocanensis* Bravo, 1943 y *Physaloptera* sp. Rudolphi, 1819). *A. itzocanensis* es el parásito más prevalente (80.76 %) y abundante (46.61). El intestino fue el único hábitat parasitado y son parásitos típicos para el hospedero en Norteamérica. Todos constituyen nuevos registros de hospedero y localidad. Este es el primer trabajo helmintológico de *A. punctatus* en México.

Palabras clave: Helmintos parásitos, invertebrados, Cestoda, Nematoda, *Anaxyrus punctatus*, anfibios, Zacatecas.

ABSTRACT

Anaxyrus punctatus Baird and Girard, 1852 (Red-spotted Toad), is distributed in arid and semi-arid environments of the Southwestern and southeastern North America, and in the center and Northwest of Mexico. The information of the helminthofauna of *A. punctatus* in North America is scarce and there is no information reported for Mexico. This study analyzed the taxonomic diversity of helminths parasites of *A. punctatus* in the municipality of Loreto, Zacatecas, where 26 bufonids were collected. To each vertebrate, a helminthological examination was conducted and the taxonomic determination was carried out with the help of specialized literature. The 80.76% of hosts resulted positive infection with helminths, and found two taxonomic groups of helminths, Platyhelminthes (one cestode, *Distoichometra* sp. Dickey, 1921) and Nematoda (two nematodes *Aplectana itzocanensis* Bravo, 1943 and *Physaloptera* sp. Rudolphi, 1819). *A. itzocanensis* is the parasite most prevalent (80.76%) and abundant (46.61). The intestine was unique habitat parasitized and they are typical parasites for the host in North America. All

constitute new host and locality records. This is the first helminthological work of *A. punctatus* from Mexico.

Key words: Helminth parasites, invertebrates, Cestoda, Nematoda, *Anaxyrus punctatus*, amphibians, Zacatecas.

INTRODUCCIÓN

México se localiza dentro de los 17 países megadiversos, esto es por su riqueza biótica, cantidad de endemismos y la diversidad de ecosistemas que contiene (Martínez-Meyer et al., 2014). El conocimiento sobre la diversidad taxonómica de helmintos parásitos de vertebrados silvestres que alberga el país aún es escaso (Pérez Ponce de León et al., 2011). Actualmente, se considera de gran relevancia los trabajos de investigación involucrando a los parásitos dentro del contexto de la biodiversidad, debido a que ellos pueden proporcionar una gran cantidad de información sobre sus especies asociadas de huéspedes, cadenas tróficas y su ecosistema (Marcogliese, 2004).

El conocimiento actual para el sistema parásito-hospedero de vertebrados silvestres en México es heterogéneo, y esto es resultado del esfuerzo de recolecta a lo largo del territorio nacional para determinadas áreas y grupos de hospederos particulares (Pérez Ponce de León et al., 2011; García-Prieto et al., 2014a; García-Prieto et al., 2014b; García-Prieto et al., 2014c). El estudio de la helmintología de animales silvestres lleva casi 86 años de actividad (Pérez-Silva de Lamothe et al., 2014), y la información en su mayoría se ha generado para los ambientes tropicales para estos sistemas biológicos, mientras que las regiones desérticas y semidesérticas del país se ha documentado mínimamente (García-Prieto et al., 2014a; García-Prieto et al., 2014b; García-Prieto et al., 2014c), como es el estado de Zacatecas.

El estado de Zacatecas se localiza en la parte centro-norte de la República Mexicana entre los (21°04'–25°09' latitud norte y 100°40'–104°19' longitud oeste), cuenta con una superficie de 75,539.30 km²; se limita al Norte con los estados de Durango y Coahuila, al Sur con Aguascalientes y Jalisco, al Este con San Luis Potosí y al Oeste con Durango. Presenta un clima predominante seco templado, con una temperatura promedio anual de 19.6° C y un promedio de precipitación de 525.9 mm anuales (INEGI, 2013; 2015). Parra-Olea et al. (2014), mencionan que Zacatecas es uno de los estados con menor diversidad para anfibios en el País, y la diversidad reportada asciende a un total de 14 especies. La información de la fauna asociada a estas especies de hospederos es prácticamente desconocida, y de ahí la importancia de documentar su biodiversidad.

Anaxyrus punctatus (Baird y Girard, 1852), conocido como el sapo de los puntos rojos se distribuye en ambientes áridos y semiáridos del suroeste de California a través del sur de Nevada y su de Utah, suroeste y sureste Colorado (excepto altas elevaciones), sudoeste Kansas (Estados Unidos), y desde ahí al sur Baja California, México hacia la parte del centro (como lo es en el

estado de Zacatecas) y noroeste de México. Es de tamaño pequeño, miden de 3.7 a 7.5 cm, se puede encontrar en lugares abiertos, zonas rocosas y agrícolas, generalmente cerca de fuentes naturales o artificiales de agua permanente. Este anfibio es insectívoro, de hábitos nocturnos y se encuentra activo en verano donde se lleva a cabo su reproducción (Vásquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005; Lemos-Espinal y Smith, 2008; Frost, 2015) (Figura 1).



Figura 1. *Anaxyrus punctatus* preservado y depositado en la Colección de Vertebrados (CVZ) en la sección de anfibios y reptiles (CVZH 0554), albergada en la UACB-UAZ (Foto: Fernando Álvarez-Córdova).

El registro de metazoos parásitos de *A. punctatus* incluye cuatro especies de diferentes phyla, dos especies de Nematoda, una de Platyhelminthes y un Athropoda. En México, se ha registrado únicamente un ectoparásito, una especie de ácaro intradérmico proveniente del estado de Sonora, cuya localidad no fue reportada (Tabla 1), y hasta el momento no se cuenta con mayor información respecto a su fauna helmintológica.

Tabla 1. Registros previos de la metazoos parásitos de *Anaxyrus punctatus* (Bufonidae) en Norteamérica.

Helminto	Hábitat	Distribución geográfica	Bibliografía
Phylum Nematoda			
Clase Secernentea			
<i>Aplectana itzocanensis</i> Bravo, 1943	ID y IL	Arizona, Norteamérica	Goldberg y Bursey, 1991
<i>Oswaldocruzia pipiens</i> Walton, 1929	E	Arizona, Norteamérica	Goldberg y Bursey, 1991
Phylum Platyhelminthes			
Clase Cestoidea			
<i>Distoichometra bufonis</i> Dickey, 1921	ID	Arizona, Norteamérica	Goldberg y Bursey, 1991
Phylum: Athropoda			
Clase: Arachnida			
<i>Hannemania bufonis</i> Loomis y Welbourn, 1969	IN	Sonora, México	Loomis y Welbourn, 1969

ID= Intestino delgado; IL= Intestino largo; E= Estómago; IN= Intradermis

Como parte de un estudio inicial de la diversidad taxonómica de metazoarios parásitos en la región centro-norte del País que se conduce en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas, se estudió la diversidad de helmintos parásitos de la especie *A. punctatus* procedente del municipio de Loreto, Zacatecas.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

El material biológico se recolectó entre los meses de marzo del 2014 y agosto del 2015 en el sureste del estado de Zacatecas, en el Municipio de Loreto (Figura 2). Loreto colinda al norte con los municipios de Luis Moya y Noria de Ángeles; al este con los municipios de Noria de Ángeles y Pinos; al sur con los municipios de Pinos, Villa García y el estado de Aguascalientes; al oeste con el municipio de Luis Moya y el estado de Aguascalientes. El municipio ocupa el 0.6 % de la superficie del estado (INEGI, 2010) y presenta un clima predominante semiseco templado con un rango de temperatura de 14–18°C y una precipitación de 400–500 mm anuales. La vegetación representativa es pastizal y matorral xerófilo (INEGI, 2013; 2015).



Figura 2. Matorral xerófilo y pastizal, municipio Loreto, Zacatecas
(Foto: Edgar S. Ramírez-Cruz).

Procesamiento del material biológico, identificación y parámetros ecológicos.

Se recolectaron 26 bufónidos de la especie *A. punctatus* de manera manual y con ayuda de redes de mano. Los hospederos se colocaron en sacos y se transportaron en hieleras para su análisis helmintológico posterior al Laboratorio de Coleccion Biológicas y Sistemática Molecular, que se encuentra en la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ).

A cada anfibio se les práctico una disección de rutina para la extracción de sus órganos y su revisión siguiendo las sugerencias descritas por Lamothe-Argumedo (1997) y se condujo bajo el microscopio estereoscópico Labomed CZM6.

Cada órgano se analizó independientemente en busca de endoparásitos (helminetos), los cuales se recolectaron con ayuda de un pincel fino y se depositaron cajas de petri con solución salina al 0.65 %. Posteriormente, los helminetos se fijaron sumergiendo el cuerpo en alcohol 70 % caliente, y posteriormente se conservaron en frascos con alcohol 70 % frío; mientras que para los céstodos, se fijaron con formol al 4 % caliente y se conservaron en 70 % frío, hasta su análisis taxonómico. Los nemátodos se colocaron en preparaciones semipermanentes y aclararon con glicerina marca Karal y los céstodos se tiñeron con Hematoxilina de Ehrlich marca Hycel y se montaron en preparaciones permanentes en Bálsamo de Canadá marca Hycel, todas las técnicas y procedimientos helmintológicos se llevaron acorde con lo descrito por Lamothe-Argumedo (1997).

El material biológico de los hospederos y helminetos se depositó en la Colección de Vertebrados en la sección de anfibios y reptiles (CVZH), y en Colección de invertebrados no Artrópodos respectivamente (CINZ), que se encuentran albergadas en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) de esta institución: CVZH 0538–0546; y CINZ 203–CINZ 205.

La identificación taxonómica tanto del hospedero como de los helminetos parásitos se llevó a cabo a través de la comparación con claves taxonómicas y literatura especializada para cada caso (ej. Yamaguti, 1961; Anderson et al., 1974-1983; Prudoe y Bray, 1982; Khalil et al., 1994; Vásquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

Posterior a la identificación, se contabilizaron los helminetos por especie identificada y se obtuvieron los parámetros ecológicos de las infecciones descritos por Bush et al. (1997): 1) prevalencia (expresa en porcentaje y corresponde con el número de hospederos infectados por especie de helmineto parásito analizado del total de hospederos revisados); 2) abundancia promedio (el número total de individuos de una especie de helmineto en relación con el número de total de hospederos revisados); 3) intensidad promedio (número de individuos de una especie de helmineto parásito en relación con el número total de hospederos parasitados en la muestra); y 4) intervalo de intensidad (valor mínimo y máximo de individuos de una especie de helmineto parásito en toda la muestra).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectó un total de 26 *A. punctatus*, de los cuales el 80.76 % resultaron positivos a la infección por helminetos. Se encontró dos grupos taxonómicos de helminetos parásitos que corresponden con tres especies, Platyhelminthes (una especie de céstodo, *Distoichometra* sp. Dickey, 1921) y Nematoda (con dos especies de nemátodos *Aplectana itzocanensis* Bravo, 1943 y *Physaloptera* sp. Rudolphi, 1819). El hábitat con mayor riqueza específica fue el intestino y el único positivo a las infecciones parasitarias.

En la Tabla 2, se presenta la caracterización de las infecciones para las especies de helmintos analizados. *A. itzocanensis* es el parásito más prevalente (se encontró en 21 hospederos del total analizados que resultaron positivos a la infección de helmintos) y también es la especie con mayor abundancia, en contraste con *Physaloptera* sp. que es la especie con menor abundancia. La alta prevalencia e intensidad promedio de *A. itzocanensis* se ha reportado previamente en *A. punctatus* de Arizona, Norteamérica por Goldberg y Bursey (1991).

En la tabla 2, se presenta la caracterización de las infecciones para las especies de helmintos analizados. *A. itzocanensis* es el parásito más prevalente (se encontró en 21 hospederos del total analizados que resultaron positivos a la infección de helmintos) y también es la especie más abundante, en contraste con *Physaloptera* sp. que es la especie menos abundante. La alta prevalencia e intensidad promedio de *A. itzocanensis* se ha reportado previamente en *A. punctatus* de Arizona, Norteamérica por Goldberg y Bursey (1991).

Tabla 2. Caracterización de las infecciones por helmintos parásitos de *Anaxyrus punctatus* en el Municipio de Loreto, Zacatecas. P (%) =Prevalencia (expresada en porcentaje); Ab =Abundancia; IP = Intensidad Promedio; II =Intervalo de Intensidad; HP= Hospederos parasitados. 1= Adultos; 2= Estadio larvario. CINZ= Colección de invertebrados no Artrópodos.

Aplectana itzocanensis se describió originalmente por Bravo-Hollis (1943) como parásito de *Spea multiplicata* (Cope, 1863) (reporte original como *Scaphiopus multiplicatus* Cope, 1863)

Helmintos	P (%)	Ab	IP	II	HP	Número de catálogo
Phylum Nematoda						
Clase Secernentea						
Familia Cosmocercidae						
<i>Aplectana itzocanensis</i> ¹	80.76	46.615	57.714	1-218	21	CINZ 203
Familia Physalopteridae						
<i>Physaloptera</i> sp. ²	3.84	0.192	5	5	1	CINZ 204
Phylum Plathyelminthes						
Clase Cestoidea						
Familia Nematotaeniidae						
<i>Distoichometra</i> sp. ¹	23.07	0.730	3.166	1-8	6	CINZ 205

procedente del estado de Puebla, México y a partir de este registro se ha reportado como un nemátodo intestinal típico de anuros en México, EE. UU. (Baker, 1985) y Costa Rica (Brenes y Bravo-Hollis, 1959). En México, donde se ha registrado en los estados de Baja California Sur, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sonora, Veracruz y Yucatán. Esta especie no presenta una preferencia hospedatoria a nivel genérico y se tiene conocimiento que parasita a once géneros de anuros (incluyendo el presente registro): *Anaxyrus*, *Gastrophryne*, *Leptodactylus*, *Lithobates*, *Ollotis*, *Pachymedusa*, *Pseudacris*, *Rhinella*, *Scaphiopus*, *Smilisca*, y *Spea* (Bravo-Hollis, 1943; Caballero-Deloya, 1974; Galicia-Guerrero et al., 2000; Goldberg et al.,

2001; Goldberg y Bursey, 2002; Goldberg et al., 2002; Espinoza-Jiménez et al., 2007; Espínola-Novelo y Guillen-Hernández, 2008; Mata-López et al., 2013).

El ciclo de vida de *Aplectana*, se considera directo (monoxeno), donde las hembras producen una gran cantidad de huevos, las larvas se desarrollan en el útero de la hembra, las cuales salen del hospedero definitivo como larva del primer estadio y en el medio externo alcanzan su etapa infectiva (larva del tercer estadio infectivo), el hospedero definitivo adquiere la infección vía penetración cutánea o por ingesta de la larva infectiva de manera pasiva (Anderson, 2000; Goldberg et al., 2001; Goldberg y Bursey, 2002). Los sapos adultos adquieren la infección por dos vías, una ocurre desde que son renacuajos por ingestión de larvas infectivas y se mantienen en el anfibio a través de la metamorfosis y la otra es cuando las larvas son tragadas accidentalmente por los sapos adultos (Chabaud y Brygoo, 1958; Goldberg y Bursey, 2002). En Costa Rica, *A. itzocanensis* se ha registrado como parásito de serpientes, sin embargo, se ha considerado a esta infección como accidental, por lo que las especies *Drymobius margaritiferus* Schlegel 1837 y *Liophis epinephelus* Cope, 1862 se sugieren como hospederos paraténicos (Bursey y Brooks, 2011).

El género *Physaloptera* Rudolphi, 1819 es cosmopolita y está integrado por más de 100 especies que parasitan anfibios, reptiles, peces, aves y mamíferos (Pereira et al., 2012). El ciclo de vida es indirecto (heteroxeno), los huevos salen con las heces del hospedero definitivo y eclosionan cuando son ingeridos por el hospedero intermediario (insectos: Ortópteros y coleópteros), el hospedero definitivo adquiere la infección cuando se alimenta de insectos que contienen la larva del tercer estadio infectivo y estas pasan del tracto digestivo con las heces (Anderson, 2000). El estadio larvario se alberga en la pared intestinal en anfibios y lagartijas es relativamente común y son considerados como hospederos paraténicos (Anderson, 2000; Goldberg et al., 1993; Goldberg y Bursey, 2002; Velarde et al., 2014).

En México, la larva del tercer estadio infectiva de *Physaloptera* se ha reportado en los estados de Baja California Sur, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Distrito Federal; y se tiene conocimiento que parasita el estómago de siete géneros de anfibios (incluyendo el presente registro): *Anaxyrus*, *Dendropsophus*, *Lithobates*, *Ollotis*, *Pachymedusa*, *Pseudacris*, y *Rhinella* (Goldberg et al., 2001; Goldberg et al., 2002; Cabrera-Guzmán et al., 2007; Galicia-Guerrero et al., 2000; Espinoza-Jiménez et al., 2007; Bursey y Goldberg, 2001; Goldberg y Bursey, 2002; Velarde-Aguilar et al., 2014).

El ciclofilídeo *Distoichometra* sp., es un parásito generalista del intestino en anfibios de Norteamérica. En México se ha registrado una especie *Distoichometra bufonis* Dickey, 1921, que se distribuye en Baja California (Goldberg et al., 2001), y Nuevo León (Martínez-Villareal, 1969; León-Règagnon et al., 2005), como parásito intestinal en cuatro géneros de anfibios: *Pseudacris*, *Ollotis*, *Lithobates* y *Rhinella*. En Norteamérica se ha registrado a esta especie de cestodo como parásito de *A. punctatus* en Arizona (Tabla 1; Goldberg y Bursey, 1991). El presente registro

requiere nuevas recolectas y analizar más ejemplares en los cuales se presenten las características taxonómicas que permitan confirmar la identidad específica del material.

Hasta el momento el ciclo de vida de las especies de *Distoichometra* es desconocido, sin embargo, se ha sugerido que para *D. bufonis* y otros nematodaenidos presentan en un ciclo de vida directo (Joyeux, 1927). Prudhoe y Bray (1982), menciona la posibilidad de que *D. bufonis* presente un ciclo de vida indirecto (heteroxeno). Se considera que los ciclofilídeos presentan un ciclo de vida indirecto (heteroxeno), donde el hospedero definitivo se adquiere a través de hospederos intermediarios (invertebrados infectados, como hormigas que son abundantes en el contenido estomacal de sapos) (Prudhoe y Bray, 1982; Goldberg y Bursey, 1991), se requieren realizar estudios respecto al ciclo de vida de esta especie para dilucidar si *Distoichometra* presenta un ciclo de vida directo (Joyeux, 1927) o indirecto (Schmidt, 1986; Prudhoe y Bray, 1982).

Todos los helmintos son parásitos típicos para bufónidos y con excepción de *Physaloptera* sp. todos a nivel de especie o genérico se habían reportado previamente para esta especie de hospedero en Norteamérica (Tabla 1). Todos constituyen nuevos registros de hospedero y de localidad. Este es el primer trabajo helmintológico de *A. puntactus* en México.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Anarrosa Olmedo por su ayuda en la recolecta y revisión del material biológico, así como a Susana Trejo por su ayuda en la revisión del material biológico en laboratorio. También a Fernando Álvarez Córdova por su ayuda en la toma fotográfica del hospedero. Edgar S. Ramírez-Cruz agradece al programa de BECAS SEP-SUBES en la modalidad de manutención durante sus estudios de Licenciatura. Elizabeth A. Martínez-Salazar agradece a los proyectos FOMIX-ZAC-2011-01-C01-170798 y UAZ-2013-36452. R. Rosas-Valdez y E. A. Martínez-Salazar agradecen a PRODEP-SEP a través del programa “Apoyo a la Incorporación de Nuevos PTC” UAZ-PTC-169 y UAZ-PTC-194, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Anderson R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrate: their development and transmission. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford. 650 p.
- Anderson, R. C., A. G. Chabaud y S. Willmott. 1974-1983. CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates. CAB International, Farnham Royal, Slough. 86 p.
- Baker, M. R. 1985. Redescription of *Aplectana itzocanensis* and *A. incerta* (Nematoda: Cosmocercidae) from Amphibians. Transactions American Microscopical Society 104: 272–277.

Bravo-Hollis, M. 1943. Dos nuevos nematodos parásitos de anuros del sur de Puebla. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 14: 69–78.

Brenes, R. R., and M. Bravo-Hollis. 1959. Helminths de la República de Costa Rica VIII. Nematoda 2. Algunos nematodes de *Bufo marinus marinus* (L) y algunas consideraciones sobre los géneros *Oxysomatium* y *Aplectana*. Review Tropical Biology 7: 35–55.

Burse, C. R., and D. R. Brooks. 2011. Nematode Parasites of Costa Rican Snakes (Serpentes) with Description of a New Species of *Abbreviata* (Physalopteridae). Comparative Parasitology 78: 333–358.

Burse, C. R., and S. R. Goldberg. 2001. *Falcaustra lowei* n. sp. and other helminths from the Tarahumara frog, *Rana tarahumarae* (Anura: Ranidae), from Sonora, Mexico. Journal of Parasitology 87: 340–344.

Bush, A.O., K.D. Lafferty, J.M. Lotz y A.W. Shostak. 1997. Parasitism meets ecology on its own terms: Margolis et al., revisited. Journal of Parasitology 83: 575–583.

Caballero-Deloya, J. 1974. Estudio helmintológico de los animales silvestres de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas” Veracruz. Nematoda I. Algunos nematodos parásitos de *Bufo horribilis* Wiegmann, 1833. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México 43: 45–50.

Cabrera-Guzmán, E., V. León-Règagnon, y L. García-Prieto. 2007. Helminth parasites of the Leopard frog *Rana cf. forreri* (Amphibia: Ranidae) in Acapulco, Guerrero, Mexico. Comparative Parasitology 74: 96–107.

Chabaud, A. G., and E. R. Brygoo. 1958. Description et cycle evolutif d'*Aplectana courdurieri* n. sp. (Nematoda, Cosmocercidae). Memoires Institut des Sciences, Madagascar 12: 159–176.

Espínola-Novelo, J. F., and S. Guillén-Hernández. 2008. Helminth parasites in *Chaunus marinus* and *Cranopsis valliceps* (Anura: Bufonidae) from Lagunas Yalahau, Yucatan, Mexico. Journal of Parasitology 94: 672–674.

Espinoza-Jiménez, A., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, and V. León-Règagnon. 2007. Checklist of helminth parasites of the cane toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) from Mexico. Journal of Parasitology 93: 937–944.

Frost, D. R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Fecha de consulta: 31 de Agosto, 2015). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Galicia-Guerrero, S., C. R. Bursey, S. R. Goldberg, and G. Salgado-Maldonado. 2000. Helminths of two sympatric toad species, *Bufo marinus* (Linnaeus) and *Bufo marmoratus* Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) from Chamela, Jalisco, Mexico. *Comparative Parasitology* 67: 129–133.

García-Prieto, L., M. García-Varela y B. Mendoza-Garfias. 2014c. Biodiversidad de Acanthocephala en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento* 85: S177–S182.

García-Prieto, L., B. Mendoza-Garfías y G. Pérez-Ponce de León. 2014a. Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento* 85: S164–S170.

García-Prieto, L., D. Osorio-Sarabia y R. L. Lamothe-Argumedo. 2014b. Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento* 85: S171–S176.

Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 1991. Helminths of the red-spotted toad, *Bufo punctatus* (Anura: Bufonidae), from southern Arizona. *Journal Helminthological Society of Washington* 58: 267–269.

Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 2002. Helminth parasites of seven anurans species from northwestern Mexico. *Western North American Naturalist* 62: 160–169.

Goldberg, S. R., Bursey, C. R., and E. W. A Gergus. 2001. Helminths communities of subpopulations of the pacific treefrog, *Hyla regilla* (Hylidae), from Baja California, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 46: 223–230.

Goldberg, S. R., Bursey, C. R., and R. Tawil. 1993. Gastrointestinal helminths of the western brush lizard, *Urosaurus graciosus graciosus* (Phrynosomatidae). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 92: 43–51.

Goldberg, S. R., C. R. Bursey, G. Salgado-Maldonado, R. Baez, and C. Cañeda. 2002. Helminth parasites of six species of anurans from Los Tuxtlas and Catemaco Lake, Veracruz, Mexico. *Southwestern Naturalist* 47: 293–299.

INEGI. 2013. *Perspectiva estadística del estado de Zacatecas*. Septiembre 2013. 91 p.

INEGI. 2015. *Estado de Zacatecas, Zacatecas México*. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=32> última consulta 8 de enero 2015.

Joyeux, C. 1924. Recherches sur le cycle evolutif des *Cylindrotaeni*. Annales de Parasitologie Humaine et Comparee 2: 74–81.

Khalil, L. F., A. Jones, and R. A. Bray. 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. St Albans, CAB International, 751 p.

Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres, México D. F. 249 p.

Lemos-Espinal, J. A. y H. M. Smith. 2008. Anfibios y reptiles del estado de Coahuila México. UNAM-CONABIO. México D. F. 534 p.

León-Règagnon, V., E. A. Martínez-Salazar, D. Lazcano-Villareal, y R. Rosas-Valdez. 2005. Helminth parasites of four species of anurans from Nuevo Leon, Mexico. The Southwestern Naturalist 50: 251–258.

Loomis, R. B. and W. C. Welbourn. 1969. A new species of *Hannemania* (Acarina, Trombiculidae) from *Bufo punctatus* of Western North America, with comments on *Hannemania hylae* (Ewing). Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 68: 160–168.

Marcogliese, D. J. 2004. Parasites: Small Players with Crucial Roles in the Ecological Theater. EcoHealth 1: 151–164.

Martínez-Meyer, E., J. E. Sosa-Escalante y F. Álvarez. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿Una ruta con dirección?. Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento 85: S1–S9.

Martínez-Villarreal, J. M. 1969. Parásitos de algunos anfibios colectados en diferentes áreas de los municipios de Escobedo, Pesquería y Santiago, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México, 53 p.

Mata-López, R., V. León-Règagnon, and L. García-Prieto. 2013. Helminth infracommunity structure of *Leptodactylus melanonotus* (Anura) in Tres Palos, Guerrero, and other records for this host species in Mexico. Journal of Parasitology 99: 564–569.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento 85: S460–S466.

Pereira, F. B., P. V. Alves, B. M. Rocha, S. de Souza Lima, and J. L. Luque. 2012. A new *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) parasite of *Tupinambis merianae* (Squamata: Teiidae) from Southeastern Brazil. Journal of Parasitology 98: 1227–1235.

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto and B. Mendoza-Garfias. 2011. Describing parasite biodiversity: The case of the helminth fauna of wildlife vertebrates in México. In O. Grillo y G. Venora (eds.). Changing Diversity in Changing Environment. In Tech, Rijeka, Croacia. p. 33–54.

Pérez–Silva de Lamothe, E., G. Lamothe–Pérez., I. Cid del Prado–Vera y G. Salgado–Maldonado. 2014. Dr. Marcos Rafael Lamothe y Argumedo. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 332–334.

Prudhoe, S. and R.A. Bray. 1982. Platyhelminth parasites of the amphibia. Oxford University Press, Oxford, England. 217 p.

Schmidt, G. D. 1986. Handbook of Tapeworm Identification. CRC Press, Boca Raton, Florida. 675p.

Vásquez- Díaz, J. y G. E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y Reptiles del estado de Aguascalientes. CONABIO/CIEMA, A. C. México D. F. 318 p.

Velarde-Aguilar, M. G., A. R. Romero-Mayén, and V. León-Règagnon. 2014. First report of the genus *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) in *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) from Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 304-307.

Yamaguti, S. 1961. Systema Helminthum. Volumen I. Interscience Publishing INC. 629 p.

Efectos de la actividad antropogénica sobre la estructura genética de ungulados silvestres

¹Dania Vega; ²Marcela Gutiérrez

¹CIIDIR DURANGO; ²IPN CIIDIR DURANGO

daniavega12@gmail.com

RESUMEN

Las poblaciones de cérvidos han sido expuestas a varias influencias antropogénicas que han estado afectando su estructura genética por varias décadas, dependiendo del tipo de actividad humana involucrada. La creación de Unidades de Manejo Ambiental puede inducir al cambio de las poblaciones silvestres a poblaciones en cautiverio llevándolas a un manejo intensivo. Teóricamente, esta práctica podría desencadenar importantes consecuencias en la variabilidad genética, promoviendo una deriva génica reduciendo el flujo de genes. Actualmente, la genética de conservación representa una herramienta importante para el monitoreo de la variabilidad genética de las poblaciones silvestres que están bajo esquemas de manejo o explotación. Existen rangos comparables en la magnitud de la variedad génica en animales domésticos y silvestres que sugieren que la domesticación con manejo apropiado no resultara necesariamente en la pérdida de variación genética en esas especies por lo que es importante la realización de estudios ecológicos, ambientales y necesariamente también de análisis genéticos de la especie de interés, que den pautas y bases para llevar a cabo prácticas de manejo adecuadas, tratando de mantener el equilibrio entre todos los elementos involucrados, sobre todo si se trata de áreas de aprovechamiento sustentable.

Palabras clave: ungulados silvestres, variabilidad genética, actividades humanas

Percepción antropogénica hacia especies de fauna silvestre en el área de influencia de la RB Mapimí

Hernández Ibarra Gonzalo¹, Mata Espinosa Miguel Ángel¹, Blando Navarrete José Luis¹, Quiroz Sánchez Fernando².

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango.

²Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biosfera La Michilía,

RESUMEN

Históricamente el uso del suelo y demás recursos naturales se ha venido realizando a lo largo de millones de años de interacción del hombre con la naturaleza. El presente estudio se realizó en la Reserva de la Biosfera de Mapimí en el estado de Durango, México., cuyo objetivo planteado fue determinar que especies de fauna silvestre protegen los pobladores del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Mapimi. Mediante la metodología de encuesta, aplicada a 90 integrantes de una Sociedad de Productores Agrícolas de Ejidos y Pequeñas propiedades enclavadas en la región de Influencia (Ejidos “Las Marías”, “El Veinticuatro”, “San Juan de Cañitas”, “Venustiano Carranza”, “Santa Rosenda”, “El Milagro”, “El Porvenir” y Pequeña propiedad “Las Celias”); en los meses de noviembre y diciembre del 2014. Los resultados preliminares indican que el 48.15% se muestra indiferente a la acción de proteger a la fauna silvestre; el 35.18% protegen al venado solo o con otra especie, además el 9.25% permite que un reptil habite en su parcela (el alicante chirrionero *Lampropeltis getula*), por ser depredador de especies como ratas, topes, ratones, conejos e incluso de víbora de cascabel *Crotalus spp.*, y un 1.85% cuida especies como Águila *Aquila chrysaetos* y Halcón cola roja *Buteo jamaicensis*, por ser depredadores de roedores en general. Los pobladores de las comunidades encuestadas protegen moderadamente a especies de fauna silvestre.

Palabras clave: Fauna, poblador, Mapimí

Fauna entomológica asociada al cultivo del nogal pecanero: estudio de caso en el Valle del Guadiana, Durango

Flores-Gallardo, Hilario ¹; Santana-Espinoza, Saúl ¹; Ramírez-Delgado, Manuel ²; Nava-Camberos, Urbano ³; A. Domínguez-Gándara, Reynaldo⁴; Núñez-Retana, Víctor D. ⁴

¹INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, México. C.P. 34170. E-mail: flores.hilario@inifap.gob.mx

²INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col. Centro, Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440. ³Facultad de Agronomía y Zootecnia-UJED. Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango, México. C.P. 35000. ⁴Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5, Durango, México. C.P. 34171.

RESUMEN

El cultivo del nogal pecanero está cobrando un gran auge productivo en México, especialmente en los estados del norte del país. Entre los diversos factores que limitan su adecuada producción, se encuentran las plagas; las cuales pueden mermar la producción en ciclos agrícolas posteriores a sus daños causados. En el estado de Durango, la superficie sembrada de nogal ha aumentado considerablemente en los últimos años, por lo cual; el cultivo es relativamente joven y su manejo también. Debido a que se toman referencias de manejo agronómico de otras regiones productoras de nuez que se pueden considerar con más experiencia, el presente trabajo consistió en identificar taxonómicamente los insectos plaga asociados al cultivo del nogal pecanero mediante la realización de muestreos directos en las hojas así como con la utilización de redes entomológicas de insectos para posteriormente realizar su identificación en laboratorio con la utilización de un estereoscopio electrónico. Los resultados fundamentaran futuras investigaciones en la región de influencia del Valle del Guadiana, Durango, puesto que se encontraron seis ordenes de insectos plaga: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera, Himenoptera y Neuroptera.

Palabras clave: *Carya illinoensis*, fluctuación poblacional, identificación.

ABSTRACT

The pecan crop is charging a great productive peak in Mexico, especially in the states of the north of the country. Among the diverse factors that limit their appropriate production, can be find the plagues; which can shrink the production in later growing cycles to their caused damages. In the state of Durango, the sowed surface of pecan has increased considerably in the last years, by that reason; the crop production is relatively young and it's handling also because take a references of agronomic handling of another regions nut producers that can be considered with more experience. The present work consisted on identifying taxonomically the insects plague associated to the pecan crop by means of the realization of direct samplings in the leaves and with the use of nets entomologists of insects to later on to carry out its identification in laboratory with the use of an electronic stereoscope. The results based future investigations in the region of influence of the Valley of the Guadiana, Durango, was found six order of insects plague: Coleopteran, Dipteral, Hemipteran, Lepidoptera, Hymenoptera and Neuropteran.

Key words: *Carya illinoensis*, identification, population fluctuation.

INTRODUCCIÓN

En México se registró una superficie de 103,866.46 hectáreas sembradas de nogal (*Carya illinoensis*) durante el año 2013 (SIAP, 2014). Los principales productores de nuez a nivel nacional son Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango y Nuevo León (SIAP, 2013). Actualmente en el estado de Durango se cuenta con una superficie sembrada de 6,153.89 hectáreas de nogal (SIAP, 2014). El agua es el principal factor de manejo en la producción de nogal (Godoy y López, 2000) pero uno de los factores limitantes en la producción del nogal está constituido por las plagas (Fu *et al.*, 2012). De acuerdo con Fu *et al.* (2007), existe una variedad de insectos plaga que perjudican la productividad de las huertas de nogal, entre los cuales se encuentran el gusano barrenador del ruzno (*Cydia caryana*), el gusano barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella*), el barrenador ambrosial de la madera (*Euplatypus segnis*) y un complejo de pulgones entre los que destacan el pulgón gigante (*Longistigma caryae*), pulgón amarillo (*Monelliopsis pecanis*), pulgón amarillo con márgenes negros (*Monellia caryella*) y el salivazo (*Clastoptera achatina*). Debido a que no existe un reporte o listado de los insectos plaga que perjudican el cultivo del nogal pecanero en la región centro del estado de Durango y se toma como referencia lo reportado en otras zonas productoras de nuez, especialmente de la Comarca Lagunera, se requiere de la identificación taxonómica de los insectos plaga asociados al cultivo del nogal. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue identificar taxonómicamente los insectos plaga asociados al nogal pecanero que se cultiva en el Valle del Guadiana, Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en huertas de productores cooperantes, seleccionando dos huertas de nogal pecanero en el Valle del Guadiana, Durango (Cuadro 1). La superficie de cada huerta seleccionada fue de 4,800 m² aproximadamente, puesto que la distribución en marco lógico de los árboles es de 12 x 12 m, y se eligieron 4 hileras con 12 árboles cada una y un total de 48 árboles por huerta.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las huertas utilizadas de nogal pecanero en el Valle del Guadiana.

Huerta	Coordenadas geográficas		
	Latitud Norte (N)	Latitud Oeste (W)	Altitud (m)
Agrícola REMAGA	23°57'53.3"	104°36'37.2"	1881
Tobías Morales Lara	23°57'22.3"	104°35'31.7"	1879

Para realizar el diagnóstico de los insectos asociados al cultivo del nogal pecanero en el Valle del Guadiana, se realizó el trabajo en dos fases: 1) Trabajo de campo y 2) Trabajo en laboratorio.

1) Trabajo de campo: consistió en muestrear en períodos de forma quincenal 10 árboles al azar de los 48 árboles en total de nogal delimitados como tratamiento en cada huerta seleccionada, realizando un muestreo directo en 10 hojas y 10 racimos de cada árbol. Posteriormente se realizó

un muestreo con una red entomológica por árbol, ejecutando la red 10 veces por árbol. Los insectos capturados fueron depositados para su conservación en recipientes esterilizados de plástico con alcohol al 70 %.

2) Trabajo en laboratorio: esta fase consistió en identificar taxonómicamente cada insecto capturado en los muestreos realizados durante el trabajo de campo, utilizando un estereoscopio en el Campo Experimental Valle del Guadiana (Durango) y en el Campo Experimental La Laguna (Coahuila) así como también claves especializadas de Borror y White (1970), Bland y Jaques (1978), Slater y Baranwski (1978), Arnett *et al.* (1980), White (1983), Leahy and White (1987), Milne y Milne (1992), Triplehorn y Johnson (2005), Eaton y Kaufman (2007). Por lo anterior, se obtuvo un listado de la fauna entomológica asociada al cultivo del nogal pecanero en el Valle del Guadiana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos obtenidos como resultado del trabajo de campo y en laboratorio, se identificaron taxonómicamente a los principales insecto plaga asociados al cultivo del nogal pecanero en el Valle del Guadiana, Durango (Cuadro 2). Con respecto a la región productora de nuez más cercana que se ubica en la Comarca Lagunera, no se encontró el minador de aretes pero si el pulgón gigante (*Longistigma caryae*), este último no se reporta para las condiciones de dicha región.

Cuadro 2. Identificación taxonómica de los insectos plaga asociados al cultivo del nogal pecanero (*Carya illinoensis*) en el Valle del Guadiana.

Orden	Familia	Orden	Familia
Coleoptera	Elateridae	Hemiptera	Aphididae
	Cicindellidae		Coreidae
	Chrysomelidae		Pyrrhocoridae
	Coccinellidae		Cicadidae
	Tenebrionidae		Lygeidae
	Lampiridae		Miridae
	Anthicidae		Braconidae
	Scarabeidae		Pentatomidae
	Diptera		Agromycidae
Asilidae		Membracidae	
Muscidae		Aphididae	
Tephritidae		Braconidae	
Dolichopodidae		Tiphidae	
Syrphidae		Formicidae	
Lepidoptera	Pieridae		Vespidae
			Neuroptera

En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan esquemáticamente algunas de las plagas identificadas como el pulgón amarillo (*Monelliopsis pecanis*), pulgón amarillo de márgenes negros (*Monellia caryella*) y el salivazo (*Clastoptera achatina*).



Figura 1. Pulgón amarillo (*Monelliopsis pecanis*).



Figura 2. Pulgón amarillo de márgenes negros (*Monellia caryella*).



Figura 3. Salivazo (*Clastoptera achatina*).

En el norte de Coahuila se reportan daños por chinches manchadoras o apestosas (*Nezara viridula*), ya que las pérdidas ocasionadas por esta plaga fluctúa desde el 5 hasta el 40 %. Otra plaga de importancia reportada en esa región, es el gusano de la yema (*Gretchena bolliana*) el cual ataca a los arboles jóvenes y en pleno desarrollo porque se alimenta de los brotes apicales y del follaje (Aguilar, 2007). En el caso del Valle del Guadiana, las chinches y el gusano de la yema no tienen presencia que se considere como alarmante en el manejo del cultivo del nogal pecanero.

CONCLUSIONES

Se identificaron los órdenes y familias de los principales insectos plaga asociados al cultivo del nogal pecanero en el Valle del Guadiana, Durango. Lo anterior servirá como fundamento para futuros estudios debido a que no se había reportado ningún listado entomológico de las plagas asociadas a dicho cultivo, especialmente en la zona centro del estado y puesto que algunas de las

plagas presentes en la región de la Comarca Lagunera (Torreón, Coahuila y Gómez Palacio-Lerdo, Durango) no se presentan en el Valle del Guadiana como el caso del minador de aretes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo formó parte del proyecto: Transferencia de tecnología en el control biológico de plagas del nogal en el estado de Durango, financiado por la Fundación Produce Durango, A.C. y con clave: 001947.

LITERATURA CITADA

Aguilar, P. H. 2007. Principales plagas del nogal en el norte de Coahuila. Folleto Técnico No. 14. INIFAP-CIRNE-Sitio Experimental Zaragoza. 28 p.

Arnett, R. H. Jr., N. M. Downie and H. E. Jaques. 1980. How to Know the Beetles. Pictured Key Nature Series. McGraw-Hill. Boston, MA.

Bland, R. G. and H. E. Jaques. 1978. How to know the insects. The Pictured Key Nature Series. McGraw-Hill. Boston, MA.

Borror, D. J. and R. E. White. 1970. A Field Guide to the Insects of America North of Mexico. Houghton Mifflin Company. Boston, MA.

Eaton, Eric R. and Kenn Kaufman. 2007. Kaufman field guide to insects of North America. Houghton Mifflin Harcourt.

Fu, C. A. A., B. Villa B., A. Del Real V., y B. Armenta A. 2007. Evaluación de insecticidas sistémicos aplicados al suelo para control de pulgones del nogal en la Costa de Hermosillo. Seminario de Nogal Pecanero. Memoria Técnica No. 24. INIFAP-CECH. Pp: 62-69.

Fu, C. A. A., J. Sánchez R., J. Grageda G., E. Urías G., L. A. Esquer P., C. E. Apodaca V., E. Noriega M., y J. M. Montano. 2012. Control químico del complejo de pulgones en nogal. Historial de uso de insecticidas en la costa de Hermosillo, Sonora. In: Memoria Científica No. 3 del XIII Simposio Internacional de Nogal Pecanero. Pp: 37-50.

SIAP, 2013. Atlas agropecuario y pesquero: información del sector agroalimentario 2012. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. 154 p.

SIAP. 2014. Reporte de superficie sembrada, cosecha, rendimiento y valor de la producción. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Consultado el 04 de Agosto de 2014: <http://www.siap.gob.mx>

Godoy, C. e I. López. 2000. Desarrollo de la almendra y germinación del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego. *Terra Latinoamericana*. 18(4): 305-311.

Leahy, C. and R. E. White. 1987. *Peterson First Guide to Insects of North America*. Houghton Mifflin Company.

Milne, L. J. and M. Milne. 1992. *Field Guide to North American Insects and Spiders*. National Audubon Society. Alfred A. Knopf. New York.

Triplehorn, C. A. and N. F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. 7th ed. Thomson Brooks/Cole.

Bísquets con harina de frijol de alta calidad nutricional

Cruz-Bravo, R.K.^{1*}, Herrera, M.D.¹, Cid-Ríos, J.A.¹, Pinto-Botello, M.L.², Zavala-Calderón, A.K.²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas, Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de V.R., Zacatecas.

²Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, Ingeniería en Industrias Alimentarias. Carretera a González Ortega Km. 3, Río Grande, Zacatecas.

*Autor de correspondencia: cruz.raquel@inifap.gob.mx; raquelcb81@gmail.com

RESUMEN

El frijol común es la leguminosa de mayor consumo en Latinoamérica, incluyendo México. Representa uno de los principales cultivos en este país, siendo el Estado de Zacatecas el principal productor. Numerosos estudios han demostrado la alta calidad nutricional y nutracéutica del frijol. Sin embargo, su aprovechamiento en el desarrollo de productos alimentarios ha sido limitado. Por otra parte, en los últimos años los productores de frijol se han enfrentado a problemas en su comercialización, lo que conlleva a pérdidas económicas. Con base en lo anterior, en este estudio se propuso desarrollar un producto que diera valor agregado a dicha leguminosa y que presentara una alta calidad nutricional, por lo que se elaboraron bísquets con harina de frijol, variedad Flor de Mayor Dolores y de trigo integral en proporciones de 70/30 y 50/50, respectivamente más un control de 100 % trigo. Se determinó la composición química, contenido de fibra y la digestibilidad *in vitro* de proteínas (DIVP). Los resultados demostraron que los bísquets con harina de frijol presentaron menor contenido de grasas (17 %), 1.65 veces más cenizas (relacionadas con el contenido de minerales) y significativamente más fibra, incluyendo el almidón resistente. La DIVP de los bísquets con frijol fueron semejantes al control ($p>0.05$), por lo que la adición de frijol no comprometió la digestibilidad proteica del producto. Estos resultados sugieren que es factible utilizar la harina de frijol no solamente para darle valor agregado a través de un producto alimentario, sino también para mejorar la calidad nutricional del mismo.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, L., alimentos saludables, valor agregado.

Determinación de Prolina en Sábila (*Aloe Barbadensis* M.) en diferentes fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de estrés hídrico

¹Núñez, Juan Antonio; ¹Pedroza, Aurelio; ²Mata, Ricardo; ¹Trejo, Ricardo

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo. México,

²Oregon State University, USA

apedroza@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

La sequía es un fenómeno recurrente en las zonas áridas, donde cada vez es más escaso el recurso agua para los diferentes procesos productivos. La evaluación de la tolerancia al estrés hídrico en materiales fitogenéticos es una opción para regiones con déficit de agua. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento de respuesta de la prolina como un indicador de la tolerancia al estrés hídrico en el cultivo de sábila y su interacción con la aplicación de fertilizantes orgánicos. Se utilizó un diseño de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas grandes fueron las dosis de guano (0 y 20 L ha⁻¹) y las parcelas chicas las dosis de algaenzimas (0 y 20 L ha⁻¹), haciendo un total de 4 tratamientos producto del factorial 2x2, con tres repeticiones. Cada experimento se evaluó en tres contenidos de humedad edáfica: Capacidad de campo: 21-26 %; Contenido medio de humedad edáfica: 16-21 %; y Punto de marchitez permanente: 11-16 %. Mediante la técnica de Bates, se midió el contenido de prolina (ppm). El contenido de este aminoácido no fue influido por la aplicación de guano y/o algaenzimas en ninguno de los tres contenidos de humedad edáfica (CC, Medio y PMP). Se sugiere estudiar contenidos de humedad por debajo del PMP donde pudiera mostrarse el efecto del estrés hídrico sobre la concentración de prolina.

Palabras clave: Fisiología del estrés, *A. barbadensis*, Fertilizantes orgánicos, Estrés hídrico

Suplementación de glutamato y reactivación ovárica en cabras primaras durante la época de anestro estacional: Efecto sobre los niveles séricos de triyodotironina

Paleta-Ochoa, A.¹, Meza-Herrera, C.A.¹, Navarrte-Molina, C.¹, Cano-Villegas, O.²,
Romero-Rodríguez, C.A.¹, Girón-Gómez, B.S.¹, Álvarez-Ruíz, A.R.¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, URUZA, Bermejillo, Durango, México, 35230.

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL, 27054, Torreón Coahuila, México.

¹paocalicia@chapingo.uruza.edu.mx; ¹cmeza2020@hotmail.com; ¹uruzo77@yahoo.com.mx;
²omag830@gmail.com; ¹carlos.romero@chapingo.uruza.edu.mx; ¹blenda.giron@chapingo.uruza.edu.mx
¹alrualma@chapingo.uruza.edu.mx.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación de glutamato sobre la reactivación de la función reproductiva durante la época de transición al anestro y su posible asociación con los niveles séricos de triyodotironina. El estudio se realizó en el norte de México (UACH-URUZA, 25° LN, 103 LO, a 1117 msnm, enero-marzo). Las cabras (n=20, 7/8 Saanen-Alpina, 10 meses edad, 26 kg peso vivo (PV) y condición corporal (CC) homogénea, fueron aleatoriamente distribuidas en dos tratamientos: 1) Aminoácidos Excitadores (AAE, n=10; 7 mg de glutamato kg-1 PV, i.m.) y 2) Control (CONT, n=10, solución salina, i.m.). Se realizó un muestreo sanguíneo (2 x 7d x 32d) para cuantificar el nivel sérico de progesterona (P4) y triyodotironina (T3) mediante RIA. Mientras que PV (P=0.94) y CC (P=0.88) no difirieron entre tratamientos, el porcentaje de cabras mostrando reactivación de la función ovárica y de T3 favorecieron (P<0.05) al grupo AAE (55 vs. 12.5 %), mostrando mayores niveles séricos con respecto al grupo control. Estos resultados demuestran que las cabras son capaces de traducir la suplementación de glutamato en señales endocrinas y metabólicas que inciden sobre la reactivación ovárica, destacando el rol de T3 como modulador metabólico en la época de transición al anestro.

Palabras clave: Suplementación, glutamato, cabras primaras, triyodotironina, anestro estacional.

Estrés térmico, nutrición divergente y tercer tercio de gestación en ovejas: Efectos de la concentración sérica de colesterol y triglicéridos sobre pesos de la camada al nacimiento

Girón-Gómez, Blenda Sinahi; Quezada-Escarcega, Diego; Meza-Herrera, César Alberto; Paleta-Ochoa, Alicia; Navarrete-Molina, Cayetano; Álvarez –Ruíz, Alma Rosa

Universidad Autónoma Chapingo, URUZA, Bermejillo, Durango, México, 35230

blenda.giron@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Se evaluó el efecto de una nutrición divergente en ovejas de pelo (n=24) estresadas por calor (42-45 °C) durante el tercer tercio de gestación sobre variables fisiológicas y la concentración sérica de colesterol y triglicéridos. Los tratamientos fueron: 1) No restringidas nutricionalmente (NRN), ovejas (n=12) alimentadas con paja de trigo ad libitum más 500 g d-1 de concentrado, y 2) restringidas nutricionalmente (RN) ovejas (n=12) alimentadas únicamente con paja de trigo ad libitum. Se registraron las variables a los 100, 115, 130, 145 d de gestación: peso vivo (PV), condición corporal (CC), temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR), niveles séricos de triglicéridos (TRI), niveles séricos de colesterol (COL), peso vivo al parto (PVP) y peso de la camada al nacimiento (PCN). Las variables de respuesta fueron analizadas bajo un DCA con mediciones repetidas en el tiempo. El ITH promedio confirmó condiciones ambientales de estrés severo, día y noche, durante todo el período experimental. El PV y la CC fueron mayores ($P < 0.05$) en las ovejas NRN respecto al RN en ambos tratamientos (+4.7 vs. -5.1 kg). La FR fue mayor ($P < 0.01$) en el grupo NRN. También, se observaron mayores valores promedio para TRI, COL, PVP y el PCN ($P < 0.01$) en favor del grupo NRN. La RN provocó la movilización de reservas corporales, generando pérdidas de peso y CC, sin disminuciones en la TR, aunque mostraron una menor FR. Se sugiere que las ovejas de pelo estresadas por calor desarrollan importantes adaptaciones fisiológicas y metabólicas incrementando una ingesta con mayor densidad energética y proteica, generando un re-direccionamiento de la energía para activar mecanismos de termorregulación y suplir en paralelo las demandas de nutrientes fetales.

Palabras clave: Gestación ovina, estrés térmico, respuestas fisiológicas, triglicéridos, colesterol y peso de la camada.

Suplementación de glutamato y función reproductiva en cabras primaras durante el período de transición al anestro estacional: Efecto sobre los niveles séricos de insulina

Álvarez-Ruíz, A.R.¹; Meza-Herrera, C.A.¹; Paleta-Ochoa, A.¹; Girón-Gómez, B.S.¹; Navarrete-Molina, C.¹; Romero-Rodríguez, C.A.¹;

¹ Universidad Autónoma Chapingo, URUZA, Bermejillo, Durango, México, 35230.

¹paocalicia@chapingo.uruza.edu.mx; ¹cmeza2020@hotmail.com; ¹uruzo77@yahoo.com.mx; ¹carlos.romero@chapingo.uruza.edu.mx; ¹blenda.giron@chapingo.uruza.edu.mx alrualma@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la administración de glutamato sobre la reactivación de la función reproductiva durante la época de transición al anestro y su posible asociación con los niveles séricos de insulina. El estudio se realizó en el norte de México (UACH-URUZA, 25° LN, 103° LO, a 1117 msnm, enero-marzo). Cabras primaras (n=20, 7/8 Saanen-Alpina, 10 meses edad), 26 kg peso vivo (PV) y condición corporal (CC) homogénea, fueron aleatoriamente distribuidas en dos tratamientos: 1) Aminoácidos Excitadores (AAE, n=10; 7 mg de glutamato kg⁻¹ PV, i.m.) y 2) Control (CONT, n=10, solución salina, i.m.). Se realizó un muestreo sanguíneo (2 x 7d x 32d) para cuantificar el nivel sérico de progesterona (P4) e insulina mediante RIA. Mientras que el PV (P=0.94) y la CC (P=0.88) no difirieron entre tratamientos, el porcentaje de cabras mostrando una reactivación de la función ovárica favoreció al grupo AAE (55 vs 12.5 %). Las cabras-AAE mostraron mayores niveles séricos de insulina a través del tiempo con respecto al grupo control. Estos resultados demuestran el rol crítico de la suplementación con glutamato para la función endocrina, la reactivación ovarica, la pulsatilidad de LH y el comportamiento reproductivo, destacando la función de la insulina como modulador metabólico en la época de transición al anestro estacional.

Palabras clave: cabras, glutamato, anestro estacional, progesterona, insulina.

Rendimiento de maíz de temporal cultivado en una plantación de nopal en el Valle del Guadiana Durango

Sarmiento-López, Homero^{1*}; Sigala-Rodríguez, José Ángel¹; Rosales-Serna, Rigoberto¹; García-Pérez, José Luis²

¹Campo Experimental Valle del Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Carr. Durango-El Mezquital km 4.5, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. ²Sitio experimental La Campana, INIFAP Carr. Chihuahua-Ojinaga km 33.Cd. Aldama Chihuahua, México, C.P. 32910.

*sarmiento.homero@inifap.gob.mx

RESUMEN

El nopal tunero es capaz de aumentar la eficiencia y la viabilidad de la agricultura sostenible en las zonas semiáridas. Así mismo el establecimiento de cultivos en asociación con el maíz puede incrementar la productividad y seguridad alimentaria. El objetivo fue evaluar rendimiento de forraje y grano en maíz de temporal (Var. Cafime) cultivado en sistema tradicional y cultivado en combinación con nopal tunero y dos tratamientos de fertilización. El experimento se realizó en el INIFAP Durango, Dgo. En el sistema combinado se sembraron dos surcos en franjas de 2 m de ancho entre hileras de nopal. Los tratamientos de fertilización fueron: 1) fertilización química (40-40-0), y 2) fertilización química (40-40-0) + inoculación de semilla con *Azospirillum brasilense* y *Glomus* sp. Se determinó forraje verde y seco así como rendimiento de grano. No se presentaron diferencias entre ambiente ni fertilización para las variables forraje verde y grano obteniendo promedios de 12 t ha⁻¹ y 2.48 t ha⁻¹ respectivamente. En forraje seco hubo diferencias entre ambientes y el mayor rendimiento lo presentó el sistema combinado (4.97 t ha⁻¹) en comparación con el tradicional (3.69 t ha⁻¹).

Palabras clave: *Azospirillum*, *Glomus*, inoculación, forraje, grano.

ABSTRACT

The prickly pear nopal is able to increase the efficiency and viability of the sustainable agriculture in semi arid zones. Also the establishment of cultivation in association with corn can increase the productivity and food security. The objective was to evaluate the yield of forage and grain in temporal corn (var.Cafime) cultivated in traditional system and cultivated in combination with prickly pear nopal and two fertilization treatments. The experiment was conducted in INIFAP Durango, Dgo. In the combined system were laid two rows in stripes of corn of 2 m. width between rows of nopal. The fertilization treatments were 1) chemical fertilization (40-40-0), and 2) chemical fertilization (40-40-0) + seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Glomus* sp. It was determined green and dry forage and also grain yield. There were no differences between the environments neither fertilization for the variables green forage and grain obtaining averages of 12 t ha⁻¹ y 2.48 t ha⁻¹ respectively. In dry forage there were differences between environments and the best yield was presented by the combined system (4.97 t ha⁻¹) compared with the traditional (3.69 t ha⁻¹).

Keyword: *Azospirillum*, *Glomus*, inoculation, forage, grain.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales retos que se encuentra en las agendas gubernamentales es el uso sostenible de la tierra (Restrepo, 2014). Dentro del manejo de los sistemas de producción de alimentos se deben promover técnicas para lograr una reconversión sustentable, y un ejemplo de ello es el intercalado y asociación de cultivos, rotación de cultivos, así como el uso de fertilizantes de origen químico y orgánico (Díaz *et al.*, 2007). Los cultivos asociados establecidos en sistema policultivo son los que se establecen sobre el mismo terreno y de esta forma se puede realizar el manejo de la intensificación superponiendo espacio-tiempo (Díaz-López *et al.*, 2012).

El establecimiento del policultivo tiene un impacto benéfico en la productividad agrícola ya que ayuda a la reducción de la erosión, aumenta la fertilidad del suelo y los rendimientos por área, incrementa la eficiencia de uso del suelo y mayor rentabilidad económica (Árias, 2005). El policultivo puede tener una asociación de plantas perenes con anuales (Francis, 1986) y además de este modo puede coadyuvar a la disminución de los costos de establecimiento de los cultivos que requieren periodos de cultivo largos para obtener producción (Soria *et al.*, 1975).

El nopal tunero es capaz de aumentar la eficiencia y la viabilidad de la agricultura sostenible en las zonas semiáridas. Tanto las poblaciones silvestres y cultivadas proporcionan refugio de vida silvestre, alimentos para el humano, forraje, medicina popular y además constituye una barrera biológica productiva para control de la desertificación y el impacto negativo de la sequía (Pimienta-Barrios, 1994). Por su parte, el maíz y sus características fisiológicas hacen que tenga una gran capacidad de adaptación en casi todos los tipos de suelo, altitudes y climas (Aguilar-Ávila y Ávalos-Gutiérrez, 2013). Es una importante fuente de ingreso para el agricultor en el Estado de Durango (Castillo y López, 2005). En el año 2014 se sembraron cerca de 24 mil ha para forraje y 153 mil ha de grano lo cual corresponde al 3.3 y 20.6 % de la superficie total sembrada en el estado (SIAP, 2014).

El uso de microorganismos promotores del crecimiento (rizobacterias, bioestimulantes, biofertilizantes o inoculantes) ha despertado interés en los últimos años (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000) y bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Azospirillum*, así como hongos micorrízicos del género *Glomus* han sido los más utilizados (Holguín *et al.*, 2003; Irizar *et al.*, 2003). El objetivo del presente fue evaluar el rendimiento de forraje y grano de maíz de temporal cultivado en combinación con nopal tunero y con diferentes tratamientos de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP en Durango, Dgo. México ubicado en el km. 4.5 Carretera Durango-El Mezquital coordenadas 23° 59' 21'' N y 104° 37' 27.5'' W a una altitud de 1880. El clima predominante en esa región corresponde el seco-semiárido con lluvias en verano y variación fuerte de temperatura [BS₁kw(w)(e)]. La precipitación promedio acumulada registra 436 mm y la temperatura

promedio es de 17.4 °C. Se utilizó un lote establecido con nopal tunero con una edad de 14 años con las siguientes características: altura 2.32 m, cobertura de 2.1 m, y diámetro basal de 37.5 cm. La distancia entre líneas fue de 3 m y 1.5 m entre plantas. La siembra del maíz se realizó el día 10 de julio de 2014 cuando inició el temporal de lluvias. Se sembraron dos surcos de maíz en franjas de 2 m de ancho entre hileras de nopales. Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento de fertilización y la unidad experimental consistió en una franja de 44 metros de longitud. Se sembró maíz (Var. Cafime) a hilera sencilla y distancia de 81 cm entre surcos. Anexo a éste lote se sembró otro similar sin el componente de nopal para comparar entre sistema de producción.

Los tratamientos de fertilización fueron dos: fertilización química y fertilización química + inoculación. El tratamiento de fertilización química consistió en aplicación de la dosis 40-40-0 distribuida en dos aplicaciones, la primera 25 días después de la siembra (dds) aplicando la dosis 15-5 con una escarda y la segunda aplicación con la dosis 25-35 durante la segunda escarda 40 dds. El tratamiento de fertilización química + inoculación consistió en el uso de la bacteria *Azospirillum brasilense* contenida en el producto comercial AzoFer® y el hongo *Glomus* sp. contenido en el producto comercial MicorrizaFer® (Biofábrica Siglo XXI, 2014). La aplicación se hizo sobre la semilla a utilizar siguiendo las recomendaciones del fabricante y la aplicación del fertilizante se realizó de manera similar al primer tratamiento.

El control de maleza se realizó mediante dos escardas en el cultivo del maíz y entre plantas de nopal se aplicó el herbicida de contacto Paraquat. Para el control de gusano cogollero el día 1 de agosto se realizó una aplicación de Clorpirifos y Lambda Cyhalotrina. Durante el ciclo se registro una precipitación de 276 mm. Para determinar la producción de forraje, 100 dds se realizó un muestreo en cada franja consistente en tres muestras. Cada muestra consistió de dos surcos de 3 metros de longitud donde se cortaron los tallos a nivel del suelo y se pesaron para determinar forraje verde. Posteriormente las muestras se colocaron en una estufa de secado a 60° C hasta peso constante y se determinó el forraje seco. Para medir el rendimiento de grano una vez alcanzada la madures fisiológica en cada franja se cosecharon dos surcos de 3 metros de longitud y se almacenaron en bolsas de papel estraza para su posterior desgranado. Se desgranaron de forma manual y se determinó la humedad y rendimiento de grano utilizando el equipo Steinlite modelo 400G®. Los datos de forraje verde y seco así como de rendimiento de grano fueron sometidos a un análisis en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 (dos sistemas de producción x dos tratamientos de fertilización). Donde existieron diferencias significativas se realizó una prueba de separación de medias por el método Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable forraje verde y producción de grano, el análisis de varianza no mostró diferencias entre sistemas de producción, tratamiento de fertilización e interacción. Para el caso del forraje seco entre tratamientos de fertilización e interacción no se presentaron diferencias pero en el caso de sistema de producción se presentaron diferencias significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza en variables evaluadas en maíz (cv. Cafime) cultivado en dos sistemas y dos tratamientos de fertilización.

Fuente de variación	Grados de libertad	Forraje verde t ha ⁻¹	Forraje seco t ha ⁻¹	Rendimiento de grano t ha ⁻¹
Fertilización	1	0.29	0.00006	0.23
Sistema	1	31.01	16.93**	0.06
Fertilización*sistema	1	0.19	0.75	1.05
error				

**=altamente significativo (p<0.01)

En el caso del sistema combinado se obtuvieron valores para producción de forraje verde de 11.23 t ha⁻¹ con fertilización química y 11.20 t ha⁻¹ con fertilización química + inoculación. En forraje seco se obtuvieron valores de 4.84 t ha⁻¹ con fertilización química y 5.11 t ha⁻¹ con fertilización química + inoculación. En la producción de grano se obtuvieron valores de 2.95 t ha⁻¹ para fertilización química y de 2.14 t ha⁻¹ con fertilización química + inoculación (Cuadro 2). Para el caso del sistema tradicional se obtuvieron valores para producción de forraje verde de 13.10 t ha⁻¹ con fertilización química y 12.80 t ha⁻¹ con fertilización química + inoculación. En forraje seco se obtuvieron valores de 3.83 t ha⁻¹ con fertilización química y 3.56 t ha⁻¹ con fertilización química + inoculación. En la producción de grano se obtuvieron valores de 2.27 t ha⁻¹ para fertilización química y de 2.56 t ha⁻¹ con fertilización química + inoculación (Cuadro 2).

En el caso de sistema de producción se obtuvo un promedio de rendimiento de forraje verde de 11.21 t ha⁻¹ para el sistema combinado y de 12.95 t ha⁻¹ para el sistema tradicional. En el rendimiento de grano se obtuvieron promedios de 2.55 t ha⁻¹ para el combinado y de 2.41 t ha⁻¹ para el tradicional. Donde el análisis mostro diferencias el mayor promedio de producción de forraje seco lo obtuvo el sistema combinado con 4.97 t ha⁻¹ contra el sistema tradicional donde se obtuvo un promedio de 3.69 t ha⁻¹ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de grano en maíz cv. Cafime en dos ambientes de producción y dos tratamientos de fertilización.

Tratamiento	Forraje verde	Forraje seco	Rendimiento de grano
Sistema combinado			
Fertilización química	11.23	4.84	2.95
Fertilización química + inoculación	11.20	5.11	2.14
Promedio	11.21	4.97 a	2.55
Sistema tradicional			
Fertilización química	13.10	3.83	2.27
Fertilización química + inoculación	12.80	3.56	2.56

inoculación			
Promedio	12.95	3.69 b	2.41

CONCLUSIONES

El cultivo de maíz en sistema combinado no presentó disminución en el rendimiento de grano y forraje verde por la presencia del nopal. Para el caso de forraje seco presentó el promedio más alto. Además en el caso de éste ensayo la inoculación con *Glomus* y *Azospirillum* no pareció aumentar el rendimiento de grano y forraje.

LITERATURA CITADA

Aguilar-Ávila J. y Ávalos-Gutiérrez C. 2013. Estimación de cosecha de maíz. *In*: Estimación de rendimientos en el sector agropecuario. Aguilar-Ávila, J. y V.H. Santoyo-Cortéz. Ed. Universidad Autónoma Chapingo 206 p.

Arias V.A. y Marrero S.L. 2005. Factibilidad económico-energética de las asociaciones de sorgo con soya. *Centro Agrícola*. 32(4):41-46.

Castillo R.A. y López H.J. 2005. El cultivo de maíz de temporal en Durango. Folleto para productores No. 20. Campo Experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro. INIFAP. 14 p.

Díaz V., P. et al. 2007. La etnoagricultura en laderas de México y su reingeniería para su reconversión sustentable.

<http://www.colpos.mx/proy/PMSL/Docs/Word/Etnoagricultura%20en%20Laderas.doc>. Consultado el 5 de agosto de 2015.

Díaz-López E., Campos-Pastelín J.M., Morales-Ruíz A, Salgado-Benítez G., Castillo-Vilchis A., Gil-Gil H. 2012. Uso equivalente de la tierra en la combinación frijol ejotero-girasol en Toluca, México. *Ciencias agrícolas informa*. 21(2):86-96.

Francis CA. 1986. *Múltiple Cropping Systems*. Ed. Mac. Millan. Nueva York. 383 p.

Holguín G., Y. Bashan, M. E. Puente, A. Carrillo, G. Bethlenfalvay, A. Rojas, P. Vázquez, G. Toledo, M. Bacilio-Jiménez, B. R. Glick, L.E. González de-Bashan, V. Lebsky, M. Moreno y J. P. Hernández. 2003. Promoción del crecimiento en plantas por bacterias de la rizósfera: avances de investigación. *Revista Agricultura Técnica en México*. 29:201-211.

Irizar, G.M., P. Vargas, D. Garza, C. Tut, M. Rojas, A. Trujillo, R. García, D. Aguirre, J. Martínez, S. Alvarado, O. Grageda, J. Valero y J. Aguirre. 2003. Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México. *Revista Agricultura Técnica en México*. 29(2):213-225.

Pimienta-Barrios E. 1994. Prickly pear (*Opuntia* spp.): a valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. *Journal of Arid Environments*. 28(1):1-11.

Restrepo G. L. M. y Holguín, E. R. 2014. Notas sobre delineamientos de política agroforestal. *Revista Agroforestería Neotropical*. 4:5-11.

Siap. SIAP-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2014. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. Consultado el 6 de agosto de 2015.

Soria J, Bazan R, Pinchinat AM, Paez G, Mateo N, Moreno R. 1975. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. *Turrialba* 5(3):183-293.

Análisis de la variación temporal y de la remoción de nutrimentos en higuera bajo sistemas de producción intensivos

Márquez-Guerrero, Selenne Yuridia¹; Arreola-Avila, Jesús Guadalupe¹; Figueroa-Viramontes, Uriel²

¹Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. C.P. 35230. Bermejillo, Dgo.,
²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro Regional de Investigación Norte-Centro; Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. Matamoros, Coah. C.P. 27440

E-mail: selenne.marquez@hotmail.com

RESUMEN

La higuera (*Ficus carica* L.) se adapta a una gran variedad de suelos y climas por su tolerancia a salinidad y sequía (El-Shazly *et al.*, 2014). En los últimos años se han establecido en la Comarca Lagunera de Durango huertos de higuera en sistemas intensivos de producción, en los que se espera obtener 40 ton ha⁻¹. Un método para generar programas de fertilización, es a partir de un balance entre la demanda del cultivo y el suministro del suelo. El objetivo de este proyecto es generar conocimiento sobre la dinámica y remoción de nutrimentos en higuera cultivada en sistemas intensivos de producción. Las huertas de higos se encuentran en las localidades El Vergel, Transporte y Dinamita, del estado de Durango. Se caracterizó el suelo de las huertas, hasta 90 cm de profundidad y se realizaron análisis foliares mensualmente a partir de abril de 2015. Los resultados muestran que el suelo a una profundidad de 0 – 30 cm, tiene un contenido medio de materia orgánica de 1.55 %, nitrógeno total 62 mg kg⁻¹, fósforo 19 mg kg⁻¹, potasio 993 mg kg⁻¹, calcio 3841 mg kg⁻¹ y magnesio de 548 mg kg⁻¹. Mientras que los resultados de los análisis foliares del cultivo en el mes de junio fueron: nitrógeno 2.38 %, fósforo 0.106 %, potasio 1.25 %, calcio 1.4 % y magnesio 0.21 %. Estos resultados son comparables con el cultivo de nogal pecanero en la Comarca Lagunera que presenta necesidades nutrimentales promedio de nitrógeno 2.3 %, fósforo 0.13 %, potasio 1.1 %, calcio 1.95 % y magnesio 0.4 %.

Palabras claves: *Ficus carica* L., dinámica, remoción de nutrimentos.

Huertos familiares, una estrategia para el desarrollo agroalimentario en comunidades rurales de zonas áridas

Trejo-Calzada, Ricardo; Chávez-Rivero, José Antonio; Pedroza-Sandoval, Aurelio; Ruiz-Torres, José

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Dgo. CP. 35230.

RESUMEN

Uno de los retos que afrontara la producción agroalimentaria en el país es el asegurar el abasto suficiente de alimentos para la población. Lo anterior se debe a que la demanda de alimentos se intensificará por el crecimiento de la población; la mayor esperanza de vida; los cambios en los patrones de consumo hacia alimentos más saludables, inocuos, de mejor calidad, producidos de forma amigable con el medio ambiente. Por lo antes mencionado el establecimiento de huertos familiares es una alternativa viable y muy aceptada por la sociedad. El presente trabajo tiene como objetivo general la disponibilidad de alientos de origen vegetal a nivel familiar y comunitario haciendo un uso eficiente de los recursos naturales disponibles fomentando la integración familiar; el presente proyecto fue llevado a cabo durante el año 2014 en siete comunidades de los municipios de Mapimí y Gómez Palacio en el Estado de Durango, como una forma de mejorar las condiciones de vida de las familias de los participantes dentro de este proyecto. Fueron establecidos un total de 80 huertos con un total de 474 beneficiarios de forma directa y alrededor de 500 más de forma indirecta; como resultados se ha observado que los huertos familiares han demostrado no solo ser una alternativa al desabasto de alimentos para estas familias sino que también una fuente de ingresos al vender los excedentes de producción; además el mantener una asesoría constante permite enseñar a los beneficiarios como conservar en buenas condiciones los huertos el control de plagas y enfermedades así como el manejo cultural que presenta cada una de las especies establecidas durante los dos ciclos de producción.

Palabras clave: producción agroalimentaria, manejo integral, desarrollo de capacidades, nutrición familiar.

Tolerancia al estrés hídrico mediante indicadores de crecimiento y desarrollo de la planta en dos variedades de calabaza (*Curcubita moschata*) en la Comarca Lagunera

Méndez-Sánchez, Ruth Ixtaccihuat¹; Pedroza-Sandoval, Aurelio¹; Trejo-Calzada, Ricardo¹; Sanchez-Cohen, Ignacio²; Chávez-Rivero, José Antonio¹.

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Dgo. CP. 35230.

²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera INIFAP

apedroza@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

El estrés hídrico representa una fuerte restricción para el aumento de la productividad de los cultivos y el aprovechamiento de los recursos naturales en zonas áridas. El objetivo del presente estudio, fue evaluar dos variedades de calabaza (*Cucurbita moschata*) en su capacidad de tolerar la sequía, mediante mecanismos anatómicos y morfológicos como criterios agronómicos de evaluación. Se usó un diseño experimental en bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas grandes fueron los contenidos de humedad edáfica: Capacidad de Campo (CC: 20-26 % de humedad edáfica) y Punto de Marchitez Permanente (PMP: 16-20 % de humedad edáfica). Las parcelas medianas fueron dos variedades de calabaza: Variedad Regional (VR) y Variedad Nayarita (VN). La altura de planta, área foliar y cobertura vegetal siempre fueron mayores ($P \leq 0.05$) a través del tiempo en la VN respecto de la VR, con valores promedios de 20.8 cm, 884.9 cm² y 1682.4 cm² en la primera y 15.5 cm, 1617.5 cm² y 1406.7 cm² en la segunda, respectivamente. Adicionalmente, la VN fue la que mostró un comportamiento de mayor estabilidad en altura de planta y área foliar al pasar de CC a PMP, con respecto a la variedad regional; aunque en cobertura vegetal ambas registraron un comportamiento completamente similar al pasar de una a otra condición de humedad edáfica. Lo anterior, sugiere que la VN, es una buena opción para la región por una mayor tolerancia al estrés hídrico.

Palabras clave: Estrés hídrico, *Cucurbita moschata*, Eficiencia hídrica, Sequía.

Uso de BIOL en el crecimiento de plántula de chile (*Capsicum annuum* L.) tipo mirasol en Zacatecas

¹Ruiz Díaz de León, María del Rosario; ²Reveles Hernández, Manuel; Cid Ríos, José Ángel; ³Trejo Calzada, Ricardo

¹Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Cieneguillas, Zac.

²Campo experimental Zacatecas, Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500. Correo: reveles.manuel@inifap.gob.mx

³Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo., México.

RESUMEN

El crecimiento de plántula de chile bajo condiciones de invernadero permite la obtención de plántula de calidad. El uso de abonos orgánicos es indispensable para obtener plantas orgánicas, sin embargo, existe poca información sobre el uso de biofermentos en la producción de plántula de chile. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de plántula de chile en invernadero, aplicando diferentes dosis de biol en agua de riego y vía foliar. Se realizó un experimento con plántula de chile variedad Mirasol, aplicando diferentes dosis de biol en el agua de riego (R), vía foliar (F) comparados con la fertilización Química (20-40-20). El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro repeticiones en donde una charola con 200 cavidades fue la unidad experimental. En general, los tratamientos con uso de biol expresaron mayor efecto sobre la altura de planta y número de hojas en comparación con la aplicación de fertilizantes químicos, lo anterior significa una alternativa para la producción orgánica de plántula de chile en condiciones de invernadero.

Palabras clave: biol, orgánico, ecología, crecimiento, *Capsicum*

SUMMARY

The growth of chili pepper seedlings for transplant under greenhouse conditions allows the production of good quality seedlings. The use of organic fertilizers is necessary to get organic plants. However, there is not enough information about the use of bioferments on seedling production in chili. The aim of this study was to evaluate the growth of pepper seedlings in greenhouse, using different doses of biol in irrigation water and foliar applications. An experiment was performed with Mirasol chili seedling variety, using different doses of biol in irrigation water (R), foliar (F) compared with chemical fertilizer (20-40-20). The experimental design was completely randomized with four replications where a tray with 200 cavities was the experimental unit. In general, treatments with use of biol expressed greater effect on plant height and number of leaves per plant, compared to the application of chemical fertilizers, this means an alternative to organic production chili seedling under greenhouse conditions.

Keywords: biological, organic, ecology, growth, *Capsicum*

INTRODUCCION

En el año 2012, la superficie sembrada de chile en la república mexicana fue de 138,188 ha, de las cuales en la región norte centro se establecieron 83,365 ha, lo que significa el 60 % de la superficie nacional; para este mismo ciclo y la misma región aportó 21 55% de la producción cuyo valor significó el 49 % del total nacional (SIACON, 2014).

En México, Zacatecas es el líder en la producción de chile seco, este es el cultivo más importante en el Estado, aportando el 35 % del valor total generando en el sector agrícola; además, este representa la opción agrícola que brinda mayor ingreso a los productores y es la principal fuente de empleo en el medio rural, ya que se necesitan alrededor de 150 jornales por cada hectárea (Bravo *et al.*, 2002).

En la búsqueda de mayor productividad y sustentabilidad de los sistemas de producción de chile se han implementado una serie de prácticas tendientes a incrementar la rentabilidad del cultivo buscando la conservación de la fertilidad de los suelos implementando prácticas aplicadas en la producción de frutas, hortalizas, leche y carne (Winter y Davis, 2006).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000).

Los abonos orgánicos de origen animal constituyen un elemento fundamental de la fertilización orgánica, constituyendo una de las mejores formas para elevar la actividad biológica de los suelos (Monroy y Viniegra, 1990).

La aplicación de abonos orgánicos favorecen la mejora de propiedades físicas del suelo y por lo tanto factores como capacidad de retención de humedad sufren grandes cambios, además de los beneficios biológicos que repercuten en beneficios agronómicos y ambientales (Evanylo *et al.*, 2008), que favorecen la sustentabilidad de los sistemas de producción.

Según Basaure (2006), el biol aplicado foliarmente a los cultivos en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de plántula de chile en invernadero, aplicando diferentes dosis de biol en agua de riego y vía foliar.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en un invernadero tipo túnel con cubierta de plástico localizado en el Campo Experimental Zacatecas (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) INIFAP ubicado en el Municipio de Calera de Víctor Rosales, estado de Zacatecas, Mexico, cuyas coordenadas son 22° 54'10" latitud norte, 102° 39'29" longitud oeste, con una altura sobre el nivel medio del mar de 2198 m. Se sembró el día 20 de abril del 2015, con semilla de chile variedad mirasol INIFAP Zacatecas, en charolas de poliestireno de 200 cavidades con capacidad de 25 milímetros cada una, y usando sustrato comercial a base de turba obscura (peat moss) marca Sun Shine® número tres.

A continuación se describen los tratamientos según su dosificación y tipo de aplicación (foliar o sustrato).

El primer tratamiento (testigo) se hizo la formulación 20-40-20 aplicado en el agua de riego; el segundo tratamiento consistió en aplicación foliar de biol al 10 % diluido en agua y 10 % aplicado en el agua de riego; el tercer tratamiento consistió en aplicación foliar de biol al 75 % diluido en agua y aplicación del mismo en una dilución al 50 % en el agua de riego. El diseño experimental usado fue completamente al azar con cuatro repeticiones, en donde la unidad experimental fue una charola de 200 cavidades.

Cuadro 1. Relación de tratamientos para plántula de chile sometidos a aplicaciones de biol al sustrato, vía foliar y fertilización química.

Tratamiento	% Biol		Fertilización Química	Clave
	Riego	Foliar	Fertilizante	
1	0	0	20-40-20	20-40-20Q
2	10	10	0	10R-10F
3	75	50	0	75R-50F

El biol utilizado en el presente experimento fue elaborado a base de estiércol de ganado porcino, bovino, adicionado con malezas y gallinaza.

Los datos se analizaron como un experimento factorial usando el Programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2 se presentan las medias de la altura de plántula para los tratamientos evaluados en donde se observa una tendencia a incrementar del porte de planta a medida que se incrementan las dosis de biol en el agua de riego y vía foliar; sin embargo, los dos tratamientos que incluyeron

el biol superaron en altura de planta al testigo en donde se usó la fertilización química, siendo la altura de planta de los tratamientos orgánicos estadísticamente iguales entre ellos, pero estadísticamente superiores al testigo (DMS con un nivel de significancia de 0.05).

Los resultados encontrados coinciden con los reportados por Abad (2014), donde también reporta un comportamiento favorable en la altura de la planta de soya con la aplicación de biol al cultivo.

Cuadro 2. Comparación de medias por DMS para altura de plántulas de chile sometidas a aplicación de biol en el agua de riego, vía foliar y fertilización química.

Tratamiento	Media de altura de planta (cm)
3	13.014 a
2	9.718 a
1	5.982b

Nota: Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

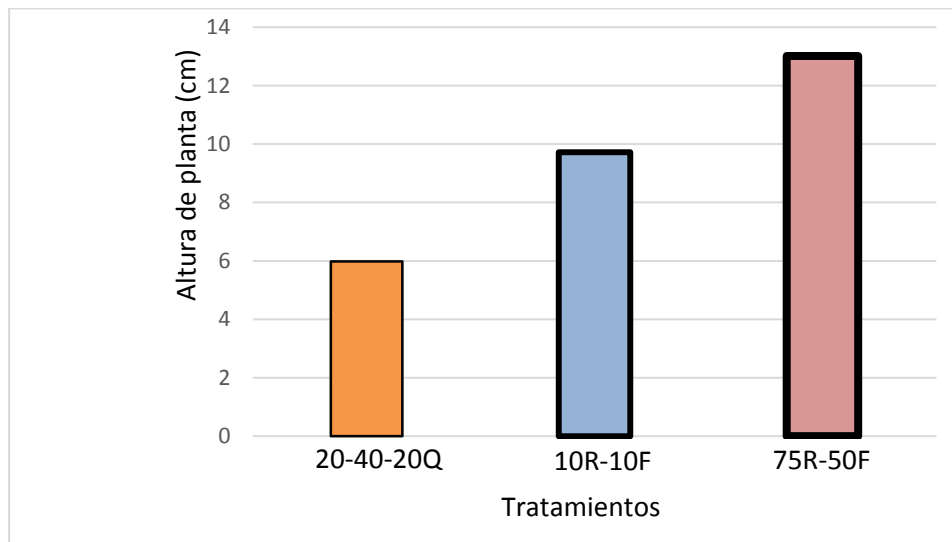


Figura 1. Altura de plántulas de chile sometidas a aplicación de biol en el agua de riego, vía foliar y fertilización química.

Con respecto a la variable número de hojas se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P > F = 0.000$), resultando estadísticamente iguales los tratamientos en donde se usó el biol, pero estadísticamente superiores al testigo en donde se usó fertilización química (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparaciones de medias por DMS para número de hojas en plántula sometidas a aplicación de biol al sustrato, vía foliar y fertilización química.

Tratamiento	Media
3	9.50 a
2	8.74 a
1	5.52 b
DMS	0.809

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede apreciar una tendencia de incrementar el número de hojas con el uso de biol, misma tendencia prevalece al incrementar las dosis aplicadas de este producto orgánico.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con uso de biol expresaron mayor efecto sobre la altura de planta y número de hojas en comparación con la aplicación de fertilizantes químicos, lo anterior significa una alternativa para la producción orgánica de plántula de chile en condiciones de invernadero.

Se sugiere continuar con evaluaciones de este tipo con la finalidad de establecer la mejor dosis y forma de aplicación del biol en la producción de plántula de chile en condiciones de invernadero.

LITERATURA CITADA

Abad. V; V. M. 2014. Evaluación del crecimiento y valor nutricional de la soya para forraje (Glycine Max) utilizandobiol como abono obtenido con microorganismos nativos. Universidad de las Fuerzas Armadas Innovación para la Excelencia.

Basaure, P. 2006. Abono líquido. Consultado en línea 19-junio- 2015. Disponible en www.cepac.org.bo/moduloscafe/.../Conf%20Biofermentadores.pdf

Bravo L., A. G.; Cabañas C. B.; Mena C. J; Velásquez V. R.; Rubio D. S; Mojarro D. F y Medina G. G 2002. Guía para la producción de chile seco en el altiplano de Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. Calera de V. R., Zac., Mexico. p. 1-224.

Evanylo G., Sherony C., Spargo J., Starner D., Brosius M., Haering K. 2008. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 127:50-58.

Monroy, O. y Niviegra, G. 1990 Biotecnología para el Aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT Editor S.A. Mexico DF.p 1-17.

Olivares S., E. 2013. Programa de Diseños Experimentales. Versión 1.4 de PRUEBA. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Romero M., Trinidad A., García R. y Ferrera R. 2000. Producción de papa yBiomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia, 34:1-269.

SIACON. 2014. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta 1980-2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Disponible en www.Sagarpa.gob.mx Consultado en línea el día 11 de septiembre del 2015.

Winter C., K. and Davis S., F.2006. Organic foods. Journal of Food Science. 71:117-124.

Calidad y rendimiento de Pinto Saltillo en dos sistemas de siembra con goteo en Zacatecas

Cid-Ríos, José Ángel; Reveles-Hernández, Manuel; Figueroa-González, Juan José

Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas Fresnillo, Calera, V. R., Zacatecas, México. CP 98500. Tel. 5538718700 Ext 82320,

E-Mail: cid.angel@inifap.gob.mx

RESUMEN

La siembra en camas con altas densidades de siembra permite un mejor aprovechamiento del suelo y agua en el cultivo de frijol. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad y rendimiento por hectárea en frijol Pinto Saltillo en dos densidades de siembra bajo condiciones de riego por goteo en Zacatecas; se estableció un experimento con dos tratamientos, el primero a hilera sencilla y el segundo a cuatro hilos de siembra bajo condiciones de riego por goteo en Zacatecas. Los resultados obtenidos muestran que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas de siembra para la variable índice de cosecha. El uso de altas densidades de siembra favoreció el incremento de rendimiento de frijol bajo condiciones de riego. El sistema de siembra en camas con cuatro hileras de plantas incrementó la productividad de biomasa total por hectárea, lo que hace suponer que este sistema es más eficiente en el uso del suelo; lo que hace que este sistema se convierta en una alternativa para incrementar el rendimiento de las zonas frijoleras bajo condiciones de riego del estado de Zacatecas.

Palabras clave: densidad de siembra, calidad, biomasa, riego, hileras

ABSTRACT

Bed planting high densities makes better use of soil and water in the bean crop. The aim of this study was to evaluate the quality and yield per hectare in Pinto Saltillo beans in two seeding system under drip irrigation conditions in Zacatecas; an experiment with two treatments was established, the first single row and the second four-wire planting under drip irrigation conditions in Zacatecas. The results showed no statistically significant differences were found between the two seeding systems for harvest index. The use of high densities favored the increase in bean yield under irrigation. The bed planting system with four rows of plants increased productivity of total biomass per hectare, which suggests that this system is more efficient water and land use; what makes this system will become an alternative to increase the performance of production bean areas under irrigation in the Zacatecas state.

Keywords: density, quality, biomass, irrigation, rows

INTRODUCCIÓN

En México, el frijol se encuentra dentro de las principales especies alimenticias que aportan proteínas al ser humano. Sin embargo, en los últimos años la producción ha sido insuficiente para satisfacer los requerimientos de la población, por lo que se ha buscado incrementar el

rendimiento con la siembra de este cultivo en camas, debido a que este sistema de siembra permite incrementar la densidad de población, además, permite optimizar el empleo de insumos como fertilizante químico, fungicidas, insecticidas y agua de riego (De Luna y Ponce, 1995).

Uno de los principales retos para mejorar la eficiencia productiva del frijol es el incremento del rendimiento y la reducción de los costos de producción, por lo que la siembra en altas densidades contribuirá al incremento del rendimiento y autosuficiencia alimentaria de los productores (Jiménez *et al.*, 2014 a). Aún en situaciones adversas, el cultivo de frijol puede lograr un incremento sostenible del rendimiento por medio del aumento de densidad de plantas por hectárea, con lo que se puede lograr mayor rentabilidad (Jiménez *et al.*, 2014 b).

Una alternativa para incrementar el rendimiento es la siembra en camas con tres hileras de siembra, en donde se impide el desarrollo de la maleza, se incrementa la densidad de plantas por hectárea y por lo tanto se incrementa el rendimiento de frijol (Téllez, 2007).

El índice de cosecha ha sido utilizado para medir en cierto modo la eficiencia del cultivo para destinar asimilados a la formación de órganos de interés económicos para la agricultura y se considera útil para medir el grado de adaptación del cultivo en los programas de mejoramiento genético. El índice de cosecha es un concepto que se ha usado para evaluar la eficiencia productiva de los cultivos con relación a la producción de grano (Kemanian *et al.*, 2007, Fageria *et al.*, 2011). En frijol esta ha sido una herramienta de utilidad para evaluaciones del comportamiento agronómico y eficiencia del cultivo (Rosales-Serna *et al.*, 2004).

La siembra en camas de tres, cuatro y seis hilos de siembra aumenta la densidad de población, con este arreglo de siembra permite un mejor aprovechamiento del suelo y agua, reduce el espacio entre plantas y evita que se desarrolle la maleza. Por otro lado, han encontrado que el Pinto Saltillo incrementa su rendimiento hasta un 45% aumentando así la rentabilidad del cultivo (Osuna *et al.*, 2013).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad y rendimiento por hectárea en frijol Pinto Saltillo en dos densidades de siembra bajo condiciones de riego por goteo en Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en el kilómetro 24.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales, cuyas coordenadas y altura son 22°54'31" de latitud norte y 102 ° 39' 34" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

Se evaluó el rendimiento de frijol de la variedad Pinto Saltillo bajo dos sistemas de producción en sistema de riego por goteo; el primero en hilera sencilla establecido en surcos de 0.76 m de ancho; el segundo en camas con cuatro hileras de siembra de 1.62 m de ancho.

La distancia entre plantas para los dos arreglos fue de 10 cm entre plantas equivalente a 131,000 y 244,000 mil plantas por hectárea para los dos tratamientos evaluados. Así mismo, se utilizaron dos cintas de riego por goteo de flujo medio, calibre 6000 con 10 cm de distancia entre cada gotero.

Se utilizó un diseño de arreglo en fajas con submuestreos completamente al azar, donde la unidad experimental para el primer sistema fueron cinco metros de longitud por 0.76 m de ancho de dos surcos de siembra y para el segundo sistema consto de cinco metros de longitud en camas de 1.62 m de ancho.

La siembra de frijol se realizó el día 26 de junio del 2014. Para el mantenimiento del cultivo se realizó una escarda a los 15 quince días después de la siembra en donde se aplicó el fertilizante inorgánico con la dosis 50-60-30 de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea.

Al llegar a la madurez fisiológica de la variedad se obtuvieron cinco muestras completamente al azar en cada sistema de siembra; las muestras se desgranaron manualmente y se determinó el peso de cien semillas, el rendimiento por hectárea y el peso volumétrico en los dos sistemas de siembra, además, se determinó el peso de paja por planta (g), el peso de grano por muestra para cada arreglo y se determinó el índice de cosecha usando la fórmula siguiente:

$$IC = (PG \times 100) / BT$$

Dónde: IC = Índice de Cosecha

PG = Peso de Grano

BT = Biomasa Total (Peso de Paja + Peso de Grano)

Los datos obtenidos se analizaron usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan las comparaciones de medias para los parámetros evaluados en el estudio, el peso de cien semillas resulto estadísticamente superior e el tratamiento de cuatro hileras de plantas por cama, superando en alrededor de un 10 por ciento al sistema de siembra en surcos con una hilera de plantas; el peso volumétrico para los dos tratamientos evaluados fue estadísticamente igual, aunque, el promedio fue ligeramente mayor en el tratamiento con menor densidad de población de plantas por hectárea.

El rendimiento de grano por hectárea resultó ser estadísticamente mayor en el sistema de altas densidades (cuatro hileras de plantas), en donde fue igual a 5494 kg ha⁻¹, mientras que en el sistema con menor densidad de siembra solo llegó a los 3477 kg ha⁻¹; un comportamiento similar se mostró en la producción de paja donde los rendimientos fueron de 1784 y 2993 kg ha⁻¹, para los sistemas en surco y en cama respectivamente; los dos factores anteriores aportaron la producción de biomasa total por hectárea en donde el tratamiento con altas densidades de siembra fue estadísticamente superior al de bajas densidades, con una producción de biomasa por hectárea de 8526 y 5260 kg respectivamente.

Los resultados encontrados coinciden con lo que reportado por Osuna *et al.*,(2013), donde las altas densidades de siembra favorecen el rendimiento de la variedad Pinto Saltillo al establecerlo en condiciones de temporal en el estado de Aguascalientes.

Cuadro 1. Comparación de medias, por el método DMS al nivel de significancia 0.05, para las variables en estudio de la variedad Pinto Saltillo, en los dos sistemas de producción con riego por goteo en Zacatecas.

Sistema de Siembra	Peso de cien semillas (g)	Peso volumétrico (g)	Peso de grano (Kgha ⁻¹)	Peso de paja (kg ha ⁻¹)	Índice de Cosecha (%)	Biomasa Total (kgha ⁻¹)
Una hilera (0.76 m)	33.7 b	801.1 NS	3477 b	1784 b	66.04NS	5260 b
Cuatro hileras (1.62 m)	36.4 a	789.1 NS	5494 a	2993 a	64.98NS	8526 a

*Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes.

CONCLUSIONES

El uso de altas densidades de siembra favoreció el incremento de rendimiento de frijol bajo condiciones de riego.

El sistema de siembra en camas con cuatro hileras de plantas incrementó la productividad de biomasa total por hectárea, lo que hace suponer que este sistema es más eficiente en el uso del suelo; lo que hace que este sistema se convierta en una alternativa para incrementar el rendimiento de las zonas frijoleras bajo condiciones de riego del estado de Zacatecas.

LITERATURA CITADA

De Luna, J. A. y Ponce, M. A. 1995. Evaluación de cinco leguminosas comestibles bajo dos sistemas de producción en dos años de estudio. Segundo simposio estatal sobre la investigación y desarrollo tecnológico en Aguascalientes. Investigación y Ciencia. 4-8.

Fageria, N. K.; Moreira, A.; and Coelho A. M. 2011. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, 34:361-370

Jiménez, G. J. C., Acosta G. J. A., Ramírez V. O. y Jacobo C. J. L. 2014 a. Altas densidades de plantas en frijol de riego para incrementar la producción en chihuahua. Folleto técnico Núm. 30. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Centro Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Cuauhtémoc Chihuahua. México. 18 p.

Jiménez, G. J. C., Jacobo, C. J. L., Acosta, G. J. A. y Ramírez, V., O. 2014 b. Altas densidades de plantas y fertilización en frijol de temporal para incrementar la producción en el estado de chihuahua. Folleto técnico Núm. 31. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Centro Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Cuauhtémoc Chihuahua. México. 51 p.

Kemanian, A, R.: Stochle C. O; Huggis D. R.; Viega L. M. 2007. A simple method to estimate harvest in grain crops. *Field Crops Research* 103:208-216

Osuna, C. E. S., Reyes, M. L., Martínez, G. M. A., Acosta, G. J. A. y Arellano A. A. S. 2013. Siembra de frijol en camas a tres, cuatro y seis hileras en Aguascalientes. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Desplegable para productores Núm. 46

Rosales-Serna R.; Kohashi-Shibata, J.; Acosta-Gallegos J. A.; Trejo-López C.; Ortiz-Cereceres, J.; Kelly J. D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Research*. 85:203-211

Téllez, G. V. M. 2007. Siembra de frijol en camas. Experiencia exitosa en el estado de Guanajuato. Fundación Produce Guanajuato. 6 p.

Crecimiento y productividad frijol Flor de Mayo Eugenia y Flor de Junio León, con riego por goteo en Zacatecas

Cid-Ríos, José Ángel; Reveles-Hernández, Manuel; Figueroa-González, Juan José

Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas Fresnillo, Calera, V. R., Zacatecas, México. CP 98500. Tel. 5538718700 Ext 82320,

E-Mail: cid.angel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las variedades de frijol Flor de Mayo Eugenia (FME) y Flor de Junio León (FJL), han sido evaluadas en condiciones de riego en Zacatecas, sin embargo es posible que en condiciones de riego por goteo expresen su máximo potencial. El objetivo de este trabajo fue evaluar dos nuevas variedades de frijol del tipo Flor de Mayo y Flor de Junio, por su rendimiento y calidad de semilla en condiciones de riego por goteo en el estado de Zacatecas. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticas para rendimiento de grano, sin embargo, presentaron valores de 6377.3 y 6077.8 kg ha⁻¹ para el FJL y FME respectivamente. Con respecto al peso de 100 semillas el FME presentó 40 g mientras que el FJL presentó 38.2 g; el peso volumétrico de la semilla fue superior en la variedad FJL que FME; las dos variedades presentan similitud estadística en cuanto a días a floración y a madurez fisiológica, por lo que las dos representan una buena alternativa para su uso en Zacatecas. El rendimiento obtenido en condiciones de riego por goteo, es superior a los reportados en condiciones de riego por gravedad para estas variedades en la misma localidad.

Palabras clave: Riego por goteo, Floración, Madurez Fisiológica, Rendimiento

ABSTRACT

Bean varieties Flor de Mayo Eugenia (FME) and Flor Junio León (FJL) have been evaluated under irrigated conditions in Zacatecas, however it is possible that under drip irrigation express their full potential. The objective of this work was to evaluate two new bean varieties of Flor de Mayo flower type and June, for its performance and quality seed in conditions of drip irrigation in Zacatecas state. The results showed no statistical differences for grain yield, however, they showed values of 6377.3 and 6077.8 kg ha⁻¹ for FJL and FME respectively. Based on the weight of 100 seeds the FME introduced 40 g while the FJL provided 38.2 g; volumetric seed weight was higher in the variety FJL that FME; two varieties have statistical similarity in days to flowering and physiological maturity, so the two are a good alternative for use in Zacatecas state. The yield obtained under drip irrigation, is higher than those reported under irrigation by gravity to these varieties in the same locality.

Keywords: Drip irrigation, Flowering, Physiological Maturity, Performance

INTRODUCCIÓN

En México, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se cultiva en promedio en 2.3 millones ha, con una producción anual de 1.12 millones de toneladas. El 20 % de la superficie se siembra en riego con rendimientos de 1442 kg ha⁻¹ y 80 % en secano con promedios de 500 kg ha⁻¹ (Barrios-Gómez *et al.*, 2010). Además, los principales factores que causan la reducción del rendimiento en el cultivo de frijol son las enfermedades, las plagas, la sequía y los suelos marginales y poco profundos; en condiciones de temporal se registran bajos rendimientos debido a los periodos frecuentes de sequía durante la etapa reproductiva, lo que ocasiona la pérdida de los órganos reproductivos de la planta (Acosta-Gallegos *et al.*, 2000).

La principal limitante para la producción de este cultivo es la poca disponibilidad de semilla de alta calidad de variedades mejoradas para riego y temporal. Así mismo, los precios competitivos para productores, la utilización de semillas mejoradas resultan una obtención de mayor rendimiento y un producto alimenticio de mayor uniformidad y calidad (González *et al.*, 2008).

La problemática principal para la producción de frijol es diferente para cada región, bajo condiciones de riego es escasa la utilización de variedades mejoradas y la mayoría de los productores utiliza semilla criolla que carece de buen potencial genético para competir en productividad. Por el contrario las variedades mejoradas del INIFAP, han sido desarrolladas bajo condiciones de riego y temporal por lo que tienen mayores posibilidades de expresar un mayor potencial, por lo regular son de ciclo más corto, y reúnen las características comerciales que demandan los consumidores (Cid *et al.*, 2014).

El uso de semilla certificada es un insumo básico y esencial para el incremento de la productividad y con esto se disminuyen los riesgos productivos (Ávila-Mariani *et al.*, 2012). Para las regiones que siembran frijol bajo condiciones de riego o detemporal, el uso de semilla mejorada se presenta como una alternativa para elevar la productividad del cultivo a corto plazo, por lo que es urgente promover la participación de empresas y productores para modernizar los sistemas de abastecimiento de semilla (Ortiz *et al.*, 2005).

El uso de variedades mejoradas conjuntamente con el manejo agronómico adecuado son algunos de los componentes tecnológicos que ayudan a incrementar el rendimiento, lo que permite una mejora en la productividad y competitividad de este cultivo con el fin de reducir los riesgos y costos de producción (Ayala *et al.*, 2008; Salinas y Rodríguez, 2008).

En la región de Calera Zacatecas, el abatimiento de manto acuífero se ha incrementado dado que la extracción es superior a la recarga, lo anterior hace necesario la implementación de estrategias del manejo del agua para el desarrollo sustentable de la agricultura en la región (Ávila-Carrasco *et al.*, 2012).

El riego por goteo es una técnica de manejo del agua que ha incrementado su uso gracias a que permite proporcionar de manera homogénea el agua y los nutrientes en la zona de raíces del cultivo, además de facilitar la aplicación de productos para el control de plagas y enfermedades de manera eficiente, aplicándolas a través del sistema de riego (Ghidiuet *al.*, 2012).

El uso de adecuado de estrategias de riego significa la obtención de cultivos saludables, con alta productividad y con mayor calidad, esto implica que el cultivo debe mantener niveles adecuados de humedad en el suelo, de tal manera que esta no signifique una limitante para alcanzar los máximos rendimientos (Efetha, 2011).

El objetivo de este trabajo fue evaluar dos nuevas variedades de frijol del tipo Flor de Mayo y Flor de Junio, por su rendimiento y calidad de semilla en condiciones de riego por goteo en el estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en el kilómetro 24.5 de la carretera Zacatecas - Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales, Zacatecas ($22^{\circ}54'31''$ N y $102^{\circ}39'34''$ O y 2198 m altitud). El suelo del sitio experimental tiene una textura media clasificada como migajón arcilloso, y con un contenido de materia orgánica de 1.91 %.

Se evaluaron dos variedades de frijol Flor de Junio León (FJL) y Flor de Mayo Eugenia (FME), generados por el programa de mejoramiento genético del INIFAP.

Se establecieron las variedades en parcelas apareadas y se realizó un submuestreo utilizando un diseño completamente al azar con tres repeticiones, en donde la unidad experimental consistió en un surco de 0.76 m de ancho por 5 m de longitud de cada surco. La distancia entre plantas fue de 10 cm, se aplicó un riego antes de la siembra, la cual fue realizada el 11 de abril del 2014. La fertilización se aplicó 15 días después de la emergencia del cultivo; con la dosis 50-60-30 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea respectivamente. El cultivo se manejó a través de riego por goteo, utilizando una cintilla calibre 6000, aplicando nueve riegos durante el ciclo hasta llenado de grano.

En el momento en el que cada cultivar presentó el 50% de botón floral abierto y el 50 % de las plantas tomaron una apariencia de verde limón en las hojas, se registraron los datos de días a floración (DF) para cada variedad y los días a madurez fisiológica (DMF) respectivamente.

En madurez comercial se tomaron cinco muestras de 5 m en un surco para cada una de las variedades. Se colectaron las plantas y se desgranaron manualmente, posteriormente se determinó el peso de 100 semillas (g), la estimación del rendimiento por hectárea (kg) y el peso volumétrico.

Los resultados se analizaron usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al realizar el análisis de varianza para los días a floración no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes genotipos empleados en este estudio, los valores de días de floración fueron de 59 y 61 días después de la siembra para FMEyFJL respectivamente (Cuadro 1); tampoco se encontraron diferencias significativas entre los diferentes genotipos empleados para días a madurez fisiológica, presentaron 108 y 112 días después de la siembra para FME y FJL respectivamente. El comportamiento de la variedad flor de mayo Eugenia es con una tendencia a menor precocidad con relación a lo observado con este genotipo en Celaya, Gto., en donde se observaron 55 días de floración y 105 días de madurez fisiológica (Acosta-Gallegos *et al.*, 2010).

En el Cuadro 1 se aprecia el rendimiento por hectárea, en el cual no se encontraron diferencias significativas, la variedad FJL presentó un mayor rendimiento ($6377.3 \text{ Kg ha}^{-1}$) comparado el con el frijol FME ($6077.8 \text{ kg ha}^{-1}$). En el peso de 100 semillas se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > F = 0.027$) entre las variedades estudiadas; el FME mostró el mayor peso de 100 semillas con 40.0 g, mientras que el FJL presentó el menor peso con 38.2 g; en el peso volumétrico se observaron diferencias altamente significativas ($P > F = 0.001$) entre las variedades estudiadas, la variedad FJL mostró (809.2 g) de peso volumétrico, en tanto que el FME presentó el menor peso (778.5 g).

Cuadro 1. Días a floración, días a madurez fisiológica, peso de cien semillas, peso volumétrico y rendimiento por hectárea expresados por los dos genotipos evaluados.

Variedad	Días de floración (DF)	Días de madurez fisiológica (DMF)	Peso de cien semilla (g)	Peso volumétrico (g)	Rendimiento por hectárea (kg/ha)
Flor de Junio León	61 a	112 a	38.2 b	809.2 a	6377.3 NS
Flor de Mayo Eugenia	59 a	108 a	40.0 a	778.5 b	6077.8 NS

*Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes.

Al comparar los resultados del presente trabajo con los obtenidos por Cid-Ríos y Reveles-Hernández (2013) y los citados por Cid y colaboradores (2013), se detectó que, aun cuando el ciclo de las variedades evaluadas, en días a floración y a madurez fisiológica son similares a los observados en riego por gravedad para las variedades en evaluación, el rendimiento se incrementa al someterlas a riego por goteo; tampoco se encuentran diferencias notorias con relación a la calidad de grano en las dos condiciones de manejo.

Se observa una relación entre el ciclo de cultivo (días a floración y a madurez fisiológica) y el rendimiento, mostrando una tendencia a incrementar la productividad a medida que se incrementa el ciclo de cultivo de la variedad, esta relación prevalece con el peso volumétrico, en donde también se encuentra mayor rendimiento en la variedad Flor de Junio León que presenta mayor peso volumétrico.

CONCLUSIONES

Las dos variedades evaluadas significan una alternativa para la producción de frijol en el estado de Zacatecas, dado que su rendimiento es superior al promedio del frijol en condiciones de riego para esta región.

Se encontró una relación entre la productividad y el ciclo de cultivo de las variedades evaluadas.

El rendimiento obtenido en condiciones de riego por goteo, es superior a los reportados en condiciones de riego por gravedad para estas variedades en la misma localidad.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Gallegos J. A.; Rosales-Serna R.; Navarrete-Maya R. y López-Salinas E. 2000. Desarrollo de variedades de mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. *Agricultura Técnica en México*. 26: 79-98
- Acosta-Gallegos, J. A., Jiménez-Hernández, Y., Sánchez-García, B. M., Mendoza-Hernández, F. M., Herrera-Hernández, M. G., Salinas-Pérez, R. A., y González-Chavira, M. 2010. Flor de Mayo Eugenia, nueva variedad de frijol para riego y temporal en el centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(5), 751-757.
- Ávila-Carrasco J. R.; Mojarro D. F.; Moriasi D. N.; Gowda P. H.; Bautista-Capetillo C.; Echavarría-Chávez F. G.; Garbrecht J. D.; Steiner J. L.; Howell T. A.; Kanemasu E. T.; Verser A. J.; Wagner K.; Hernandez J. 2012. Calibration of SWAT2009 Using CropBiomass, Evapotranspiration, and Deep Recharge: Calera Watershed in Zacatecas, Mexico Case Study. *Journal of Water Resource and Protection*, 4: 439-450
- Ávila-Marioni, M. R.; Jacobo-Cuellar, J. L.; Rosales-Serna, R.; Espinoza-Arellano, J. de J.; González-Ramírez, H. y Pajarito-Ravelero, A. 2012. Influencia de la calidad de la semilla en la producción de frijol en el norte – centro de México. *TECNOCIENCIA*, Chihuahua. 6:(3) 158 - 164

Ayala G., A. V.; Schwentesius R., R.; Gómez C., M. A.; Almaguer V., G. 2008. Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberación comercial. *Región y Sociedad*, 20:37-62.

Cid R. J. A.; Reveles H. M. y Ruiz T., J. 2013. Rendimiento de dos variedades de frijol flor de junio bajo riego en Calera, Zacatecas, México. *Memoria XXV Semana Internacional de Agronomía*. Pp 691-695

Cid-Ríos J. A. y M. Reveles-Hernández. 2013. Rendimiento y calidad de semilla de dos variedades de frijol flor de mayo bajo riego en Calera, Zacatecas. *Memoria del Congreso I Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas*. pp 73-81

Cid R. J. A.; Reveles H. M.; Herrera M. D. y Acosta G. J. A. 2014. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. *Folleto Técnico No. 57. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP*. 35 p.

Efetha, A. 2011. Irrigationscheduligfordraybean in southern Alberta. *Agri- facts. Alberta Agricultura and rural development* 4 p.

Ghidu G.; Kuhar T.; Palumbo J.; Schuster D. 2012. Dripchemigation of insecticides as a pestmanagementtool in vegetable production. *Journal of Pest Management*. 3: 1-5

Ortiz, T. C., A. Espinosa, C., H. S. Azpiroz, R y S, Sahún, C (Com). 2005. Producción y tecnología de semillas de maíz del INIFAP para los Valles Altos y Zonas de Transición. *INIFAP. CIRCE. Campo Experimental Valle de Toluca*. 122 p. (libro Técnico Núm. 3) Zinacantepec Estado de México.

Olivares S., E. 2013. Programa de Diseños Experimentales. Versión 1.4 de PRUEBA. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León

González, T., G.; Mendoza H., F. M. Covarrubias P., J.; Morán V., N. y Acosta G., J. A. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajo. *Agricultura Técnica en México*. 34:(4) 421 – 430

Salinas P., R. A. y Rodríguez. C., F. G. 2008. Impacto del mejoramiento genético de frijol en Sinaloa variedad - azufrado Higuera. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Trabajo para Concurso Tecno-Agro 2008*. 12p

Rendimiento y calidad de grano de dos nuevas variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) pinto con riego por goteo en Zacatecas

Cid-Ríos, José Ángel; Reveles-Hernández, Manuel; Figueroa-González, Juan José

Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas Fresnillo, Calera, V. R., Zacatecas, México. CP 98500. Tel. 5538718700 Ext 82320,

E-Mail: cid.angel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Dentro de las principales limitantes para la producción de frijol en el centro de México, se incluye la baja disponibilidad de semillas mejoradas de alta calidad y precio accesible. Uno de los elementos esenciales para mejorar la competitividad de frijol es el uso de semilla mejorada, debido a que estas presentan mayor potencial productivo, además de que poseen las características de calidad comercial que demanda el mercado nacional. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de grano y el rendimiento por hectárea de las nuevas variedades de frijol, bajo condiciones de riego por goteo en Zacatecas. Se evaluaron dos nuevas variedades de frijol pinto y se compararon con Pinto Saltillo (testigo). Se encontraron diferencias altamente significativas para rendimiento; la variedad Pinto San Rafael presentó 4,988.6 kg ha⁻¹, Pinto Saltillo obtuvo el menor rendimiento con 3,492.4 kg ha⁻¹; Pinto San Rafael y Pinto Rarámuri fueron las variedades que mostraron mayor peso de cien semillas con 43.2g; no se encontraron diferencias significativas entre variedades para el peso volumétrico. Estas variedades de frijol pinto son una alternativa de producción en el estado de Zacatecas, México ya que son de grano más grande (característica importante en la demanda del mercado nacional) comparadas con la variedad Pinto Saltillo.

Palabras clave: frijol pinto, variedades, Pinto Rarámuri, Pinto San Rafael, riego,

ABSTRACT

Among the main constraints to bean production in central Mexico, it is included the low availability of improved quality and affordable seeds. One of the key elements to enhance the competitiveness of beans is the use of improved seeds, because these have a higher productive potential, in addition to possessing the characteristics of commercial quality demanded by the domestic market. The aim of this study was to evaluate grain quality and yield per hectare of the new varieties of beans under irrigation drip in Zacatecas. Two new pinto bean varieties were evaluated and compared to Pinto Saltillo (control). Highly significant differences were found for performance; Pinto San Rafael variety presented 4988.6 kg ha⁻¹ Pinto Saltillo had the lowest yield with 3492.4 kg ha⁻¹; San Rafael Pinto and Pinto Rarámuri varieties showed greater weight of hundred seeds with 43.2 g; no significant variations for the volumetric weight is found. These varieties are an alternative pinto bean production in the state of Zacatecas, Mexico, because they are larger grain (an important feature in the domestic market demand) compared to the variety Pinto Saltillo.

Key words: pinto bean varieties, Rarámuri Pinto, Pinto San Rafael, irrigation

INTRODUCCIÓN

En el altiplano semiárido de México, dos de los principales factores que reducen el rendimiento y limitan la producción de frijol; son la escasa precipitación y el escaso uso de semillas mejoradas, la mayoría de los productores de frijol están utilizando materiales criollos que tienen bajo potencial productivo y que son susceptibles a plagas y enfermedades bajo condiciones de riego y temporal. Además, de que carecen de las características de calidad comercial que demanda el mercado nacional (Cid *et al.*, 2014).

Dentro de las principales limitantes para la producción de frijol en el centro de México, se incluye la baja disponibilidad de semillas mejoradas de alta calidad y precio accesible. Se ha encontrado que las nuevas variedades de frijol Flor de Junio, Flor de Mayo y Pinto Saltillo presentan mayor rendimiento bajo condiciones de riego y temporal, comparadas con las variedades de frijol tipo azufrado (González *et al.*, 2008).

La semilla certificada es un insumo básico para incrementar el rendimiento por parcela, por lo que es económicamente viable la utilización de esta semilla en siembras bajo condiciones de temporal en la zona norte centro de México (Ávila *et al.*, 2012).

Las nuevas variedades de frijol tipo pinto presentan un ciclo de cultivo más corto, y el tamaño de grano es más grande, además tienen preferencia en el mercado para consumo directo en grano, así como la industria, por lo que son preferidas por los productores (Rosales *et al.*, 2014).

El rendimiento de grano y producción de biomasa del vástago se ve beneficiado considerablemente con la aplicación de riego suplementario en la etapa fenológica crítica del cultivo de frijol (Acosta *et al.*, 2009). Diversos factores pueden modificar el rendimiento del cultivo de frijol, biomasa e índice de cosecha, asimismo pueden modificar los componentes de rendimiento como el número de racimos, vainas y número de semillas por metro lineal (Gutiérrez *et al.*, 2004).

Al estudiar los genotipos de frijol tipo pinto se ha determinado que tanto el genotipo como las condiciones ambientales son responsables del rendimiento y los componentes del rendimiento en este tipo de variedades (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012).

El uso eficiente del agua es uno de los factores que tienen gran influencia en los rendimientos y obtención de cosechas de alta calidad de frijol, los sistemas de riego localizado, como el riego por goteo, además de ayudar a hacer un uso eficiente del agua, permite la aplicación de fertilizante químico a través del sistema de riego (Jasso y Martínez, 2012).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de grano y el rendimiento por hectárea de las nuevas variedades de frijol, bajo condiciones de riego por goteo en Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas–Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales, cuyas coordenadas y altura son 22°54' 31" de latitud Norte, y 102 ° 39' 34" de longitud Oeste, y 2198 metros sobre el nivel del mar.

Se evaluó el rendimiento de dos nuevas variedades de frijol generadas por el programa de mejoramiento genético en el Campo Experimental Bajío del INIFAP: Pinto San Rafael y Pinto Rarámuri, mismas que se compararon con la variedad Pinto Saltillo utilizada como testigo.

En el establecimiento del cultivo se usaron surcos con 0.76 m de ancho y una distancia de 10 cm entre plantas, regados con un sistema de riego por goteo en el que se utilizó cintilla calibre 6000 de flujo medio y con una distancia de 15 cm entre goteros emisores.

Los cultivares se establecieron con un arreglo en franjas y para su evaluación se realizaron sub-muestras completamente al azar con cinco repeticiones, la unidad experimental constó de 5 m de longitud por 0.76 m de ancho.

La siembra de frijol se llevó a cabo el día 26 de junio del 2014. Para el mantenimiento del cultivo se realizó una escarda a los 15 días después de la siembra momento en que se aplicó el fertilizante inorgánico con la dosis 50-60-30 de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea. Para mantener el cultivo libre de malezas se realizaron dos deshierbes manuales. Así mismo, para mantener el cultivo en óptimas condiciones de humedad fue necesario realizar cinco riegos con duración de cuatro horas, se efectuó el primer riego a los veinte días después de la siembra y posteriormente se realizaron los riegos cada quince días.

Al llegar a la madurez fisiológica de la variedad se obtuvieron cinco muestras completamente al azar para cada una de las variedades y colectando las plantas de un surco con una longitud de cinco metros lineales. Las muestras se desgranaron manualmente y se determinó el peso de cien semillas, el rendimiento por hectárea y el peso volumétrico.

El análisis estadístico se realizó usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se presenta el rendimiento por hectárea, encontrándose diferencias altamente significativas ($P > F = 0.000$) entre las variedades evaluadas, en donde el Pinto San Rafael expresó el mayor comportamiento con $4,988.4 \text{ Kg ha}^{-1}$, seguido del Pinto Rarámuri con $4,970.4 \text{ Kg ha}^{-1}$, mientras que la variedad Pinto Saltillo presentó la menor producción con $3,492.4 \text{ Kg ha}^{-1}$.

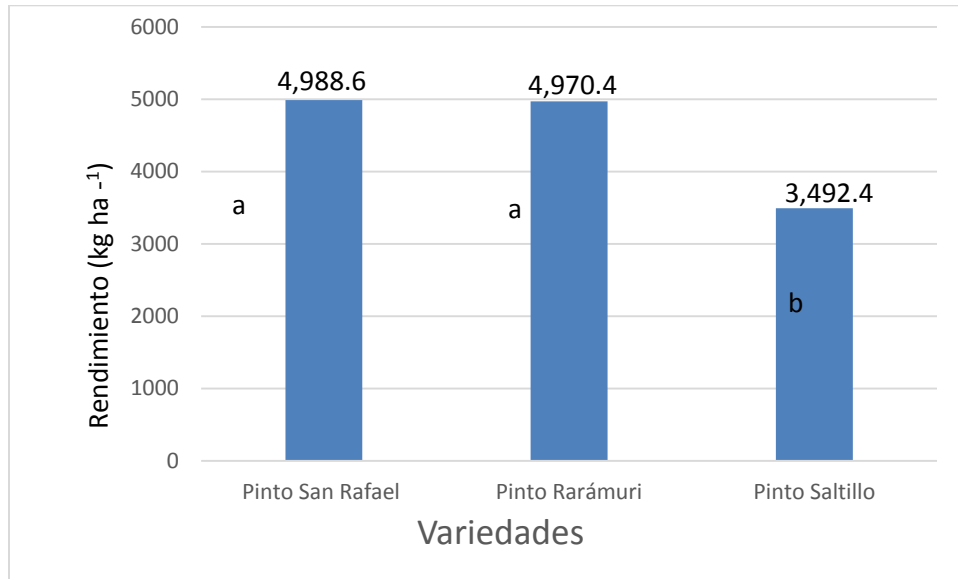


Figura 1. Rendimiento en kilogramos por hectárea de tres variedades de frijol bajo condiciones de riego por goteo en Calera Zacatecas, México, ciclo primavera verano 2014 (medias con la misma letra son estadísticamente iguales).

En el peso de cien semillas se encontraron diferencias altamente significativas ($P > F = 0.000$) la comparación de medias por el método de DMS ($P > 0.05$) se encontró que la variedad Pinto San Rafael y Pinto Rarámuri mostraron mejor comportamiento con 43.2 g mientras que la variedad Pinto Saltillo presentó el menor peso con 33.5 g (Figura 2).

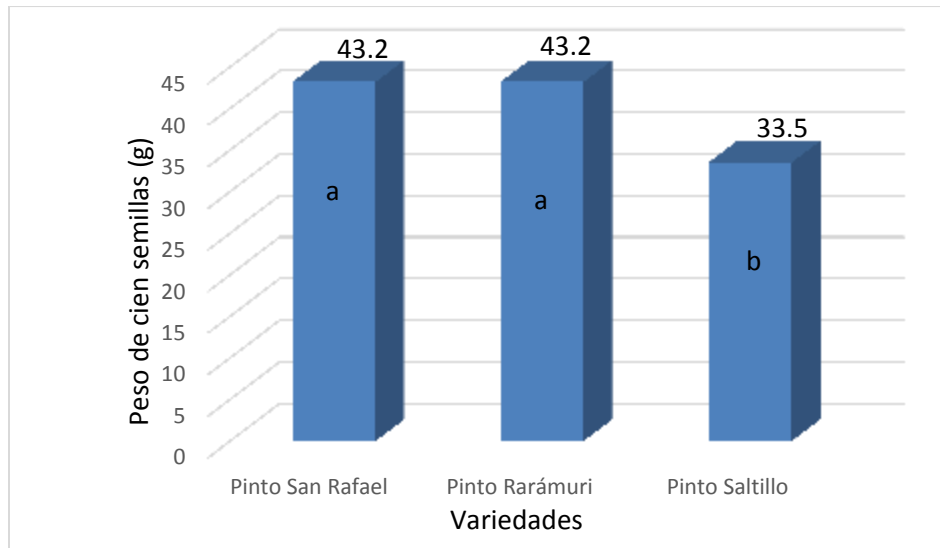


Figura 2. Peso de cien semillas de tres variedades de frijol bajo condiciones de riego por goteo, en Calera Zacatecas, México, ciclo primavera verano 2014 (medias con la misma letra son estadísticamente iguales).

En la Figura 3, se presentan los resultados del peso volumétrico en el cual no se encontraron diferencias significativas entre las variedades evaluadas, sin embargo, la media más alta la expresó la variedad Pinto Saltillo con 800.2 g, seguido del Pinto Rarámuri con 799.7 g mientras que el Pinto San Rafael expresó el menor peso con 641.5 g.

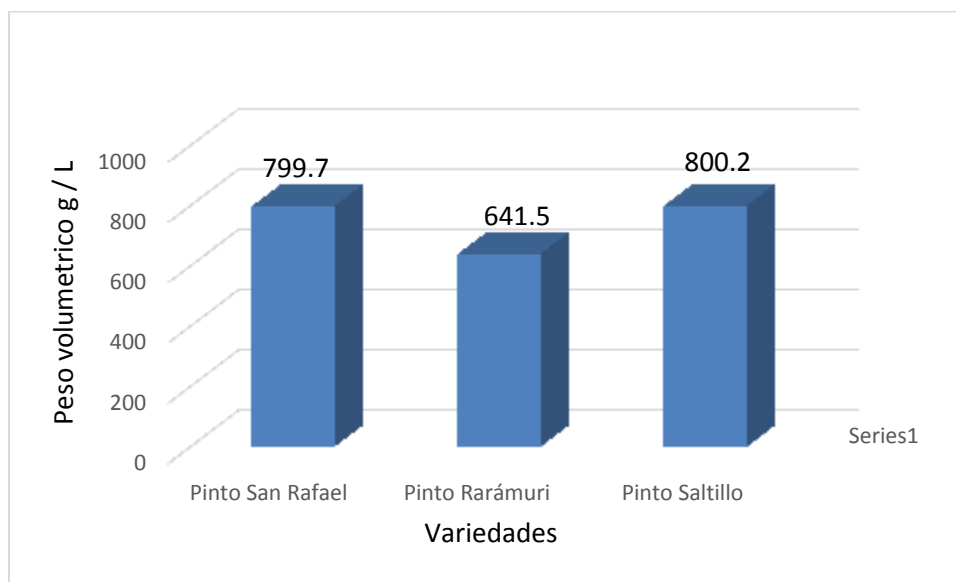


Figura 3. Peso volumétrico de las tres variedades de frijol bajo condiciones de riego por goteo, en Calera Zacatecas, México, ciclo primavera verano 2014.

CONCLUSIONES

Las dos nuevas variedades de frijol pinto evaluadas superaron en rendimiento por hectárea a la variedad Pinto Saltillo, usada como testigo.

Las dos nuevas variedades de frijol pinto son una alternativa de producción en el estado de Zacatecas, debido a que estas nuevas variedades son de grano más grande (característica importante en la demanda del mercado nacional) comparadas con la variedad Pinto Saltillo.

LITERATURA CITADA

Acosta-Díaz, E.; Acosta-Gallegos, J. A.; Amador-Ramírez, M. D. y Padilla-Ramírez, J. S. 2009. Efecto de riego suplementario en la producción de biomasa y grano de frijol en temporal de Zacatecas. México. Agricultura Técnica de México. 34: 157-167

Ávila-Marioni, M. R.; Jacobo-Cuellar, J. L.; Rosales-Serna, R.; Espinoza-Arellano, J. de J.; González-Ramírez, H. y Pajarito-Ravelero, A. 2012. Influencia de la calidad de la semilla en la producción de frijol en el norte – centro de México. TECNOCENCIA, Chihuahua. 6:158-164.

Cid R, J. A.; Reveles H, M.; Velásquez V, R. y Mena C, J. 2014. Producción de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 63. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera Zacatecas, México, 69 p.

González T, G.; Mendoza H, F. M.; Covarrubias P, J.; Moran V, N. y Acosta G, J. A. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajo. Agricultura Técnica en México. 34:421-430.

Gutiérrez-Rodríguez, M.; Escalante-Estrada, J. A.; Rodríguez-González, M.T. y Matthew P. R. 2004. Índices de reflectancia y rendimiento de frijol con aplicación de nitrógeno. Terra Latinoamericana. 22: 409-416

Ghassemi-Golezani, K.; Nikpour-Rashidabad N.; Zehtab-Salmasi S. 2012. Effect of salinity on yield and yield components of Pinto bean cultivars. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. 2:47-51

Jasso Ch., C. y Martínez G., M. A. 2012. Guía para producir semilla mejorada de frijol con fertirriego en San Luis Potosí. Publicación especial Núm. MX-0-310305-15-03-17-14-02. Campo Experimental San Luis. Centro Regional del noreste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. San Luis Potosí. México 30 p

Kemarian, A, R.,Stochle C. O; Huggis D. R.; Viega L. M. 2007. A simple method to estimate harvest in grain crops. Field Crops Research,103: 208-216

Olivares S., E. 2013. Programa de Diseños Experimentales. Versión 1.4 de PRUEBA. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Rosales-Serna, R.; Nava-Berumen, C. A.; González-Ramírez, H.; Herrera, M. D.; Jiménez – Galindo, J. C.; Ramírez – Cabral, N. Y. Z. y Osuna – Ceja, E. S. 2014. Rendimiento, preferencia y calidad de enlatado de variedades de frijol pinto producidas en Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5:309-3015.

Frecuencia y severidad de toxicidad en plántula de chile (*Capsicum annuum* L.) por aplicaciones foliares y en riego usando BIOL

¹Ruiz Díaz de León, María del Rosario; ²Cid Ríos, José Ángel; ²Reveles Hernández, Manuel;
²Velásquez Valle, Rodolfo

¹Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Cienaguillas, Zac.; ²Campo experimental Zacatecas, Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500. México.

Correo: reveles.manuel@inifap.gob.mx;

RESUMEN

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y se ha demostrado su beneficio sobre la fertilidad de los suelos y productividad de las plantas, sin embargo, poco existe con relación al uso de biol en la producción de plántula de chile. Con el objeto de evaluar la frecuencia y severidad de daño en plántula de chile en invernadero, aplicando diferentes dosis de biol en agua de riego (sustrato) y vía foliar, se realizó un experimento con plántula de chile variedad Mirasol; donde se evaluaron tres niveles de concentración de biol en el agua de riego y tres niveles vía foliar siendo 20, 50 y 75% de concentración disuelto en agua. Se realizó un muestreo para valoración de daños en plántula de chile a los 49 días después de la siembra (DDS) evaluando el grado de daño y el número de plantas dañadas por unidad experimental; se encontró una tendencia a incrementar el daño a medida que se incrementó la dosis, todos los tratamientos presentaron toxicidad en las plántulas, lo que sugiere que las dosis a emplear están por debajo de las concentraciones usadas en el estudio (20 %).

Palabras clave: biol, orgánico, severidad, Capsicum, toxicidad.

SUMMARY

Organic fertilizers have been used since ancient times and has been proven return on soil fertility and plant productivity, however, little exists in relation to the use of biological production of pepper seedling. In order to assess the frequency and severity of damage to seedlings in greenhouses chili, using different doses of irrigation water (substrate) biol and foliar, an experiment with chili seedling variety Mirasol was made; where three levels of biol concentration in the irrigation water and foliar being three levels 20, 50 and 75% concentration dissolved in water were evaluated. Sampling for damage rate was performed in chili seedling at 49 days after sowing (DAS) to evaluate damage index and the number of damaged plants per experimental unit; a tendency to increase the damage as the dose was increased was found, all treatments showed toxicity seedlings, suggesting that the doses to be used are below the concentrations used in this experiment (20%).

Keywords: bioferment, organic, severity, Capsicum, toxicity.

INTRODUCCION

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000).

La fertilización orgánica aporta nutrientes y funciona como base para múltiples compuestos que mantienen e incrementan la flora microbiana en el suelo, ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, mismas que ayudan a mejorar la estructura del mismo suelo (Félix- Herrán *et al.*, 2008).

El uso de abonos orgánicos es una práctica usada en diversos cultivos, unos de estos abonos es el biol al cual se le atribuyen efectos como promotor del crecimiento y como protector de las plantas contra enemigos naturales, además favorece el crecimiento de los órganos reproductores, en pequeñas cantidades que puede estimular el incremento del sistema radicular, amplía la base foliar, mejora la floración, e incrementa la producción (Aparcana y Jansen, 2008). Además de los beneficios sobre el crecimiento y productividad de la plantas, incrementa la resistencia a plagas y enfermedades; el uso de biol ayuda a mejorar las condiciones del suelo favoreciendo la retención de humedad y ayudando en el mejoramiento de la microbiología del suelo (Colque *et al.*, 2005).

Algunas investigaciones han demostrado los beneficios del uso del biol en el cultivo de chile favoreciendo el incremento de los rendimientos por hectárea (Muñoz *et al.*, 2014).

Al igual que otros abonos orgánicos, el uso de biol requiere de la continuidad de la investigación para afinar las recomendaciones sobre su uso y dosificación en diferentes cultivos y etapas de desarrollo de los mismos (Russo, 2005; Cruz-Hernández *et al.*, 2015).

Trabajos realizados muestran la importancia de la dosificación del uso del biol, dado que, puede causar toxicidad desde la etapa de germinación de la plántula (Carhuancho *et al.*, 2012). La toxicidad del biol aplicado al suelo o sustrato se le atribuye a la presencia de iones de aluminio y magnesio, los cuales llegan a producir alteraciones en el crecimiento y actividad de las raíces (Acevedo, 2001). Otros factores asociados a la toxicidad de los abonos orgánicos están relacionados con el material de origen de estos y el estado de descomposición o madurez de los mismos (Cruz-Hernández *et al.*, 2015).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la frecuencia y severidad de daño en plántula de chile en invernadero, aplicando diferentes dosis de biol en agua de riego (sustrato) y vía foliar.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en un invernadero tipo túnel de 30m de largo por 10m de ancho con ventilación natural lateral, con cubierta de plástico y provisto de malla antiáfidos en las ventilas como protección contra vectores; localizado dentro del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias),

ubicado en el Municipio de Calera de Víctor Rosales, estado de Zacatecas, Mexico cuyas coordenadas son 22° 54'10" latitud norte, 102° 39'29" longitud oeste, con una altura sobre el nivel medio del mar de 2198m.

Se sembró el día 26 de febrero del 2015 con semilla de chile tipo mirasol, usando la variedad Mirasol INIFAP Zacatecas en charolas de poliestireno de 200 cavidades con capacidad de 25 mililitros cada una, se usó sustrato comercial a base de turba oscura (peat moss) marca SunShine® número tres.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamiento 1.

Aplicación de una solución de biol al 20% (1:5 v:v de biol y agua) aplicado vía foliar y aplicación de una solución al 20% de biol (1:5 v:v de biol y agua) aplicado al sustrato en el agua de riego.

Tratamiento 2

Aplicación de una solución de biol al 50% (1:1 v:v de biol y agua) aplicado vía foliar y aplicación de una solución al 50% de biol (1:1 v:v de biol y agua) aplicado al sustrato en el agua de riego.

Tratamiento 3

Aplicación de una solución de biol al 75% (3:1 v:v de biol y agua) aplicado vía foliar y aplicación de una solución al 75% de biol (3:1 v:v de biol y agua) aplicado al sustrato en el agua de riego.

La aplicación de los tratamientos se realizó tres veces por semana, para lo cual, los días que no se aplicó tratamiento, se regaron las plántulas solo con agua.

El diseño experimental usado fue bloques al azar con cuatro repeticiones, en donde la unidad experimental constó de una charola.

Se realizó un muestreo para valoración de daños en plántula de chile a los 49 días después de la siembra (DDS) evaluando la severidad de daño y el número de plantas dañadas por unidad experimental; para evaluación del grado de daño o severidad, se usó la siguiente escala: 1 plantas sin daño aparente en el follaje; 3 plantas con daño menor al 50% de su follaje; 5 plantas con daño en el follaje cercano al 50%; 7 plantas con daño en el follaje mayor al 50%, sin llegar al 100%; 9 plantas con daño en el 100% de su follaje. Una vez contadas las plántulas y su grado de daño se determinó un índice de daño multiplicando el número de plántulas por el valor de la severidad de daño.

Los datos se analizaron como un experimento factorial usando el Programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza del experimento no mostro diferencias estadísticamente significativas para el efecto de la aplicación vía foliar; sin embargo mostro diferencias altamente significativas entre tratamientos sometidos a la aplicación el biol en el agua de riego; el mismo análisis de varianza no encontró efectos de la interacción entre las dos formas de aplicación del biol en la plántula de chile bajo estudio.

En el cuadro 1, se puede observar que la aplicación foliar de biol provoco daño en los tres tratamientos aplicados, sin embargo no se muestra una tendencia que indique una relación entre la dosis de biol aplicada y el grado de daño, lo que pudiera estar influenciado o enmascarado por las aplicaciones en el agua de riego; a pesar de lo anterior se nota que el tratamiento en donde se aplicó la solución con el 75% de biol vía foliar tiene mayor grado de afectación.

Se nota una clara tendencia de incremento del daño por toxicidad a medida que se incrementó la dosis de biol en el agua de riego. Lo anterior coincide con lo reportado por Pedraza *et al.*, 2011; por Cruz-Hernández *et al.*, 2015, quienes recomiendan realizar aplicaciones no mayores al 5% de concentración de biol.

Cuadro 1. Comparación de medias por el método de Tukey para la severidad de daño causado por toxicidad de biol aplicado vía foliar y en el agua de riego en plántula de chile.

Concentración de biol	Aplicación foliar	Aplicación en riego
20%	61.889	29.556 b
50%	53.222	44.444 b
75%	84.333	125.444 a
Significancia	0.394 NS	0.001 **

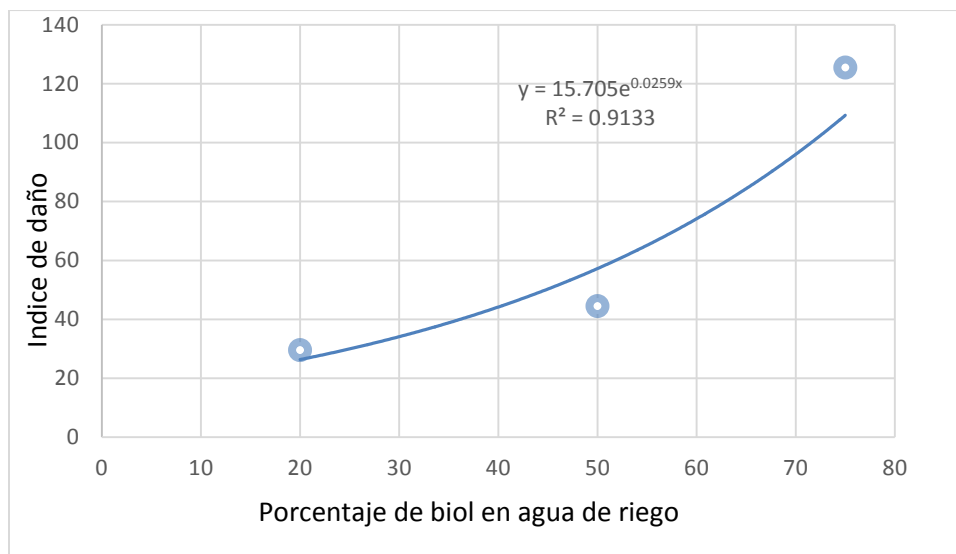


Figura 1. Relación del grado de daño por toxicidad en plántula de chile por efecto de la dosis de aplicación de biol en el agua de riego.

Al realizarla regresión de las medias para el grado de daño por toxicidad debido al efecto de la concentración de biol en el agua de riego se encontró una relación exponencial para las dos variables, con un alto coeficiente de regresión ($r^2 = 1$), como se muestra en la figura 1; en la misma figura se nota como en todos los tratamientos evaluados se presentó daño en el follaje por efecto de la aplicación del biol mezclado con el agua de riego, lo que sugiere que todos los tratamientos evaluados causaron efecto tóxico sobre la plántula de chile.

CONCLUSIONES

Según lo observado, todas las dosis aplicadas presentaron toxicidad en las plántulas de chile, lo que sugiere que las dosis a emplear están por debajo de las concentraciones usadas en el estudio, por lo tanto es recomendable aplicar concentraciones menores al 20 %.

Las aplicaciones foliares en las dosis evaluadas mostraron menor grado de daño a la plántula de chile.

Se recomienda realizar nuevos trabajos en los que se incluyan dosificaciones menores para ajustar la máxima dosis aplicar en la producción orgánica de plántula de chile.

LITERATURA CITADA

Acevedo- Sandoval O. A. (2001) Suelos ácidos. En XIX Curso Internacional de Edafología., Cuernavaca, Morelos, México. P1-7.

Aparcana R., S y Jansen A. 2008. Estudio sobre el valor del fertilizante de los productos del proceso “Fermentación Anaeróbica” para producción de biogás. Lima Perú. P 9.

Carhuacho L. F. M. 2012. Aprovechamiento del estiércol e gallina para la elaboración de biol en digestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola. XIX Simposio Peruano de energía solar y del ambiente. Puno, s/p.

Colque T.; Rodríguez D.; Mujica A.; Canahua A.; Apaza V. y Jacobsen S. E. 2005. Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Campo experimental Illpa, Puno –Perú 19 p.

Cruz-Hernández J. Acevedo-Alcalá P., Báez-Cruz C.G. 2015. Fitotoxicidad de abonos orgánicos líquidos en especies hortícolas indicadoras, un método de pre-selección. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan, 3:964-971.

Félix – Herrán J. A.; Sañudo - Torres R. R.; Rojo – Martínez G. E.; Martínez – Ruiz R. y Olalde – Portugal. 2008. Importancia de abonos orgánicos. Ra. Ximhai. 4: 57-67

Muñoz V., J. A.; Velásquez V., M. A.; Osuna C., E. S. y Macías R. H.2014. The use of organic fertilizers in the production of vegetables under greenhouse conditions. RCHSZA. 7: 27-39

Olivares S., E. 2013. Programa de Diseños Experimentales, Versión 1.4. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Pedraza L., A.;Pérez. T., M. M.; Cortes Z. I. C.; y Arias G.; L. C.; 2011. Evaluación de un biofermento de preparación local para el abonamiento orgánico de tomillo (*Thymusvulgaris*), romero (*Rosmarinusofficinalis*) y orégano (*Origanumvulgare*). Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar nueva Granada. 7:10-31.

Romero M., Trinidad A., García R. y Ferrera R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia, 34:1-269.

Russo V. M 2005. Organic vegetable transplantprudution. Hortscience, 40:623-628.

Solórzano A., A, Mora B., J, Bravo B., O, Piedra N., R. 1999. Efecto supresivo de varios abonos orgánicos para el control de la malla causada por phytophthoracapsici en el cultivo de chile dulce. P 219-239.

Caracterización química de bagazo del mezcal, para la producción de hongo seta

Naranjo-Jiménez, Néstor¹; Herrera-Corral, Jesús¹; Almaraz-Abarca, Norma¹; Uribe-Soto, Natividad¹; Rosas-Medina Imelda²; Colmenero-Robles, Aurelio²

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional. Sigma 119, fracc. 20 de noviembre Infonavit II, Durango, Dgo. C.p. 34230, México.

²Secretaría de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional. Miguel Othón de Mendizabal s/n, La Escalera, Gustavo A. Madero, México D.F. C.p. 07320, México.

RESUMEN

En el municipio de Nombre de Dios, Durango operan 14 vinatas rusticas que producen de 96,000 a 120,000 litros de mezcal al año. Con estimaciones realizadas por productores mezcaleros, en el 2011 se produjeron 249 toneladas de bagazo de agave (en base seca), y representa un problema ambiental su disposición. Por lo anterior se evaluó el bagazo de *Agave durangensis* de la industria mezcalera, de Nombre de Dios, Durango, México para el cultivo del hongo seta (*Pleurotus* sp), para la disposición como una alternativa de producción sustentable para las regiones productoras de mezcal de Durango. El bagazo de mezcal fue caracterizado químicamente: humedad (H), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN), fibra detergente acida (FDA), lignina (LDA) y celulosa (CEL), además la eficiencia biológica (EB) del cultivo del hongo, completamente al azar, cinco repeticiones de un kilogramo de sustrato al 66.3% H. Los resultados obtenidos fueron 2.88 %H, 2.4 %PC, 64.04 %FC, 25.26 %ELN, 62.35 %FDA, 9.6 %LDA y 52.2 %CEL. La eficiencia biológica fue de 113.9 %, con un periodo fenológico de 76 días y una producción de 383.7 gr de hongo fresco. El bagazo de agave, es un sustrato rico en carbohidratos solubles, pero limitado en nitrógeno y alto contenido de fibra, con la adición de sustratos con mayor contenido de nitrógeno y menos fibrosos como la paja de avena optimizaría su uso en el cultivo del hongo seta y su posible implementación en la zona de estudio.

Palabras clave: bagazo, agave, mezcal, hongos, setas.

ABSTRACT

In the municipality of Nombre de Dios, Durango operate 14 rustic vinatas that produce 96.000 to 120.000 liters of mezcal year. With estimates carried by mezcaleros producers, in 2011 were produced 249 tons of agave bagasse (dry basis) and represents an environmental problem their disposal. From the above was evaluated the bagasse of *Agave durangensis* of the mezcal industry, Nombre de Dios, Durango, Mexico for growing seta mushroom (*Pleurotus* sp) for the provision as an alternative sustainable production for mezcal producing regions of Durango. The bagasse mezcal it was characterized chemically humidity (H), crude protein (CP), crude fiber (CF), nitrogen free extract (NFE), acid detergent fiber (ADF), lignin (ADL) and cellulose (CEL), also the biological efficiency (BE) of the culture of the fungus, completely random, five repetitions of one kilogram of substrate to 66.3% H. The results obtained were 2.88% H, 2.4% CP, 64.04% CF, 25.26% NFE, 62.35% ADF, 9.6% ADL and 52.2% CEL. Biological efficiency was 113.9%, with a phenological period of 76 days and a production of 383.7 gr fresh mushroom.

The Agave bagasse, is a substrate rich in soluble carbohydrates, but limited in nitrogen and high content of fiber, with the addition of substrates with higher nitrogen content and less fibrous and oat straw optimize their use in seta mushroom growing and their possible implementation in the study zone.

Keywords: bagasse, agave, mezcal, mushrooms, seta

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos producidos por actividad agroindustrial se incrementa mundialmente, perfilándose no solo como un problema ambiental, si no económico, por los costos generados a las empresas para su disposición (Cegarra *et al.*, 2006). Los residuos abandonados a cielo abierto sin ningún tratamiento previo se consideran como residuos peligrosos, por la presencia y proliferación de agentes infecciosos (microorganismos patógenos) que provocan daños a los seres humanos y animales, además de deteriorar la calidad de suelos, agua y aire (Saval, 2012; Bahena, 2005).

Naranjo y Herrera (2000) estimaron para el estado de Durango la generación de aproximadamente de 900,000 toneladas de residuos provenientes del sector primario y secundario, de los cuales mencionan que, entre los subproductos del sector agrícola sobresalen pajas de frijol y maíz; por otra parte los mismos autores mencionan la generación de bagazos de manzana y de agave mezcalero como residuos de procesos del sector agroindustrial. En la actualidad el municipio de Nombre de Dios operan 14 vinatas rusticas o lugares donde se producen de 96,000 a 120,000 litros de mezcal al año, que de acuerdo con estimaciones realizadas por productores mezcaleros, en el año 2011 se desecharon alrededor de 249 toneladas de bagazo de *Agave* en base a peso seco, mismos que a decir de los productores, son empleados en la elaboración de adobe, en quema de ladrillo y alimento para el ganado en tiempo de secas, sin embargo es con frecuencia dispuesto a cielo abierto, por lo que representan riesgos potenciales para el ambiente y salud pública.

El cultivo de hongos comestibles es otra aplicación cuya importancia se ve reflejada en las ganancias generadas por dicha actividad, La adaptación de modelos biotecnológicos en las comunidades contribuye al desarrollo de actividades productivas complementarias a prácticas agrícolas tradicionales mediante las cuales es posible no solo la obtención de alimentos de alto valor nutricional sino también su aplicación en diversas áreas de producción, dicho de otra manera por Monroy y Viniegra (1990) “lo que antes se consideraba como desecho, es ahora valorado como materia prima en la producción de alimento y uso industrial”. Tan solo en nuestro país la actividad forestal es responsable de gran cantidad de residuos agroforestales, dando pauta de ser aprovechados como sustratos con gran potencial en el cultivo de hongos comestibles (HC's) (Bautista *et al.* 2007; COLPOS, 2003). El cultivo de hongos comestibles por fermentación solida es visto como la forma más eficiente de conversión de residuos vegetales en alimento de alto valor nutricional cuya importancia ecológica de esta actividad económica radica en la

utilización y reciclaje de más de 280,000 toneladas anuales de subproductos agrícolas y agroindustriales que pueden ser puros o mezclados (Bermúdez *et al.*, 2006). El cultivo de hongos comestibles como actividad productiva ha ido ganando terreno en el mercado nacional, principalmente por que los insumos utilizados para su cultivo son subproductos agrícolas, forestales y agroindustriales como bagazo tequilero, caña de azúcar, pulpa de café entre otros, por lo que representan alternativas atractivas para el uso integral de los recursos además de requerir de una inversión mínima (Naranjo y Herrera, 2000). El objetivo fue evaluar el bagazo de *Agave durangensis* de la industria mezcalera, de Nombre de Dios, Durango, México para el cultivo del hongo seta (*Pleurotus* sp), para la disposición como una alternativa de producción sustentable para las regiones productoras de mezcal de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo, se usaron las cepas B28640 y B28640 de *Pleurotus spp*, la cual fue resembrada en medio de malta agar para su resguardo en el laboratorio de Biotecnología del CIIDIR unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional (Fig.1).



Figura 1. Cepa cultivada en cajas petri con medio de cultivo malta agar.

Caracterización químico proximal del bagazo de agave.- Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional, y en el Laboratorio de la planta de Alimentos de la Unión Regional de crédito Ganadero de Durango. Las determinaciones que se realizaron al bagazo de agave fueron: Proteína cruda (PC) AOAC (Association Oficial Analytical Chemists, 1990), Proteína verdadera (PV) por el método de King's College (1961, citado por Naranjo, 1999), Humedad (A.O.A.C.,1990), Determinación de Materia Seca (MS) (A.O.A.C, 1990), Determinación de Cenizas (C) (A.O.A.C., 1990), Fibra Cruda (FC) (Método Labconco., A.O.A.C. 1990), Determinación de Extracto Etéreo (EE) (Método Soxhlet o Goldfish A.O.A.C., 1990), Determinación de fibra detergente ácido (FDA), que Incluye la determinación de Celulosa y Lignina (LDA), por el método de Van Soest, 1963 modificado por Holechek y Vavra (1982), citado por Naranjo (1999). El diseño experimental fue completamente al azar, con 5 cinco repeticiones cada unidad experimental de un kilogramo de sustrato. La variable medida fue producción total.

Calculo de la eficiencia biológica (EB).- La utilizada en el presente estudio se expresó como el peso fresco de los hongos cosechados entre el peso seco del sustrato multiplicado por cien (Bermúdez, 2007).

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de hongos}}{\text{Peso seco del sustrato}} * 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización químico proximal del bagazo de agave.- los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización química proximal del bagazo de *Agave durangensis* como sustrato potencial para el cultivo de setas.

Sustrato	%H	%MS	%PC	%PV	%C	%FC	%EE	%ELN	%FDA	%LDA	%CEL
Bagazo de Agave	2.88 (±0.11)	97.1 (±0.13)	2.4 (±0.13)	1.02 (±0.10)	7.3 (±0.17)	64.04 (±0.08)	0.83 (±0.17)	25.26 (±0.21)	52.2 (±0.42)	8.7 (±0.28)	43.0 (±0.43)

*Las determinaciones corresponden a los valores promedio de las determinaciones y su respectiva desviación estándar de los sustratos secos.

El contenido de carbohidratos solubles en el bagazo de *Agave* fue de 25.26%, caso tal como lo indica la cuantificación de extracto libre de nitrógeno (ELN). El contenido de proteína cruda (PC) y verdadera (PV), el bagazo presento un valor medio, considerado como aceptable con 2.4% de PC y 1.02% de PV. González, *et al.* (2005) reportan contenidos de FDA en bagazo de *Agave tequilana webber* var. azul del 46.67%, de los cuales el 41.9% corresponden a celulosa y el restante 7.2% a lignina; por su parte Flores (2009) cuantifico 66.27 y 62.12% de FDA para dos muestras de bagazo de la misma especie y variedad, datos comparables con los obtenidos en el presente estudio el cual presenta valores de FDA del 62.35% para el bagazo de *Agave durangensis*, siendo 52.25% celulosa y 9.60% lignina. Se considera entonces a este residuo como un sustrato con potencial para esta actividad, por cumplir con los criterios de selección mencionados por Saval (2010) y Bermúdez (2007) como disponibilidad en cantidad y calidad, composición fisicoquímica estable, no implicar un costo excesivo por su adquisición y además de no requerir de tratamientos térmicos sofisticados.

Producción y eficiencia biológica (EB).- El bagazo de agave presentaron el 60% de colonización a partir de la cuarta semana, el periodo de colonización y fructificación fue prolongado hasta 76 días, ello se debe al contenido de compuestos parietales presentes en el sustrato, lo que limita la retención de agua ver tabla 2.

Tabla2. Promedios del periodo de fructificación, producción y eficiencia biológica (EB%) del hongo *Pleurotus sp.*

Tratamiento	Registro de primer fructificación*	Periodo de producción en días	Periodo fenológico en días	Producción promedio (%)	EB (%)
T2	41	29	76	383.72	113.9

Los primeros basidiomas o cuerpos fructíferos se presentaron de manera intermitente entre los diferentes tratamientos, siendo el registro de la primera cosecha (Flushes) para el bagazo de avena, a partir del día 41y su producción duro 29 días, obteniendo 113.9% de EB promedio, valor que supera los reportado por Bahena (2005) quien obtuvo EB superiores al 90% para el bagazo de *Agave salmiana* (llamado agave verde) adicionado con fuentes de orgánicas e inorgánicas de nitrógeno.

LITERATURA CITADA

Bahena, G. 2005. Aprovechamiento del bagazo del maguey verde (*Agave salmiana*) de la agroindustria del mezcal en San Luis Potosí para la producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). Tesis de licenciatura. Instituto potosino de investigación Científica y Tecnológica, A.C. Pp 102.

Bautista, R.; Bautista, G.; Mora, V., López, E. y Portugal D. 2007. Uso de la paja de arroz como sustrato pata el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en Morelos. Memorias en extenso VI Congreso Internacional y XII Nacional de Ciencias Ambientales.

Bermúdez, S.; García O., Mourlot L.2007. Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus sp.* sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. Tecnología Química. Vol. XXVII, No. 2. Centro de Estudios de Biotecnología Industrial. Pp 55-62.

Cegarra, J., J.A. Albuquerque, J. González, G. Tortosa, and D. Chaw. 2006. Effects of the forced ventilation on composting of a solid olive-mill by-product ("alperujo") managed by mechanical turning. Waste Management 26:1377-1383.

Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS) y Fundación Produce Tlaxcala, A.C. 2003. Programa estratégico para el desarrollo de la producción, transformación y comercialización de hongos comestibles en el estado de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax. Pp.44.

Monroy H. y Viniegra G. 1990. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. ISBN-10-968463000X.Mexico: AGT.

Naranjo J.; Herrera C. 2000. El aprovechamiento de hongos silvestres en la Zona Boscosa del Salto Pueblo Nuevo, Durango. Interciencia CIIDIR-IPN-Durango. Vol. 1.Num.4. Pp. 4-6.

Saval, S. 2012. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. Revista de la sociedad Mexicana Biotecnología y Bioingeniería A.C. Vol. 16 No.2. ISSN 0188-4786.

Flores, R. 2009. Compostaje de dos materiales de bagazo de maguey (*Agave Tequilana Weber*) y su determinación física y fisicoquímica. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Oaxaca.Pp.96.

González, G.; González, R. y Nungaray, A. 2005. Potencial del bagazo de *Agave tequilero* para la producción de biopolímeros y carbohidrasas por bacterias celulolíticas y para la obtención de compuestos fenólicos. Revista Digital Científica Tecnológica e-GNOSIS. Universidad de Guadalajara. ISSN: 1665-5745. Pp. 1-18.

Impacto del níquel en el contenido nutrimental del nogal cv. western

Barrera-Tovar, Ricardo¹; García-Espino, Gerardo¹; Palomo-Rodríguez, Miguel¹; Ramírez-Sánchez, Susana Elizabeth³; Sánchez-Chávez, Esteban²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).

²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Delicias Av. 4ta. Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. Cd. Delicias, Chihuahua, México. CP. 33089.

³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

*barrera.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue demostrar el impacto de la aplicación foliar de Ni en el contenido nutrimental del nogal. Las semillas fueron germinadas en bolsas rellenas con arena y se mantuvieron bajo condiciones de invernadero por un periodo de 4 semanas, posteriormente fueron trasplantadas y crecidas a cielo abierto. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos de Ni: 25, 50, 75 y 100 mg L⁻¹ más un control. Cada tratamiento fue repetido 4 veces y se utilizaron 5 plantas por unidad experimental. Los tratamientos de Ni fueron aplicados vía foliar. Se hizo un análisis foliar y nutrimental (Ni, N, P, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn) en laboratorios del CENID RASPA. Las variables se analizaron en el SAS, 2009. La aplicación de Ni generó diferencia estadística en N, P, Ca, Mg, Fe, Zn y Ni. En la mayoría de los nutrimentos hubo un efecto positivo con respecto al control (N 9; Ca 11; Mg 20; Fe 19; Zn 15 y Ni 16%), sin embargo el P no presentó diferencia significativa y el Cu presentó diferencia significativa pero al reducir 25% su contenido con 100 mg L⁻¹ de Ni y con relación al control.

Palabras clave: *Carya illinoensis*, pecanero, fertilización foliar, nitrógeno, peso seco

ABSTRACT

The objective of this research was to demonstrate the impact of foliar application of Ni in the nutritional content of walnut. The seeds were germinated in bags filled with sand and kept under greenhouse conditions for a period of 4 weeks, then they were transplanted and grown in the field. An experimental design was completely randomized with 4 treatments Ni: 25, 50, 75 and 100 mg L⁻¹ plus a control. Each treatment was repeated 4 times and 5 plants were used for experimental unit. All treatments were sprayed to the leaves. Foliar and nutritional analysis (Ni, N, P, Ca, Mg, Fe, Cu and Zn) were made in laboratories at CENID RASPA. The variables were analyzed in the SAS, 2009. The application of Ni generated statistical difference in N, P, Ca, Mg, Fe, Zn and Ni. In most nutrients there was a positive effect with respect to control (N 9; Ca 11, Mg 20, Fe 19, Zn 15 and Ni 16%), however the P concentrations were not different and the Cu showed significant difference but 25% by reducing the contents with 100 mg L⁻¹ of Ni and relative to control.

Keywords: *Carya illinoensis*, pecan, foliar fertilization, nitrogen, dry weight

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero (*Carya illinoensis* W. Koch) es un cultivo que ha incrementado su rentabilidad en los últimos años, además de su importancia socioeconómica en el norte de México (anónimo, 2010). Actualmente, una de las mayores preocupaciones de los productores de nogal es la nutrición vegetal. El níquel (Ni) es un elemento que cumple con los criterios de esencialidad para las plantas según (Arnon y Stout, 1939). Es reconocido desde el 2004 por la Asociación Americana Oficial de Control de Nutrientes Vegetales (Wood *et al.*, 2004a), dada su relación con la enzima ureasa como catalizador o inhibidor y constituyente de esta (Bai *et al.*, 2007a). La deficiencia de Ni perturba el metabolismo de los ureidos, aminoácidos y ácidos orgánicos y se acumulan los ácidos oxálico y láctico (Bai *et al.*, 2006). Las manchas necróticas asociadas con la deficiencia de Ni corresponden a los sitios de acumulación de urea o de los ácidos oxálico y láctico, también que existen cambios en el metabolismo del carbono (Malavolta and Moraes, 2007). Más recientemente, Ureta *et al.*, (2005) demostraron que el bajo nivel de Ni en suelos agrícolas puede limitar la actividad de la hidrogenasa simbiótica del *Rhizobium leguminosarum*. Las plantas requieren al Ni para su metabolismo en cantidades menores a 0.001 mg kg^{-1} de peso seco (Mahler, 2003), sin embargo en plantas como el nogal las hojas que son normales en forma y tamaño presentan una concentración de 7 mg kg^{-1} , mientras que las hojas con síntomas de deficiencia tienen una concentración de 0.5 mg kg^{-1} (Malavolta and Moraes, 2007). En relación a lo anterior el objetivo de esta investigación fue demostrar el impacto de la aplicación foliar de dosis crecientes de níquel en el contenido nutrimental del nogal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de nogal cv. Western fueron germinadas en bolsas negras (30 x 40 cm) rellenas con arena y donde se mantuvieron bajo condiciones de invernadero por un periodo de cuatro semanas; posteriormente las plántulas fueron trasplantadas y crecidas a cielo abierto en la huerta experimental del CELALA-INIFAP. En este estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos de Ni en dosis de: 25, 50, 75 y 100 mg L^{-1} más un control (sin aplicación de Ni). Cada tratamiento fue repetido cuatro veces y se utilizaron cinco plantas por unidad experimental. Los tratamientos de Ni fueron aplicados mediante aspersión foliar, se dieron tres aplicaciones una en otoño y dos en primavera. Las plantas tratadas recibieron una fertilización convencional de nitrógeno y zinc. Al finalizar el ciclo de cultivo se realizó un muestreo foliar. El material vegetal fue utilizado para el análisis foliar y determinación del contenido de: Ni, N, P, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn. Las hojas fueron lavadas tres veces con agua destilada y desinfectadas con detergente no iónico al 1% (Wolf, 1982), después se pusieron a secar a temperatura ambiente y a la sombra, posteriormente se pasaron a la estufa de secado (Shell) a una temperatura de $70/80^{\circ}\text{C}$ hasta su total desecación (24 h). Luego se molieron en un molino Willey con cámara de acero inoxidable malla número 20 y se prepararon para la determinación del contenido nutrimental bajo la NOM-021-RECNAT-2000, en laboratorios del

CENID RASPA, Unidad Laguna. Para el análisis estadístico las variables evaluadas fueron analizadas mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) 2009. Para todas las variables que se registraron se llevó a cabo un análisis de varianza, haciendo posteriormente una comparación de medias, para aquéllas que fueron significativas, utilizando la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Níquel (Ni) es un elemento esencial para el crecimiento, desarrollo y productividad del nogal (Bai *et al.*, 2007a) y se encuentra presente de manera natural y en varias formas en el suelo. En la presente investigación la aplicación foliar de Ni en forma de Nickel sulfato, presentó diferencia estadística cuando se determinó la concentración foliar de este elemento. En la figura 1, se puede observar que la aplicación del tratamiento con dosis de 75 mg L^{-1} de Ni incrementó la concentración de Ni foliar en 20% con respecto al tratamiento de dosis 100 mg L^{-1} el cual obtuvo la menor concentración, además se encontró un incremento del 16% con respecto al control. Los resultados de este experimento indican que todos los tratamientos estudiados incluyendo el control están dentro del rango de suficiencia ($1-7 \text{ mg kg}^{-1}$ ps) de Ni para el cultivo de nogal pecanero según Malavolta and Moraes (2007). Por lo que se supone que la planta no tuvo problemas para la absorción de Ni presente en el suelo, y por lo tanto también se puede considerar que es un suelo sin problemas por altos contenidos de Ca, Mg, Cu o Zn, los cuales pueden inducir bajos contenidos de formas disponibles de Ni en el suelo (Wells, 2005; Wood, 2006a). Investigadores como Sida *et al.*, (2012) encontraron en arboles de nogal que productos a base de Ni incrementaron el contenido de Ni foliar. También se ha encontrado que deficiencias severas de Ni puede provocar trastornos de crecimiento (oreja de ratón) y un trastorno al replante en el cultivo de nogal pecanero (Ruter, 2005). Las deficiencias de Ni se revierten con 1-2 pulverizaciones foliares en primavera con $10-100 \text{ mg Ni L}^{-1}$ + urea + surfactante (Wood *et al.*, 2004 a, b, c; Wood *et al.*, 2006).

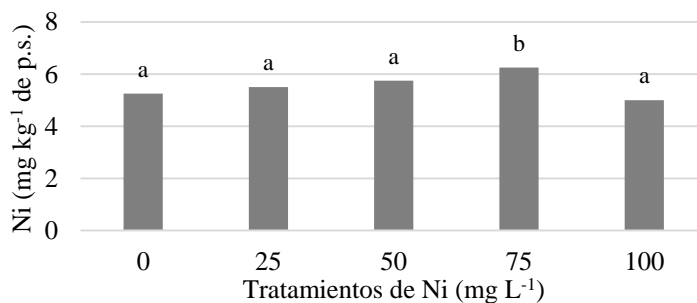


Figura No. 1. Concentración foliar de Ni (mg kg^{-1} de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Nitrógeno (N) en los tejidos vegetales forma parte de distintas biomoléculas (Marshner, 1995, 1987). En las plantas es altamente móvil, por lo que su deficiencia se presenta en las hojas

adultas. Es determinante del vigor, producción y calidad del fruto. Por tal razón, el correcto manejo de la fertilización nitrogenada requiere del conocimiento de los ciclos internos del N en el suelo y el árbol. En los últimos años se ha enfatizado mucho en comprender como las distintas especies frutales utilizan el N (Ojeda *et al.*, 2005). En la presente investigación la concentración de N generó diferencia significativa por efecto de la aplicación foliar de Ni, en la figura 2, se puede observar que el tratamiento con dosis de 25 mg L⁻¹ incrementó en más del 9% la concentración de N foliar con respecto a la dosis más alta (100 mg L⁻¹) y al control. Tanto los tratamientos de Ni como el control mantuvieron la concentración de N dentro del rango de suficiencia (2-3% ps) según Stockton (1985). El incremento del N en el tratamiento 2 de Ni (25 mg L⁻¹) podría deberse a que el Ni sostiene la función de la enzima ureasa, enzima que cataliza la hidrólisis de la urea (Eskew *et al.*, 1984). Ureta *et al.*, (2005) demostraron que el bajo nivel de Ni en suelos agrícolas puede limitar la actividad de la hidrogenasa. Díaz *et al.*, (2001) consideran que 10 mg L⁻¹ de Ni en la solución nutritiva para el cultivo de trigo resulta tóxico en la etapa de crecimiento.

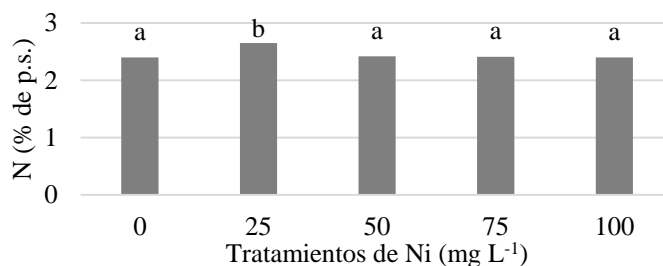


Figura No. 2. Concentración foliar de N (% de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Fósforo (P) participa en los procesos energéticos de las plantas. Es móvil dentro de sus tejidos. Su deficiencia provoca palidez en las hojas más adultas las cuales se tornan de un color rojizo. El P afecta la calidad de los frutos, incrementando el porcentaje de almendra (Sparks, 1994). El N y P están íntimamente involucrados en el metabolismo y crecimiento de las plantas, tienen numerosos puntos de interacción y sus procesos son dependientes. El papel del P en el metabolismo del N se ha estudiado con detalle, la asimilación de NO₃⁻ se ve alterada cuando las plantas son privadas de P (Ruiz y Romero, 1999). En el presente trabajo la aplicación de Ni no generó diferencias significativas en la concentración foliar de P. Pero se encontró que en el tratamiento con la dosis (100 mg L⁻¹) más alta de Ni aplicado incrementó el P en más del 9% con respecto a los demás tratamientos y al control.

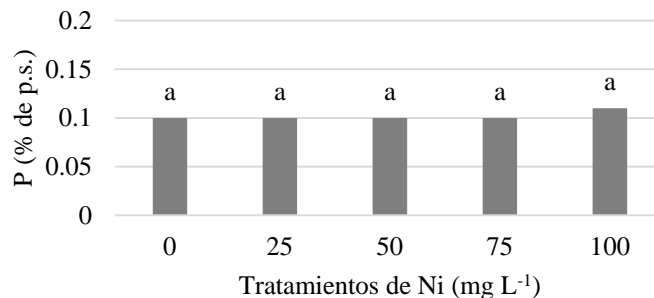


Figura No. 3. Concentración foliar de P (% de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Calcio (Ca) es requerido para el normal funcionamiento de las membranas y está implicado como segundo mensajero y controla la transcripción (White y Broadley, 2003). La aplicación de calcio se realiza en algunas huertas, pero con la finalidad de contrarrestar efectos dañinos del sodio, no propiamente como nutriente. En la presente investigación la concentración de Ca foliar generó diferencia estadística por efecto de la aplicación de Ni. En la figura 4, se puede observar que la concentración foliar de Ca se incrementó cuando las plantas recibieron una dosis de 75 mg L⁻¹ de Ni sin embargo cuando la aplicación de Ni fue de 100 mg L⁻¹ la concentración de Ca disminuyó en relación a los demás tratamientos y al control.

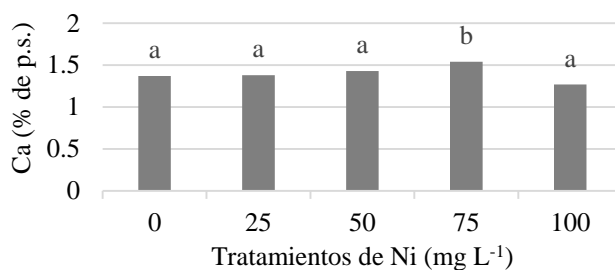


Figura No. 4. Concentración foliar de Ca (% de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Magnesio (Mg) interviene en procesos metabólicos activando numerosas enzimas (Cakmak, I. and A.M. Yazici, 2010). El rango óptimo de Mg para el crecimiento del nogal pecanero es entre 0.18 y 0.60% del peso seco de folíolos. El síntoma inmediato de una deficiencia de Mg es una clorosis en las hojas maduras. Además, la tasa de fotosíntesis disminuye y los carbohidratos se acumulan en las hojas. La presente investigación indica diferencia estadística en la concentración de Mg por efecto de la aplicación foliar de Ni. En la figura 6, se puede apreciar que la aplicación de Ni con dosis de 75 mg L⁻¹ incrementó (13.33%) la concentración de Mg en relación a la dosis 100 mg L⁻¹ de Ni y (20%) en relación al control.

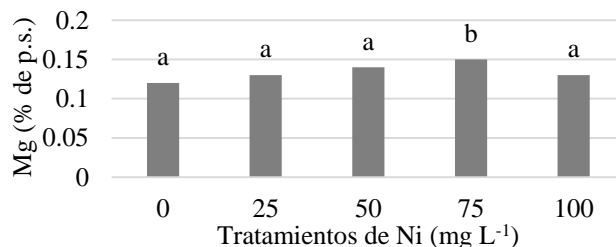


Figura No. 5. Concentración foliar de Mg (% de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Cobre (Cu) es mejor aprovechado por la planta cuando se aplica vía foliar. Medina *et al.* (1999), menciona que para corregir la deficiencia de Cu en nogal pecanero en el norte de Coahuila y tener una concentración foliar arriba del límite de deficiencia, es necesario realizar dos aspersiones foliares para árboles en producción con 50 mg L^{-1} de Cu en cada una, el 17 de abril y 30 de mayo. En la presente investigación se encontró diferencia estadística en la concentración de Cu por efecto de la aplicación foliar de Ni. En la figura 7, se observa que el tratamiento con dosis de 100 mg L^{-1} de Ni fue donde se obtuvo la concentración más baja (5.80 mg L^{-1}), mientras que la concentración de Cu más alta (7.25 mg L^{-1}) se obtuvo en el control (sin aplicación de Ni). La aplicación más alta (100 mg L^{-1}) de Ni redujo la concentración de cobre en más del 20% con respecto al control. Sin embargo la concentración de Cu obtenida está por debajo tanto del control como de los tratamientos.

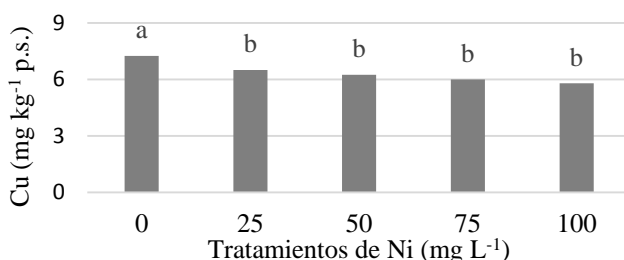


Figura No. 6. Concentración foliar de Cu (mg kg^{-1} de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Hierro (Fe) puede ser deficiente cuando hay excesos de zinc o Cu, o por una primavera húmeda y fría. La presente investigación generó diferencia estadística por efecto de la aplicación de Ni. En la figura 7, se puede observar que el tratamiento con la dosis de 75 mg L^{-1} incrementó 19.54% la concentración foliar de Fe con respecto al control (sin aplicación de Ni). En el control fue donde se obtuvo la concentración de Fe más baja. En esta figura también se puede apreciar que las dosis de Ni fueron incrementando la concentración de Fe hasta la dosis 75 mg L^{-1} , sin embargo con las dosis más alta (100 mg L^{-1}) la concentración de Fe se redujo.

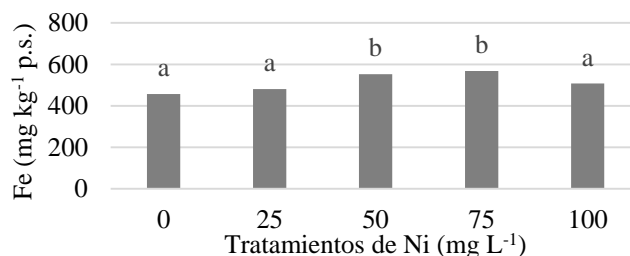


Figura No. 7. Concentración foliar de Fe (mg kg^{-1} de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

El Zinc (Zn) es considerado como deficiente cuando su concentración es menor de 60 ppm (Storey y Anderson, 1969). Medina y Chávez (1999) al aplicar producto químico en forma comercial de “NZN” (15% de N y 5% de Zn), el cual está compuesto por “urán” y nitrato de Zn (1:1); siendo el urán una mezcla de urea, nitrato de amonio y nitrato de Zn. Encontraron que es posible abastecer de Zn al nogal, con un mínimo de dos aspersiones para el cv. “Western” y tres para el cv. “Wichita”, aplicadas en abril, durante el periodo de requerimiento. Esto permite mantener en el follaje una concentración de Zn arriba de 50 a 60 ppm, siendo el límite de deficiencia. En esta investigación la aplicación de Ni indujo diferencia estadística en la concentración de Zn foliar del cultivo de nogal. En la figura 8, se observa que cuando se aplicó Ni en dosis de 50 mg L^{-1} la concentración de Zn se incrementó en 16% con respecto al tratamiento uno y al control que fue donde se obtuvo la concentración más baja.

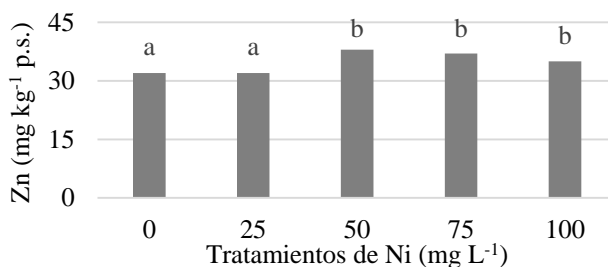


Figura No. 8. Concentración foliar de Zn (mg kg^{-1} de ps) en nogal pecanero cv. Western por efecto de la aplicación de sulfato de níquel. Letras diferentes indican diferencias significativas en cada una de las medias ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de Ni en nogal, presentó diferencia estadística con la dosis de 75 mg L^{-1} incrementando la concentración de Ni, Ca, Mg y Fe en más de 16, 12, 20 y 19 % respectivamente. La concentración de N generó diferencia significativa por efecto de la aplicación foliar de Ni, incrementándose con la dosis de 25 mg L^{-1} más del 9%. La aplicación de Ni no generó diferencias significativas en la concentración foliar de P. Se encontró diferencia estadística negativa en la concentración de Cu por efecto de la aplicación foliar de Ni. La

aplicación de Ni indujo diferencia estadística en la concentración de Zn foliar del cultivo de nogal con un incremento de más de 16% con la dosis de 50 mg L⁻¹.

LITERATURA CITADA

Bai C., Reilly C.C. and Wood B.W. 2007a. Nickel deficiency affects nitrogenous forms and urease activity in spring xylem sap of pecan. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132:302-309.

Cakmak, I. and A.M.Yazici. 2010. Magnesium: Forgotten element in Crop Production. *Better Crops* 94(2):23-25.

Douchkov, D. *et al.* 2005. Ectopic expression of nicotianamine synthase genes results in improved iron accumulation and increased nickel tolerance in transgenic tobacco, *Plant Cell Environ.* 28, 365 – 374.

Haydon, M. J., C. S. Cobbett. 2007. Transporters of ligands for essential metal ions in plants, *New Phytol.* 174, 499 – 506.

Mahler, R. L. 2003. General overview of nutrition for field and container crops. *In:* Riley, L. E.; Dumroese, R. K.; Landis, T. D., Tech Coords. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. 2003 June 9 – 12; Coeur d'Alene, ID; and 2003 July 14 – 17; Springfield, IL. Proc. RMRS-P-33. Fort Collins, CO: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Malavolta E. and Moraes M.F. 2007. Nickel – from toxic to essential nutrient. *Better Crops With Plant Plant Food* 91 (3): 26-27.

Page, V., L. Weisskopf y U. Feller. 2006. Heavy metals in white lupin: Uptake, root-to-shoot transfer and redistribution within the plant, *New Phytol.* 171, 329 – 341.

Riesen, O. y U. Feller. 2005. Redistribution of nickel, cobalt, manganese, zinc and cadmium via the phloem in Young and in maturing wheat, *J. Plant Nutr.* 28, 421 – 430.

Ruter J. M. 2005. Effect of nickel applications for the control of mouse ear disorder on river birch. *J. Environ. Hort Science* 23:17-20.

SAS Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. Users's Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc., USA.

Ureta, A.C., J. Imperial, T. Ruiz-Argueso, and J.M. Palacios. 2005. Rhizobium leguminosarum biovar viciae symbiotic hydrogenase activity and processing are limited by the level of nickel in agricultural soils. *Applied and Environmental Microbiology* 71 (11):7603-7606.

Ureta, A.C., J. Imperial, T. Ruiz-Argueso, and J.M. Palacios. 2005. Rhizobium leguminosarum biovar viciae symbiotic hydrogenase activity and processing are limited by the level of nickel in agricultural soils. Applied and Environmental Microbiology 71(11):7603-7606.

Wells, L. 2005. Mouse-ear of pecan. The University of Georgia, Cooperative Extension 2 p. (Circular, 893).

White P, Broadley M. 2003. Calcium in Plants. Ann Botany. 2003; 92:487-511.

Wood, B.W. Reilly C.C. and Nyczepir A. P. 2004a. Mouse-ear of pecan: I. Symptomology and occurrence. HortScience 38:87-94.

Estado nutrimental del frijol ejotero por efecto de la aplicación de selenio

* Barrera-Tovar, Ricardo¹; Palomo-Rodríguez, Miguel¹; García-Espino, Gerardo¹; Ramírez-Sánchez, Susana Elizabeth³; Sánchez-Chávez, Esteban²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México). ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Delicias Av. 4ta. Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. Cd. Delicias, Chihuahua, México. CP. 33089. ³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

*barrera.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo principal fue determinar el efecto del selenio (Se) en el estado nutrimental del frijol. La germinación del frijol fue en charolas rellenas con peat-moss y vermiculita, dentro de una cámara de cultivo a 28 °C y donde permanecieron por diez días. Posteriormente las plántulas fueron trasplantadas y cultivadas bajo condiciones ambientales controladas. Diez días después del trasplante y hasta la madurez fisiológica se aplicaron los siguientes tratamientos de Se (Na₂SeO₃ y Na₂SeO₄): 0, 10, 20, 40, 80 y 160 µmol. El diseño experimental consistió en la distribución al azar de tratamientos y repeticiones. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones en macetas individuales. Se evaluaron las siguientes variables: clorofila, biomasa, N, P y K. El Se indujo el incremento del contenido de clorofila principalmente como Na₂SeO₄ con 10 µmol, influyó en la acumulación de biomasa en sus dos formas marcando diferencia al aplicar Na₂SeO₄ con 10 µmol. El N fue afectado positivamente por la aplicación de Se principalmente como Na₂SeO₃. El Se influyó de manera muy marcada en el contenido de P con 80 µmol de Na₂SeO₃. El contenido de K fue afectado negativamente por efecto de la aplicación de Se, aunque este efecto no fue estadísticamente diferente.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, producción, biomasa, clorofila, peso seco

ABSTRACT

The main objective was to determine the effect of selenium (Se) on the nutritional state of the bean. Germination of beans was in trays filled with vermiculite and peat-mos, in a growth chamber at 28 °C and where they stayed for ten days. Later the seedlings were transplanted and grown under controlled environmental conditions. 0, 10, 20, 40, 80 and 160 µmol: Ten days after transplantation and physiological maturity to the following treatments of Se (Na₂SeO₃ and Na₂SeO₄) were applied. The experimental design consisted of random distribution of treatments and repetitions. Each treatment had four replicates in individual pots. Chlorophyll, biomass, N, P and K: The following variables were evaluated. Se induced increased chlorophyll content primarily as Na₂SeO₄ with 10 µmol, influenced biomass accumulation in two different ways to apply Na₂SeO₄ scoring with 10 µmol. N was positively affected by applying mainly Se as Na₂SeO₃. Se very markedly influenced in P content of 80 µmol Na₂SeO₃. The K content was adversely affected due to the application of Se, although this effect was not statistically different.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, production, biomass, chlorophyll, dry weight

INTRODUCCIÓN

En México la fuente principal de proteína vegetal es el frijol, ocupa el segundo lugar nacional después del maíz, por la cantidad de hectáreas (1, 831,309 anualmente) dedicadas a su siembra y por el volumen de su consumo (11 kg per cápita por año). Esta leguminosa representa una parte integral de la dieta proteica para 50 % de la población mundial (Deshpande *et al.*, 1984), y es producido en grandes cantidades en el sur, centro y norte de América, y el este de África (Singh, 1999). En México la producción de frijol no es suficiente para alimentar a más de 122 millones de habitantes que lo conforman, por lo que se tiene que recurrir a grandes volúmenes de importación (SIAP-SAGAPA, 2014). Uno de los factores limitantes para incrementar la productividad del frijol es la nutrición vegetal, especialmente el relacionado con la fertilización nitrogenada. El selenio es un microelemento considerado necesario para las plantas (Cyrus *et al.*, 1990), actualmente se tiene poca información de su relación con la asimilación de nitrógeno. Es un elemento químicamente similar al azufre, principalmente por sus estados comunes de oxidación (-2, 0, 2+, 4+ y 6+), por lo que las plantas fácilmente lo absorben y metabolizan a través de sus transportadores y vías, es absorbido por la raíz a través de los transportadores de sulfato de alta afinidad, posteriormente se desplaza sin modificación química a través del xilema hasta las hojas (Li *et al.*, 2008). En relación a las formas del selenio (selenato y selenito de sodio) investigadores han encontrado que la aplicación de selenato reduce el contenido de biomasa en plantas de sorgo (Claire *et al.*, 1990), Anderson (1993), encontró que el decremento de la biomasa total por efecto de la aplicación de selenito de sodio es debido a que elevadas dosis de éste, generan un incremento de la Se-cisteína, enzima que interviene en la formación de proteínas, las cuales se ven alteradas en su configuración perdiendo funcionalidad, derivando en una fitotoxicidad, también han encontrado que el incremento del rendimiento con dosis bajas tanto de selenito como de selenato de sodio, es debido a que la aplicación de selenio induce la asimilación del azufre (Mikkelsen *et al.*, 1989; Lyons *et al.*, 2005), mientras que el incremento del azufre estimula la asimilación del Nitrógeno para mantener la razón 20:1 entre los compuestos orgánicos nitrogenados y azufrados (Leustek *et al.*, 2000), sin embargo, concentraciones altas de selenito y selenato de sodio disminuyen el rendimiento, debido a que se produce un efecto toxico, al actuar como proóxidante que favorece la producción de los radicales peróxido lipídicos (Hartikainen y Piironen, 2000), los cuales causan rompimiento en las cadenas de ADN y oxidan indiscriminadamente cualquier molécula orgánica (Hernández y McCord, 2007), provocando muerte celular. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del selenio en el estado nutrimental del frijol ejotero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La germinación del frijol ejotero cv. Strike fue en charolas rellenas con peat-moss y vermiculita, dentro de una cámara de cultivo a 28 °C y donde permanecieron por diez días. Posteriormente las plántulas fueron trasplantadas y cultivadas bajo condiciones ambientales controladas: humedad relativa de 80%, temperatura 28/22 °C (día/noche), fotoperiodo de 16/8 h (día/noche) e intensidad

luminosa de $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; crecieron en macetas individuales de ocho litros, rellenas solo con vermiculita. Durante diez días a partir del trasplante y antes de la aplicación de los tratamientos experimentales, las plantas recibieron una solución nutritiva completa de Hoagland adecuada por Sánchez *et al.*, (2004). Diez días después del trasplante y hasta la madurez fisiológica se aplicaron los siguientes tratamientos de Selenio (Na_2SeO_3 y Na_2SeO_4): 1: 0, 2: 10, 3: 20, 4: 40, 5: 80 y 6: 160 μmol . El diseño experimental consistió en la distribución al azar de los distintos tratamientos y de sus repeticiones. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones en macetas individuales. Se evaluaron las siguientes variables: *Concentración de Clorofila*: El método utilizado para la determinación de la concentración de clorofila, se basó en la utilización de un agente químico que extrae los distintos pigmentos foliares y fue descrito por Wellburn (1994). *Determinación de la biomasa*: Para determinar la producción de biomasa de los diferentes órganos de la planta (raíz, tallo, pecíolo, vaina, semilla y hoja) se introdujeron a una estufa de secado (Shell) a temperatura de $75 \text{ }^\circ\text{C}$ y hasta su total desecación (24 h). *Nitrógeno*: (Microkjeldahl); *Fósforo*: (mezcla triácida, metavanadato molibdato de amonio y colorimetría) y *Potasio*: (mezcla digestora y absorción atómica).

Análisis Estadístico

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Para la diferencia entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba LSD a 95 % (SAS, 1987). Los datos son medias ($n=4$), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estado nutrimental de las plantas puede ser expresado a través de su contenido de clorofila ya que esta funciona como un bioindicador (Collins, 1978). En la presente investigación, la aplicación de selenio generó diferencia significativa (***) en la concentración de clorofila, tanto con la aplicación de selenito de sodio como en la aplicación de selenato de sodio. La aplicación de selenito de sodio en dosis de 10 μmol presentó la mayor concentración de clorofila con un incremento del 25.45 % en relación a la dosis de 160 μmol que obtuvo la concentración más baja, es importante mencionar que la dosis 10 μmol de selenito de sodio tuvo un incremento de 35.02 % con respecto al control (Figura 1). La aplicación de selenato de sodio con dosis de 10 μmol incrementó la concentración de clorofila en un 42.61 % en relación a la dosis 160 μmol donde se obtuvo la menor concentración. Así mismo la dosis 10 μmol de selenato de sodio fue 36.49 % mayor que el control (Figura 1). Nuestros resultados coinciden con los encontrados por investigadores como Yao *et al.*, (2009), que indican que diferentes dosis de selenito y selenato incrementan el contenido de clorofila en maíz. Por el contrario Padmaja *et al.* (2001), encuentran que la aplicación de selenio disminuye los niveles de clorofila en plantas de frijol mungo. El incremento de la clorofila con la dosis de selenio 10 μmol podría deberse a que el selenio induce la asimilación del azufre Lyons *et al.*, 2005), mientras que el incremento del azufre estimula la asimilación del nitrógeno para mantener la relación 20:1 entre los compuestos orgánicos nitrogenados y azufrados (Leustek *et al.*, 2000).

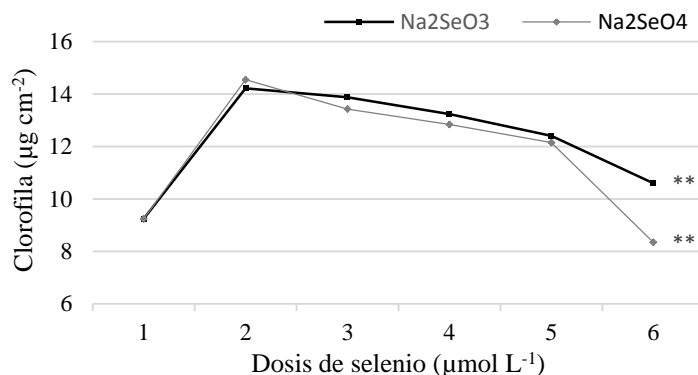


Figura 1. Concentración de Clorofila por efecto de la aplicación de Selenio. Los datos son medias (n=4), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

Un parámetro agronómico que caracteriza la capacidad de las plantas para acumular materia seca es la biomasa (Brown 1997, Eamus *et al.* 2000) y está compuesta por el peso de la materia seca aérea y subterránea que existe en una planta (Schlegel *et al.* 2000). En esta investigación, se encontró diferencia significativa (*) en el contenido de biomasa total por efecto de la aplicación de selenio tanto en forma de selenito como de selenato de sodio. La dosis con 10 µmol de selenito de sodio incrementó la producción de biomasa total en un 26.08 % con relación a la dosis 160 µmol que fue la que obtuvo menor acumulación de biomasa total (Figura 2). La dosis de 10 µmol de selenito de sodio también fue 5.21 % superior al control (Figura 2). Cuando se aplicó selenato de sodio la acumulación de biomasa total más alta se encontró en la dosis 10 µmol con un incremento de 33.05 % con relación a la dosis 160 µmol donde se registró la acumulación más baja. La acumulación de biomasa total en la dosis 10 µmol también fue 6.61 % superior al control (Figura 2).

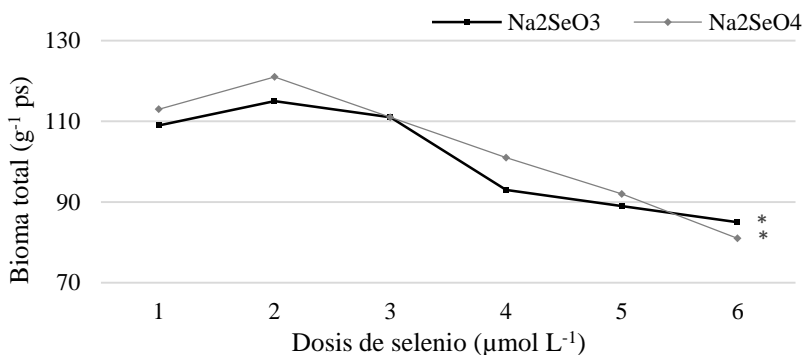


Figura 2. Contenido de Biomasa total por efecto de la aplicación de Selenio. Los datos son medias (n=4), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

De igual forma, Benavides *et al.* (2010), encontraron que la aplicación de selenio en suelo y turba canadiense incrementó la biomasa de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Por el contrario investigadores como Claire *et al.* (1990) encontraron que la aplicación de selenio en forma de selenato redujo el contenido de biomasa en plantas de sorgo. Se considera que las dosis mayores a 10 μmol que se caracterizaron por reducir la biomasa total fue debido a que elevadas dosis de selenio generan un incremento de la selenocisteína, la cual es una enzima que interviene en la formación de proteínas, las cuales se ven alteradas en su configuración perdiendo funcionalidad, derivando en una fitotoxicidad (Anderson, 1993). Los macronutrientes Nitrógeno, Fosforo y Potasio, están íntimamente involucrados en el metabolismo y crecimiento de las plantas, donde participan de manera conjunta en sus procesos bioquímicos (Ruiz y Romero, 2002). En la presente investigación se observa diferencia estadística (**) en el contenido de nitrógeno por efecto de la aplicación de selenio, encontrándose que la aplicación de selenito de sodio en dosis de 20 μmol afectó positivamente la concentración de nitrógeno incrementándolo 33.15 % con relación a la dosis de 160 μmol donde se encontró la concentración más baja. En relación al control la dosis 20 μmol también fue superior en más del 13 % (Figura 3). Cuando se aplicó selenato de sodio la dosis que más incrementó la concentración de nitrógeno fue la de 40 μmol , reportando 32.26 % más en relación a la dosis de 160 μmol donde se encontró la menor concentración. La dosis de 40 μmol también fue superior al control con un incremento de más del 11 % (Figura 3). Investigadores han encontrado que el selenio influye en la asimilación del azufre (Mikkelsen *et al.*, 1989; Lyons *et al.*, 2005), y que posteriormente este estimula la asimilación del nitrógeno (Leustek *et al.*, 2000). Finalmente indicar que el selenio como selenito de sodio impacta en el contenido de nitrógeno con una menor dosis que el selenato de sodio según resultados de este estudio. Los resultados de nuestra investigación difieren de los encontrados por investigadores como Ríos (2008) quien encontró en plantas de lechuga que la aplicación de selenio reduce la concentración de nitrógeno.

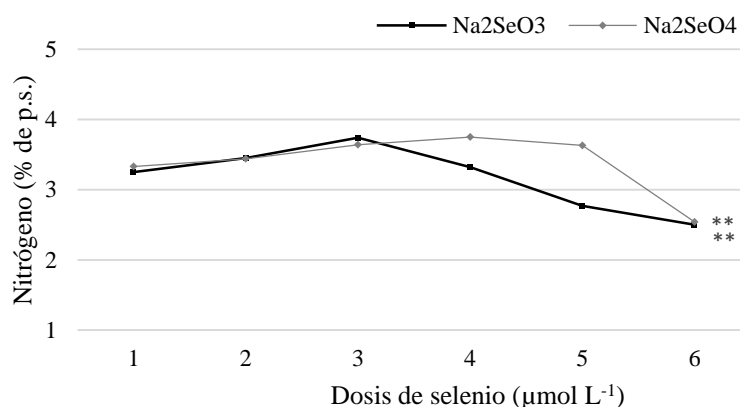


Figura 3. Contenido de Nitrógeno por efecto de la aplicación de selenio. Los datos son medias ($n=4$), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

La concentración de fósforo también fue afectada por la aplicación de selenio, encontrándose diferencia estadística (*) por efecto de la aplicación tanto de selenito como de selenato de sodio, la dosis 80 μmol de selenito de sodio fue la que obtuvo mayor contenido de fósforo, su incremento sobre la dosis de 160 μmol que fue la que obtuvo el contenido de fósforo más bajo fue de 24 %, pero la dosis de 80 μmol incremento el contenido de fósforo en 44 % con relación al control (Figura 4). Cuando se aplicó selenato de sodio, la dosis de 80 μmol incremento la concentración de fósforo en más de 17.39 % en relación a la dosis de 160 μmol , la cual obtuvo la concentración más baja, en relación al control la dosis 80 μmol también fue superior con un incremento de 39.13 % (Figura 4).

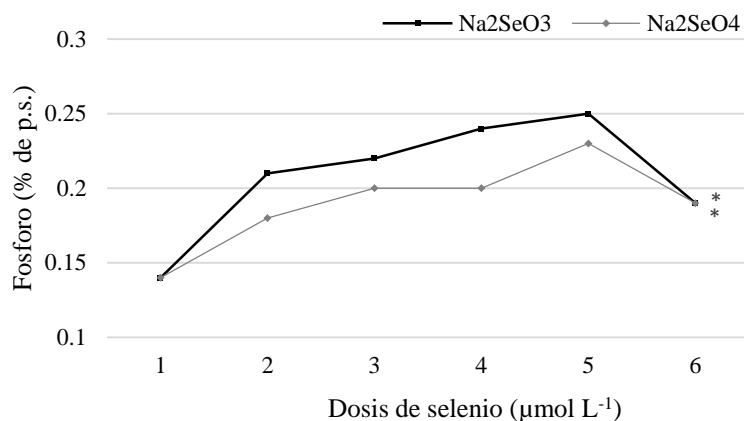


Figura 4. Contenido de Fósforo por efecto de la aplicación de selenio. Los datos son medias ($n=4$), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

Nuestros resultados coinciden con los de Singh y Singh (1979) quienes al aplicar selenio en plantas de *Vigna sinensis* encuentran que la concentración de fósforo se incrementa. Por el contrario Hooper y Parker (1999) y Feng *et al.*, (2009) encuentran una relación antagónica entre la aplicación de selenio y la concentración de fósforo. La aplicación de selenio incremento el contenido de fósforo en la parte foliar del frijol ejotero cv. Strike, manteniéndolo dentro del rango de suficiencia (0.2-0.5 %), mientras que el tratamiento control permaneció fuera del rango de suficiencia de fósforo para las plantas. La aplicación de selenio afecto negativamente el contenido de potasio (aunque estadísticamente no se encontró diferencia (NS)), esto se indica debido a que cuando se aplicó selenio en forma de selenito de sodio se observó que con la dosis 160 μmol el contenido de potasio tuvo un decremento del 9.85 % con relación a la dosis 10 μmol que fue el tratamiento que menos redujo su contenido. En relación al control la dosis 10 μmol de selenito de sodio redujo 1.45 % el contenido de potasio.

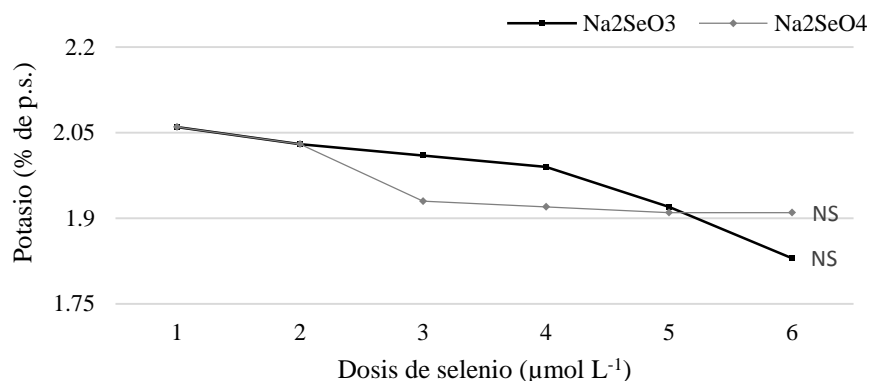


Figura 5. Contenido de Potasio por efecto de la aplicación de selenio. Los datos son medias (n=4), y los niveles de significancia están representados por * a $P \leq 0.05$, ** a $P \leq 0.01$, *** a $P \leq 0.001$ y NS: no significativo.

Sin embargo cuando se aplicó selenato de sodio la dosis de 160 µmol redujo 5.91 % el contenido de potasio con respecto al tratamiento 10 µmol que fue el que menos redujo su contenido, en relación al control la dosis de 10 µmol lo redujo 1.45 % (Cuadro 1). Por el contrario investigadores como Singh y Singh (1979); Wu y Huang (1999) y Ríos *et al.*, (2008), no encuentran diferencias en la concentración de potasio por efecto de la aplicación de selenio.

CONCLUSIONES

La dosis de 10 µmol de selenio indujo el incremento del contenido de clorofila principalmente en su forma de selenato de sodio. El selenio influyó en la acumulación de biomasa total tanto en su forma de selenito como de selenato de sodio marcando una diferencia al aplicar selenato de sodio con la dosis 10 µmol. El nitrógeno fue afectado positivamente por efecto de la aplicación de selenio principalmente en su forma de selenito. El selenio influyó de manera muy marcada en el contenido de fósforo con la dosis 80 µmol de selenito de sodio. En el contenido de potasio no se encontró diferencia estadística por efecto de la aplicación de selenio.

LITERATURA CITADA

- Benavides, M. A.; Ramírez, R.; Robledo, V.; Fuentes, L. O. y Sandoval, A. 2010. Elementos traza y calidad nutricional, casos del yodo, zinc y selenio. *Revista Agraria -Nueva Época*. 19: 23-31.
- Feng RW, Wei CY, Tu SX, Wu FC. 2009. Effects of Se on the uptake of essential elements in *Pteris vittata* L. *Plant Soil* 325:123-132.

Juan José Ríos Ruiz. 2008. Biofortificación con Se en plantas de lechuga: Estudio de la producción, calidad y estado nutricional. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias. Granada, España.

Li H., McGrath S.P. and Zhao F.J. 2008. Selenium uptake, translocation and speciation in wheat supplied with selenate or selenite. *New Phytologist* 178: 92-102

Mikkelsen, D. S. and Lyons, G. 2005. Fertilizer use on rice. *In* Dinauer, R. C., managing editor. Changing 12 patterns in fertilizer use. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. Pp. 403-432.

Ruiz JM, Romero L. 2002. Relationship between potassium fertilization and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Assoc. Appl. Biol.* 140:241-249.

Sanchez E. 2006. Caracterización del estado nutricional y fisiológico en plantas de judía (*Phaseolu vulgaris* L. cv. Strike) sometidas a un estrés por nitrógeno. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España.

Sanchez E., Rivero R.M., Ruiz J.M. and Romero L. 2004. Changes in biomass, enzymatic activity and protein concentration in roots and leaves of green bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) under high NH₄NO₃ application rates. *Scientia Horticulturae* 99, 237-248.

Yao X., Jianzhou C. and Guangyin W. 2009. Effects of Selenium on Wheat Seedlings Under Drought Stress. *Biological Trace Element Research* 3, 283-290.

La emergencia de adultos, una variable de calidad de *Trichogramma pretiosum* Riley. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) susceptible a la temperatura

García-González, Fabián¹ y Hernandez-Salgado, José Ramón¹

¹ Profesor-investigador. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

fabiangglez@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Las avispidas del género *Trichogramma* son las más utilizadas en control biológico de plagas a nivel mundial. La reproducción masiva de este insecto se realiza bajo condiciones muy confortables, las cuales contrastan con las condiciones climáticas de campo de varias regiones de nuestro país, originando muchas dudas acerca de su efectividad en el control de plagas. Este estudio se realizó en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, en el cual huevecillos de *Sitotroga cerealella* Olivier parasitado por *T. pretiosum*, se expuso a diferentes temperaturas y humedad relativa del 30 % para determinar cómo influye la temperatura en la emergencia de adultos (E.A.). Los resultados indican que la E.A., no se presenta cuando el material biológico se expuso a una temperatura de 40 °C. La E.A. en los tratamientos 20, 25 y 30 °C fue muy similar a la del testigo (28 °C), pero diferente a las muestras expuestas a 15 y 35 °C, lo cual indica que a temperaturas extremas la emergencia de adultos de tricogramas se afecta negativamente. La mayor emergencia de adultos se presenta entre los 25 y 28 °C. De la E.A. dependen otras variables como adultos viables, entre otras.

Palabras Clave: Control biológico, *Trichogramma pretiosum*, temperatura.

ABSTRACT

The *Trichogramma* wasps are the most used in biological pest control worldwide. The mass rearing of this insect is performed under comfortable conditions, which contrast with the climatic conditions of field several regions of our country, causing many doubts about their effectiveness in the control of pests. This study was conducted at the Regional Unit University of Arid Zones of Chapingo University, in which eggs of *Sitotroga cerealella* parasited by *T. pretiosum*, were exposed to different temperatures and relative humidity of 30 % to determinate how it influences the temperature in the adult emergence (A.E.). The results indicate that the A.E. is not presented when the biological material is exposed to a temperature of 40 °C. The A. E. in treatments 20, 25 and 30 °C was very similar to that the control (28 °C) but different to the samples exposed to 15 and 35 °C, indicating that extreme temperatures, the adult emergence of *Trichogramma* if adversely affects. Most emergency occurs in adults between 25 and 28 °C. From A. E. depend other variables as viable adults, among others.

Keywords: Biological control, *Trichogramma pretiosum*, temperature.

Evaluación del crecimiento foliar de nueve cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) en Bermejillo, Durango

Gómez-Hernández, Aleida¹; Alvarado-Ruacho, Neiry Manuel¹; Reveles-Hernández, Manuel^{2*}; Trejo-Calzada, Ricardo¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo Durango Km 40 carretera bermejillo-chihuahua C.P. 35230, México. ²Campo experimental Calera, Zacatecas, Instituto nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria, Fresnillo- Calera C.P. 98500 México.

*mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx

RESUMEN

En la Comarca Lagunera se han establecido algunas áreas de producción de ajo, sin embargo no hay suficientes estudios sobre la adaptación de variedades a las condiciones climáticas y edáficas de esta región, particularmente sobre el crecimiento vegetativo de este cultivo. El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento foliar de cultivares de ajo en una localidad de la Comarca Lagunera. Se estableció un experimento en bloques al azar con cuatro repeticiones para nueve variedades de ajo. Se evaluaron un total de 180 plantas, cinco por cada repetición y variedad, cuantificándose el número total de hojas y la altura de la hoja más larga de cada planta. Los cultivares que presentaron una mayor altura al final del cultivo fueron, Cezac 06, JASJO10, Sainero y por último California. Coincidentemente los cultivares con mayor número de hojas al final del cultivo fueron JASJO10, Cezac 06, California y por último Sainero.

Palabras Clave: Crecimiento foliar, cultivares de ajo, adaptación de variedades.

Diferenciación de bulbo de ajo afectada por acolchado y densidad de plantación

¹Reveles-Hernández, Manuel; Díaz-Sotelo, Felipe de Jesús, ¹Velásquez-Valle, Rodolfo; ¹Cid-Ríos, José Ángel; ²Trejo-Calzada, Ricardo

¹Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas Fresnillo, Calera, V. R., Zacatecas, México. CP 98500. Tel. 5538718700 Ext 82320,

E-Mail: reveles.manuel@inifap.gob.mx

²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Dgo., México.

RESUMEN

Las altas densidades de plantación en cultivos como el ajo se usa como una estrategia para incrementar productividad, sin embargo, algunos de los inconvenientes de esta práctica es la aparición de bulbos con defecto o no diferenciados. Asimismo, el uso del acolchado plástico ha sido una práctica común que además de ahorrar agua, incrementa los rendimientos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del acolchado plástico y la densidad de plantación sobre la falta de diferenciación de bulbos en el cultivo de ajo. Los resultados del experimento demuestran que existe una relación inversa entre la densidad de plantación y la incidencia de plantas sin formación de dientes o bulbillos (abombonadas). La incidencia de plantas sin diferenciar fue mayor en los tratamientos que incluyeron el acolchado con plástico negro.

Palabras clave: bulbificación, acolchado, ambiente, temperatura, fecha de siembra

ABSTRACT

High density planting in crops such as garlic is used as a strategy to increase productivity. However, some of the drawbacks of this practice is the occurrence of defective or undifferentiated bulbs. Moreover, the use of plastic mulch has also been a common practice to increase yields in addition to saving water. The aim of this study was to evaluate the effect of plastic mulch and plant density on the lack of differentiation in the cultivation of bulbs of garlic. The experiment results show that there is an inverse relationship between planting density and the incidence of plants without the formation of teeth or bulbils (abombonadas). The incidence of undifferentiated plant was higher in the treatments with black plastic mulch.

Keywords: bulb formation, mulching, environment, temperature, planting date

INTRODUCCION

El uso de altas densidades de plantación en cultivos como el ajo se usa como una estrategia para incrementar productividad, sin embargo, algunos de los inconvenientes de esta práctica es la

aparición de bulbos con defecto o no diferenciados; el uso del acolchado plástico también ha sido una práctica común que además de ahorrar agua, incrementa los rendimientos.

Los estudios realizados con ajo en el estado de Zacatecas demuestran que el cultivo responde favorablemente a las altas densidades de población incrementando el rendimiento a medida que se incrementa la población de plantas por hectárea (Casas-Gómez *et al.*, 2012), sin embargo, también llega a afectar la calidad del producto a medida que se incrementa la cantidad de plantas por hectárea (Candelas, 2011; Díaz-Sotelo *et al.*, 2012; Reveles y Velásquez, 2010a).

Para que se inicie la formación de bulbillos o dientes (bulbificación) en la planta de ajo, esta requiere de la acumulación de frío previa al inicio de días largos, de tal manera que la diferenciación de tejidos y la bulbificación no se inicia en días largos si no se acumula suficiente frío, por lo que el inicio de la formación de dientes se retrasará y en algunos casos, no se producirá (Portela, 1996).

Otros factores de manejo, como fertilización y fecha de siembra, pueden estar relacionados con la aparición de malformaciones de ajo, lo cual provoca una disminución de la calidad y rendimiento del cultivo (Ávila, 2007; Reveles y Velásquez, 2010).

Estudios realizados en Argentina demuestran que la aparición de anomalías o malformaciones en bulbos de ajo también pueden estar relacionados con el genotipo (Silvestri *et al.*, 2007), y además de la interacción del genotipo con factores ambientales como temperatura y fotoperiodo (Mann and Mingos, 1958).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar el efecto del acolchado plástico y la densidad de plantación sobre la falta de diferenciación de bulbos en el cultivo de ajo.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en terrenos del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Calera, Zacatecas. Este sitio se encuentra ubicado en la carretera Zacatecas-Fresnillo, kilómetro 24.5, a una Latitud Norte de 22°54'60", a una Longitud Oeste de 102°39'60" y a una altitud de 2197 m.

Los tratamientos consistieron en dos densidades de plantación y el uso de acolchado con plástico negro en comparación con no acolchado, la descripción de los tratamientos usados aparecen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de tratamientos para evaluar el efecto de acolchado plástico y densidad de plantación sobre la incidencia de ajos no diferenciados.

Número	Tratamiento
1	Con acolchado con 330,000 plantas ha ⁻¹
2	Con acolchado con 550,000 plantas ha ⁻¹
3	Sin acolchado con 330,000 plantas ha ⁻¹
4	Sin acolchado con 550,000 plantas ha ⁻¹

El diseño experimental usado fue factorial con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones por tratamiento; la parcela grande correspondió al acolchado plástico y sin acolchado, mientras que las parcelas chicas correspondieron a las densidades de siembra.

La unidad experimental fue de una cama de 1.8m de ancho por 2.5 m de largo, estableciéndose camas con 6 hileras de plantas para los tratamientos 1 y 3, y 10 hileras para los tratamientos 2 y 4.

La siembra se realizó de manera manual el día 2 de diciembre del año 2011, usando la variedad Calerense, generada por el Campo Experimental Zacatecas del INIFAP.

Para el riego se usaron tres cintillas por cama de Calibre 5000, con goteros a 20 cm de distancia y de alto flujo, dando una descarga de 484 L ha⁻¹ en 100 m, y por gotero, 968 mL, a una presión de 10 libras por pulgada cuadrada.

Para el acolchado se utilizó plástico color negro por ambas caras, de 1.2 m de ancho; se perforó y colocó de manera manual.

Para el caso de los tratamientos con 6 hilos, se utilizó una separación de 10 cm entre plantas, 20 cm entre hileras y 25 cm entre par de hileras; con ello se obtuvo la densidad de 330,000 plantas ha⁻¹.

Para el caso de los tratamientos con 10 hilos, se utilizó una separación de 10 cm entre plantas, 10 cm entre hileras y 12 cm entre par de hileras, para obtener la densidad de 550,000 plantas ha⁻¹.

Se colocaron sensores de humedad de la marca Watermark, modelo 200SS para mantener a un mismo nivel de humedad disponible a los tratamientos evaluados.

A madurez fisiológica se contaron las plantas que no pudieron diferenciarse y formar dientes (abombonados), las plantas que presentaron esta malformación fueron contabilizadas en cada tratamiento y repetición antes de que se llevara a cabo el corte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 y figura 1, se observa una clara tendencia de incremento de ajos sin diferenciar en los tratamientos donde el suelo fue acolchado con plástico, con relación a aquellos tratamientos sin acolchar, notándose que el índice de ajos sin diferenciar prácticamente se duplica por efecto del acolchado.

A medida que se incrementó la densidad de plantación, se observa una tendencia a disminuir el porcentaje de bulbos sin diferenciar, este efecto se observó tanto en el tratamiento con acolchado como en aquel en el que no se colocó el plástico.

Cuadro 2. Comparación de medias ($\alpha=0.01$) de ajos sin diferenciar (%) con y sin acolchado plástico y dos densidades de población.

Tratamientos	Porcentaje de Ajos sin diferenciar (abombonados)
1 acolchado y 330,000 plantas ha ⁻¹	67.3 a
2 acolchado y 550,000 plantas ha ⁻¹	46.6 ab
3 sin acolchado y 330,000 plantas ha ⁻¹	23.6 bc
4 sin acolchado y 550,000 plantas ha ⁻¹	21.0 c

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

En general se observó una alta incidencia de bulbos no diferenciados, aun en los tratamientos con bajas densidades y sin acolchar, lo anterior puede estar relacionado con la fecha de siembra, lo anterior coincide con lo reportado por Mann y Minges (1958), quienes reportan que a medida que se retrasa la fecha de siembra, se incrementa la incidencia de bulbos no diferenciados.

Aun cuando se observa un efecto de la densidad de siembra y del acolchado plástico sobre la aparición de bulbos sin diferencia, el efecto del acolchado es más notorio, esto puede tener relación con el incremento de la temperatura del suelo por efecto del uso del plástico negro como acolchado, situación que es discutida por Portela (1989) al discutir el efecto de la temperatura sobre la diferenciación de bulbos en el cultivo de ajo.

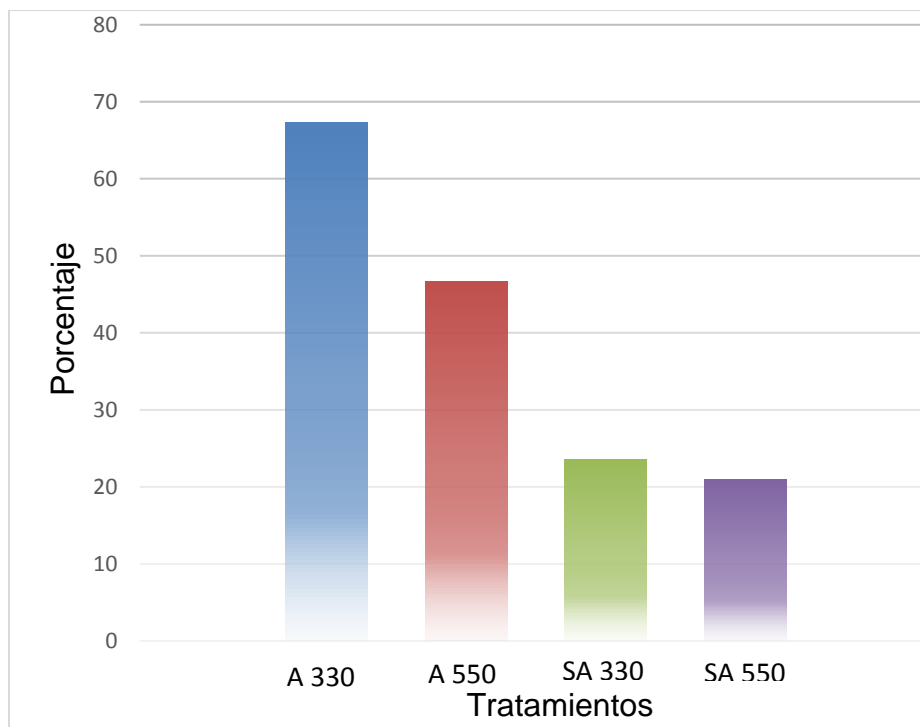


Figura 1. Incidencia de bulbos sin diferenciar (en porcentaje) en ajo con acolchado (A), sin acolchar (SA) y dos densidades de plantación 330 y 550 miles de plantas por hectárea.

CONCLUSIONES

Se encontró una relación inversa entre la densidad de plantación y la incidencia de plantas sin formación de dientes o bulbillos (abombonadas).

La incidencia de plantas sin diferenciar fue mayor en los tratamientos que incluyeron el acolchado con plástico negro.

LITERATURA CITADA

Ávila G. T. 2007. Factores de manejo del cultivo de ajo que determinan la calidad del producto a la cosecha. *Avances en Horticultura*, 5:1-13

Candelas, M. C. J. 2011. Índice de escobeteado en relación a la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en tres variedades de ajo (*Allium sativum L.*) en Zacatecas. Tesis. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. 60p

Casas-Gómez, K.; Reveles-Hernández M.; y Velásquez-Valle R. 2012. Arreglos topológicos, densidad de siembra y rendimiento de ajo en Zacatecas. *Memoria XXIV Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED*. Pp 783-786

Díaz-Sotelo, F. de J., Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R. 2012. Efecto del acolchado y densidad de siembra sobre el rendimiento de ajo jaspeado en Zacatecas. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED

Mann L. K. and Minges P. A. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks, day length, and planting date. *Hilgardia*. 27:385-419

Portela, J.A. 1996. El ambiente como regulador del desarrollo de las plantas. Su efecto sobre el ajo (*Allium sativum* L.). *Avances en Horticultura*. 1:1-21

Reveles H., M. y Velásquez V. R. 2010. Manejo de la fertilización en el cultivo del ajo. En: Memorias del 3° Taller-Demostración: Tópicos para la producción intensiva de ajo. Saín Alto, Zac. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Pp 20-30

Silvestri V.; Rigoni; C. López F. A.; Tognolo L. 2007. Asociaciones entre clones y anomalías morfológicas en ajo "tipo colorado" (*Allium sativum* L.). *Revista FCA UNCuyo*. 39:43-49.

Evaluación nutrimental de ajo cosechado en el estado de Zacatecas

Figuroa-González, Juan José^{1*}; Reveles-Hernández, Manuel¹; Cid-Ríos, José Ángel¹

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. A. P. 18. C.P. 98500. Tel. (01) 800 088 22 22 Ext. 82312.

*Autor para correspondencia: figuroa.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

La importancia de tipificar los genotipos o variedades de ajo (*Allium sativum* L.) producidas en el estado de Zacatecas cada vez es más importante por su alto uso en la gastronomía mexicana y en muchas partes del mundo. El objetivo de esta investigación fue analizar la composición nutrimental de variedades de ajo en fresco sembradas en diferente lugar del estado de Zacatecas. Se utilizaron 6 variedades de ajo: Calerense, Ensenada, Perla, San Marqueño, Sainero y California. Sembrados y cosechados en las comunidades de El Bordo y San Cristóbal pertenecientes al municipio de Guadalupe; El Indio, Chocolatillo y Chaparrosa de Villa de Cos; El Pardillo y Altamira, Fresnillo; San Antonio del Ciprés, Pánuco y en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. El contenido de humedad, de carbohidratos, de fibra dietaria, de proteína y de grasas presentaron diferencias altamente significativas ($pr > F 0.000$), en tanto que el contenido de cenizas no presentó diferencias significativas ($pr > F 0.745$). Con lo anterior podemos definir la composición nutrimental del ajo en fresco producido en el estado de Zacatecas. Sin embargo, es oportuno identificar la composición nutrimental por región o localidad de acuerdo al tipo de suelo o ambiente que prevalece en dicha localidad.

Palabras clave: *Allium sativum*, fibra dietaria, proteína, composición nutrimental.

ABSTRACT

Importance of typify genotypes or varieties of garlic (*Allium sativum* L.) produced in Zacatecas state is becoming increasingly important due to its high use in Mexican cooking and in many parts of the world. The objective of this research was to analyze the nutritional composition of fresh garlic varieties planted in different areas of the Zacatecas state. Six garlic varieties were used: Calerense, Ensenada, Perla, San Marqueño, California, Sainero. Planted and harvested in the communities of San Cristobal and El Bordo belonging to the municipality of Guadalupe; El Indio, Chocolatillo and Chaparrosa, of Villa de Cos; El Pardillo and Altamira, Fresnillo; San Antonio del Cipres, Panuco and the Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. The moisture content, carbohydrates, dietary fiber, protein and fat were significantly different ($pr > F 0.000$), while the ash content was not significantly different ($pr > F 0.745$). With this we can define the nutritional composition of fresh garlic produced in the Zacatecas state. However, it is appropriate to identify the nutritional composition region or locality according to soil type or environment prevailing in the locality.

Keywords: *Allium sativum*, dietary fiber, protein, nutritional composition.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) pertenece a la familia de las Alliaceae y es una hortaliza utilizada en la gastronomía mexicana y en muchas partes del mundo; el ajo es originario de las llanuras de Asia Central (Hong y Kim, 2001; Reveles-Hernández *et al.*, 2012) y fue utilizado en tiempos antiguos como especia, alimento y para el tratamiento de varias dolencias (Hong y Kim, 2001; Haciseferoğulları *et al.*, 2005). Este tipo de hortaliza tiene varios usos alimentarios como saborizante en mayonesas, salsa de tomate tipo ketchup, aderezo para ensaladas, salsa para carnes, guisos, etcétera (Sharma y Prasad, 2001).

Se ha comprobado que el ajo contiene varios componentes bioactivos que ayudan en la prevención o control de enfermedades crónicas degenerativas. La química del ajo está dominada por muchos agregados que contienen azufre responsable del sabor característico de esta especie, además, estos compuestos azufrados trabajan juntamente para proporcionar beneficios a la salud del consumidor, también previene síntomas de gripe y resfriado; y actúa como quimiopreventivo contra el cáncer, tiene efecto hipolipidémico y antiplaquetario (Amagase *et al.*, 2001; Amagase, 2006); es decir, disminuye la cantidad de colesterol y triglicéridos así como, evita la aglutinación de plaquetas.

En Zacatecas no existen estudios sobre la composición nutrimental de las variedades de ajo cosechadas o producidas en la entidad por lo que es importante clasificar las nuevas variedades o clones no solo en cuanto a su calidad agronómica sino también en cuanto a su composición química y bioquímica.

El objetivo de esta investigación fue analizar la composición nutrimental de variedades de ajo en fresco, sembradas en diferente lugar del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 6 genotipos de ajo obtenidos de parcelas comerciales: en el Bordo se sembró y se cosechó la variedad Calerense 1 (C1) y en San Cristóbal la Calerense 2 (C2) pertenecientes al municipio de Guadalupe; en El Indio-Chaparrosa la Ensenada 3 (E3), en el Chocolatillo-Chaparrosa la Ensenada 9 (E9) de Villa de Cos; en el Pardillo la variedad California 7 (CA7) y en Altamira la Calerense 8 (C8) de Fresnillo; en San Antonio del Ciprés la Calerense 10 (C10) y la Ensenada 11 (E11) de Pánuco y en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP (CEZAC) en Calera la variedad Perla 4 (P4), el San Marqueño 5 (SM5) y el Sainero 6 (S6).

Análisis químico

El contenido de proteína, extracto etéreo y cenizas se determinó por los métodos descritos por la AOAC (1990) mientras que la fibra dietaria se determinó de acuerdo con el método gravimétrico de Prosky *et al.* (1988). Los carbohidratos se obtuvieron por diferencia porcentual con el resto de los componentes del análisis químico.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se efectuó un diseño completamente al azar (DCA) y se aplicó un análisis de varianza y la prueba de DMS con un 95 % de confianza ($p \leq 0.05$) para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1A, se aprecia el contenido de humedad que es de 61.33 % hasta 69.19 %; en cuanto a la concentración de compuestos inorgánicos (reportado en porcentaje de ceniza), el valor obtenido es de 3.87 % a 6.32 % (Figura 1B); el contenido de grasa oscila entre 4.38 a 11.44 % (Figura 1C) el contenido mayor de grasa fue para E3 seguido de E9 y C2 pertenecientes a lugares de cosecha diferentes mientras que el porcentaje menor lo presentó el SM5, el S6 y el C8 del CEZAC y Altamira Fresnillo respectivamente; por lo tanto, este tipo de genotipos recolectados en el estado de Zacatecas permite revalorar este tipo de hortaliza, debido a que los extractos de aceites (grasa) de ajo son importantes para el control y prevención de enfermedades coronarias y sanguíneas. Los contenidos de grasa para los materiales evaluados son relativamente altos, debido a que, Haciseferoğulları *et al.* (2005) reportaron 66.32 % de humedad, 0.32 % de grasa cruda y 2.30 % de cenizas; en ajos preparados en escabeche se reportó un contenido de 87.17 a 89.25 % humedad, de 2.65 a 8.40 % de cenizas y de 0.21 a 0.35 % de grasa (Casado *et al.*, 2004).



Figura 1A. Medias del Contenido de humedad (%) en ajo fresco.

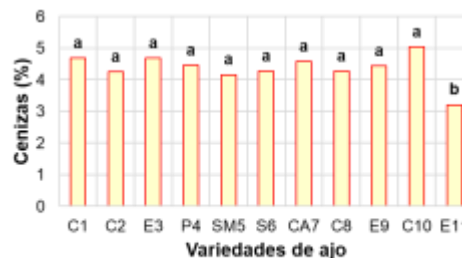


Figura 1B. Medias del Contenido de cenizas (%) en ajo fresco.

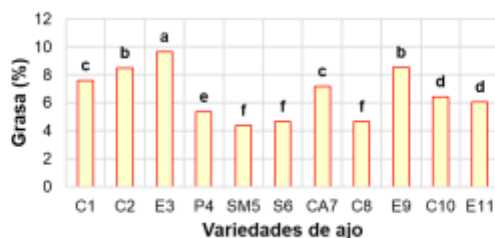


Figura 1C. Medias del Contenido de grasa (%) en ajo fresco.

Figura 1A, 1B y 1C. Medias del contenido de humedad, cenizas y grasa reportado en porcentaje para ajo en fresco. C1 = Calerense1, C2 = Calerense2, E3 = Ensenada3, P4 = Perla 4, SM5 = San Marqueño5, S6 = Sainero6, CA7 = California7, C8, Calerense8, E9 = Ensenada9, C10 = Calerense10 y E11 = Ensenada11. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Para el contenido de proteína se presentan valores de 3.95 a 6.13 % (Figura 2A) presentando los valores más altos el CA7 seguido del C8 y el C10 mientras que el valor más bajo lo presentó el S6; en la Figura 2B se presenta la concentración de fibra dietaria en las diferentes variedades de

ajo que va de 0.6 a 1.8 % el E11 y el CA7 presentaron los porcentajes más altos de contenido en tanto los valores más bajos los presentó el C2, el C8, el E9 y el C10. El contenido de carbohidratos totales va de 9.1 hasta 24.48% (Figura 2C).

Los valores encontrados de proteína son más altos que los reportados por Casado y colaboradores (2004), pero más bajos que los encontrados por Haciseferoğulları y colaboradores (2005), mientras que el contenido de fibra dietaria son más bajos que los reportados por Casado y colaboradores (2004).

En la industria se ha demostrado que el polisacárido que se obtiene del ajo es soluble en agua, tiene la capacidad de retener humedad, absorber aceite y formar espuma, por lo que puede ser ampliamente utilizado en bebidas, productos cárnicos, lácticos, químicos, etcétera (Espinoza *et al.*, 2011), lo anterior ilustra la utilidad de diferenciar las variedades evaluadas por su contenido de carbohidratos dado que en el presente estudio se ha detectado una variabilidad considerable en la concentración de este tipo de compuestos.

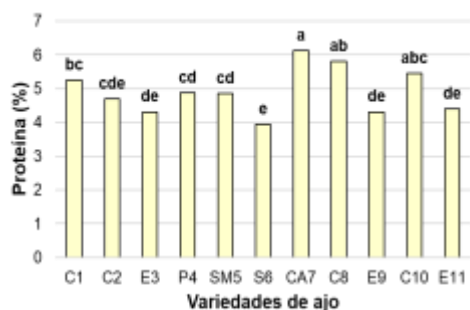


Figura 2A. Medias del Contenido de proteína (%) en ajo fresco.

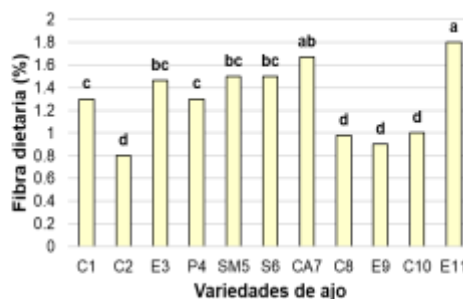


Figura 2B. Medias del Contenido de Fibra dietaria (%) en ajo fresco.

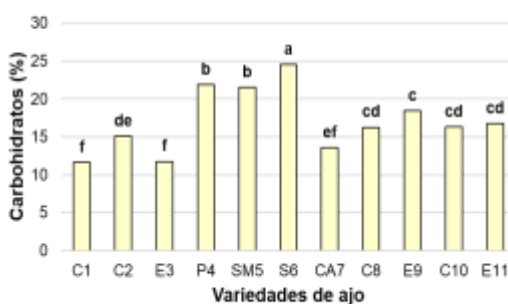


Figura 2C. Medias del Contenido de carbohidratos (%) en ajo fresco.

Figura 2A, 2B y 2C. Medias del contenido de humedad, cenizas y grasa reportado en porcentaje para ajo en fresco. C1 = Calerense1, C2 = Calerense2, E3 = Ensenada3, P4 = Perla 4, SM5 = San Marqueño5, S6 = Sainero6, CA7 = California7, C8, Calerense8, E9 = Ensenada9, C10 = Calerense10 y E11 = Ensenada11. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

CONCLUSIONES

La composición nutrimental de los ajos evaluados fueron diferentes por localidad y genotipo, por lo cual se debería continuar con el análisis nutrimental de dicha hortaliza para saber si influyen las condiciones del ambiente (agua, aire y suelo) y saber en qué localidades presentan mayor o mejor composición nutricional, de tal manera que contribuyan a una mejor presentación de este producto en el mercado al proporcionar mayor información nutricional, comercial e industrial al consumidor o productor.

Agradecimientos: A los productores miembros del Consejo Estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A. C. quienes proporcionaron gran parte de los materiales usados en el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

Amagase, H., Petesch, B. L., Matsuura, H., Kasuga, S., and Itakura, Y. 2001. Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as a supplement. *J. Nutr.*, 131: 955-962.

Amagase, H. 2006. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *The Journal of nutrition*, 136: 716-725.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (16th Ed.) Association of official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Casado, F. J., López, A., Rejano, L., Sánchez, A. H., & Montaña, A. 2004. Nutritional composition of commercial pickled garlic. *European Food Research and Technology*, 219: 355-359.

Espinoza, C. F. W., Ríos, R. E. M. y Eías, P. C. C. A. 2011. Obtención de fructanos a partir de ajo (*Allium sativum* L.). Revista ECIPERU. Vol 8. Núm. 2. P 99-106.

Hacıseferoğulları, H., Özcan, M., Demir, F., and Çalışır, S. 2005. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of food engineering*, 68: 463-469.

Hong, S. I., and Kim, D. M. 2001. Storage quality of chopped garlic as influenced by organic acids and high-pressure treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 397-403.

Prosky, L., N. G. Asp, T. F. Schweizer, J. W. De Vries, and I. Furda. 1988. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Anal. Chem.* 71: 1017-1023.

Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R., y Trejo, C. R. 2012. Reducción de tiempo de cosecha de ajo cv Calerense mediante frigotratamiento de semilla. *Producción Agrícola-AGROFAZ*. Vol. 12: 33-38.

Sharma, G. P., and Prasad, S. 2004. Effective moisture diffusivity of garlic cloves undergoing microwave-convective drying. *Journal of Food Engineering*, 65: 609-617.

Composición química de genotipos de ajo (*Allium sativum* L.) cultivadas en el estado de Zacatecas

Figueroa-González, Juan José ^{1*}; Reveles-Hernández, Manuel ¹; Cid-Ríos, José Ángel ¹

¹Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. A. P. 18. C.P. 98500. Tel. (01) 800 088 22 22 Ext. 82312.

*Autor de correspondencia: figueroa.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el estado de Zacatecas no se tiene mucha información en relación a las propiedades químicas (pH, acidez titulable total, índice de maduración, sólidos solubles totales y azúcares totales) del ajo (*Allium sativum* L.) por genotipo, por localidad o por tipo de suelo. El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la composición química de las variedades de ajo en fresco sembradas y cosechadas en diferente lugar del estado de Zacatecas. Se utilizaron 6 variedades de ajo: Calerense, Ensenada, Perla, San Marqueño, Sainero y California. Sembrados y cosechados en las comunidades de El Bordo y San Cristóbal pertenecientes al municipio de Guadalupe. El Indio, Chocolatillo y Chaparrosa de Villa de Cos. El Pardillo y Altamira, Fresnillo. San Antonio del Ciprés, Pánuco y en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. El contenido de sólidos solubles totales (SST), acidez titulable total (ATT), pH e índice de maduración (IM) presentaron diferencias altamente significativas ($pr > F 0.000$). Por otro lado, los azúcares reductores y el azúcar invertido (AI) presentaron diferencias altamente significativas. Con lo anterior podemos concluir que las propiedades fisicoquímicas en ajo son importantes para identificar cada uno de los genotipos por localidad y tipo de suelo.

Palabras clave: *Allium sativum*, grados brix, pH, sólidos solubles totales.

ABSTRACT

In Zacatecas state there is not much information regarding the chemical properties (pH, total acidity, maturation index, total soluble solids and total sugars) of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes by location or by soil type. The objective of this research was to evaluate the chemical composition of garlic varieties planted and fresh harvested in different places of Zacatecas state. Six garlic varieties were used: Calerense, Ensenada, Perla, San Marqueño, California and Sainero. Planted and harvested in the communities of San Cristobal and El Bordo belonging to the municipality of Guadalupe; El Indio, Chocolatillo and Chaparrosa Villa de Cos; El Pardillo and Altamira, Fresnillo; San Antonio del Cipres, Pánuco and the Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. The total soluble solids (TSS) content, total titratable acidity (TTA), pH and maturation index (IM) showed highly significant differences ($pr > F 0.000$). Furthermore, reducing sugars and invert sugar (AI) were significantly different. With this we can conclude that the physicochemical properties in garlic are important to identify each of the genotypes by location and type of soil.

Key words: *Allium sativum*, Brix, pH, total soluble solids.

INTRODUCCIÓN

El ajo pertenece al género *Allium* planta que también incluye a la cebolla. La alicina es un compuesto azufrado que encontramos en el ajo, resultante de la conversión de la aliina y que sólo aparece cuando se produce una fractura del bulbo, es cortado o machacado. La alicina no se encuentra en el ajo naturalmente, sino que es la aliina ya que al ponerse en contacto con una enzima (alinasa) ocasiona la aparición de esta sustancia. La alicina es uno de los principios activos más importantes del ajo, y que en definitiva es la principal responsable de los diferentes efectos positivos y beneficios medicinales que aporta este poderoso alimento. Además, en medio acuoso, la alicina y otros derivados de ajo son compuestos altamente reactivos que pueden inhibir enzimas, modificar los ácidos nucleicos, y alterar fluidez de la membrana. A pesar de su uso culinario y medicinal, relativamente poco se sabe acerca de los efectos fisiológicos y mecanismos celulares y moleculares que los extractos de ajo producen (Bautista *et al.*, 2005). Reinhart *et al.* (2008) mencionan que las personas con hipertensión pueden optar por utilizar el ajo debido a que reduce la presión arterial. Por otro lado, el ajo es un compuesto natural que puede ser un excelente sustituto para los productos antimicrobianos sintéticos. De esta manera se han introducido diversos productos de ajo, tales como pasta o polvo para ser utilizado como un compuesto bioactivo nutracéutico. La enzima (alinasa) en células de ajo provoca sabor acre del ajo (Kim *et al.*, 2014).

Las propiedades fisicoquímicas del ajo hacen referencia a su composición física como el peso, el diámetro y el número de dientes. Mientras que el contenido químico se relaciona al contenido de sólidos solubles totales (SST) mejor conocidos como grados brix ($^{\circ}\text{Bx}$), acidez total titulable (ATT) y pH. Este tipo de propiedades a nivel de laboratorio, sin olvidar las estrategias utilizadas en campo (número de hojas envolventes del bulbo, coloración de las hojas, porcentaje que ocupan los dientes en el diámetro del bulbo), son de suma importancia para el momento óptimo de cosecha de esta hortaliza; asimismo, son propiedades que se estudian en campo con la finalidad de encontrar el momento óptimo de cosecha (Figueroa *et al.*, 2014).

La glucosa es una fuente energética importante y se distribuye a través de la sangre a todos los músculos y órganos del hombre. En la industria el azúcar invertido se utiliza en la fabricación de dulces, chiclosos, y otros productos de confitería (Badui, 2012). Aranti y Galmarini (2003) han trabajado en la diferenciación de cultivares monoclonales de ajo por su aptitud industrial para la elaboración de extractos añejados, a través de sus características fisicoquímicas (densidad, pH, acidez); sensoriales (olor, gusto, sabor, aroma, color) y por sus propiedades nutracéuticas (actividad antiplaquetaria). Vignoni *et al.* (2009) mencionan que la mala calidad de la materia prima da como resultado productos industrializados de pobre calidad. No se dispone de un sistema productivo y de elaboración, con variedades específicas para cada producto, aprovisionamiento de materia prima óptima extendida en el tiempo y modalidades de cultivo específico. Además, si los precios de exportación son altos la industria se queda sin materia prima

barata, porque se abren posibilidades de colocar ajos frescos de baja calidad. Esto hace que la industria discontinúe su producción y, lógicamente, pierda clientes.

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la composición química de las variedades de ajo en fresco sembradas y cosechadas en diferente lugar del estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 6 variedades de ajo: Calerense, Ensenada, Perla, San Marqueño, Sainero y California. Sembrados y cosechados en las comunidades El Bordo y San Cristóbal del municipio de Guadalupe; El Indio, Chocolatillo y Chaparrosa de Villa de Cos; El Pardillo y Altamira, de Fresnillo; San Antonio del Ciprés, de Pánuco y en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP de Calera (CEZAC). Se midió el pH, acidez titulable total y azúcares reductores. En la obtención y análisis de las muestras se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) y se aplicó un análisis de varianza y la prueba de DMS con un 95 % de confianza ($p \leq 0.05$) para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1A, 1B y 1C se presentan las propiedades o valores referentes a la maduración del ajo. El balance entre sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (ATT) determinan cuando el fruto ha alcanzado la maduración (IM) adecuada para su posible comercialización o procesamiento agroindustrial. El contenido de SST va desde 33.2 a 40 °Brix. Los cultivares Perla (CEZAC) y Sainero (CEZAC) presentaron los valores más altos y pertenecen al mismo lugar de origen. Reveles- Hernández *et al.* (2009) mencionan que los valores óptimos de SST para iniciar la cosecha de ajo en el estado de Zacatecas son de 30 a 32 °Brix para ajos de color blanco y de 22 a 33 °Brix para ajos colorados; Pardo *et al.* (2007) reportó valores de °Brix de 25.15 a 29.75 en diferentes cultivares de ajo. Mientras que Ledesma *et al.* (1997) en un estudio de almacenaje reportó para el ajo Rosado Paraguayo hasta un 40 % de SST.

La ATT (reportada en % de ácido cítrico) va desde 0.31% de ácido cítrico hasta 0.64%. La variedad Calerense (C1) presentó el valor más alto del predio El Bordo Guadalupe y la Calerense (C2) fue estadísticamente igual al Ensenada (E3) del poblado El Indio-Chaparrosa Villa de Cos, al San Marqueño (SM5) del CEZAC, el Sainero (S6) del CEZAC y el Calerense (C8) de Altamira Fresnillo, estos datos pueden estar influenciados por la posible variabilidad del grado de madurez de los genotipos muestreados, lo anterior de acuerdo con Mujica y Pérez(2006), quienes encontraron que en bulbos de 90 días después de la siembra (dds) presentaron mayor acidez con valores de 0.29 % comparados con los de 120 dds que presentaron un valor de 0.19 %.

Las diferencias en este valor pueden ser atribuidas a las condiciones físicas y ambientales del suelo donde se siembra y se cosecha este tipo de hortaliza. El índice de maduración (IM) fue

mayor en el cultivar Ensenada (E11) y Ensenada (E9) de los poblados del Chocolatillo-Chaparrosa Villa de Cos y San Antonio del Ciprés, Pánuco respectivamente. La atribución anterior puede tener relación con resultados experimentales en donde el ajo cosechado a 120 días después de la siembra (dds), reportado por Mujica y Pérez (2006), presentó valores de 162.2 y para el de 90 dds 99.3 de IM. Es importante considerar la relación SST y ATT a través del periodo de desarrollo del cultivo de ajo para determinar el IM correspondientes de cosecha que coadyuven a una mejor calidad comercial de esta hortaliza (Figueroa *et al.*, 2014).

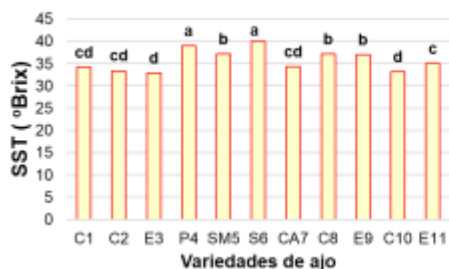


Figura 1A. Relación de sólidos solubles totales (SST) en seis variedades de ajo.

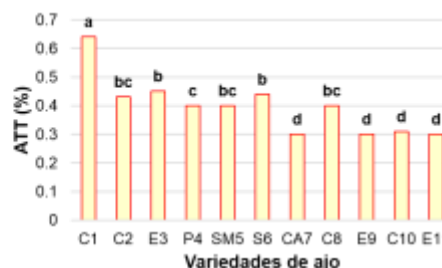


Figura 1B. Relación de acidez titulable total (ATT) en seis variedades de ajo.

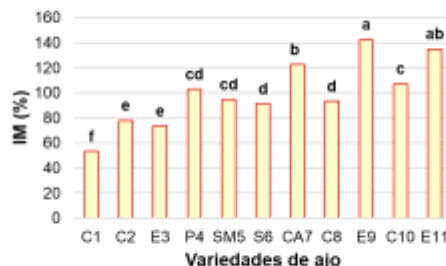


Figura 1C. Relación del índice de maduración (IM) en seis variedades de ajo.

Figura 1A, 1B y 1C. Medias del contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable total e índice de maduración para ajo en fresco. C1 = Calerense1, C2 = Calerense2, E3 = Ensenada3, P4 = Perla 4, SM5 = San Marqueño5, S6 = Sainero6, CA7 = California7, C8, Calerense8, E9 = Ensenada9, C10 = Calerense10 y E11 = Ensenada11. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Los valores de pH fueron similares entre las muestra obtenidas en todas las localidades, el valor más bajo se obtuvo con la variedad Ensenada, cosechada en San Antonio del Ciprés y el valor de pH más alto fue para la misma variedad pero cosechada en el Chocolatillo, Chaparrosa, Villa de Cos, Zacatecas.

Los resultados encontrados indican que existe variabilidad del pH dependiendo del genotipo usado, lo anterior coincide con Pardo *et al.* (2007), quienes reportaron en diferentes cultivares de ajo valores de pH de entre 6.12 y 6.47. Se ha encontrado que a mayor tiempo de cosecha,

aumenta el pH debido a la concentración de algunos ácidos orgánicos como pirúvico, málico y cítrico (Rahim y Fordham, 2001), lo anterior puede haber afectado los resultados obtenidos en el presente estudio, dado que, no se registraron los periodos comprendidos entre la cosecha de los genotipos y el análisis de laboratorio de los mismos o a las condiciones de manejo del cultivo, lo que se sustenta en lo encontrado por, Mujica y Pérez (2006) quienes mencionan que las diferencias de pH pueden ser atribuidas a las condiciones ambientales existentes durante el desarrollo de la hortaliza y además ellos reportaron valores de 6.1 para ajos evaluados a 90 y 120 dds.

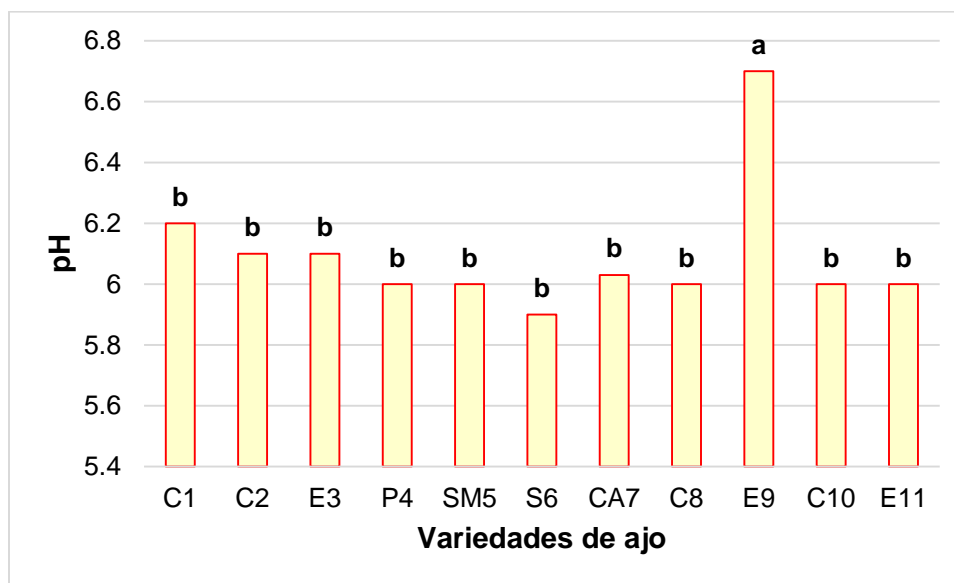


Figura 2. Medias del pH en muestras de ajo fresco. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

En el Cuadro 1 se presenta el contenido de glucosa, fructosa y azúcar invertido (AI) presentes en ajo fresco; los azúcares reductores son la glucosa y la fructosa. En el contenido de azúcares reductores se presentaron diferencias significativas entre las diferentes variedades con un valor de $F = 271.6$ y $F = 324.8$ para glucosa y fructosa respectivamente con una $pr > F 0.000$ a una $p \leq 0.05$. El contenido de glucosa en los ajos va desde 68 a 175.1 mg/100 g de ajo fresco mientras que en el contenido de fructosa presentó valores de 74.3 a 188.2 mg/100 g de ajo. Como se puede observar en el Cuadro 1 la fructosa es mayor que la glucosa.

Los resultados del estudio denotan variabilidad entre sitios de obtención de las muestras y entre variedades usadas, lo anterior tiene relación con estudios realizados en Argentina, en donde el ajo Colorado presenta valores por debajo de los 100 mg/g de muestra y los cuales se mantienen normales comparado con el ajo Blanco que va disminuyendo los valores de glucosa y fructosa a través del almacenamiento (Ledesma *et al.*, 1997).

Por otro lado, el azúcar invertido (AI) es la mezcla de glucosa y fructosa (Badui, 2012). El contenido de azúcares invertidos en ajo fresco va de 71.1 a 181.6 mg/100 g de muestra y presentó

un valor de $F = 477.5$ con una $pr > F 0.000$ a una $p \leq 0.05$. La extracción y purificación de estos tipos de carbohidratos simples presentes en ajo pueden ampliar el canal de comercialización de este tipo de hortaliza.

Cuadro 1. Azúcares reductores (mg/100 g) presentes en las diferentes variedades de ajo.

Variedades de ajo	Glucosa	Fructosa	Azúcar Invertido (AI)
C1	112.4 ^{cd}	122.1 ^d	117.1 ^d
C2	133.8 ^b	144.8 ^b	139.1 ^b
E3	89.4 ^f	97.4 ^f	93.3 ^f
P4	131 ^b	141.8 ^b	136.8 ^b
SM5	87.8 ^f	95.7 ^f	91.7 ^f
S6	68 ^d	120.3 ^d	115.4 ^d
CA7	175.1 ^a	188.2 ^a	181.6 ^a
C8	117.3 ^c	127.3 ^c	122.1 ^c
E9	68 ^g	74.3 ^g	71.1 ^g
C10	130.4 ^b	141.3 ^b	135.7 ^b
E11	102.7 ^e	111.2 ^e	107.1 ^e

C1 = Calerense1, C2 = Calerense2, E3 = Ensenada3, P4 = Perla 4, SM5 = San Marqueño5, S6 = Sainero6, CA7 = California7, C8, Calerense8, E9 = Ensenada9, C10 = Calerense10 y E11 = Ensenada11. Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes.

CONCLUSIONES

Las propiedades químicas del ajo cosechado en el estado de Zacatecas como son sólidos solubles totales, acidez titulable total e índice de maduración varían de acuerdo al genotipo y por la localidad de cosecha; en cuanto al pH éste se comportó de manera similar en todos los genotipos y localidades a excepto del genotipo Ensenada (E9). De la misma manera para los azúcares totales como fructosa y glucosa hay diferencias por genotipo y por localidad por lo que es conveniente hacer estudios minuciosos sobre el cultivo de esta hortaliza para conocer más sobre su comportamiento por localidad, ambiente y tipo de suelo.

Agradecimientos: A los productores miembros del Consejo Estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A. C. quienes proporcionaron gran parte de los materiales usados en el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

Aranti, E. V., Galmarini, C. R. 2003. Diferenciación de cultivares monoclonales de ajo por su aptitud para la elaboración de extractos añejados y por sus propiedades nutraceuticas. En

Curso/Taller sobre producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Mendoza, INTA EEA. P 181-182.

Badui, D. S. 2012. La ciencia de los alimentos en la práctica. 1ª Edición, Pearson Educación, México. P 12-13.

Bautista, D. M., Movahed, P., Hinman, A., Axelsson, H. E., Sterner, O., Högestätt, E. D., and Zygmunt, P. M. 2005. Pungent products from garlic activate the sensory ion channel TRPA1. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102: 12248-12252.

Figueroa González, J. J., Reveles Hernández, M., Alvarado Nava, M. D., y García-Guardado, K. B. 2014. Tipificación fisicoquímica y productos agroindustriales de ajos zacatecanos. 20

Kim, K. W., Kim, Y. T., Kim, M., Noh, B. S., and Choi, W. S. 2014. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) treatment on flavor, physicochemical properties and biological functionalities of garlic. *LWT-Food Science and Technology*, 55: 347-354.

Ledesma, A., Argüello, J. A., Núñez, S. B. y Rodríguez, C. 1997. Calidad comercial de bulbos de ajos. Índices bioquímicos y fisiológicos de maduración en post-cosecha. 50 Temas Sobre la Producción de Ajo. Ed. por J. L. Burba. La Consulta, Mendoza: INTA EEA, Argentina. P 9-19.

Mujica, H., y de Camacaro, M. P. 2006. Características físicas y químicas de ajo cosechado en dos estados de madurez y almacenado en condiciones ambientales. *Bioagro*, 18: 171-175.

Pardo, J. E., Escribano, J., Gómez, R., and Alvarruiz, A. 2007. Physical–chemical and sensory quality evaluation of garlic cultivars. *Journal of Food Quality*, 30: 609-622.

Rahim, M. A., and Fordham, R. (1997). Environmental manipulation for controlling bulbing in garlic. In *II International Symposium on Edible Alliaceae* 555: 181-188.

Reinhart, K. M., Coleman, C. I., Teevan, C., Vachhani, P., and White, C. M. 2008. Effects of garlic on blood pressure in patients with and without systolic hypertension: a meta-analysis. *Annals of Pharmacotherapy*, 42: 1766-1771.

Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R. y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. P 272.

Vignoni, L., Giménez, A., Guinle, V., Ventretera, N., Mirábile, M., Tapia, O., Giménez, B. 2009. Desarrollo de un sistema para la industrialización de ajo pelado. Parte I. Facilidad de pelado. En Curso/Taller sobre producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Mendoza, INTA EEA. P 155-156.

Reacción de accesiones de chile para secado tipo mirasol a pudriciones de la raíz en condiciones naturales

Velásquez-Valle, Rodolfo; Reveles-Torres, Luis Roberto; Reveles-Hernández, Manuel;
Cid-Ríos, José Ángel

Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, Km. 24.5 Carretera Zacatecas – Fresnillo, Calera de V. R., Zacatecas,
México. CP 98500.

E-mail: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Una importante porción de la producción mexicana de chile para secado proviene del estado de Zacatecas. Una enfermedad endémica, la pudrición de la raíz, provoca pérdidas severas cada año; medidas de manejo eficiente de la enfermedad no se encuentran disponibles todavía. Accesiones de chile para secado pertenecientes al tipo Mirasol fueron plantadas para evaluar su comportamiento ante una epidemia de pudrición de la raíz en condiciones naturales. La mayoría de las accesiones (34 de 60) tenían incidencia máxima final entre 20.1 y 60 %. La epidemia de pudriciones de la raíz principió a los 104 días después del trasplante; las accesiones con síntomas de la enfermedad en éste período mostraron incidencia máxima entre 35.7 y 46.7 % en contraste con accesiones que desarrollaron síntomas 150 días después del trasplante y tuvieron incidencia máxima de la enfermedad entre 7.1 y 28.6 %. El grupo de accesiones con mayores valores del área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (2.3 %) tuvieron una media de incidencia máxima cercana a 44% mientras que las accesiones con valores menores (0.39 %) del área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad mostraron una media de incidencia máxima de 19.6 %.

Palabras clave: Capsicum annum, enfermedades, área bajo la curva, incidencia.

ABSTRACT

An important portion of the Mexican dry chile pepper production comes from the Zacatecas state. An endemic disease, root rot, causes heavy losses every year; efficient disease management measures are not available yet. Dry chile pepper accesions belonging to the Mirasol type were planted to evaluate their performance before a root rot epidemic under natural conditions. Most of the accesions (34 out 60) had maximum final incidence between 20.1 and 40%. Root rot epidemic began 104 days after trasplant; accesions with root rot symptom in this interval shown maximum incidence between 35.7 and 46.7 % in contrast with accesions that developed initial root rot symptoms 150 days after trasplant and had 7.1 – 28.6 %-disease maximum incidence. The group of accesions with higher area under disease progress values (2.3 %) had maximum incidence mean close to 44 % while accesions with lowest area under disease progress curve (0.39 %) showed maximum incidence of 19.6 %.

Palabras clave: Capsicum annum, diseases, area under the curve, incidence.

INTRODUCCIÓN

En México, el estado de Zacatecas es el principal productor de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) donde destaca la producción del tipo Ancho. La pudrición de la raíz, asociada con un grupo de patógenos, es una enfermedad endémica en el estado que ve favorecida su ocurrencia y severidad por el deficiente manejo del agua de riego y la presencia de temporales lluviosos prolongados (Velásquez *et al.*, 2002). Entre los síntomas aéreos de la enfermedad más comunes se encuentra el marchitamiento, aborto de estructuras reproductivas y la defoliación que en conjunto con las lesiones subterráneas conducen a la muerte de la planta. El combate de la enfermedad descansa en la aplicación de medidas culturales de reducido efecto inmediato y en la aplicación de fungicidas químicos con resultados extremadamente variables; también se ha incrementado el empleo de agentes de control biológico, sin embargo, poco se conoce acerca de la tolerancia o susceptibilidad de accesiones de chile para secado del tipo Mirasol ante ésta enfermedad y que poseen potencial productivo para esta región. La expresión de resistencia en chile a *Phytophthora capsici* Leo. puede ser afectada por varios factores como la temperatura y déficit hídrico en el suelo, entre los más importantes; además, los genotipos que se comportan como resistentes en algunas localidades suelen ser susceptibles en lugares distintos (Reifschneider *et al.*, 1992) por lo que resulta importante conocer la reacción de las accesiones de chile para secado, en este caso, bajo diferentes condiciones ambientales. El programa de Fitopatología del Campo Experimental ha reunido un número de accesiones de chile para secado a fin de utilizarlas en un programa de mejoramiento genético por lo que el objetivo del presente trabajo consistió en determinar el comportamiento de accesiones de chile para secado del tipo Mirasol a la pudrición de la raíz bajo condiciones naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo de cultivo primavera – verano se estableció una parcela de chile para secado del tipo Ancho en las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) en el municipio de Morelos, Zacatecas. La parcela ya había sido utilizada en ciclos anteriores con éste mismo cultivo. La plántula de 60 genotipos de chile del tipo Ancho se produjo en charolas de nieve seca con sustrato estéril; el trasplante se realizó el 30 de abril en surcos con una línea de plantas de chile. Se trasplantaron tres surcos de seis m de largo de cada material y los datos referentes a la epidemia de pudrición de la raíz se colectaron en el surco central de cada parcela experimental. El riego y fertilización se proporcionaron por medio de cintilla; no se realizaron aplicaciones de fungicidas al suelo a fin de no influir en la expresión de síntomas de la enfermedad. Se contó el número de plantas totales en dos m centrales de cada surco central en cada parcela experimental y posteriormente en cada una de cinco fechas de muestreo (entre el final de julio y septiembre) se contó el número de plantas con síntomas de pudrición de la raíz. Con los datos de incidencia de síntomas de la enfermedad se calculó el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE), de acuerdo con la fórmula propuesta por Pedroza (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 60 accesiones de chile para secado tipo Ancho evaluadas resultaron susceptibles a la pudrición de la raíz o secadera; la incidencia resultó variable, desde 7.1 hasta 75 % con un promedio general de 32.5 %. La reacción de las accesiones se clasificó en tres grupos según el porcentaje de incidencia alcanzado; 0 – 20, 20.1 – 40 y ≥ 40.1 %. Aunque más del 50 % de las accesiones expresaron valores de incidencia máxima entre 20.1 y 40 % con una media de 31.8 %, en otras 12 accesiones la incidencia máxima de síntomas de la enfermedad no superó el 20 % con una media de 14.2 % (Cuadro 1)

Cuadro 1. Incidencia máxima natural de síntomas de pudrición de la raíz en 60 colectas de chile para secado tipo Ancho en Morelos, Zacatecas.

Rango de incidencia máxima (%)	Número y porcentaje de genotipos	Incidencia máxima promedio (%)
0 – 20	12 (20%)	14.2
20.1 – 40	34 (56.7%)	31.8
≥ 40.1	14 (23.3%)	49.8

En Zacatecas se reportó la presencia de un grupo de patógenos asociados con la pudrición de la raíz de las plantas de chile para secado entre los cuales se encontraba *P. capsici* (Velásquez-Valle *et al.*, 2001); éste organismo requiere de altas condiciones de humedad en el suelo (lluvia o agua de riego) para desarrollar sus actividades patogénicas; un estudio reveló que el inicio de la enfermedad y la incidencia máxima de la enfermedad se veían fuertemente influenciados por la precipitación pluvial y la cantidad de agua de riego aplicada (Ristaino, 1991). En el presente estudio la expresión de síntomas asociados con la enfermedad no fue registrada, en el 95% de las accesiones, hasta los 123 ddt cuando es probable que la humedad del suelo fuera más elevada debido al efecto acumulado de la aplicación de riegos y la ocurrencia de la precipitación pluvial. No obstante no se aprecia una tendencia clara en el rango de incidencia máxima de la enfermedad aunque el promedio de incidencia máxima muestra una disminución aritmética a medida que el número de días después del trasplante se prolonga (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rango y promedio de incidencia máxima de síntomas de pudrición de la raíz en genotipos de chile para secado tipo Ancho en diferentes etapas después del trasplante.

Etapas (ddt)	Rango de incidencia máxima (%) ¹	Promedio de incidencia máxima (%)
92	0	0
104	35.7 – 46.7	40.3
123	15.4 – 75	36.3
135	9.1 – 54.5	29.6
150	7.1 – 28.6	15.6

¹En las accesiones que expresaron síntomas de la enfermedad en los periodos señalados.

Poco más del 88 % de las accesiones alcanzaron su incidencia máxima entre 123 y 135 ddt; en cambio, menos del 7 % de las accesiones expresaron la incidencia máxima de la enfermedad hasta 150 ddt; es notable que el promedio de incidencia de éste grupo fue el menor (28.6 %) en comparación con las otras etapas. Por otro lado, el promedio de la incidencia máxima de síntomas se reduce, aritméticamente, a partir de la tercera etapa (123 ddt) hasta la quinta etapa (150 ddt) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de genotipos y promedio de incidencia máxima de síntomas de pudrición de la raíz expresados en diferentes etapas después del trasplante de chile para secado tipo Mirasol.

Etapa (ddt ¹)	Número y porcentaje de genotipos	Incidencia máxima (%)
92	0	0
104	3 (5.0 %)	46.7
123	30 (50 %)	75.0
135	23 (38.3 %)	54.5
150	4 (6.7 %)	28.6

¹ Días después del trasplante;

El cálculo del ABCDE mostró valores que fluctuaban entre 0.21 y 2.74 % en las 60 accesiones evaluadas, con un promedio general de 1.15 %. El 45, 40 y 15 % de las accesiones poseían valores de ABCDE entre 0 – 1.0, 1.01 – 2.0 y ≥ 2.01 respectivamente. Las accesiones 3, 117, 97, 62, 36, 72, 76 y 4 destacaron por sus valores reducidos de ABCDE; por el contrario, las accesiones 43, 31, 51, 74, 98, 15, 56 y 125 mostraron altos valores de ese parámetro. El tiempo al inicio de la epidemia y la incidencia máxima alcanzada son factores importantes en una epidemia; al comparar estas variables entre el grupo de accesiones que obtuvieron valores de ABCDE contrastantes se observó que el tiempo a manifestación de los primeros síntomas es similar; entre 123 y 135 ddt en ambos grupos (con excepción de una accesión que mostró síntomas hasta los 150 ddt), sin embargo, la incidencia máxima alcanzada osciló desde 33.3 hasta 63.6 %, con un promedio de 44.6% en el grupo con alta ABCDE (promedio 2.3 %) mientras que en el grupo con valores reducidos de ABCDE (promedio 0.39 %) la incidencia máxima varió entre 9.1 y 50% con un promedio de 19.6 % sugiriendo que la incidencia máxima alcanzada por la enfermedad pudiera ser más importante, desde el punto de vista epidemiológico, que el tiempo a inicio de manifestación de síntomas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diferencias en el inicio de una epidemia de pudrición de la raíz e incidencia máxima de la enfermedad en accesiones de chile para secado tipo Mirasol con valores contrastantes de área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad.

Accesión	ABCDE ¹		Inicio de la epidemia (ddt)	Incidencia máxima (%)
	Baja	Alta		
3	0.41	-	135	9.1

117	0.35	-	135	7.7
97	0.45	-	123	50
62	0.45	-	123	20
36	0.41	-	135	11.1
72	0.21	-	123	18.2
76	0.30	-	123	33.3
4	0.55	-	150	7.1
43	-	2.05	135	40
31	-	2.74	135	42.8
51	-	2.30	135	33.3
74	-	2.30	135	33.3
98	-	2.48	123	63.6
15	-	2.12	123	53.3
56	-	2.19	135	35.7
125	-	2.10	135	54.5

¹ Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad.

La identificación consistente de accesiones tolerantes a la pudrición de la raíz requiere de experimentos bajo condiciones controladas que incluyan factores como cepas del patógeno, condiciones de temperatura y humedad así como manejo del hospedero, sin embargo, los trabajos en campo proporcionan información acerca del comportamiento a lo largo del ciclo en las condiciones que el o los genotipos promisorios deberán soportar. El actual trabajo identifica algunas accesiones con valores reducidos del ABCDE que coinciden con periodos prolongados hasta el inicio de la enfermedad que podrían corroborarse en futuros trabajos.

LITERATURA CITADA

Pedroza, S.A. 1999. Fitopatología cuantitativa: un enfoque estadístico en el análisis epidémico. X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología y XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. 69 p.

Ristaino, J.B. 1991. Influence of rainfall, drip irrigation, and inoculum density on the development of *Phytophthora* root and crown rot epidemics and yield in bell pepper. *Phytopathology* 81:922-929.

Reifschneider, F.J.B., Boiteux, L.S., Della Vechia, P.T., Poulos, J.M., and Kuroda, N. 1992. Inheritance of adult-plant resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. *Euphytica* 62:45-49.

Velásquez, V.R., Medina, A.M.M. y Luna, R.J.J. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz de chile (*Capsicum annuum* L.) en el norte centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19:175-181.

Velásquez, V.R., Medina, A.M.M. y Mena, C.J. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 20. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 41 p.

Expresión de síntomas virales en plantas de chile para secado del tipo mirasol en Zacatecas, México.

Velásquez-Valle, Rodolfo; Reveles-Torres, Luis Roberto; Reveles-Hernández, Manuel

Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, Km. 24.5, Carretera Zacatecas – Fresnillo, Calera de V. R., Zacatecas, México. CP 98500.

E-mail: velásquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El chile para secado es un cultivo importante en el estado de Zacatecas, México, sin embargo, enfrenta serias amenazas como la ocurrencia de enfermedades provocadas por diferentes tipos de virus; su infección causa una amplia gama de síntomas. Fuentes de resistencia a esos virus no son conocidas en los chiles para secado comercialmente usados en Zacatecas, por lo tanto el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el desarrollo natural de una epidemia viral en un grupo de genotipos de chile para secado del tipo Mirasol. Se evaluaron 60 genotipos de chile para secado; el rango de incidencia máxima de síntomas vario entre 4.3 y 57.1% aunque la media general fue de 28.3 %. Más del 30 % de los genotipos de chile para secado mostraron incidencia de síntomas mayor al 30.1 %. El 21.7 % de los genotipos expresó síntomas de enfermedad viral a los 92 días después del trasplante. Sólo 5 % de los genotipos tuvieron valores del área bajo la curva de desarrollo de las enfermedades superiores a 1.01 unidades; la mayoría mostraron valores entre 0.1 y 0.5 unidades.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, enfermedades virales, resistencia.

ABSTRACT

Dry chile pepper is an important crop in the state of Zacatecas, Mexico, however, it faces serious threats like the occurrence of diseases provoked by different types of viruses; their infection causes a wide array of symptoms. Sources of resistance to these viruses are not known in the commercial dry chile peppers used in Zacatecas, therefore, the goal of this work was to evaluate the natural development of a virus epidemic on a group of dry chile pepper genotypes belonging to the Mirasol type. 60 dry chile pepper genotypes were evaluated; the symptom maximum incidence range varied from 4.3 to 57.1% although the general mean was 28.3%. More than 30% of the dry chile pepper genotypes showed symptom incidence higher than 30.1%. 21.7% of genotypes expressed virus disease symptoms as early as 92 days after trasplant. Only 5% of the genotypes had area under disease pressure curve values higher than 1.01 units; most of them shown values between 0.1 and 0.5 units.

Keywords: *Capsicum annuum*, viral diseases, resistance.

INTRODUCCIÓN

Una de las hortalizas con mayor importancia económica y social en el estado de Zacatecas es el chile para secado (*Capsicum annuum* L.), principalmente de los tipos Ancho, Mirasol y Pasilla. En el estado se cultivaron poco más de 30, 000 hectáreas durante el ciclo de cultivo 2010, lo cual

proporciona una idea de la relevancia del chile para secado en Zacatecas (Reveles-Hernández *et al.*, 2014). Ésta hortaliza enfrenta serias limitantes a la productividad; entre las principales se encuentra la ocurrencia de enfermedades provocadas por virus tanto del tipo no persistentes como persistentes (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez-Valle *et al.*, 2012). La infección por éstos patógenos causa una amplia gama de síntomas que van desde cambios en el color del follaje, generalmente una clorosis o amarillamiento, deformaciones en las hojas o frutos, pérdida de altura o cambios en la arquitectura de la planta (ramas fusionadas o tallos excesivamente elongados) (Velásquez-Valle *et al.*, 2013). Por otro lado, no se conocen fuentes de resistencia a las enfermedades virales en los genotipos de chile para secado pertenecientes al tipo Mirasol que se cultivan regionalmente. El programa de Fitopatología del Campo Experimental Zacatecas ha realizado colectas de chile Mirasol que pueden ser utilizados en un programa de mejoramiento genético que identifique genotipos promisorios ante éste tipo de enfermedades; consecuentemente el objetivo de éste trabajo consistió en evaluar el desarrollo natural de una epidemia viral en un grupo de genotipos de chile para secado pertenecientes al tipo Mirasol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo de cultivo primavera – verano se estableció una parcela de chile para secado del tipo Mirasol en las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) en el municipio de Morelos, Zacatecas. La plántula de 60 genotipos de chile del tipo Mirasol se produjo en charolas de nieve seca con sustrato estéril; el trasplante se realizó el 30 de abril en surcos con una línea de plantas de chile. Se trasplantaron tres surcos de seis m de largo de cada material y los datos referentes a la epidemia viral se colectaron en el surco central de cada parcela experimental. El riego y fertilización se proporcionaron por medio de cintilla; no se realizaron aplicaciones de insecticidas a fin de no influir en la expresión de síntomas virales. Se contó el número de plantas totales en dos m centrales de cada surco central en cada parcela experimental y posteriormente en cada una de cinco fechas de muestreo (entre el final de julio y septiembre) se contó el número de plantas con síntomas de potencial origen viral. Con los datos de incidencia de síntomas virales se calculó el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE), de acuerdo con la fórmula propuesta por Pedroza (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los síntomas de origen viral evaluados incluyeron cambios de color en el follaje (amarillamientos) generales o parciales, pérdida de altura de la planta, cambios en la arquitectura de la planta (ramas unidas) y deformaciones en las hojas o frutos.

La epidemia de virosis en las 60 colectas de chile para secado tipo Mirasol bajo condiciones naturales en Morelos, Zac., presentó las siguientes características:

Todos los genotipos mostraron susceptibilidad a la infección por éste tipo de patógenos, si bien la expresión de síntomas no fue homogénea. El rango de incidencia máxima de plantas con síntomas virales osciló entre 4.3 y 57.1 %; el promedio general de incidencia máxima de síntomas virales fue de 28.3, incluyendo los 60 materiales evaluados.

Los 60 genotipos del tipo Mirasol se separaron de acuerdo con el valor de la incidencia final (máxima) de síntomas virales; para ello se emplearon tres categorías de incidencia, arbitrariamente designadas: de 0.1 a 10, de 10.1 a 30 y \geq a 30.1 % (Cuadro 1). Más del 33% de los genotipos mostraron valores de incidencia mayores del 30.1 % que bajo condiciones comerciales podrían suponer pérdidas económicamente considerables. Por el contrario, solo un genotipo expresó incidencia menor a 10%, sin embargo sería erróneo presumir la existencia de resistencia a enfermedades virales en éste material genético sin someterlo a pruebas de infestación/infección artificiales.

Cuadro 1. Incidencia máxima natural de síntomas virales en 60 colectas de chile para secado tipo Mirasol en Morelos, Zacatecas.

Rango de incidencia máxima (%)	Número y porcentaje de genotipos	Incidencia máxima promedio (%)
0.1 – 10	1 (1.7 %)	5.5
10.1 – 30	39 (65 %)	22.4
\geq 30.1	20 (33.3%)	39.7

Frecuentemente el inicio temprano de una epidemia permite una elevada incidencia de la enfermedad y, consecuentemente, conduce a pérdidas mayores; se registró la presencia de síntomas virales a los 92, 104, 123 y 135 días después del trasplante (ddt) en el 21.7, 31.7, 45 y 1.6% de los genotipos evaluados. A medida que se incrementó el número de días después del trasplante disminuye el valor aritmético del la incidencia máxima promedio de expresión de síntomas virales (con excepción de los síntomas expresados a los 135 ddt donde solamente se contó con un genotipo) aunque los rangos de incidencia a los 92, 104 y 123 ddt se traslaparon indicando la presencia de genotipos con alta susceptibilidad probablemente infectados tardíamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rango y promedio de incidencia máxima de síntomas virales en genotipos de chile para secado tipo Mirasol en Morelos, Zacatecas.

Expresión de síntomas (ddt)	Rango de incidencia máxima (%) ¹	Promedio de incidencia máxima (%)
92	18.2 – 57.1	32.8
104	13.3 – 46.1	28.1
123	6.7 – 53.3	25.9
135	30.8	30.8

¹En los genotipos que expresaron síntomas virales en los periodos señalados.

El tiempo necesario para alcanzar la máxima incidencia, en éste caso, de una enfermedad viral puede sugerir, entre otros aspectos, la abundancia y eficiencia de sus vectores; la mayor parte de los genotipos alcanzó su máxima incidencia después de los 123 ddt aunque se advierte que existe una tendencia a un aumento de la media de incidencia máxima conforme se requirió mayor tiempo para alcanzar el máximo valor de incidencia, lo cual puede ser atribuido a un aumento potencial en el número de vectores infectivos hacia el final del ciclo toda vez que no se realizaron aplicaciones de insecticidas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de genotipos y promedio de incidencia máxima de síntomas virales expresados en diferentes fechas de muestreo de chile para secado tipo Mirasol en Morelos, Zacatecas.

Fecha de muestreo (ddt ¹)	Número y porcentaje de genotipos	Incidencia máxima ² (%)
92	1 (1.6%)	20
104	1(1.6%)	13.3
123	23 (38.3%)	25.9
135	17 (28.3%)	29.5
150	18 (30.0 %)	31.1

¹ Días después del trasplante; ² Promedio.

De acuerdo con el cálculo del ABCDE, el 61.7, 33.3 y 5% de los genotipos se ubicaban en los rangos de 0.1 a 0.5, 0.51 a 1.0 y ≥ 1.01 unidades del ABCDE respectivamente. El promedio de los valores del ABCDE fue de 0.33, 0.64 y de 1.2 unidades para los rangos previamente mencionados.

Es importante señalar que algunos materiales podrían resultar sobresalientes en algunas características pero no destacar en otras; existen genotipos notables como el denominado 38 que obtuvo la menor incidencia de la enfermedad (6.67%), su valor de ABCDE es reducido (0.14) y mostró un retraso moderado en la expresión de síntomas (123 ddt); en comparación, el genotipo 133 expresó síntomas virales hasta 135 ddt pero alcanzó una incidencia máxima de 30.8% con un valor de ABCDE cercano a 1.5 unidades. Lo anterior obligaría a definir claramente el tipo o características del genotipo o genotipos que se desean obtener.

Los resultados obtenidos en el presenta trabajo permiten identificar genotipos de chile para secado tipo Mirasol que presentan, bajo condiciones naturales, características promisorias como retraso en la manifestación de síntomas, incidencia máxima reducida o escasa área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad. Es necesario continuar con la evaluación en condiciones de campo de éstos materiales de chile para secado pero también se requiere conducir pruebas más estrictas en condiciones controladas.

LITERATURA CITADA

Pedroza, S.A. 1999. Fitopatología cuantitativa: un enfoque estadístico en el análisis epidémico. X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología y XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. 69 p.

Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos, J.A. 2014. El chile en el norte centro de México. 25-49. *In: Virus y fitoplasmas de chile: una perspectiva regional*. Libro Técnico Núm. 14. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 279 p.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in north-central Mexico. *Plant Disease* 92:650.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Chew-Madinaveitia, I.Y. y Mauricio-Castillo, J.A. 2013. Virus y fitoplasmas asociados con el cultivo del chile para secado en el norte centro de México. Folleto Técnico Núm. 49. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 53 p.

Virus detectados en chile para secado con síntomas de yema grande en Zacatecas, México.

Velásquez-Valle, Rodolfo¹; Chew-Madinaveitia, Yasmin Ileana²; Reveles-Torres, Luis Roberto¹; Serrano-Gómez, C.³

¹ Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, Km. 24.5 Carr. Zacatecas – Fresnillo, CP 98500, México.

² Campo Experimental La Laguna – INIFAP, CP. México.

³ Campo Experimental Pabellón –INIFAP, Km. 32.5, Carr. Aguascalientes – Zacatecas, CP. México.

E-mail: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cultivo de chile para secado posee importancia económica y social en Zacatecas, México. Enfermedades como la marchitez y la cenicilla polvorienta pueden causar severas pérdidas, sin embargo la presencia de sintomatologías asociadas a la infección por virus y fitoplasmas ha sido observada. Un síntoma evidente de la infección por fitoplasmas es el alargamiento de sépalos que sustituye a la flor, afectando ramas o la planta completa: este síntoma es conocido como yema grande. Poco es conocido acerca de la incidencia de virus de ARN en los tejidos afectados de la yema grande por lo que el objetivo de este trabajo fue el de detectar la presencia de virus de ARN en el tejido de las yemas grandes. Muestras con este síntoma de chiles tipo pasilla y mirasol fueron colectadas en Morelos, Zac. y analizadas para CMV, AMV, TMV, TEV, INSV, TSWV, PepMoV y PMMoV empleando DAS-ELISA. Los resultados mostraron la presencia de esos virus en las muestras colectadas; se detectaron infecciones simples (26.9 %) y mixtas (73.1 %). Los virus más frecuentemente detectados en el tipo pasilla fueron PMMoV (23.1 %) y CMV y AMV (19.2 % en ambos casos). TMV, TEV e INSV no fueron detectados en el tipo mirasol.

Palabras clave: Capsicum annum, enfermedades virales, Síntomas

ABSTRACT

Dry chile pepper is an important crop in the state of Zacatecas, México. Several diseases such as Phytophthora wilt and powdery mildew may cause severe losses; however, the presence of symptomatology associated to virus and phytoplasma infection has been observed. One of the most outstanding symptoms of phytoplasma infection is the sepals enlargement that substitutes the flower affecting a few branches or the complete plant; this specific symptom is known as big bud. Very few is known about the incidence of ARN viruses in the affected tissues of big bud, consequently, the goal of this work was to detect the presence of ARN viruses in the big bud tissues. Samples with this symptoms from the pepper types Pasilla and Mirasol were collected in the municipality of Morelos, Zac., Mexico and analyzed for CMV, AMV, TMV, TEV, INSV, TSWV, PepMoV, and PMMoV using DAS-ELISA. Results showed the presence of these viruses in the big bud samples; single (26.9%) and mixed infections were detected (73.1%). The viruses most frequently detected in the samples from the Pasilla type were PMMoV (23.1%), CMV and AMV (19.2% in both cases). TMV, TEV, and INSV were not detected in samples from mirasol type plants.

Keywords: Capsicum annum, viral diseases, symptoms.

INTRODUCCIÓN

La producción de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) en sus diferentes tipos es una importante actividad socioeconómica para la república mexicana; tan solo en el estado de Zacatecas se llegan a cultivar alrededor de 38, 000 ha⁻¹ anualmente, superficie que representa cerca del 25 % del área total irrigada en la entidad. Por otro lado, se ha mencionado que se requieren aproximadamente 150 jornales por hectárea, además, el valor de la producción alcanza el 35 % del valor total generado en el sector agrícola zacatecano (Galindo y Cabañas, 2006).

La producción de esta hortaliza enfrenta problemas diversos que van desde la falta de semilla mejorada hasta la alta incidencia de enfermedades bióticas que reducen el rendimiento y calidad de la cosecha. Las principales enfermedades endémicas son representadas por la marchitez o secadera causada por *Phytophthora capsici* Leo. y la cenicilla polvorienta (*Oidiopsis* spp.) (Velásquez *et al.*, 2002). La presencia de enfermedades provocadas por virus no había sido frecuentemente mencionada en Zacatecas; sin embargo, a partir de 2008 se principió a reportar la infección de plantas de chile por esta clase de patógenos así como la aparición de nuevas sintomatologías asociadas con patógenos bacterianos como los fitoplasmas. A los reportes iniciales de Curtovirus y Begomovirus infectando plantas de chile (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Reveles-Torres *et al.*, 2012) se sumó el registro en Zacatecas y otros estados vecinos de la incidencia de virus de ARN o no persistentes como los del mosaico del pepino (CMV: *Cucumber mosaic virus*), mosaico del tabaco (TMV: *Tobacco mosaic virus*), jaspeado del tabaco (TEV: *Tobacco etch virus*), moteado del chile (PepMoV: *Pepper mottle virus*), de la marchitez manchada del jitomate (TSWV: *Tomato spotted wilt virus*) y Y de la papa (PVY: *Potato virus Y*) (Velásquez *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2012). Por otro lado, se ha documentado la ocurrencia de síntomas asociados con la infección de plantas de chile para secado por fitoplasmas; el síntoma más evidente es la sustitución de la flor por una estructura caracterizada por el alargamiento de los sépalos que toman una apariencia de yema grande (YG) de donde proviene el nombre de la enfermedad. Aunque el fruto puede formarse, no se desarrolla; ocasionalmente este síntoma aparece en unas cuantas flores o puede afectar la planta completa con la pérdida total de la producción (Velásquez-Valle *et al.*, 2013). Existe poca información acerca de la presencia de virus de ARN en el tejido de las YG por lo que el objetivo de este trabajo consistió en detectar la presencia de virus no persistentes en las estructuras denominadas yema grande de plantas de chile para secado.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una parcela comercial de chile para secado tipos pasilla y mirasol, localizada en el municipio de Morelos, Zac., se colectaron al azar 52 y 10 muestras de los tipos pasilla y mirasol respectivamente. Las muestras consistían de ramas con flores que mostraban el síntoma de YG. Las muestras se trasladaron al Campo Experimental La Laguna para ser sometidas al análisis serológico DAS-ELISA para CMV, AMV, TMV, TEV, INSV, TSWV, PepMoV y PMMoV, según las instrucciones del fabricante AGDIA Inc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las muestras de ambos tipos de chile para secado se detectó la presencia de los virus CMV, AMV, TMV, TEV, INSV, TSWV, PepMoV y PMMoV, en forma individual o en mezcla de dos o más virus. Los virus detectados pertenecen a las familias Bromoviridae (AMV y CMV), Virgaviridae (TMV), Potyviridae (TEV, PVY, PepMoV), Bunyaviridae (INSV, TSWV) así como al género *Tobamoviruses* (PMMoV) y cuyos vectores principales son áfidos y trips. El 50 y el 20 % de las muestras de chile tipo pasilla y mirasol resultaron positivas respectivamente a por lo menos uno de los virus analizados. De acuerdo con el número de virus presentes por muestra se obtuvo que el 26.9, 30.8, 19.2 y 23.1 % de ellas tenían 1, 2, 3 y 4 virus respectivamente en las muestras de chile pasilla mientras que en las de tipo mirasol solo se detectaron dos muestras positivas; una con un virus y la segunda con cuatro agentes virales; el fenómeno de infecciones mixtas en plantas de chile es frecuente alrededor del mundo (Abdalla *et al.*, 1991; Velásquez-Valle *et al.*, 2012).

En tres de las siete muestras donde se detectó solamente un virus se identificó al TEV mientras que PMMoV se registró en dos ocasiones, INSV y PepMoV en una ocasión cada uno. En los casos donde se detectó infección con dos virus, los agentes virales involucrados fueron CMV, TEV, TMV, PepMoV, AMV y PMMoV; en esas muestras se registraron seis interacciones; las más comunes fueron AMV + PMMoV y AMV + CMV, en dos ocasiones cada una. No obstante, el agente viral más común fue el AMV ya que se encontró presente en cuatro de las seis interacciones.

El CMV, INSV, PMMoV, TEV, PepMoV y TSWV se encontraron involucrados en las muestras positivas a tres virus. En las seis muestras donde se observó la presencia de tres virus se registraron, también, seis interacciones entre agentes virales, sin embargo, el CMV resultó el patógeno más común al encontrarse en cuatro interacciones.

En las muestras positivas a cuatro virus se detectó la interacción entre cuatro de los siguientes patógenos: CMV, AMV, TEV, PMMoV, TMV, PepMoV, INSV y TSWV. En las cinco interacciones virales registradas el virus con mayor frecuencia de detección resultó el PMMoV seguido por el AMV y TSWV.

En las muestras con síntomas de YG obtenidas de chile tipo mirasol se detectó en forma individual al TSWV mientras que en la interacción de cuatro patógenos virales se encontró al CMV, AMV, PepMov y PMMoV.

En forma individual los virus más frecuentemente detectados en las muestras de chile tipo pasilla fueron el PMMoV (23.1 %), CMV y AMV (19.2 % en ambos casos); por el contrario, el virus menos frecuente resultó el TMV (5.8 %). Para todos los virus detectados (CMV, AMV, TSWV, PepMoV y PMMoV) en las muestras de chile tipo mirasol la incidencia fue de 10 % a raíz de que solo dos de las 10 muestras fueron positivas a estos patógenos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de detección (%) de virus de ARN en muestras de chile tipo pasilla y mirasol con síntomas de YG colectadas en Morelos, Zacatecas, México.

Tipo de chile	Virus							
	CMV	AMV	TMV	TEV	INSV	TSWV	PepMoV	PMMoV
Pasilla (n: 52)	19.2 ¹	19.2	5.8	17.3	7.7	11.5	15.4	23.1
Mirasol (n: 10)	10.0	10.0	ND ²	ND	ND	10.0	10.0	10.0
Total (n: 62)	17.7	17.7	4.8	14.5	6.4	11.3	14.5	20.9

¹ Porcentaje de detección; ² No detectado.

El síntoma de yema grande o cáliz grande ha sido registrado en plantas de jitomate y chile en diversos países como Brasil, Irán, Estados Unidos de América (Flores, 1972; Randall *et al.*, 2009; Dehghani y Salehi, 2011); sin embargo, en la mayoría de estos casos la enfermedad ha sido asociada con la infección por fitoplasmas. La sintomatología causada por virus de ARN incluye mosaicos, deformaciones foliares, enanismo, cambios de color en el follaje que no coinciden con los síntomas parecidos a un desbalance hormonal provocados por la infección por fitoplasmas. No obstante se desconoce aún si pudiera existir un sinergismo entre estos virus de ARN y la presencia de fitoplasmas en plantas de chile con síntomas de yema grande.

Los virus del mosaico del pepino (CMV), mosaico de la alfalfa (AMV), mosaico del tabaco (TMV), jaspeado del tabaco (TEV), de la mancha necrótica del Impatiens (INSV), de la marchitez manchada del jitomate (TSWV), del moteado del chile (PepMoV) y del moteado atenuado del chile (PMMoV) se encuentran presentes en las estructuras florales modificadas denominadas yema grande.

La presencia de estos virus de ARN ocurre en la mayoría de los casos en forma de infecciones mixtas con dos o más agentes virales.

Es probable que estos virus de ARN no sean determinantes de la sintomatología de yema grande pero debe descartarse un efecto sinérgico entre la infección por fitoplasmas y este tipo virus.

LITERATURA CITADA

- Abdalla, O.A.; Desjardins, P.R.; Dodds, J.A. 1991. Identification, disease incidence, and distribution of viruses infecting peppers in California. *Plant Disease* 75:1019-1023.
- Dehghani, A.; Salehi, M. 2011. Tomato big bud disease in Lorestan province. *Iran. J. Plant Path.* 4:165.
- Flores, E. 1972. Observaciones y pruebas sobre la enfermedad “cáliz gigante” del tomate en el estado de Sao Paulo, Brasil. *Agronomía Tropical* 22:187-204.

Galindo, G.G.; Cabañas, C.B. 2006. El cultivo de chile en Zacatecas. Pp. 5 – 18. In: Tecnología de producción de chile seco. Libro Técnico N° 5. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. 224 p.

Randall, J.J.; Bosland, P.W.; Hanson, S.F. 2009. Brote Grande, a new phytoplasma-associated disease of chile peppers. *Plant Disease* 93:968.

Reveles, T.L.R.; Velásquez, V.R.; Mauricio, C.J.A.; Salas, M.S. 2012. Detección de infecciones mixtas causadas por begomovirus y curtovirus en plantas de chile para secado en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 30:155-160.

Velásquez, V.R.; Mena, C.J.; Amador, R.M.D.; Reveles, H.M. 2009. El virus de la marchitez manchada del jitomate afectando chile y jitomate en Zacatecas. Folleto Técnico No. 20. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 23 p.

Velásquez, V.R.; Medina, A.M.M.; Mena, C.J. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 20. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 41 p.

Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L.R.; Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L.R.; Chew-Madinaveitia, Y.I.; Mauricio-Castillo, J.A. 2013. Virus y fitoplasmas asociados con el cultivo de chile para secado en el norte centro de México. Folleto Técnico Núm. 49. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 54 p.

Evaluación de altura y diámetro de plántula de tres genotipos de moringa (*Moringa oleífera* Lam) en la Comarca Lagunera

Contreras-Cisneros, Annel Judith¹; Trejo-Calzada, Ricardo^{1*}; Reveles-Hernández, Manuel²; Ruiz-Torres, José¹; Pedroza-Sandoval, Aurelio¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 40 Carr. Gómez Palacio - Chihuahua, Bermejillo, Dgo. C.P. 35230, México. *Autor de correspondencia: rtrejo@chapingo.urruza.edu.mx

²Campo Experimental Zacatecas-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C.P. 98500, México.

RESUMEN

Moringa (Moringa oleífera) es una planta con gran potencial de cultivo por su amplia combinación de propiedades y usos, así como sus cualidades singulares de crecimiento acelerado, adaptabilidad y tolerancia a la sequía. El presente trabajo, evaluó el crecimiento de plántula de tres genotipos de moringa en dos contenedores en la Comarca Lagunera. Las semillas empleadas fueron obtenidas de diferentes sitios: Allende, Nuevo León (NL), San Pedro, Coahuila (SP) y Sinaloa (SIN). Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial 3x2, con tres repeticiones y con 15 semillas como unidad experimental, siendo los factores variables el genotipo (NL, SP y SIN) y el contenedor (charola negra y vaso de poliestireno expandido). Se llevaron a cabo análisis de varianza para cada fecha de muestreo mediante el Software Estadístico SAS 9.3[®]. Los resultados en altura y diámetro basal de tallo mostraron diferencias altamente significativas entre genotipos durante todo el periodo de evaluación, y altamente significativas en el factor contenedor a partir de los 43 días después de la siembra (DDS), la tasa relativa de crecimiento con base en la altura solo mostro diferencias altamente significativas en el factor contenedor a partir de 43 DDS.

Palabras clave: *Moringa oleífera*, altura, diámetro, genotipos, Comarca Lagunera.

ABSTRACT

Moringa (Moringa oleífera) is a plant with great potential crop for its wide combination of properties and uses, as well as its unique qualities of accelerated growth, adaptability and drought tolerance. The present study evaluated the seedling growth of three genotypes of moringa in two containers in the Comarca Lagunera. The seeds used were obtained from different sites: Allende, Nuevo León (NL), San Pedro, Coahuila (SP) and Sinaloa (SIN). An experimental design of randomized block factorial arrangement 3x2, with three replications and 15 seeds were used as experimental unit, with variable factors the genotype (NL, SP and SIN) and the container (black tray and expanded polystyrene glass). They were carried out analysis of variance for each sampling date by the Statistical Software SAS 9.3[®]. The results height and basal stem diameter showed highly significant differences between genotypes throughout the evaluation period, and highly significant factor in the container after 43 days after sowing (DDS), the relative growth rate based in single height showed highly significant factor in the container 43 from DDS.

Key words: *Moringa oleifera*, height, diameter, genotypes, Comarca Lagunera.

INTRODUCCIÓN

Las extensas regiones de zonas áridas y semiáridas en México, alcanzan a cubrir 60 % de la superficie total del territorio, localizándose en la faja mundial de aridez, a la que pertenecen los desiertos Sonorense y Chihuahuense, en este último se encuentra ubicada la Comarca Lagunera (Cervantes, 2003). *Moringa oleífera* Lam., árbol comúnmente conocido como moringa, posee un gran potencial para su cultivo en México, debido a la combinación de propiedades y usos, además de sus cualidades singulares como el acelerado crecimiento, adaptabilidad y tolerancia a la sequía (Olson y Fahey, 2011). Se dice que *Moringa oleífera* es una planta nativa del sur de Asia, al pie de los Himalayas. Actualmente se encuentra diseminado en una gran parte del planeta (Palada, 1996).

Fue introducido en América central en la segunda década del siglo XVIII como planta ornamental y para cercas vivas, se puede encontrar en áreas desde el nivel del mar hasta los 1800 metros. Alcanza de 10 a 15 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro basal de tallo, con una copa abierta de tipo paraguas, generalmente de fuste recto (Foidl *et al.*, 2003). Sus hojas son compuestas y dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el peciolo principal y un folíolo en la parte terminal, con una longitud total de 30 a 70 cm (Figura 1-A). Las láminas foliares en los folíolos son ovaladas de 200 mm² de área foliar. Las flores bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas. Frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 a 40 cm de longitud, y en ocasiones hasta 120 cm y de 2 a 2.5 cm de ancho (Figura 1-B, C). Contienen de 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y de color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas (Figura 1-D) (Morton, 1991; Parrota, 1993).

Moringa oleífera Lam., es un árbol de la familia Moringaceae, y se le conoce con los nombres de moringa, marango, resedá, árbol de rábano (horseradish tree), árbol de baqueta (drumstick tree), árbol do los aspáragos, cedro, centauro, desengapo, gailito, jazmin francés, macasar, malungay, moongay, narango, entre muchos otros (Morton, 1991) .

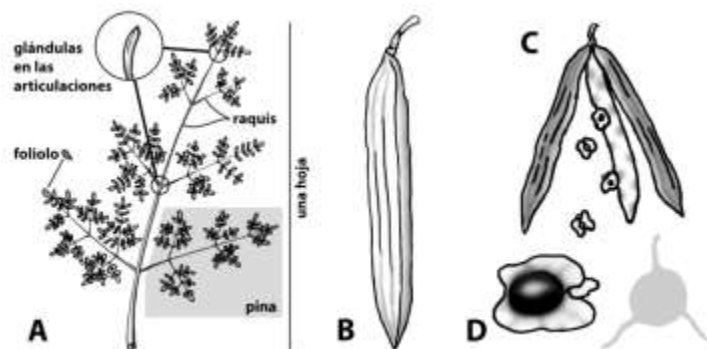


Figura 1. Identificación de moringa (*Moringa oleífera* Lam). A) Hojas pinnadas con glándulas en las articulaciones, B) Fruto, cápsula ligera, C) El fruto de abre en tres valvas, D) Semilla con tres alas. Fuente: Olson y Fahey, 2011.

En Cuba se llevó a cabo una caracterización morfológica de ocho procedencias de moringa, donde se encontraron diferencias significativas entre los indicadores evaluados y se recomendó profundizar en estudios morfoagronómicos de las diferentes procedencias de moringa (Toral *et al.*, 2013). Pérez *et al.*, (2011) y Fundación Produce en Sinaloa, México crearon paquetes tecnológicos para el establecimiento de huertos de moringa y su cultivo intensivo, considerando tres genotipos de semilla de moringa adaptados a la región. Mientras que en La Comarca Lagunera no se cuenta con suficiente investigación que contribuya al más apropiado establecimiento de moringa en la zona, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de tres genotipos de *Moringa oleífera* en dos contenedores diferentes, para el posible establecimiento del genotipo mejor adaptado en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el vivero de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo (URUZA, UACH), en Bermejillo, Durango. Localizada geográficamente en las coordenadas 25°53'31" LN y 103°36'11" LW con una altitud de 1117 msnm (Ortiz *et al.*, 2009).

Se emplearon semillas de *Moringa oleífera* obtenidas de diferentes sitios, por lo que a los genotipos se les llamó: NL (Allende, Nuevo León), SP (San Pedro, Coahuila) y SIN (Sinaloa) (Figura 2). El diseño experimental empleado fue bloques al azar con arreglo factorial 3x2, con tres repeticiones (Steel y Torrie, 1990), siendo los factores variables el genotipo (NL, SP y SIN) y el contenedor (charola de plástico negro de 50 cavidades y vaso blanco de poliestireno expandido de un litro). Los vasos de poliestireno expandido contaban con un volumen de cepellón de 850 ml, y charolas con un volumen de cepellón de 130 ml. La unidad experimental estuvo constituida por 15 semillas, una por vaso o celda de charola sembradas aproximadamente a 1.5 cm de profundidad en el mes de abril bajo condiciones de malla sombra. Como sustrato se utilizó BM2, y un riego diario con agua de pozo profundo.

A partir de los 18 DDS se midió la altura de cinco plantas por tratamiento y repetición con una regla tomando como base la superficie del cepellón y hasta el ápice. Esta medición se llevó a cabo cada cuatro días hasta los 71 DDS. Con los datos de altura se estimó la tasa relativa de crecimiento (TRC). En las mismas fechas y plantas se midió el diámetro basal del tallo con un Vernier Digital marca Truper, las lecturas se hicieron a dos centímetros al filo del cepellón.

Mediante PROC GLM del Software Estadístico SAS 9.3[®] (SAS, 2012), se analizaron los datos y se compararon los efectos medios de cada tratamiento con pruebas de medias con Tukey ($\alpha=0.01$). Se empleó el programa Microsoft Excel 2010 para la creación de histogramas. El tratamiento 1 (T1) consistió en charola con genotipo de NL, el T2: charola con genotipo de SP, y el T3: charola con genotipo de SIN, el T4: vaso con genotipo de NL, T5: vaso con el genotipo de SP, y el tratamiento T6: vaso de poliestireno expandido con el genotipo de SIN. Los registros diarios de germinación iniciaron el 8 día después de la siembra (DDS) y hasta 31 DDS.



Figura 2. Semillas de los genotipos empleados de moringa (*Moringa oleífera*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la altura de tallo de plántula de moringa, los análisis estadísticos muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre genotipos durante todo el periodo de evaluación. Se observó una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la interacción contenedor/genotipo solo a partir de los 57 DDS, y diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y altamente significativas ($P \leq 0.01$) en el factor contenedor a partir de 43 DDS (Figura 3).

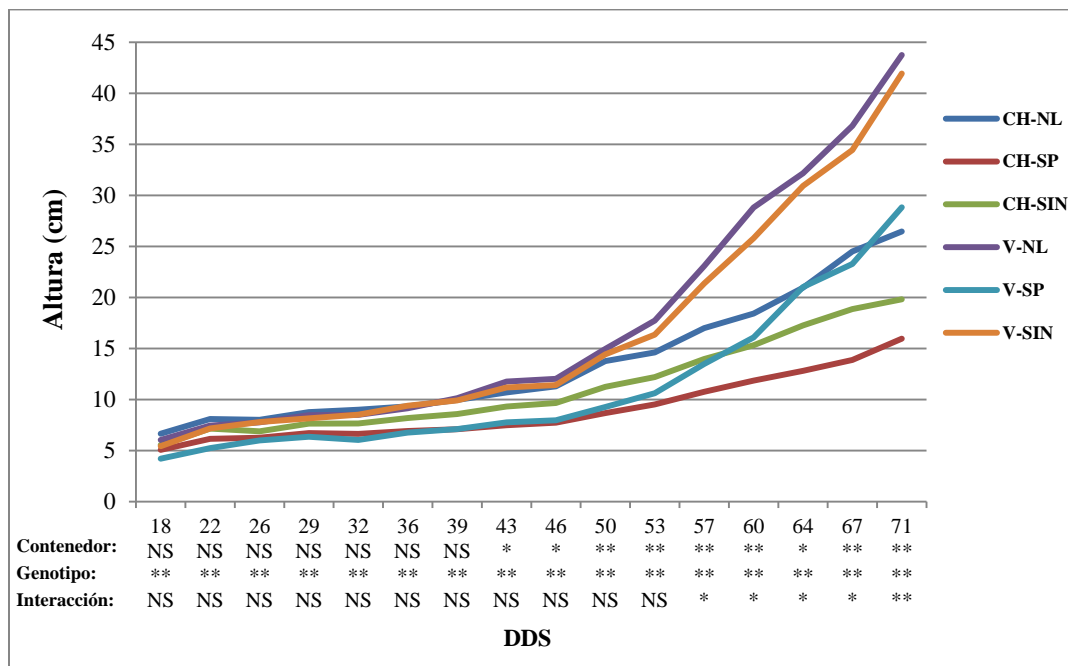


Figura 3. Comparación de medias de altura de los tratamientos de plántula de *Moringa oleífera*, donde los genotipos son NL: Nuevo León, SP: San Pedro, SIN: Sinaloa, en los contenedores: vaso (V) y charola (CH). (DDS: días después de la siembra; NS: No significativo; *: Diferencia significativa; **: Diferencia altamente significativa) Tukey $\alpha=0.01$

Los análisis de datos de diámetro de tallo de moringa, muestran resultados similares a los análisis de datos de altura, donde el factor genotipo y el factor contenedor presentan diferencias altamente

significativas ($P \leq 0.01$) durante la toma de datos. En el factor interacción se muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) a partir de 43 DDS en adelante (Figura 4).

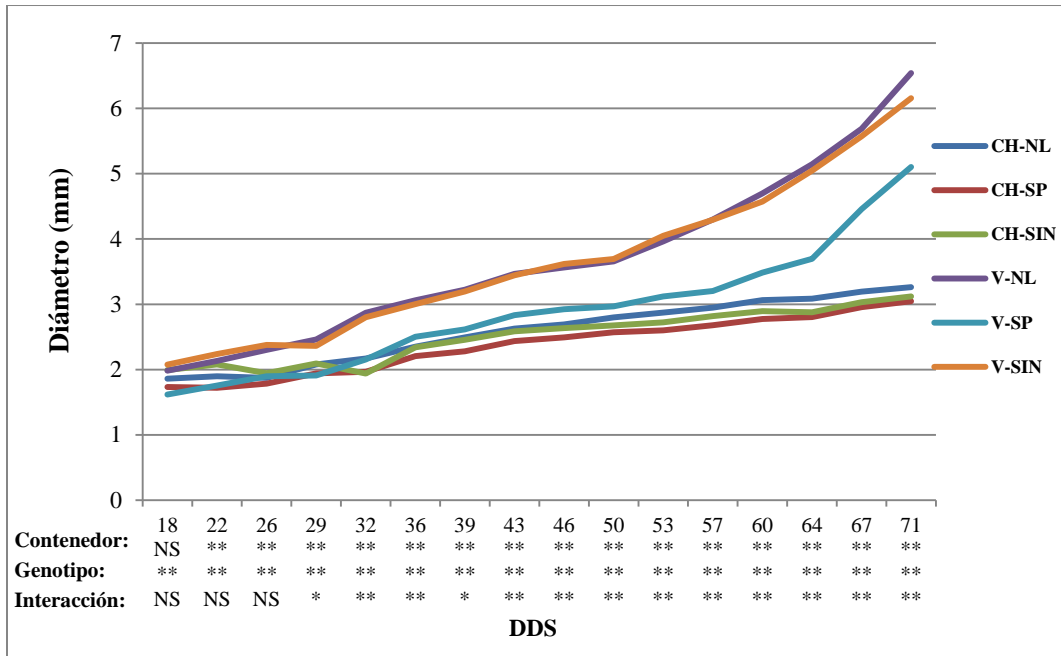


Figura 4. Comparación de medias de diámetro de los tratamientos de plántula de *Moringa oleífera*, donde los genotipos son NL: Nuevo León, SP: San Pedro, SIN: Sinaloa, en los contenedores: vaso (V) y charola (CH). (DDS: días después de la siembra; NS: No significativo; *: Diferencia significativa; **: Diferencia altamente significativa) Tukey $\alpha=0.01$

La tasa relativa de crecimiento ($\text{cm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$), con base en la altura de plántula de moringa, presenta diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y altamente significativas ($P \leq 0.01$) en el factor contenedor a los 26, 36 DDS y a partir de los 43 DDS en adelante. En tanto que entre genotipos solo se observan diferencias significativas ($P \leq 0.05$) a los 39, 50 y 67 DDS (Figura 5).

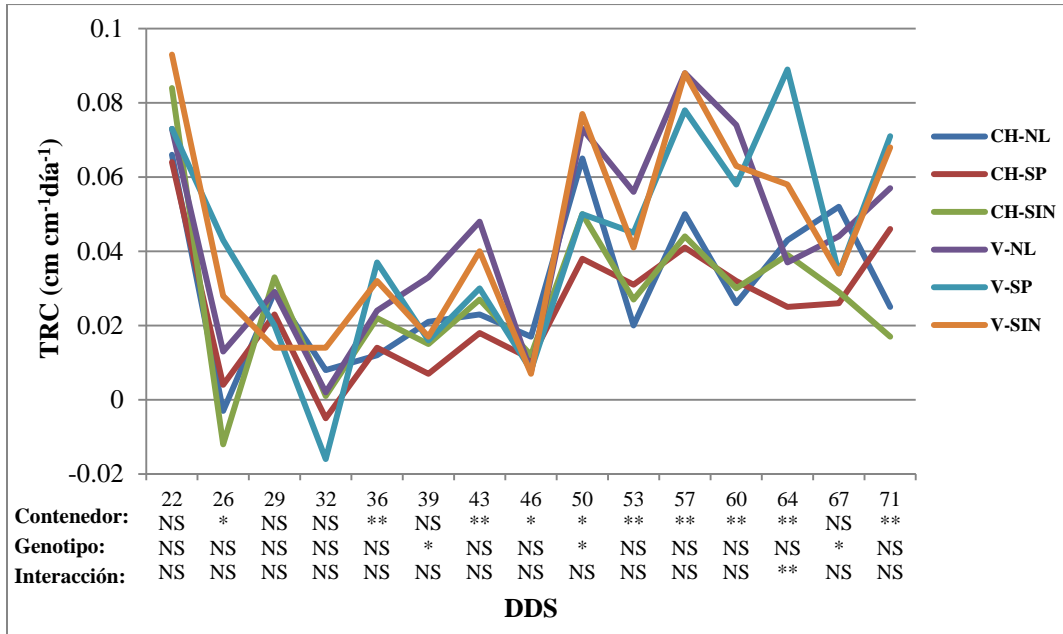


Figura 5. Comparación de medias de TRC de los tratamientos de plántula de *Moringa oleífera*, donde los genotipos son NL: Nuevo León, SP: San Pedro, SIN: Sinaloa, en los contenedores: vaso (V) y charola (CH). (DDS: días después de la siembra; NS: No significativo; **: Diferencia significativa; ***: Diferencia altamente significativa) Tukey $\alpha=0.01$

Finalmente, se pudo notar que el mejor contenedor fueron los vasos de poliestireno expandido, probablemente por la mayor cantidad de volumen de cepellón, lo que se encuentra asociado a una mayor cantidad de sustrato y mayor espacio para el crecimiento de raíces. El tratamiento que obtuvo mayor altura fue vasos de poliestireno expandido con el genotipo Nuevo León con 43.7 cm, en tanto que para diámetro basal de tallo los tratamientos de vasos de poliestireno expandido con el genotipo Nuevo León y vasos de poliestireno expandido con el genotipo Sinaloa, fueron estadísticamente semejantes con 6.54 y 6.15 mm, respectivamente; por lo que, en base a los análisis de datos de altura, diámetro basal de tallo y tasa relativa de crecimiento en base a altura se hace la recomendación de hacer trasplante de la plántula a los 30 DDS a un contenedor de mayor capacidad radicular.

CONCLUSIONES

El contenedor tipo vaso de poliestireno expandido, obtuvo los mejores resultados en altura y diámetro basal de tallo de moringa.

En el factor genotipo, Nuevo León fue quien alcanza mayor altura con 43.7 cm, y en diámetro basal del tallo los genotipos de Nuevo León y Sinaloa fueron estadísticamente semejantes, con 6.54 y 6.15 mm de diámetro, respectivamente, a los 71 DDS.

LITERATURA CITADA

Cervantes R., M. C. 2003. Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México. Temas Selectos de Geografía de México. I. Textos Monográficos. 5. Economía. Instituto de Geografía, UNAM. 153: 17-39. En: http://fenix.cichcu.unam.mx/libroe_2006/0965822/05_c01.pdf, consultado en línea el 03 de abril del 2013.

Foidl N., Mayorga L. & Vásquez W., 2003. Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Nicaragua. En: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Foidl16.htm>, Consultado en línea el 20 de agosto de 2013.

Morton, J. F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae) - A boon to arid lands? Economic Botanic 45:318-333. En: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02887070#page-1>, consultado en línea el 26 de junio del 2014.

Olson, M. E. and Fahey, J.W. 2011. *Moringa oleífera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1071-1082. En: http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/revista%2082_4/1-773.pdf, consultado en línea el 16 de junio del 2014.

Ortiz, C. H., Trejo, C. R., Valdez, C. R., Arreola, A. J, Flores, H. A. y López, A. B. 2009. Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*Amaranthus hybridus* L.) y micorrizas. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2):161-168. En: <http://www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id=NzU1>, consultado en línea el 01 de agosto del 2014.

Palada, Manuel C. 1996. *Moringa (Moringa oleífera Lam.): A versatile tree crop with horticultural potential in the subtropical United States.* Hort Science. 31:794-797. En: <http://hortsci.ashspublications.org/content/31/5/794.full.pdf#page=1&view=FitH>, consultado en línea el 06 de noviembre del 2013.

Parrotta, John A. 1993. *Moringa oleífera* Lam. Resedá, horseradish tree. SO-ITF-SM-61. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p. En línea: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Moringaoleifera.pdf>, consultado el 14 de mayo del 2014.

Pérez Á., R.; Cruz B., J. O.; Vázquez G., E.; Obregón J. F. 2011. *Moringa oleífera* una nueva alternativa forrajera para Sinaloa. Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A. C. Culiacán, Sinaloa, México 29p. En línea: <http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/876/Moringa%20oleifera,%20una%20nueva%20alternativa%20forrajera%20para%20Sinaloa.pdf>, consultado el 29 de agosto del 2013.

SAS Institute Inc. 2012. SAS/STAT® 12.1 User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1990. Principle and procedures of statistics, Mc. Graw Hill Book Co., New York, U.S.A.

Toral, O., Cerezo Y., Reino J. y Santana H. 2013. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleífera* (Lam.) en condiciones de vivero. Pastos y Forrajes 36:409-416. En: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269129935002>, consultado el 16 de junio del 2014.

Remolacha forrajera (*Beta vulgaris L*) potencial como cultivo alternativo en zonas áridas

¹Valdez-Martínez, Lorenzo Antonio

¹Estudiante de Ingeniería en Sistemas Pecuarios. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango.

lorenzo.valdez@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

En las regiones áridas de México, existe baja disponibilidad de forrajes y un encarecimiento de alimentos concentrados. Para proponer alternativas a esta problemática, en La Comarca Lagunera, recientemente se han estado incorporando cultivos alternativos para producir alimento que sustituya a los concentrados costosos utilizados en raciones de animales en sistemas de producción intensivos. Uno de estos cultivos energéticos alternativos es la remolacha azucarera forrajera (*Beta vulgaris L.*), la cual es una planta de ciclo bianual con producción invernal, cuando hay más escasez de forraje, y que tiene la ventaja que también se puede producir durante cualquier época del año. Esta planta tiene la ventaja de aprovecharse en su totalidad, desde hojas, tallos y bulbos, los requerimientos para este cultivo son suelos profundos, pH que oscile entre 6.0 a 6.8, temperaturas en amplio rango, pudiendo soportar desde -2 hasta 37.6 °C y una precipitación pluvial anual de 230 a 315 mm. La cosecha se puede hacer mecanizada obteniendo producciones de materia seca en raíz de 10 a 16 t ha⁻¹, mientras que en hoja los rendimientos alcanzan de 12 a 20 t ha⁻¹. La conservación de la producción puede hacerse mediante ensilados ya sea solamente de remolacha o combinada con otro cultivo forrajero para incrementar su valor nutritivo (ejemplo: maíz o alfalfa), lo sobresaliente de la remolacha es la cantidad de energía que contiene lo cual la hace un alimento excelente para el ganado (caprino o bovino) productor de leche, pero, también es un excelente alimento para animales con otros propósitos.

Palabras clave: Forrajes, cultivos alternativos, alimento, ganado, energía.

ABSTRACT

In the arid regions of Mexico, there is low availability of fodder and a concentrated food more expensive. To propose alternatives to this problem, in the Comarca Lagunera, recently alternative crops have been incorporated to produce food that will replace expensive concentrates used in portions of animals in intensive production systems. One of these alternative energy crop is forage sugar beet (*Beta vulgaris L.*), which is a two-year cycle with winter production plant, when there is shortage of forage, and which has the advantage that can also occur during any time of the year. This plant has the advantage of leverage in its entirety, from leaves, stems and bulbs, the requirements for this crop are deep soils, pH, which oscillate between 6.0 to 6.8, temperature in range, to bear - 2 up to 37.6 ° c and an annual rainfall of 230 to 315 mm. The harvest can be mechanised to obtaining production of dry matter at root of 10 to 16 t ha⁻¹, while in leaf yields reach 12 to 20 t ha⁻¹. The conservation of the production can be done using silage either only of beet or combined with another forage crop to increase their nutritional value (example: corn or alfalfa), the beet is the amount of energy contained in it which makes it an excellent producer of milk (goats or cattle) livestock feed, but it is also an excellent food for animals for other purposes.

Key words: forage, alternative crops, food, livestock, energy.

Malformaciones de ajo variedad Calerense en tres densidades de plantación en el estado de Zacatecas

Casas-Gómez, Karina; Reveles-Hernández, Manuel

Campo experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C. P. 98500. México. Teléfono, 01800 088 22 22 Extensión 82310

Correo electrónico: reveles.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las fisiopatías o malformaciones del ajo se encuentran relacionadas con factores genotípicos del cultivo, pero además, se relacionan con factores de manejo del mismo, situación que afecta la productividad y rentabilidad del cultivo. El objetivo del presente trabajo fue de evaluar la incidencia de ajos sin diferenciar en tres densidades de siembra. Se estableció un experimento con riego por goteo, evaluándose tres tratamientos: el tratamiento 1 consistió en siembra en surcos de 90 cm de ancho con dos hileras de plantas y una densidad de población de 222,222 plantas por hectárea; el tratamiento 2 en surcos de 90 cm de ancho con cuatro hileras de plantas y una densidad de población de 444,444 plantas por hectárea; el tratamiento 3 establecido en camas de 1.80 cm de ancho con seis hileras de plantas y una densidad de plantación de 333,333 plantas por hectárea. El tratamiento con menor densidad de plantación registró mayor porcentaje de plantas sin diferenciar (11.4 %), mientras que en la mayor densidad de plantación el índice de plantas sin diferenciar solo fue de 1.2 %. En general, se encontró una tendencia a disminuir los bulbos sin diferenciar a medida que aumentó la densidad de plantación.

Palabras clave: diferenciación, calidad, densidad de plantación, arreglos, fisiopatías.

ABSTRACT

Physiological disorders or malformations of garlic are related to genotypic factors, but also are related to the management factors, which affects productivity and profitability of the crop. The aim of this study was to evaluate the incidence of undifferentiated garlic in three densities. An experiment with drip irrigation was established, evaluating three treatments: treatment 1 consisted of planting in rows 90 cm wide with two rows of plants and a population density of 222,222 plants per hectare; treatment 2 in rows 90 cm wide with four rows of plants and a population density of 444,444 plants per hectare; established treatment 3 beds 1.80 cm wide with six rows of plants and planting density of 333,333 plants per hectare. Treatment with less planting density log higher percentage of plants without differentiating (11.45), while the highest density of planting the plants without differentiating index was only 1.2 %. In general, there was a tendency to increase undifferentiated bulbs as planting density decreased.

Key words: differentiation, quality, planting density, arrangements, physiological disorders

INTRODUCCION

El ajo (*Allium sativum* L.) es una planta cultivada desde la antigüedad, es una planta que tuvo su origen en Asia Central y es una planta reconocida mundialmente como uno de los condimentos

más valiosos en la cocina y agente terapéutico (Brewster, 2001). En la actualidad este producto es valorado no solo por su sabor sino también por su uso en la preparación de una infinidad de platillos, pero no hay queda la investigación sobre este cultivo sino que se continua para descubrir y afinar su utilidad con fines medicinales (Boriss, 2006; Lucier and Biing-Hwan, 2000).

El altiplano de Zacatecas es considerado la principal zona productora de ajo a nivel nacional ya que es donde se genera el 40 % del total de esta hortaliza. El ajo es uno de los cultivos que en la actualidad se encuentran más tecnificados en Zacatecas debido a la alta rentabilidad, la tecnología que más se ha implementado es la de sistema de riego por goteo y fertirrigación, llevando de la mano incrementos importantes, tanto en la producción como en la calidad del producto (Reveles-Hernández *et al.*, 2009). El riego por goteo y las altas densidades de plantación han incrementado la productividad del ajo en comparación con el uso del riego por gravedad, además de incrementar la productividad del agua (Firuzet *al.*, 2010).

La densidad de plantación y el método de siembra determinan la cantidad de semilla a emplear, otro factor importante es el tamaño de bulbos o dientes usados (Heredia, 2000).

Se ha reportado una estrecha relación entre la densidad de siembra y los arreglos topológicos con el rendimiento, sin embargo, a medida que se incrementa la densidad de población se puede tener una disminución en el tamaño del bulbo (Aljaro, 1990; Escribano y Castañeda, 2000; Jamrozet *al.*, 2001), otro factor importante en la calidad y productividad del ajo está relacionado con el arreglo topológico de las plantas en la cama de siembra (Castellanos *et al.*, 2004).

Las recomendaciones para el cultivo del ajo, sugieren eliminar todos los bulbos que presentan deformaciones, tales como los ajos no diferenciados, en la etapa de selección de semilla (Reveles-Hernández *et al.*, 2009).

Las fisiopatías o malformaciones del ajo se encuentran relacionadas con factores genotípicas del cultivo, pero edemas, se relacionan con factores de manejo del mismo, situación que afecta la productividad y rentabilidad del cultivo (Silvestri *et al.*, 2007). Las malformaciones en el bulbo de ajo también se atribuyen al cambio de ambiente y la adaptación adecuada de los genotipos usados (Burba, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar la incidencia de ajos sin diferenciar en tres densidades de siembra.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el estado de Zacatecas; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera federal Zacatecas-Fresnillo., en el municipio de

Calera de Víctor Rosales del estado de Zacatecas, entre las coordenadas 22°54'10" de latitud norte y 103°39'29" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

La siembra del experimento fue realizada manualmente, se utilizó semilla de ajo de la variedad Calerense, con una fecha de siembra el 7 de Octubre del 2011. Con dientes o bulbillos provenientes de bulbos de calibres 55 a 60mm de diámetro ecuatorial.

Se estableció un experimento con tres tratamientos: tratamiento 1: surcos de 90 cm de ancho con dos hileras de plantas y una densidad de población de 222,222 plantas por hectárea; tratamiento 2: surcos de 90 cm de ancho con cuatro hileras de plantas y una densidad de población de 444,444 plantas por hectárea. Tratamiento 3: camas de 1.80 cm de ancho con seis hileras de plantas y una densidad de plantación de 333,333 plantas por hectárea, los tratamientos evaluados y las características de los arreglos topológicos se describen en el Cuadro 1.

Se utilizó sistema de riego por goteo instalado una cintilla por curco para el caso de los tratamientos uno y dos, mientras que para el tratamiento tres se utilizaron tres cintillas por cama de siembra, colocándola de tal manera que cada una regara dos hileras de plantas.

Cuadro 1. Arreglos topológicos y densidad de plantas por hectárea de ajo.

Tratamiento	Arreglos	Ancho (cm)	Densidad de plantas por hectárea	Cintillas
1	Surco	90	222,222	1
2	Surco	90	444,444	1
3	Cama	180	333,333	3

Para evaluar la cantidad de malformaciones del ajo de los tres tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar con diez repeticiones cada uno de los tratamientos, cada repetición consistió de cinco metros de largo por 1.80 metros de ancho (8.5m²), por lo que para el tratamiento uno y dos se muestrearon dos surcos, mientras que para el tratamiento tres solo basto con una cama para lograr el mismo tamaño de parcela.

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía del Estado de Nuevo León, (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizó un análisis de varianza para el porcentaje de malformaciones (bombones) en ajo, mostrando diferencia altamente significativa ($\alpha=0.01$) entre los tratamientos evaluados.

En la comparación de medias ($\alpha=0.01$), para el porcentaje de plantas sin diferenciación de bulbo, el tratamiento uno es estadísticamente diferente a comparación de los otros dos tratamientos, ya que se observa que el mayor porcentaje de ajos con malformaciones se encuentra en este

tratamiento, siguiendo por el tratamiento dos, mientras que el tratamiento tres fue donde se encontró el menos porcentaje de ajos con malformación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias ($\alpha= 0.01$) por el método de DMS para el porcentaje de malformaciones en el cultivo de ajo.

Tratamiento	Porcentaje de bulbos sin diferenciar (bombones)
1	11.450 A
2	1.780 B
3	1.280 B

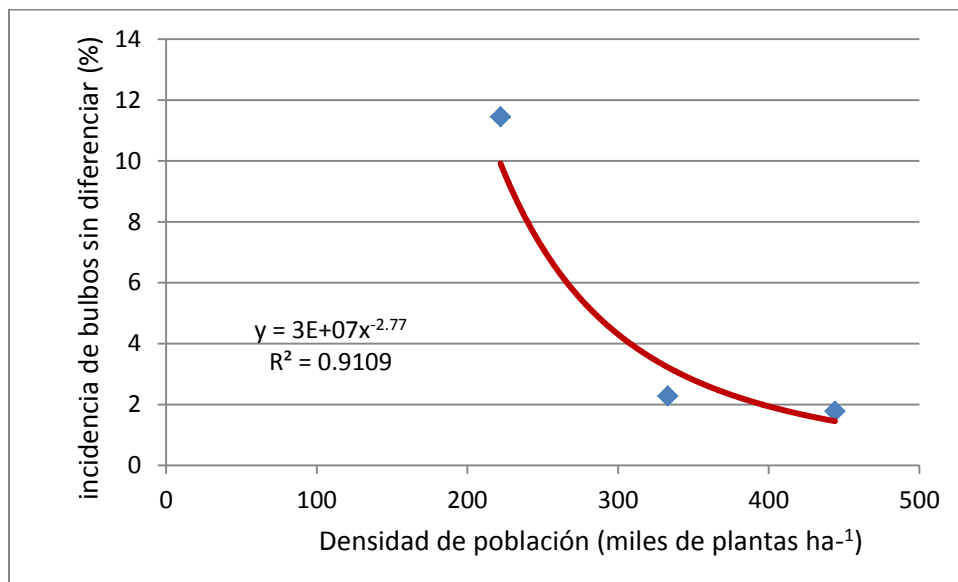


Figura 1. Tendencia del porcentaje de malformaciones de ajo de los tratamientos evaluados en las tres densidades de siembra.

Al graficar los resultados de ajos sin diferenciar, expresado en porcentaje, se encontró una tendencia a incrementar este tipo de malformaciones a medida que disminuyó la densidad de plantación, en la Figura 1 se muestran los porcentajes de ajos sin diferenciar y la gráfica de tendencia obtenida de realizar la regresión.

CONCLUSIONES

En general, se encontró una tendencia a incrementar los bulbos sin diferenciar a medida que se disminuyó la densidad de plantación.

LITERATURA CITADA

- Aljaro, U. A. 1990. Evaluación de sistemas de plantación y de semillas de ajo (*Allium sativum* L.). I. Densidad de población y distribución de la plantación de hileras simples y múltiples. *Agricultura Técnica*, 50:358-365.
- Boriss, H. 2006. Commodity Profile: Garlic. Agricultural Issues Center. Pittsboro, NC, USA. 10p.
- Burba, J. L. 2009. Mejoramiento genético y producción de “semilla” de ajo (*Allium sativum* L.). Posibilidades de adaptación a diferentes ambientes. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3: 28-44
- Brewster, J. 2001. Las cebollas y ajo *Alliums*. Ed. Acribia. Barcelona. España.
- Castellanos, J. Z.; Vargas-Tapia P.; Ojodeagua J.L.; Hoyos G.; Alcantar-Gonzalez g.; Mendez F. S.; Alvarez-Sanchez E.; Gardea A. A.2004. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, plantind density and planting method. *HortScience*, 39:1272-1277
- Escribano, M. J. y Castañeda, S. W. 2000. Ensayos de ajo. Memoria ITAP. 40p.
- Firuz A. A. G.; Nasser A.; and Ehsan N. A. 2010. Water use efficiency and yield of garlic responses to the irrigation system, intra-row spacing and nitrogen fertilization. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 8:344-346.
- Heredia, G. E. 2000. Tecnología de producción. P 37-45. En Heredia G.E. y Delgadillo S., F. (compiladores). *El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Núm: 3. División agrícola. INIFAP. León, Gto. México. 102p.*
- Jamroz, M.; Ishtiaq, M.; Naeem, N.; Muhammad N.; Jamirher, B.; Iqbal, J. 2001. Effect of diferentt planting date and spacing on growth and yield of garlic Cv. Bianco. *Line Journal of Biological Sciences*. 1: 206-208.
- Lucier, G. and Biing-Hwan. L. 2000. Garlic, flavor of ages. *Agricultural Outlook. Economic Research Service. USDA*, 4p.
- Olivares S., E. 2013. Paquete de diseños experimentales. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Reveles-Hernández, M. Velásquez-Valle, R y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para el cultivo de ajo en Zacatecas. Libro Técnico Numero 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 272p.

Silvestri, V.; López F., A. Rigoni, C.; Togno, L. 2007. Asociaciones entre clones y anormalidades morfológicas en ajo "tipo colorado" (*Allium sativum* L.) Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 39:43-49

Producción orgánica de lechuga desarrollada en un sistema hidropónico Nft

Martínez- Cueto, Víctor¹; Preciado-Rangel, Pablo^{1,2}; Fortis-Hernández, Manuel²

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - UL. Periférico y Carretera a Santa Fé s/n. 27059
Torreón, Coah., México

²Instituto Tecnológico de Torreón. Km 7.5 Carretera Torreón-San Pedro. Apartado Postal 42, 27070
Torreón, Coah., México.

RESUMEN

La creciente preocupación por la protección del ambiente obliga a utilizar métodos más sustentables para la producción de alimentos. En este sentido la producción hidropónica en sistemas protegidos son en la actualidad los más rentables, en este sentido el objetivo fue evaluar dos soluciones preparadas con fuentes orgánicas de fertilización (té y lixiviado de vermicompost) y una solución nutritiva convencional sobre el rendimiento de lechuga en un sistema NFT (Nutrient Film Technique). Los resultados obtenidos indican que uso del té de vermicompost es una opción viable para la producción de lechuga hidropónica ya se obtienen resultados similares a los obtenidos por la solución nutritiva convencional. Con la ventaja adicional que se encuentra al alcance de todos los productores ya producen con muy pocos insumos y su utilización favorece el reciclaje de subproductos de la industria ganadera, contribuyendo así a la protección del ambiente.

Palabras clave: soluciones nutritivas orgánicas, hidroponía.

INTRODUCCIÓN

El consumo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) se ha incrementado en los últimos años tanto como lechuga entera lavada y empacada, así como troceada y empacada sola o como parte de ensaladas (Cappozzi *et al.*, 2009). La variedad de lechuga más producida y consumida a nivel mundial es la Crisphead, mientras que el consumo de las variedades Romaine y de hoja se ha incrementado más del 200 % de 1990 a 2005 (Cook, 2011). Estos volúmenes de consumo hacen que la lechuga se ubique entre los productos vegetales frescos más consumidos mundialmente. Por otro lado los productores agrícolas están modificando sus métodos de producción ya que existen mayores restricciones en el uso de agroquímicos y las presiones del público sobre los aspectos ambientales entre los que se incluye la degradación de los recursos naturales, por lo cual los productores buscan alternativas de producción con los cuales se tenga una disminución en los costos de producción y un incremento en las utilidades. Una alternativa muy prometedora para la solución de estos problemas es el uso de sistemas de producción sustentables, los que permiten hacer un uso eficiente y adecuado de los residuos biodegradables que se derivan directa o indirectamente diversas actividades relacionadas con la producción de alimentos como lo es el sector agropecuario (Fortis *et al.*, 2009); tal es el caso de la gran cantidad de estiércol que se produce en la Comarca Lagunera el se debe de aprovechar y reutilizar ya que de no utilizarse como abono orgánico pudiera ser una gente contaminante para el medio ambiente. En este sentido la producción intensiva en sistemas protegidos (invernaderos y casa sombra) son en la actualidad

los más rentables, en estos métodos de producción generalmente se utilizan técnicas hidropónicas utilizando en su mayoría como medio de sostén para las plantas sustratos sólidos inertes. Sin embargo, los problemas de riesgo medioambiental que se presentan con la disposición final de los sustratos agotados y la pérdida tanto de agua como fertilizantes por lixiviación, han enfocado el interés por los sistemas que involucran el reciclado de lixiviado y aún más por aquellos sistemas que no requieren sustrato, tales como el sistema de la técnica de película de nutrientes “NFT”; esta técnica es considerada de bajo impacto ambiental debido a que existe un ahorro de agua, altos rendimientos por m² ocupado, alta calidad nutricional, flexibilidad en la transferencia, además de que con esta técnica se puede producir durante todo el año, utilizando pequeñas superficies de terreno ya que puede producirse en forma vertical (lotes apilados a varios niveles) sin embargo en estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción y genera problemas medioambientales debido al origen de los fertilizantes, una alternativa para disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos, es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos provenientes del estiércol como el té y lixiviado de vermicompost (Pant *et al.*, 2009, Preciado *et al.*, 2011). Estas soluciones pueden ser aplicadas en sistemas de riego presurizado (Shrestha *et al.*, 2012), lo cual las hace utilizables en sistemas de producción intensiva en ambientes protegidos, además de que se promueve el reciclaje de residuos orgánicos promoviendo el cuidado del ambiente (Rippy *et al.*, 2004), por lo cual es un método sustentable de producción en sistemas protegidos En este sentido el objetivo del presente trabajo fue evaluar

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en un invernadero tipo túnel del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, con cubierta de polietileno y estructura de acero galvanizado, con sistema de enfriamiento automático Se trabajó utiliza lechuga tipo romana (‘orejona’; *Lactuca sativa* L. cv. Grandes). Las soluciones nutritivas utilizadas fueron: solución de Steiner como testigo, te de vermicompost y lixiviado de vermicompost. Las soluciones nutritivas orgánicas orgánicas se ajustaron a una conductividad eléctrica (CE) de 2 dS·m⁻¹ con agua corriente y a pH 5,5 con ácido cítrico, mientras que la solución nutritiva inorgánica se aciduló con ácido sulfúrico. El contenido de nutrientes (en mg·L⁻¹) en las soluciones nutritivas fueron; a) Steiner: 168 N; 31 P; 273 K; 180 Ca; 48 Mg; 336 S. b) te de vermicompost : 101 N; 15 P; 357 K; 178 Ca; 59 Mg; 831 S. y c) lixiviado vermicompost: 15 N; 7 P; 245 K; 13 Ca; 6.84 Mg; 305 S. El té de vermicompost fue preparado de acuerdo a la metodología reportada por Ingram, (2005) y el lixiviado de vermicompost se obtuvo de un Lombricario de la misma Universidad. Las soluciones orgánicas se almacenaron en contenedores de plástico de 60 litros. A partir de estas soluciones se hicieron diluciones hasta obtener las CE manejadas durante el experimento de NFT. Para la instalación del sistema NFT se utilizaron tubos de PVC (82 mm × 6 m) a los que se les hizo perforaciones cada 20 cm. Los tubos (tres por solución) estuvieron sostenidos en bases de madera con pendiente para facilitar la recirculación

de la solución. La solución nutritiva inorgánica y las orgánicas se prepararon por separado en tanques de 70 litros y se utilizaron bombas para recircularlas. Éstas se hicieron funcionar con un temporizador que fue programado para recircular la solución cada hora durante 10 min. Las plantas de lechuga provenientes del almácigo se trasplantaron a los tubos de PVC cuando tuvieron 2-3 hojas verdaderas. Para mantener las plantas en el sistema NFT, se les colocó un vaso de plástico de 100 ml y un trozo de hule espuma para sujetarlas y posteriormente se colocaron en las perforaciones del tubo, teniendo cuidado de no dañar las raíces durante el trasplante. Las plantas se mantuvieron con solución Steiner al 25 %, a la siguiente semana al 50 % y a la tercera semana con el 100 % de la CE ($2,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$). El diseño experimental utilizado fue de completamente al azar. La cosecha se llevó a cabo a los 52 ddt para la lechuga. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, determinada con cinta métrica; área foliar (cm^2), utilizando un integrador de área foliar (LICOR LI-300); biomásas secas de raíz, de tallo y de hojas, determinadas con una balanza analítica. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), empleando el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza de los datos obtenidos, indicó diferencias significativas para las soluciones nutritivas utilizadas (Cuadro 1). Los resultados muestran que con la utilización de la solución inorgánica y el té de vermicompost se obtienen valores similares en la altura de planta, lo cual indica que se satisfacen los requerimientos nutrimentales de la lechuga con el té de vermicompost. Dicho resultado se fundamenta en que el té de vermicompost además de aportar nutrientes en forma iónica y disponibles para las plantas, está parcialmente compuesta por ácidos húmicos y otras sustancias biológicamente activas, las cuales actúan como reguladores del crecimiento vegetal, favoreciendo un mayor crecimiento en las plantas (Theunissen *et al.*, 2010; Pant *et al.*, 2011; Pant *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Efecto de la solución nutritiva en altura de planta, área foliar y producción de biomasa de lechuga desarrollada en un sistema NFT.

Tratamiento	Altura cm	Área foliar cm^2	Peso seco parte aérea g	Peso seco raíz
Solución nutritiva Steiner	20.3 a	1125.52 a	4.2 a	2.01 a
Te de vermicompost	19.2 a	1000.53 a	3.7a	3.04 a
Lixiviado de vermicompost	10.5 b	80.38 b	1.2 b	0.89 b

Medias de tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales Tukey ($p \leq 0.05$).

Las plantas de lechuga con la mayor área foliar fueron las tratadas con la solución Steiner y el té de vermicompost, obteniendo valores significativamente más altos que el lixiviado de vermicompost (Cuadro 1). El incremento en el área foliar promovido por el té de vermicompost en el presente estudio es similar al reportado por Ledesma *et al.* (2007) en lechuga.

La producción de biomasa radical y aérea fue similar estadísticamente en las plantas tratadas con la solución nutritiva y el té de vermicompost y superiores a las tratadas con el lixiviado de vermicompost. Los anteriores resultados son debido a que la deficiencia de P en el lixiviado de vermicompost ya que la disponibilidad de este elemento es un factor que determina el crecimiento del sistema radical, además del mayor contenido de P, las soluciones nutritivas orgánicas contienen una gran cantidad de microorganismos benéficos y sustancias promotoras del crecimiento (Ingram, 2005). Estos resultados son resaltables ya que con la utilización del té de vermicompost se obtiene una producción de biomasa vegetal similar al obtenido con el uso de fertilizantes inorgánicos.

CONCLUSIONES

El uso del té de vermicompost es una opción viable para la producción de lechuga hidropónica, al alcance de todos los productores ya que se obtiene con muy pocos insumos; al tiempo que se favorece el reciclaje de subproductos de la industria ganadera, lo cual contribuye en la protección del ambiente.

LITERATURA CITADA

- Cappozzi, V.; Fiocco, D.; Amodio, M. L.; Gallone, A. and Spano, G. 2009. Bacterial stressors in minimally processed food. *Int J. Mol. Sci.* 10:3076-3105.
- Cook, R. L. 2011. Fundamental forces affecting fresh berry and lettuce/leafy green subsectors. *Choices, Agric. Applied Econ. Association.* 26:1-5.
- Fortis Hernández, M.; Leos-Rodríguez, J.A.; Preciado-Rangel, P.; Orona-Castillo, I.; García-Salazar, J.A.; García-Hernández, J.L.; Orozco-Vidal, J.A. 2009. Application of organic fertilizers in the production of forage corn with drip irrigation. *Terra Latinoamericana.* 27:329-336.
- Ingham R.E. 2005. *The Compost Tea Brewing Manual.* 5a ed. Soil Foodweb Inc. Corvallis, OR, EEUU. 79 pp.
- Pant P., A., T. J. K. Radovich, N.V. Hue, and R. E. Paull. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Sci. Hortic.* 148: 138-146.
- Pant, A. P., T. J. K. Radovich, N. V. Hue, and N. Arancon. 2011. Effects of vermicompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Sci. Util.* 19: 279-192.

Pant, A. P., T. J. K. Radovich, N. V. Hue, S. T. Talcott, and K. A. Krenk. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pakchoi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. *J. Sci. Food Agric.* 89: 2383-2392.

Preciado R., P., M. Fortis H., J. L. García H., E. Rueda P., J. R. Esparza R., A. Lara H., M. A. Segura C. y J. Orozco V. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia* 36: 689-693

Rippy J. F. M., Peet M. M., Louis F. J., Nelson P. V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39 (2): 223- 229.

SAS (1999) *User's Guide: Statistics*. Ver. 8. SAS Institute, Inc. Cary, NC, EEUU.

Shrestha, K., K. Walsh, and D. Midmore. 2012. Microbially enhanced compost extract: Does it increase solubilisation of minerals and mineralisation of organic matter and thus improve plant nutrition. *J. Biorem. Biodegrad.* 3: 2155-6199

Steiner AA (1984) The universal nutrient solution. *Proc. 6th Int. Cong. on Soilless Culture*. ISOSC. Lunteren, Holanda. pp. 633-649.

Theunissen, J., P. A. Ndakidemi, and C. P. Laubscher. 2010. Potential of vermicomposta produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. *Int. J. Phys. Sci.* 5: 1964-1973.

Propuestas de construcción de muros y azoteas verdes en la zona metropolitana de La Laguna

Ibarra-Ponce, Sergio A.¹; Muro-Pérez, Gisela²; Sánchez-Salas, Jaime²;
Camporredondo-Reyes, Fco. Luis.¹

Sergio78doby@hotmail.com

¹ Facultad de Ingeniería Ciencias y Arquitectura. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. México. C.P. 35010.

² Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Botánica. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. México. C.P. 35010.

RESUMEN

En la actualidad uno de los mayores problemas que existen es el deterioro del medio ambiente que ha traído como consecuencia el cambio climático, la contaminación, la extinción. A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencias de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se desgasta cada vez más. La planeación de sistemas pasivos como el uso de especies nativas, muros y azoteas verdes de manera estratégica podría ser una alternativa para cambiar el entorno de la Zona Metropolitana de La Laguna conformada por Matamoros, Torreón, Gómez Palacio y Lerdo. El proyecto un catálogo de muros y azoteas verdes en donde se verifica la planeación, explicación de la ejecución de estos sistemas en edificios nuevos y existentes, especies de flora al clima árido la zona metropolitana de La Laguna, dos propuestas de solución que es el edificio “B” de la Facultad de Ingeniería Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango, y la otra propuesta es una casa habitación. El proyecto surge de la necesidad de implementar nuevas estrategias sustentables en las que un edificio no necesite tanta energía para regular su temperatura interior. En La Zona Metropolitana de La Laguna los climas son extremos y se requieren de aparatos eléctricos que consumen demasiada energía, esto hace que el deterioro del medio sea un factor común en la región.

Palabras clave: Construcción, Propuestas, Muros y Azoteas.

Evaluación de girasol de medio riego (*Helianthus annuus* sp) en el Ejido La Loma, Lerdo, Dgo.

Jiménez-Aguirre, Carlos Salvador¹; Esquivel-Arriaga, Oscar²; Mata-Espinosa, Miguel Ángel²; Hernández-Salgado, José Ramón²; Quezada-Alvarado, Hilario³

¹Estudiante Ingeniero en Sistemas Agroalimentarios, Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

²Profesor-Investigador, Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

³Administrador ejido La Loma Lerdo, Durango.

RESUMEN

La Comarca Lagunera como la principal cuenca lechera del país con 443,526 cabezas de ganado lechero que demandan gran cantidad de forraje para su mantenimiento y producción. Para solventar esta situación se proponen cultivos alternativos como el girasol. Con relación al cultivo de girasol, se estableció una siembra de 10 ha de la variedad Torino, con el objetivo de evaluar el comportamiento fenológico en tres fechas: 23 de febrero (etapa 1), 25 de abril (etapa 2) y 22 de mayo de 2015 (etapa 3). Se utilizó un diseño experimental en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Las variables experimentales registradas para cada etapa fueron: número de hojas planta⁻¹, altura de la planta en cm, rendimiento de biomasa y materia seca total ha⁻¹ y presencia del capítulo. Para el establecimiento y desarrollo del cultivo en el periodo de enero a mayo, no se realizó ningún riego debido a las precipitaciones que se presentaron y que fueron del orden de 130.6 mm. Solamente se aplicó un riego de auxilio para culminar con el desarrollo del cultivo. Los resultados indican que la variación más importante fue para cada una de las etapas fenológicas ($P \leq 0.01$) para número de hojas, altura de planta y biomasa. Para la cantidad de materia seca total, las diferencias tuvieron una significancia de $P \leq 0.05$. El girasol mantuvo un mayor crecimiento de la etapa 1 a la 2, para la etapa fenológica 2 y 3 mostro un incremento menor y se obtuvo la mayor altura (65.31 ± 12.36 cm), más hojas por planta (19.07 ± 2.2) y se desarrollaron los capítulos con un diámetro de 11.77 ± 1.74 cm. Durante las etapas fenológicas se mostró acumulación de material vegetativo siendo la etapa 3 donde se registró la mayor cantidad de rendimiento en verde así como en materia seca total con 5792 ± 1698 kg ha⁻¹ y 3831 ± 1282 kg ha⁻¹, respectivamente. Se concluye que el cultivo de girasol es adecuado para uso forrajero en la Comarca Lagunera, México; se recomienda su corte a los 90 días después de la siembra debido a que se logra producir la mayor cantidad de forraje verde y seco, existe la presencia de capítulos así como la máxima altura y más follaje.

Palabras Claves: Girasol, etapas fenológicas, rendimiento, forraje, materia seca.

ABSTRAC

The Comarca Lagunera as the main basin dairy in the country with 443,526 heads of dairy cattle that demand lots of fodder for their maintenance and production. To solve this situation we propose alternative crops such as sunflower. A crop of 10 was established with regard to the cultivation of sunflower, has variety Torino, in order to evaluate the behavior of phenological on three dates: February 23 (stage 1), April 25 (stage 2) and May 22 (stage 3), 2015. An experimental design was used in complete blocks with three replications randomly. The experimental variables registered for each stage were: number of plant leaves, plant height in cm,

biomass and stuff dries total ha^{-1} and presence of the chapter. For the establishment and development of the crop in the period from January to May, did not perform any irrigation due to rainfall which arose and which were of the order of 130.6 mm. Only an auxiliary irrigation was applied to culminate with the development of the crop. The results indicate that the most important variation was for each of the phenological stages ($P \leq 0.01$) for number of leaves, plant height and biomass. For the amount of total dry matter, differences had a significance of $P \leq 0.05$. Sunflower maintained growth of stage 1 to 2, for the phenological stage 2 and 3 showed one smaller increase and obtained the highest (65.31 ± 12.36 cm), more leaves per plant (19.07 ± 2.2) and developed the chapters with a diameter of 11.77 ± 1.74 cm. During phenological showed accumulation of vegetative material being the stage 3 was recorded where many performance in green as well as total dry matter with 5792 ± 1698 kg ha^{-1} and 3831 ± 1282 kg ha^{-1} , respectively. It is concluded that the cultivation of sunflower for forage use in the Comarca Lagunera, Mexico is recommended his court 90 days after sowing since is achieved to produce the greatest amount of green and dry forage, there is the presence of chapters as well as the maximum height and more foliage.

Key words: Sunflower, stages phenological, yield, forage, dry matter.

Evaluación de biofertilizante en cinco variedades de maíz (*Zea mays L.*) forrajero en Bermejillo, Dgo.

Moran-Valles, Juan Carlos; Esquivel-Arriaga, Oscar; Mata-Espinoza, Miguel Ángel; Gonzales-Lozano, Víctor; Sánchez-Domínguez, Paola Carolina; Hernández-Ibarra, Gonzalo.

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo

RESUMEN

Se evaluó el efecto de inoculación de biofertilizante FerbiliQ® en semillas de cinco variedades de maíz forrajero sobre el rendimiento de forraje verde y materia seca en kg ha⁻¹. El estudio se realizó en el Rancho el Carmen de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. En el experimento se estableció en 3 repeticiones con micorriza y 3 sin micorriza con el mismo manejo agronómico, se empleó un diseño experimental complementado al azar con arreglo en campo en Parcelas divididas, donde la parcela grande fue el nivel de micorrizas (Con y Sin) y la parcela chica las variedades (Berentsen, Arrayan, C15A Unicam, H91s50w, S126018). El nivel de micorrizas mostró efecto significativo ($P \leq 0.05$) en el rendimiento de forraje verde. Sin embargo, el rendimiento de forraje seco fue diferente ($P \leq 0.05$) por efecto de variedad. Los efectos conjuntos de nivel de micorrizas y variedad fueron no significativos ($P > 0.15$) en ambos rendimientos de forraje. El inocular micorriza a las semillas de maíz se refleja en un incremento en forraje verde de 9363 kg ha⁻¹ con respecto no realizar la inoculación con un promedio de rendimiento de 22636 ± 1280 kg ha⁻¹ y los efectos de variedad son similares.

La variedad que obtuvo el mayor peso de forraje seco fue C15 A UNICAM con 425 kg ha⁻¹ más que la variedad S126018 con el menor rendimiento promedio de 27666 ± 58.3 kg ha⁻¹, las variedades Berentsen, Arrayan y H91s50w su comportamiento fue intermedio. El inocular el biofertilizante a la semilla de maíz forrajero se obtiene un incremento en la producción en materia verde, este efecto se debe a mayor absorción de agua hacia la planta ya que en peso no existen diferencias significativas. La variedad C15A UNICAM es la que genera mayor rendimiento tanto en materia verde y seca.

Palabras Claves: Micorrizas, Rendimiento, maíz forrajero.

ABSTRACT

The effect of inoculating biofertilizers FerbiliQ® in seeds of five varieties of forage maize on yield of green forage and dry matter kg was evaluated Ha⁻¹ study was conducted at Rancho el Carmen of University Regional Unit Drylands University Chapingo. The experiment was established in 3 repetitions with mycorrhiza and 3 without mycorrhiza with the same agronomic management, experimental design complements random was used under field in divided plots, where the main plot was the level of mycorrhizal (with and without) with and the small plot varieties (Berentsen, Arrayan, C15A Unicam, H91s50w, S126018). The level of mycorrhiza showed significant ($P \leq 0.05$) in forage yield. However, the dry forage yield was different ($P \leq 0.05$) effect of variety. The combined effects of mycorrhizae level and variety were not significant ($P > 0.15$) in both forage yields. The inoculated mycorrhizal corn seeds increased forage of 9363 kg ha⁻¹ relative not perform inoculation with an average yield of 22636 ± 1280 kg ha⁻¹ and the effects are similar variety is obtained. The variety had the highest weight of dry

forage was C15 A UNICAM 425 kg ha⁻¹ more variety S126018 with the lowest average yield of 27666 ± 58.3 kg ha⁻¹, the Berentsen, Arrayan and H91s50w varieties behavior was intermediate. The biofertilizer to inoculate the forage maize seed production increased green matter is obtained, this effect is due to higher water absorption into the plant by weight since no significant differences. C15A UNICAM variety is what generates greater performance on both green and dry matter.

Keywords: mycorrhizae, Performance, forage maize.

Determinación de Huella Hídrica en el cultivo del Garbanzo (*Cicer arietinum*) en el municipio de Cajame, Sonora

Salazar-Marmolejo, Blanca Veronica¹; Ríos-Flores, José Luis^{1*}; Jiménez-Velasco, Carlos¹; Morales-García, Sonia Isela¹; Rentería-Borjón, Elizabeth¹; Zamora-Ramírez, Anselmo¹

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230. e-mail: j.rf2005@hotmail.com (*Autor responsable). ²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

RESUMEN

El objetivo del proyecto es cuantificar la productividad y eficiencia física, económica y social del uso agrícola del agua por gravedad, en Garbanzo (*Cicer arietinum*) vs Trigo (*Triticum aestivum*) en el Distrito de Riego 041 en el municipio de Cajame, Sonora para evaluar la productividad y eficiencia del agua en estos dos cultivos, generando indicadores a partir de datos base de costos de producción de FIRA en ciclo 2012-2013. Se utilizaron datos del anuario estadístico de SIAP. Los resultados indicaron que en términos de eficiencia física el trigo fue más eficiente, ya que para generar una tonelada de producto físico implica utilizar **15.99 %** menos agua en comparación con el garbanzo, e igualmente el trigo fue más eficiente en cuanto la productividad física del agua irrigada, pues es más eficiente un **19.04%** que el garbanzo, pero no así en cuanto a eficiencia económica, debido a que para producir \$1 ingreso bruto, en el cultivo de trigo se necesitan **230 L** de agua, en cambio para producir \$1 de ingreso bruto en el garbanzo se requieren de **70 L** de agua, es decir, 211.88 % más agua en trigo que en garbanzo.

Palabras clave: *Cicer*, *Triticum*, productividad, eficiencia

ABSTRACT

The project aims to quantify the productivity and efficiency physical, economic and social agricultural water use gravity in Chickpea (*Cicer arietinum*) vs wheat (*Triticum aestivum*) in Irrigation District 041 in the municipality of Cajame, Sonora to assess productivity and efficiency of water in these two crops, generating indicators from base FIRA production costs in 2012-2013 cycle data. Statistical Yearbook data used SIAP. The results indicated that in terms of physical efficiency wheat was more efficient as to produce a ton of product physical means using less water 15.99% compared with chickpea, and the wheat was equally efficient as the physical productivity of water irrigated, it is more efficient one 19.04% than the chickpea, but not in terms of economic efficiency, because to produce \$ 1 Gross income, growing wheat 230 L of water are needed instead to produce \$ 1 of income crude chickpea required 70 L of water, ie water 211.88% more wheat in chickpea.

Keywords: *Cicer*, *Triticum*, productivity, efficiency.

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos y el uso del agua son dos procesos estrechamente relacionados, a medida que la competencia por el agua se intensifica en todo el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada de manera más eficiente (Pásquele, Hsiao & Federes, 2007). EL

concepto de la productividad del agua fue establecido por Kijne, Barker & Molden, (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento.

El agua es el recurso más importante; ya que las plantas, los animales y el ser humano dependen de su existencia. El 95% de los almacenamientos de agua del mundo se encuentran localizados en los océanos. Del 5 % restante, aproximadamente del 2 al 4 % se encuentra inmóvil en forma sólida en las regiones polares y aproximadamente el 0.5 % restante representa agua dulce contenida en los ríos, lagos, presas, atmósfera y acuíferos subterráneos de la litosfera (Díaz, 2006).

La agricultura emplea más del 70 % del agua utilizada en el mundo. Esta escasa eficiencia, convierte a la agricultura en el sector donde se adoptan los mayores cambios tecnológicos que permitan compensar las mermas *per cápita* (CONAGUA, 2012).

El trigo y el garbanzo se producen principalmente en el norte del país cuya región se caracteriza por ser árida (SAGARPA, 2012). La ocurrencia de lluvias en estas zonas no es óptima, pero el beneficio incremental de una inversión para aumentar la disponibilidad de agua es mayor que el costo de la misma, por ello se justifica la irrigación y solamente mediante esta actividad es posible el abastecimiento de agua para la agricultura (IICA-Costa Rica, 2002).

Objetivo

Cuantificar la eficiencia y productividad física, económica y social del uso agrícola del agua por gravedad, en Garbanzo (*Cicer arietinum*) vs Trigo (*Triticum aestivum*) en el DDR-041 en el municipio de Cajeme, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Cajeme, Sonora se localiza en el sur del Estado, es el corazón agrícola de Sonora, en el fértil y bien irrigado Valle del Yaqui. Hoy en día, es un portento de técnicas agrícolas avanzadas, y base a uno de sus mejores centros de agricultura experimental para el desarrollo de nuevas variedades de cultivos. El municipio está ubicado en el suroeste del estado de Sonora, su cabecera es la población de Ciudad Obregón y se localiza en el paralelo 27° 29' de latitud norte y a los 109° 56' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. El municipio se localiza en la cuenca B del río Yaqui de la región Hidrológica No. 9 siendo el mismo río el que abastece la presa Álvaro Obregón; esta es la única que se encuentra en el municipio y su capacidad es de 2,989 millones de metros cúbicos y de 3,227 millones de metros cúbicos sobre elevada con agujas (INEGI, 2008).

Fuentes de información

Se emplearon datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola, año 2013, del SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera), del cual se obtuvieron cifras de superficie

cosechada, producción física anual, y rendimientos físicos ha^{-1} del trigo grano y garbanzo grano. Para los costos por hectárea se emplearon datos del Sistema de Agrocostos de FIRA, a través del cual se obtuvo el costo total por hectárea. Asimismo, los costos de producción por hectárea de FIRA, considera el volumen neto de agua irrigada al cultivo.

Variables evaluadas

Se evaluaron diez variables en el ciclo 2012-2013.

1. Y_1 = Metros cúbicos de agua usada en el riego necesarios para producir una tonelada de producto.
2. Y_2 = Kilogramo de producto físico producido por cada m^3 de agua usado en el riego.
3. Y_3 = Metro cubico de agua irrigados por cada \$1 de Ingreso bruto generado.
4. Y_4 = Ingreso generado por cada m^3 de agua usado en el riego.
5. Y_5 = Ganancia generada por cada hectómetro cúbico de agua usada en el riego.
6. Y_6 = Metros cúbicos irrigados por cada \$1 de utilidad bruta generada.
7. Y_7 = Empleos generados por cada hm^3 de agua irrigada.
8. Y_8 = Horas de trabajo invertidas por tonelada.
9. Y_9 = Numero de kilogramos por hora de trabajo invertida
10. Y_{10} = Ganancia producida por hora de trabajo.

Método y ecuaciones matemáticas utilizadas

Al analizarse dos años y comparar en este ciclo a dos cultivos diferentes, se aplicó el enfoque metodológico-económico del tipo estático-comparativo de Astor (1984) a la metodología para la eficiencia en el uso del agua de riego propuesta por el Instituto Internacional del Manejo del Agua. Además se utilizó metodología elaborada por el Dr. José Luis Ríos Flores (2014), de acuerdo a la lógica de la determinación de índices de productividad y eficiencia, ya que no es más que el cociente entre la producción de un proceso y el gasto o consumo de dicho proceso y viceversa. Las doce ecuaciones matemáticas de las variables de Y_1 a Y_{12} , y señaladas a continuación, se calcularon para ambos cultivos en el DR-041 del municipio de Cajeme, Sonora.

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000 LR}{RF}$$

$$Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{LR}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000 LR}{RM} = \frac{10000 LR}{RF (Pr)}$$

$$Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001 RM}{LR} = \frac{0.0001 RF (Pr)}{LR}$$

$$Y_5 = \frac{G}{V} = \frac{I - C}{10000LR} = \frac{0.0001 (RF (Pr) - C)}{LR}$$

$$Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{G} = \frac{10000LR}{G}$$

$$Y_7 = \frac{E}{Vt}$$

$$Y_8 = \frac{J * 8}{RF}$$

$$Y_9 = \frac{RF}{J * 8}$$

$$Y_{10} = \frac{G}{J * 8}$$

Dónde:

G = Ganancia por hectárea.

I = RM = Ingreso o rendimiento monetario por hectárea.

C = Costo por hectárea.

RF = Rendimiento físico (ton/ha).

Pr = Precio real por tonelada (en el año 2013).

LR = Lámina de riego (m).

V= Volumen de agua utilizado (m³) = LR*10000.

E = Número de empleos generados al año = S*J/288.

S= Superficie cosechada (ha).

J= Numero de jornales por hectárea.

288 = Número de jornadas de trabajo al año por trabajador= 6 jornadas de trabajo por semana por 48 semanas al año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cultivos de trigo y garbanzo, en el DDR-041 tuvieron diferente extensión territorial de 74,435 y 2,992 ha correspondientemente. Perteneciéndoles producciones físicas anuales de 535,293.83 y 7,531.25 toneladas respectivamente, sus precios nominales promedio por tonelada, en el ciclo 2012-2013 fueron del orden de 3,582.22 y 13,300 pesos consecutivamente. Correspondiéndoles rendimientos físicos de 7.19 y 2.52 ton por hectárea.

Cuadro 1. Indicadores de productividad y eficiencia del agua y del factor laboral en la producción de trigo grano (*Triticum aestivum*) y garbanzo grano (*Cicer arietinum*) en Cajeme, Sonora (2012-2013).

Variable económica	Trigo	Garbanzo	Trigo/Garbanzo=1
Y ₁ = Litros de agua por kilogramo	834.33	993.20	0.84
Y ₂ = Kilogramos/m ³ de agua	1.20	1.01	1.19
Y ₃ = m ³ de agua por \$ de ingreso bruto	0.23	0.07	3.12
Y ₄ =Ingreso bruto/ hm ³ de agua	4.29	13.39	0.32
Y ₅ =Utilidad bruta/ hm ³ de agua	-18.47	353.72	-0.05
Y ₆ = m ³ de agua por \$ de utilidad bruta	-54,142	2,827	-19.5

$Y_7 =$ Empleos generados/ hm^3 de agua	416.6	10,000	0.42
$Y_8 =$ Horas de trabajo invertidas por tonelada	2.78	7.95	0.35
$Y_9 =$ Ganancia / trabajador	359.57	125.86	2.86
$Y_{10} =$ Ganancia / hora de trabajo	-142.44	132.29	-3.12
$Y_{11} =$ Punto de Equilibrio (ton ha^{-1})	-24.25	8.58	-2.83
$Y_{12} =$ Vulnerabilidad crediticia	9.49	2.32	4.10

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras del SIAP (2013) y de FIRA (2013).

La primer variable, Y_1 , mide la cantidad de m^3 de agua usada para producir un tonelada de producto físico, señala, que se necesitan $834.3m^3$ de agua (834,300 litros) para producir una tonelada de trigo, y al mismo tiempo para producir una tonelada de garbanzo se requieren $993.1 m^3$ de agua (993,100 litros), es decir, para generar una tonelada de producto físico implica utilizar 15.99 % menos agua en trigo que en garbanzo.

Para tener un referente respecto del consumo de agua, es válido considerar como parámetro el volumen de agua consumido por día por un ser humano, así, si se consideran 100 litros ($0.1 m^3$) por persona por día, se determinaría que con el volumen de agua consumido por una tonelada de trigo producido $834.3m^3$ al multiplicársele por la producción física anual, 535,293.83 toneladas, se obtendrían 446.5 millones de m^3 , por otra parte, considerando una población de 1,000,000 habitantes, estos gastarían un total de $3,650,000 m^3$ de agua por año, se obtendría que esa población gastaría los 446.5 millones de m^3 de agua en un lapso de 44,659.5 días.

La variable Y_2 , mide la cantidad de producto físico (kg) por m^3 de agua usada, señala que $1m^3$ de agua produce 1.2 kg de trigo, y al mismo tiempo con un $1m^3$ de agua se producen 1 kg de garbanzo, es decir que el trigo es más eficiente un 19.04% en cuanto al rendimiento físico por metro cubico que el garbanzo.

La variable Y_3 , mide la cantidad de m^3 de agua usada para producir un \$1 ingreso bruto, dicha variable señala que se necesitan $0.23 m^3$ de agua (230 litros) para producir \$1 de ingreso bruto de trigo, y al mismo tiempo para producir \$1 de ingreso bruto de garbanzo se requieren $0.07 m^3$ de agua (70 litros), es decir, para generar un \$1 de ingreso bruto implica 212 % más agua en trigo que en garbanzo.

La variable Y_4 , mide el ingreso bruto por metro cubico de agua, dicha variable señala que se generan \$4.29 por metro cubico de agua usada en trigo, y al mismo tiempo se generan \$13.39 de ingreso bruto por metro cubico de agua en garbanzo, es decir, que por cada \$1 de ingreso bruto que genera la producción de garbanzo, en trigo se generan \$0.32, en otras palabras el garbanzo genera un 67.94% más ingreso que el trigo.

La variable Y_5 , mide ganancia generada por cada hectómetro cúbico de agua usada en el riego, dicha variable señala que se pierde \$18.46 por hectómetro cubico de agua usada en trigo, y al mismo tiempo se generan \$353.72 de ganancia por hectómetro cubico de agua en garbanzo.

La variable Y_6 , mide los hectómetros cúbicos usados para generar \$1 de ganancia, dicha variable señala que por cada peso que se pierde en trigo se utilizan 54,142.9 m³ de agua, y al mismo tiempo en garbanzo, por cada \$1 de ganancia obtenido se utilizan 2,827.11 m³.

Esto quiere decir que en cuestiones económicas el trigo no es redituable ya que genera pérdidas en comparación con el garbanzo, sin embargo este cultivo es una buena opción en la producción de alimentos ya que economiza el agua.

La variable Y_7 , mide la cantidad de agua (medida en hm³) usada en los cultivos de trigo y garbanzo. Señala que por cada hm³ de agua utilizada en la producción de trigo se generan 417 empleos, y al mismo tiempo con 1 hm³ de agua se producen 10,000 empleos en la producción de garbanzo, es decir que en cuestión de empleos el garbanzo genera un 58 % más.

La variable Y_8 , mide la cantidad de horas empleadas para producir una tonelada de trigo y garbanzo. Señala que se utilizan 2.78 horas (3 horas 18 min) para producir una tonelada de trigo, y al mismo tiempo producir una tonelada de garbanzo se requieren de 7.95 horas (8 horas 35 min), es decir que es más eficiente producir trigo ya que se requiere menos tiempo para producir una tonelada.

La variable Y_9 , mide la cantidad de kilogramos de producto físico producido en una hora de trabajo, dicha variable señala que en una hora de trabajo se producen 359.57kg de trigo, y en ese mismo tiempo se producen 125.86 kg de garbanzo grano. Es decir, el trigo grano tiene una producción 286 % mejor que la producción de garbanzo en una hora de trabajo.

La variable Y_{10} , mide la ganancia generada por cada hora de trabajo. De acuerdo a lo anterior en la producción de cultivo de trigo se tiene una pérdida de \$412.44 por cada hora de trabajo, en comparación con la producción del cultivo de garbanzo que se tiene una ganancia de \$132.29 por cada hora de trabajo. Es decir, la producción del cultivo de garbanzo es más redituable que la producción de cultivo de trigo.

CONCLUSIÓN

Se concluye que en cuanto a productividad y eficiencia de agua el cultivo de trigo es mejor ya que con un metro cubico de agua genera más productividad física que el cultivo de garbanzo, sin embargo en cuanto a productividad y eficiencia económica el garbanzo es más viable pues genera ganancia, en comparación con trigo el cual genera perdida. No obstante esta no es una limitante para su producción en Cajeme, Sonora, puesto que el trigo es uno de los principales cultivos que se producen en este municipio. Siendo así una opción razonable debido a que la utilización de agua es apropiada para zonas áridas.

LITERATURA CITADA

Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5a edición. Siglo veintiuno editores. México.

CONAGUA. 2012. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/usosdelagua32.html>.

Díaz O, J. E. (2006). Riego por Gravedad. Programa Editorial Universidad del Valle. Cali, Colombia. p. 19.

Fideicomisos Instituidos En la Relación de la Agricultura (FIRA). Costos de producción ciclo 2012-2013.

IICA- Costa Rica. (2002). Agua y agricultura. IICA Biblioteca Venezuela.

INEGI (2008). Carta de Climas, 1:1000 000.

Kijne, J. W. Barker, R. & Molden, D. (2003). Water productivity in agriculture: Limits and opportunity for Improvement. CABI, Cambridge, UK.

Pasquale, S. Hsiao, T. C. Federes, E. (2007) On the conservative behavior of biomass water productivity. Water Productivity: Science and practice. IrrigSci 25:189-207.

Ríos Flores J. L., Torres M, M. A., Pedroza S, A. & Torres M, M. (2014). Investigación en matemáticas, economía y ciencias sociales. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo.

SAGARPA, 2012. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria, ciclo agrícola 2012-2013. Delegación Comarca Lagunera Cd. Lerdo, Dgo.

Caracterización de las tierras de pastoreo en el sur de Tamaulipas

Mendoza-Cortina, Adela; Blando-Navarrete, José Luis; Hernández-Ibarra, Gonzalo;
Esquivel-Arriaga, Oscar

Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P.
35230

adela.mendoza@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Las tierras de pastoreo constituyen un recurso natural renovable y pueden ser manejadas en forma ecológica, de manera que continúen siendo productivas y ambientalmente estables. El uso inadecuado de estas tierras incrementa su deterioro, pérdida de la capacidad de renovación, y disminución de su productividad e inicio procesos de desertificación. Los diferentes tipos de tierras de pastoreo constituyen grandes áreas, regidas por el clima y caracterizadas por la dominancia de tipos de vegetación, en función de gradientes altitudinales, ocasionando una variedad de ambientes que no son homogéneos. En este estudio se realizó una regionalización del Municipio de Ocampo, Tamaulipas. Mediante la definición de Unidades Ambientales, en función del tipo de geoforma, unidad litológica, tipo de suelo, tipo de vegetación, uso actual del suelo y exposición solar, elaborando una propuesta de aprovechamiento, manejo y conservación de las tierras de pastoreo a nivel municipio, lo cual facilitará la toma de decisiones de los ganaderos para el manejo de estas tierras. Se realizó el levantamiento de estas unidades ambientales mediante el empleo de imágenes de satélite (Imágenes de Google), cartografía temática, muestreo de campo utilizando el método de distancia-punto-planta, para conocer los atributos de la vegetación como son: cobertura basal, densidad relativa, frecuencia, dominancia, valor de importancia, condición de las tierras de pastoreo y coeficiente de agostadero. Dentro de los resultados obtenidos en los muestreos son la clasificación de las tierras de pastoreo por unidades ambientales.

Palabras clave: Regionalización, tierras de pastoreo, Unidad Ambiental, geoforma, tipo de vegetación

Caracterización del uso de la vegetación arbórea nativa en el sur del municipio de Tamazunchale, San Luis Potosí

Hernández-Hernández, Lidia; Blando-Navarrete, José Luis; Esquivel-Arriaga, Óscar; Hernández-Ibarra, Gonzalo

Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.
Correo: lidia.hernandez@chapingo.uruza.edu.mx, jlblando@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad conocer y describir los usos que se da a la vegetación arbórea de la selva alta perennifolia en la región sur del municipio de Tamazunchale, perteneciente al estado de San Luis Potosí, México. La metodología de trabajo consistió en la realización de entrevistas con informantes clave y muestreos de campo en diversos sitios para la obtención de información ambiental y botánica de las especies arbóreas, determinando hasta ahora un total de 70 especies arbóreas nativas. Las especies maderables útiles más frecuentes son el cedro (*Cedrela odorata* M. Roem. King), el palo de rosa (*Tarbebuia rosea* (Bertol) DC.), el pioche (*Melia azedarach* L.), el copal (*Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl.), la guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam.) y el cocuite (*Gliricidia sepium* (Jacq.)). Los principales usos que las comunidades dan a las especies arbóreas son para la obtención de maderas preciosas, como el cedro y el palo de rosa que se usan para la elaboración de muebles. Otras especies de maderas duras se emplean en la construcción y reparación de casas, postes para cercas “vivas”, y cercados en general, además de la extracción de leña para uso doméstico. Las partes utilizadas para las actividades antes referidas, son tallos o troncos y ramas de diferentes grosores.

Palabras clave: Selva alta perennifolia, árboles tropicales nativas, madera preciosa, especies maderables.

ABSTRACT

This preset study aim to identify and describe the uses given to the arboreal vegetation of the high evergreen forest in the south of the city of Tamazunchale, appertaining to state of San Luis Potosi, Mexico. The working methodology consists of interviews with key informants and field sampling in various sites to obtain of environmental information and botany of tree species, determining until today a total 70 natives tree species. The most common useful timber species are the cedro (*Cedrela odorata* M. Roem. King), palo de rosa (*Tarbebuia rosea* (Bertol) DC.), the pioche (*Melia azedarach* L.), the copal (*Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl.), the guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam.) and cocuite (*Gliricidia sepium* (Jacq.)). The main uses that communities give the tree species are to obtain precious woods such as cedro and palo de rosa used for the production of furniture. Other species of hardwoods are used in the construction and repair of houses, poles for "live" fences, and enclosures in general, in addition to the extraction of wood for domestic use. The parts used for the mentioned activities are stems or trunks and branches of different thicknesses.

Keywords: High evergreen forest, native tropical trees, precious wood, timber species.

INTRODUCCIÓN

La vegetación arbórea ha sido usada tradicionalmente por las comunidades rurales y ha constituido la fuente básica para obtener algunos de los insumos más importantes para el sistema de vida para las familias que viven en estas zonas, principalmente para la obtención de productos maderables y no maderables.

El conocimiento de los principales usos de los arboles han sido transmitidos durante varias generaciones y han ido perfeccionando gracias a la experimentación de muchos años, hasta llegar a conocer el mejor uso posible para cada una de las especies arbóreas de la región. De manera que, los padres heredaban sus conocimientos a sus hijos, les enseñaban que usos se le daba a cada especie de árbol basándose en sus experiencias les enseñaban que árbol producía madera de buena calidad, que presentara cierta resistencia, que sea duradero, dependiendo del uso que se le fuese a dar.

En la actualidad, son pocas las personas que conservan el aprecio que sus ancestros tenían sobre estos recursos para satisfacer sus necesidades cotidianas. Los principales usos que aún se conocen son para construcción y reparación de casas rústicas, para la elaboración de muebles, cercas vivas, cercados para parcelas o potreros, extracción de leña y uso doméstico en la construcción de molendos y trasteros, y en algunos casos para la confección de herramientas. Las nuevas generaciones están perdiendo estos conocimientos heredados por sus antepasados así como se está perdiendo con el mismo ritmo que se pierde la vegetación natural. La pérdida de especies y la sustitución de productos derivados de la madera por otros importados, contribuyen sin duda a incrementar tanto la falta de aprecio por la vegetación natural remanente como su tala y descuido; este círculo vicioso se mantendrá, hasta que los campesinos revaloren sus especies, sus productos y sus tradiciones (Gutiérrez y Dorantes, 2005).

Últimamente se ha prestado poca atención para este tipo de estudios en esta región donde se analice la situación en conocer la importancia que tienen las especies arbóreas y sus productos al contribuir directamente al bienestar de la población rural. Por lo que el presente estudio tiene como objetivo caracterizar la flora del municipio de Tamazunchale, perteneciente al estado de San Luis Potosí, mediante muestreos y realizando entrevistas con informantes clave de varias comunidades rurales para describir los usos y manejo que la población da a las especies arbóreas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Tamazunchale pertenece al estado de San Luis Potosí, se encuentra ubicado al sureste del estado, en la zona huasteca. Se localizan entre las coordenadas 21° 18' y 21° 10' de latitud norte y 98° 38' y 98° 41' de longitud oeste. El área de estudio se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental y está representada por la subprovincia Carso Huasteco, que

está conformada por sierras altas y bajas de altitud variable entre los 40 y 1400 msnm (INEGI, 2009).

La zona de estudio, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1980), corresponde al grupo climático semicálido húmedo con lluvias todo el año (A)C (m)(w), con una precipitación total anual que varía entre 1500 mm y 3000 mm, con una temperatura media anual entre 20 y 24°C.

De acuerdo al INEGI (1988), la vegetación predominante en la zona corresponde a la asociación vegetal selva alta perennifolia, se caracteriza por presentar una vegetación muy densa dominada por árboles altos, de más de 30 m, la copa a menudo presenta formas piramidales achatadas o más o menos esféricas, los troncos son rectos con abundantes bejucos y plantas epifíticas (que viven enraizadas sobre otras plantas), el diámetro de los troncos oscilan entre 40 y 80 cm, aunque no son raros los individuos con diámetros mayores de 1.5 m y 2 m y además permanecen verdes todo el año, aunque a veces algunos árboles aparecen desnudos de follaje durante la fase de floración (Miranda & Hernández X., 1963). Las especies representativas son: *Cedrela odorata*, *Tarbebuia rosea*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Mirandaceltis monoica* y *Dendropanax arboreus*. Las equivalencias considerados por otros autores para este tipo de vegetación son selva alta siempre verde (Miranda 1951), selva alta perennifolia, (Miranda y Hernandez X. 1963), bosque tropical perennifolio (Redzowski 1966) y selva alta perennifolia, (Flores *et al.* 1971).

Método

1. Revisión y análisis bibliográfico y cartográfico.

Se analizó la información de obras realizadas al área de estudio, reconociendo los términos y conceptos empleados por otros autores y la cartografía temática contenida en el Atlas del Medio Físico, además de las cartas fisiográficas, con el objeto de delimitar el área de estudio y para emplearla como referencia durante las exploraciones de campo. En base a esta información cartográfica temática y básica, se realizó una caracterización general de los factores ambientales de la región para el diseño de la metodología.

Además se identificaron los sistemas de geformas, unidades geológicas, fisiográficas y tipos de vegetación (en este caso la vegetación arbórea) que permitieron definir los diferentes sitios de muestreo con base a factores analíticos, tratando que las áreas sean representativas y aporten información específica (Mauttecci y Colma, 1982). Se diseñó el itinerario de trabajo y se trazaron las principales rutas de acceso a la zona de estudio para iniciar los recorridos y muestreos de campo.

2. Exploración preliminar de campo.

Se realizó un reconocimiento general en los sitios de muestreo observando principalmente la diferenciación del número de estratos reconocibles y las especies que integran cada uno de ellos.

3. Entrevistas con informantes clave.

Para este propósito se diseñaron entrevistas semiestructuradas para la recopilación de la información y se aplicaron a 25 informantes clave, esta herramienta permitió investigar con respecto a las formas de uso de los recursos maderables, especies utilizadas, técnicas empleadas y formas de comercialización de sus productos. El trabajo se acompañó de la observación directa así como de conversaciones, tomando evidencias a las diversas formas de uso que los informantes dan a las especies arbóreas.

4. Muestreo de campo.

Los sitios seleccionados fueron ubicados en el campo en las partes de aspecto homogéneo de la unidad para muestrear, fuera de áreas alteradas o al menos no en los últimos 15 años y que estuviese presente la vegetación arbórea nativa.

Para la cuantificación y evaluación de los atributos de la vegetación arbórea y físicos de cada muestra, se aplicó el método de Muestreo en parcela o lote circular de 19 m de diámetro (Blando, 2001), la cual se dividió en cuatro lotes, en cada uno de estas se tomaron los siguientes datos: número de árboles presentes y frecuencia de cada árbol por cada lote, diámetro a la altura del pecho (d.a.p.), área basal y altura del tronco del árbol.

Análisis de la información obtenida.

Se elaboró una lista de especies de cada sitio de muestreo construyendo una matriz de datos en la cual se calculó el volumen del tronco, área basal total y se determinó el número de árboles por hectárea.

De los datos obtenidos de la entrevistas se elaboró una lista florística de las especies presentes en la región describiendo sus usos principales, la parte utilizada del árbol, tratamiento que se le da al árbol para la recolección de producto, tiempo y tamaño que puede ser aprovechado, cantidad de producto obtenido y formas de comercialización.

RESULTADOS

De la información obtenida de las encuestas, se registró un total de 42 especies maderables nativas, que pertenecen a 21 familias botánicas, distribuidas en la selva alta perennifolia. Los principales usos que mencionaron los encuestados de las especies maderables son para la construcción y reparación de casas, postes para cercas “vivas”, y cercados en general, elaboración de muebles, herramientas de trabajo, medicinal, comestibles, además de la extracción de leña para uso doméstico. Las partes utilizadas para las actividades antes referidas, son tallos o troncos y ramas de diferentes grosores y en algunos casos los frutos.

Las especies como el cedro (*Cedrela odorata*) y el palo de rosa (*Tarbebuia rosea*) lo consideran como madera preciosa y es la que mayormente se utiliza para la obtención de tablas, tablones y

cintas por ser maderas de muy buena calidad, para la elaboración de muebles y construcción de casas. La explotación de la madera de estas dos especies maderables está regulada por la misma comunidad a través de un reglamento interno y por instituciones como la Semarnat e Instituciones de Ecología.

El aprovechamiento de un árbol dependerá del uso, para obtener la madera, el árbol deberá tener una edad mínima de 10 años, con d. a. p. (diámetro a la altura del pecho) entre 0.30 m y 1.00 m. y altura mínima de 6.0 m; para la construcción de casas y cercados en general se seleccionan árboles de 2 años en adelante con d.a.p. de 0.15 m a 0.25 m y altura de 6 m a 40 m. Para la extracción de leña, se utilizan árboles viejos o enfermos.

Las especies arbóreas útiles más frecuentes mencionadas por los habitantes del municipio de Tamazunchale se enlistan en el siguiente cuadro, destacando sus usos principales y las partes utilizadas del árbol.

Cuadro 1. Especies arbóreas útiles más frecuentes en el sur del municipio de Tamazunchale, SLP.

Nombre común	Nombre científico	Usos
Aguacate	<i>Persea americana</i>	<i>Fruto y hojas:</i> Alimento <i>Tronco y ramas:</i> construcciones en general, leña.
Ajuate	<i>Mirandaceltis monoica</i>	<i>Tronco y ramas:</i> construcciones en general, herramientas, leña.
Aquiche	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Tronco y ramas:</i> construcción para casas, construcciones domésticas, cimbra, leña.
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Tronco:</i> maderable, construcción en general, utensilios domésticos, postes, leña.
Chacah	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Hojas:</i> medicinal <i>Tronco y ramas:</i> cerca viva, leña.
Cocuite	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Flor:</i> alimento; <i>Hojas:</i> forrajero, <i>Hojas y corteza:</i> medicinal. <i>Tronco y ramas:</i> cercas vivas, construcción en general, herramientas, leña.
Palo de rosa	<i>Tarbebuia rosea</i>	<i>Hojas y corteza:</i> medicinal. <i>Tronco y ramas:</i> maderable, herramientas, utensilios domésticos. Leña
Piocha	<i>Melia azedarach</i>	<i>Tronco y ramas:</i> construcción para

		casas, construcciones domésticas, utensilios domésticos, leña.
Ojite	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Fruto y semilla</i> : alimento. <i>Hojas y látex</i> : forrajero, medicinal. <i>Tronco y ramas</i> : leña
Copal	<i>Protium copal</i>	<i>Látex</i> : incienso, tradicional, medicinal. <i>Fruto</i> : medicinal. <i>Tronco y ramas</i> : cercas vivas, insecticida.

De los muestreos realizados se identificaron 28 especies arbóreas nativas, que pertenecen a 15 familias botánicas. En cada unidad de muestreo (lote circular) dividido en cuatro lotes de 9.5 m de radio en el cual se consideraron los siguientes aspectos: número de sitio, número de lote, nombre vulgar de la planta con el que es identificado en la zona por los habitantes y número de individuos de cada árbol (la determinación botánica se realizó de manera posterior en el Herbario de la URUZA) por especie encontrada, área basal y superficie total muestreada, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Resultados obtenidos de los muestreos de la vegetación arbórea nativa realizados en la región de estudio.

Unidad muestreada ¹	Datos obtenidos	Sitio 1	Sitio 2
Lote 1	<i>Arboles totales</i>	24	32
	<i>Nº de especies</i>	11	10
	<i>Área basal total (m²)</i>	15.1	13.9
	<i>Arboles/ha</i>	846	1 129
Lote 2	<i>Arboles totales</i>	27	29
	<i>Nº de especies</i>	11	9
	<i>Área basal total (m²)</i>	13.3	6.8
	<i>Arboles/ha</i>	952	1 023
Lote 3	<i>Arboles totales</i>	22	26
	<i>Nº de especies</i>	14	10
	<i>Área basal total (m²)</i>	11.3	11.5
	<i>Arboles/ha</i>	776	917
Lote 4	<i>Arboles totales</i>	13	17
	<i>Nº de especies</i>	8	11
	<i>Área basal total (m²)</i>	12.5	11.4
	<i>Arboles/ha</i>	459	600

¹La unidad muestreada es un lote circular de 9.5 m, comprende un área de 283.53 m².

DISCUSIÓN

El presente trabajo muestra los usos que dan los habitantes de la región a las especies maderables nativas, y que hasta el día de hoy siguen siendo la fuente básica para obtener algunos de los insumos más importantes para el sistema de vida de las familias, y que además, se sigue reconociendo a las especies maderables de excelente calidad, como el cedro y el palo de rosa. Los usos que le dan a los árboles en la región son para la construcción y reparación de casas, para la elaboración de muebles, postes para cercas “vivas”, y cercados en general, para uso tradicional, y para la extracción de leña, donde emplean básicamente los tallos y los troncos, y en algunos casos aprovechan el fruto como alimento y las hojas o corteza como medicinal.

La información obtenida de los nuestros indica que la densidad de árboles en esta región aún sigue siendo abundante, pero debido al aprovechamiento constante, los habitantes ya no permiten que los árboles se regeneren o alcancen un tamaño y grosor adecuado, lo que conlleva a que la selva alta perennifolia se esté degenerando con el paso de los años.

LITERATURA CITADA

Blando, N. J. L. 2001. Caracterización de unidades ambientales en la región árida de Durango, México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Gutiérrez C. L. & Dorantes L. J. 2005. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. Potencialidades de especies con uso tradicional del estado de Veracruz, como opción para establecer plantaciones Forestales Comerciales 2003-2004. CONAFOR - CONACYT – UV. Recuperado de: <http://www.verarboles.com/>

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tamazunchale, San Luis Potosí.

INEGI. 1988. Atlas nacional del medio físico. Instituto Nacional de estadística y Geográfica. Aguascalientes, México.

Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. México. 1209 p.

Mauttecci, S. D. & Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de estados unidos americanos. Washington D.C. 163p.

Miranda, F. & Hernández, X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su vegetación. Recuperado de: [http://www.ibiologia.unam.mx/sociedad/www/pdf/BSBM%2087/MS1018/Miranda%20y%20Hernandez-X%201963%20\(BSBM28%2029-176\)%20sobretiro-e%20.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/sociedad/www/pdf/BSBM%2087/MS1018/Miranda%20y%20Hernandez-X%201963%20(BSBM28%2029-176)%20sobretiro-e%20.pdf)

Orantes-García, C., Pérez-Farrera, M. Á., Carpio-Penagos, C. U., & Tejeda-Cruz, C. 2013. Aprovechamiento del recurso maderable tropical nativo en la comunidad de Emilio Rabasa, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Madera y bosques*, 19(3), 07-21.

Pennington, T. D. & Sarukhán, J. 1960. Manual para la identificación de campo de los principales arboles tropicales de México. INIF, FAO. México D.F. 413 p.

Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.

Caracterización de las prácticas de uso y manejo de plaguicidas en cultivos hortícolas de la Comarca Lagunera

Esquivel-Valenzuela, Berenice^{1*}; Cueto-Wong, José Antonio²; Pérez-Veyna, Oscar³;
Pedroza-Sandoval, Aurelio¹

1. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Dgo. CP. 35230.
2. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID RASPA). Km. 6.5 margen derecha canal Sacramento 35140 Gómez Palacio, Durango.
3. Unidad Académica en Estudios del Desarrollo. Universidad Autónoma de Zacatecas. Avenida Preparatoria S/n, Hidráulica, 98064 Zacatecas, Zac.

* Autor por correspondencia: bere_esv@hotmail.com

RESUMEN

Los ingredientes activos de los plaguicidas se acumulan en suelos, agua, y a lo largo de la cadena alimenticia. Acontecen tres millones de intoxicaciones por plaguicidas anuales en el mundo y 3385 en México.

El objetivo del trabajo fue caracterizar las prácticas de uso y manejo de plaguicidas en la producción hortícola de la Comarca Lagunera.

El estudio se realizó en melón, sandía, chile y tomate; en los municipios de Viesca, Matamoros, Mapimí y Tlahualilo. Con una muestra de 70 productores.

Se realizaron dos cuestionarios, uno a técnicos y productores para definir los productos usados, cantidad, concentración, y frecuencia; el segundo para trabajadores en que aplican plaguicidas, para establecer las prácticas de manejo.

El 92.5% de los productores aplica plaguicidas, el 59% aplica insecticidas y el 37% fungicidas. Los productos más utilizados son spinetoram (37.8%), metamidofos (34.2%) y carbofurán (27%). El 36.9% de los productores no sabe que productos aplica, y el 88.7% desconoce el ingrediente activo.

El 46% recibe capacitación sobre aplicación de plaguicidas. El 42% tiene equipo de protección personal, pero solo el 36% lo utiliza; el 42% guarda los plaguicidas en su casa. El 65% prepara las mezclas en el campo, y el 30% coloca los envases en la basura común, 30% los quema en el campo y el restante posee un sistema de recolección primario del programa Campo Limpio.

El 30% ha tenido al menos una intoxicación por plaguicidas, y el 7% tiene algún familiar que también sufrió de este problema, todos casos debido al Carbofurán, presentando síntomas como vómito y mareo.

Palabras clave: Hortalizas, plaguicidas, equipo de protección, capacitación.

Las microempresas rurales como creadoras de empleo

Ruiz-Torres, José; Chávez-Rivero, José Antonio; Ríos-Flores, José Luis; Torres-Barraza, San Juana

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez
Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Dgo. CP. 35230.

jruiz@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

El área de trabajo posee escasos recursos naturales y desarrolla actividades primarias a cuyos productos casi nunca le da valor agregado, existen pocas y pésimas fuentes de empleo lo que se refleja en marginación y pobreza por lo que se espera una población decreciente en el futuro inmediato. Ello hace necesario implementar y supervisar permanente acciones concretas que apoyen la economía familiar como las microempresas a quienes durante su operación deben realizarse actividades de mejora continua partiendo de diagnósticos internos y externos sabiendo que son muchas las variables que impactan esas organizaciones productivas; en los últimos 15 años la URUZA-UACH ha coadyuvado a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes impulsando diferentes acciones entre ellas las microempresas principalmente rurales. En el 2015 para microempresas establecidas se identificaron factores internos y externos para aprovechar los de mayor impacto en cada una; se promovió la creación de nuevas empresas y; se capacitó en aspectos relacionados con el éxito de las empresas. Se trabajó en Montes de Oca, Martha, 22 de febrero, Mapimí y Bermejillo, Municipio de Mapimí; León Guzmán y Juan E. García municipios de Lerdo y Gómez Palacio, en el estado de Durango. Los avances preliminares indican que todas las microempresas estudiadas, han tenido su origen dentro de un ambiente familiar tratando de cubrir la necesidad del auto empleo ; de igual manera la gran mayoría de ellas se encuentran incursionando dentro del mercado informal, pero muestran una tendencia de crecimiento hasta llegar a establecerse de manera formal principalmente para acceder a los diferentes apoyos que existen para las pequeñas y medianas empresas otorgados por los diversos programas gubernamentales. De igual manera se ha encontrado que el crecimiento de estas microempresas es lento, la mayor parte de las actividades ejecutivas esta a cargo de una sola persona, la tecnología empleada dentro de las mismas es muy poca y el capital de trabajo es casi siempre aportado por los integrantes de la misma.

Palabras clave: Diagnósticos, estrategias, acciones, empleo, capacitación

Nivel de bienestar social en comunidades rurales de tres municipios del estado de Durango, México

Ruiz-Torres, José¹; Trejo-Calzada, Ricardo¹

¹Profesor-investigador Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo.

E-mail: jruiz@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

El concepto bienestar social es abstracto, complejo e indirectamente medible por lo que admite múltiples orientaciones y definiciones. Son varios los componentes, económicos y no económicos, para identificarlo aunque los relevantes son: educación, salud, ingreso y consumo. El objetivo de esta investigación fue analizar el nivel de bienestar social de habitantes de seis comunidades rurales de tres municipios del estado de Durango. Se generó información primaria de una muestra de 36 encuestas de las cuales se encontró: 3 comunidades cuentan centro médico público siendo ellas las más pobladas (San José de Bellavista: 395, Narciso Mendoza: 500 y San Atenógenes: 2,000) y solo en la última acude el médico permanentemente; en las 2 comunidades de San Pedro del Gallo no existe centro médico y en una Mapimí no posee. Para las que no poseen centros médicos, las personas acuden a las más cercanas que se encuentran entre 30 y 60 minutos por terracería. El nivel de educación es bajo (Linda Vista 60% sin terminar primaria, San José de Bellavista 55% terminaron primaria, 30 de Noviembre sólo el 45% terminó primaria, Peñoles 33% sin terminar primaria, en Narciso Mendoza 50% sin terminar primaria y en San Atenógenes 60% terminó primaria y 40% secundaria). Las principales fuentes de ingreso son la agricultura y ganadería y en sólo una provienen de apoyos gubernamentales. La información obtenida se comparará con la información existente.

Palabras clave: Calidad de vida, nivel de educación, acceso a la salud, ingresos y consumo.

INTRODUCCION

Como lo señala Actis (2008), el concepto de bienestar social es de naturaleza abstracta, compleja e indirectamente medible por lo que admite múltiples orientaciones y definiciones variadas aunque, recién se hizo manifiesta la preocupación por la calidad de vida de los personas. Por ello en los años 70 nacen los indicadores sociales como alternativa a los indicadores que consideraban solo aspectos económicos. Después aparece el concepto de Desarrollo Humano para que en 1990 dicho concepto se materializara en el Índice de Desarrollo Humano publicado en el informe mundial del PNUD-ONU. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una herramienta útil para explorar las características locales de las capacidades básicas de los individuos en una sociedad. El IDH hace manejable la complejidad asociada a la noción de desarrollo al utilizar tres dimensiones básicas para la medición: salud, educación e ingreso. Asimismo, permite referir estas dimensiones a unidades territoriales o

geográficas y hace evidentes los distintos niveles de bienestar entre naciones, entidades federativas o municipios (PNUD, 2005: 23).

El mismo Actis (2009)b, señala que el concepto de bienestar social puede ser definido de múltiples maneras de acuerdo al enfoque teórico que se adopte, lo cual condiciona el tipo de indicadores sociales que pueden ser utilizados en su medición. Un índice usado a nivel mundial es el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En México es el Índice de Bienestar social Municipal que usaba el INEGI en 1990.

De acuerdo con la ONU (2015), el concepto de desarrollo ha cambiado con los años y en la actualidad los países han acordado que el desarrollo sostenible, que fomenta la prosperidad y las oportunidades económicas, un mayor bienestar social y la protección del medio ambiente, es el mejor camino a seguir para mejorar la vida de la población. En septiembre de 2000 los dirigentes mundiales se comprometieron a alcanzar los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio en 2015. Los componentes para medir el Desarrollo social son: Salud y servicios sanitarios, Agua y saneamiento, Vivienda y servicios básicos, Equipamiento del hogar, Ingreso y consumo, Trabajo y empleo, Educación, Cultura, ocio y recreación, Medio ambiente, Seguridad, **esperanza de vida al nacer, tasa de alfabetización, cantidad de libros que se publican al año, número de personas que pueden acceder a la Universidad, disponibilidad que existen de algunos bienes de consumo considerados no dentro de las necesidades básicas**, como una computadora, un teléfono celular, entre otros.

En México, en el 2014, el PNUD-ONU, para medir el nivel de desarrollo o Índice de desarrollo humano consideró tres aspectos fundamentales: índice de salud, índice de ingreso y el índice de educación cuyas características son: El índice de salud (IS): capacidad básica de contar con una larga vida y saludable, medida por el Índice de Salud (IS), se calcula a nivel municipal utilizando la tasa de mortalidad infantil. El índice de educación (IE): mide el progreso relativo de un municipio en materia de años promedio de escolaridad para personas mayores de 24 años, y años esperados de escolaridad para personas entre 6 y 24 años. El índice de ingresos (II): *refleja* el acceso a recursos que permiten gozar de una vida digna.

En 2010, México se clasifica como país de alto desarrollo humano con un IDH de 0.739. En el ámbito estatal, el Distrito Federal (0.831), Nuevo León (0.790) y Baja California Sur (0.785) son las de mayor nivel de desarrollo. En cambio, Chiapas (0.647), Oaxaca (0.666) y Guerrero (0.673) se ubican en las tres últimas posiciones del ordenamiento nacional. El desarrollo humano a nivel municipal, la delegación Benito Juárez, Distrito Federal, cuenta con el mayor IDH del país (0.917). En contraste, Cochoapa el Grande, Guerrero, es el municipio con menor nivel de desarrollo (0.362). Esta diferencia implica que el IDH de Benito Juárez equivale a más del doble (2.5 veces) del de Cochoapa el Grande. En el estado de Durango en ese año, el IDH más bajo lo

poseían los municipios: Mezquital (0.536), Canelas (0.575) y Otáez (0.576) y el IDH más alto lo poseía el municipio de Durango (0.576) (PNUD-ONU, 2014).

El objetivo fue analizar el estado del nivel de bienestar social a través de tres dimensiones: salud, educación e ingresos de 6 (seis) comunidades rurales de tres municipios del estado de Durango, México.

MATERIALES Y METODOS

El área de trabajo fue: 2 (dos) comunidades rurales del municipio de Mapimí, Durango, México (San José de Bellavista y Linda Vista); 2 (dos) comunidades rurales del municipio de San Pedro del Gallo, Durango, México (30 de Noviembre y Peñoles) y, 2 (dos) comunidades rurales del municipio de Poanas, Durango, Mexico (Narciso Mendoza y San Atenógenes).

La metodología de trabajo fue:

M1. Generar información primaria a través de encuestas, a agosto de 2015 con preguntas preferentemente cerradas y precodificadas, siendo ellas: Número de habitantes, 2. Existencia de clínica, centro médico u hospital público, 3. ¿La clínica cuenta con médico permanentemente?, 4. Si no cuentan con médico permanente, ¿cada cuántos días los visita?, 5. Si la comunidad cuenta con clínica ¿qué mobiliario y equipo poseen? 6. Si la comunidad cuenta con clínica ¿Usted puede atenderse en ella?, 7. Si la comunidad no cuenta con clínica ¿cuánto tiempo hacen para llegar a la más cercana?, 8. ¿Cada cuándo va el médico?, 9. Si no hay clínicas ¿cómo se cura?, 10. Seleccione su edad, 11. ¿Cuántos años asistió a la escuela?, 12. ¿Por qué no estudio más años?, 13. ¿En qué ocupa el saber leer y escribir?, 14. Fuente principal de ingresos, 15. Uso de los ingresos.

El proceso para aplicar el cuestionario fue:

1. Se definió tamaño del universo: 6 (seis) comunidades rurales de 3 (tres) municipios del estado de Durango, México.
2. Se definió el tamaño de la muestra.
 - 2.1. Se definió el tamaño previo.
 - 2.2. Se definió el tamaño definitivo.
3. Para conocer el tamaño de la muestra se usó la fórmula utilizada por Vilaboa *et al* (2009).
4. Se aplicaron 36 cuestionarios, 6 por comunidad .

M2. Como complemento y apoyo a la información primaria, se usó información secundaria de las siguientes fuentes: Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA), Consejo Nacional de Población (CONAPO), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO-ONU) y otras.

RESULTADOS

Para el mes de agosto del 2015, las comunidades encuestadas, en tamaño de población, salud, educación e ingresos, se caracterizan por:

Linda Vista, Mapimí, Durango

Cuenta, en promedio, con 60 habitantes, el 60% son menores de 50 años y el resto, más de 50 años. NO se cuenta con una clínica, centro médico u hospital público por lo que, para atenderse, los habitantes se trasladan a la comunidad más cercana; el 89% mencionan que tardan más de una hora para llegar y el resto tarda más de 30 minutos por carretera de terracería. Casi el 60% de la comunidad no sufre enfermedades continuamente, por lo que asiste al médico mensualmente y el resto más de un mes. Si no hay la oportunidad de ir al médico fuera de la comunidad, el 56% de las personas buscan curarse con remedios caseros. El nivel de educación es muy bajo, ya que el 60% de las personas no terminaron la primaria. Las personas no siguen estudiando debido a que en la comunidad no existen otros niveles superiores, lo que implica salir. Al 80% le interesa saber leer y escribir para poder informarse y además para tomar buenas decisiones tanto en el trabajo como en el hogar. Para el 67% la principal fuente de ingreso son la agricultura y la ganadería y muy pocas reciben apoyos gubernamentales. El 78% de las personas utilizan sus ingresos en alimentos, y el resto lo utiliza para la educación de la familia, vivienda, ropa, vehículo y otros.

San José de Bellavista, Mapimí, Durango

Cuenta, en promedio, con 395 personas, predominando, con el 60%, las mayores a 50 años, y el resto con edades menores. SI se cuenta con centro médico aunque no con médico permanente donde el 90% de la población se puede atender. Según el 78% el médico lo visita una vez al mes y el resto, cada vez que se puede. Cuando el médico no se encuentra en esa comunidad, el 80% acuden a clínicas o médicos particulares fuera de la comunidad. Más del 55% terminaron la primaria y solo el 22% la secundaria. Quienes que no continuaron estudiando fue porque en la comunidad no existen niveles superiores, lo que implica salir. Para el 60% la principal fuente de ingresos son los apoyos gubernamentales seguido por el trabajo como jornalero. El 56% utilizan sus ingresos en alimentación y el resto en educación, vivienda, ropa, vehículo, entre otras.

30 de Noviembre, San Pedro del Gallo, Durango

Cuenta, en promedio, con 37 habitantes, 67% menores a 50 años y 23% mayores a 50 años. NO se cuenta con centro médico por lo que los habitantes se trasladan a otra comunidad más cercana tardando más de 10 minutos según el 67% y para el resto tardan más de 30 min. El 67% de la comunidad no sufre de enfermedades continuamente, por lo que asiste al médico cada mes y 33%, más de un mes. El 67% acude a clínicas fuera de la comunidad, por enfermedad urgente. El 45% terminó la primaria, 33% solo 3 años de primaria y el 22% terminó secundaria. Las personas que no siguen estudiando es debido a que en la comunidad no existen otros niveles superiores, lo que implica salir. Al 89% le interesa saber leer y escribir para poder informarse y además tomar buenas decisiones tanto en el trabajo como en el hogar. La principal fuente de ingreso (57%) es

como jornalero, 22% apoyos del gobierno, el 21% de la agricultura. El 56% de las personas utilizan sus ingresos para alimentación, educación de la familia, etc.

Peñoles, San Pedro del Gallo, Durango

Cuenta, en promedio, con 53 habitantes, predominando los menores de 50 años con el 60% y el resto mayores a 50 años. NO se cuenta con un centro médico por lo que sus habitantes se trasladan a otra comunidad más cercana; para el 56% tardan más de una hora en ello y para el resto más de 30 minutos aunque; el 60% no sufre de enfermedades continuamente, por lo que asiste al médico cada mes y el resto (40%), más de un mes. Si no hay la oportunidad de ir al médico fuera de la comunidad, el 67% buscan curarse con remedios caseros. El 33% no terminaron primaria y el resto entre los diferentes grados de educación y no siguen estudiando debido a que en la comunidad no existen otros niveles superiores, lo que implica salir. Al 80% le interesa saber leer y escribir para poder informarse y tomar buenas decisiones tanto en el trabajo como en el hogar. Las principales fuentes de ingresos son: jornalero, agricultura y la ganadería. El 80% de las personas de la comunidad utilizan sus ingresos para la alimentación.

Narciso Mendoza, Poanas, Durango

La comunidad cuenta, en promedio, con 500 personas, predominando, con un 50% las mayores a 50 años, y el resto con edades menores. SI se cuenta con centro médico aunque este no cuenta con un médico permanente ya que este los visita cada mes y el 90% de los habitantes se pueden atender ahí. Cuando el médico no se encuentra en esa comunidad, la mayoría de las personas acuden a clínicas o médicos particulares fuera de la comunidad. El 50% no terminaron primaria y el resto si la terminaron y algunos hasta la secundaria. El 75% de las personas no continuaron sus estudios ya que decidieron trabajar para ayudar en el sustento de la familia. Al 75% le interesa saber leer y escribir para poder informarse y además para tomar buenas decisiones tanto en el trabajo como en el hogar.

La principal fuente de ingresos, con un 75%, es la agricultura, y para el resto la ganadería. El 90% utilizan su ingreso en la compra de alimentos y el resto en educación, vivienda, ropa, vehículo, entre otras.

San Atenógenes, Poanas, Durango

Cuenta, en promedio, con 2,000 personas predominando con un 60% las mayores a 50 años, y el resto con edades menores. SI se cuenta con centro médico donde se puede atender el 90% de los habitantes y el 80% de las personas mencionan que el centro médico si cuenta con un médico permanente.

El 60% terminaron la primaria y el resto cursaron la secundaria. El 70% no continuaron estudiando ya que en la comunidad no existen niveles superiores, lo que implica salir a otra parte, y el resto decidieron trabajar para ayudar en el sustento familiar. A las personas les interesa saber

leer y escribir para poder informarse y tomar buenas decisiones tanto en el trabajo como en el hogar. Así mismo, para saber registrar sus ingresos y costos.

La principal fuente de ingreso, con un 67%, es la agricultura, y el resto de apoyos gubernamentales. El 60% utilizan sus ingresos para alimentación, educación, vivienda, vestido, vehículo, entre otras.

DISCUSION

De acuerdo con el PNUD-ONU (2010), los municipios estudiados solo usando componentes económicos (Mapimí, San Pedro del Gallo y Poanas) no poseen los índices de salud, educación e ingresos más bajos pero tampoco los más altos es decir, viven una condición de desarrollo humano entre medio y alto por lo que, una explicación, las políticas públicas no los consideran como prioritarios; Sin embargo, los resultados de la presente investigación muestran que en aspectos de salud, educación e ingresos, en el 2015 dichos municipios viven una situación muy diferente ya que en la dimensión salud los centros médicos o clínicas públicas son inexistentes o cuando existen reciben poca atención ya que carecen de personal capacitado permanente, mobiliario, equipo, vehículo y otros; la dimensión educación en personas mayores de 15 años es bajo prevaleciendo el nivel primaria seguido por el nivel secundaria y las oportunidades para incrementarlo no existen en su comunidad y; en la dimensión ingresos estos son muy bajos y no permanentes y provienen generalmente de actividades primarias aunque se fortalece la de ingresos por apoyos gubernamentales (el paternalismo).

CONCLUSIONES

Las comunidades: Linda Vista y San José de Bella Vista en el municipio de Mapimí; 30 de noviembre y Peñoles en el municipio de San Pedro del Gallo y, Narciso Mendoza y San Atenógenes en el municipio de Poanas, de acuerdo con los resultados, se catalogan como de bajo a medio nivel de desarrollo humano ya que se encontraron deficientes niveles en salud, en educación y en ingresos por lo que requieren urgentemente el apoyo para dejar esa situación principalmente las de menor tamaño de su población.

Los resultados presentados son parte del proyecto estratégico de Innovación Tecnológica Agropecuaria y Agroforestal para el Desarrollo Sustentable en Zona Áridas, 2015

LITERATURA CITADA

Actis D. P., E. 2008 a. Bienestar social. Un análisis teórico y metodológico como base para la medición de la dinámica histórica en la Argentina. AAHE-Universidad Nacional de Tres de Febrero. REDALYC

Actis D. P., E. 2008 b. La operacionalización del concepto bienestar social: un análisis comparado de distintas mediciones. Observatorio laboral Revista Venezolana. Universidad de Carabobo.

Brace I. 2011. Diseño de cuestionarios. Cómo planear, estructurar y redactar material de encuesta para una investigación de mercados eficaz. Grupo editorial PATRIA.

García V., J. de J. 2011. Hacia un nuevo sistema de indicadores de bienestar, en revista: Realidad, datos y espacio. México.

Hernández, S. R., C. Fernández C. y P. Baptista L. 2014. Metodología de la Investigación. Sexta edición. Ed. McGraw-Hill. México.

Jany, C. J. N. 2005. Investigación integral de mercados. Decisiones sin incertidumbre. Ed. McGraw-Hill. Colombia

ONU. 2015. ¿Qué hacemos? Desarrollo. En: <http://www.un.org/es/sections/what-we-do/promote-sustainable-development/>

PNUD-ONU. 2014. Índice de desarrollo humano municipal en México. Una nueva metodología. En: [www.undp.org.mx/desarrollo humano](http://www.undp.org.mx/desarrollo_humano)

PNUD. 2014. Índice de Desarrollo humano municipal en México: Nueva metodología. México.

PNUD-ONU. 2014. Informe sobre el desarrollo humano. Sostener el progreso humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia. Nueva York, USA. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO-ONU).

Vilaboa, A. J., Díaz, R. P., Ruiz, R. O. Platas, R.D., González. M.S.S., u Juárez, L.F. (2009). Patrones de consumo de carne bovina en la región del Papaloapan, Veracruz. México, en: Agricultura, Sociedad y desarrollo. México.

Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio en áreas de alta marginación del Estado de Chiapas

Ruiz-Sesma, Benigno

Trazabilidad y sustentabilidad agropecuaria, México

brsesma@prodigy.net.mx

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar el sistema avícola de traspatio en comunidades rurales de alta marginación y extrema pobreza de los municipios de Pantepec y Villaflores, Chiapas. Se utilizó un muestreo estratificado con asignación Neyman, basado a un marco lista de 33 comunidades. El tamaño de muestra se calculó con una precisión del 10 % de y 95 % de confiabilidad, seleccionándose 66 unidades de producción de traspatio (UPT), distribuidas en cuatro estratos. Las variables estudiadas fueron el número de animales, inventario avícola, instalaciones, manejo y aspectos sanitarios. El 39.4% de las UPT están administrados por amas de casa. La edad promedio de los productores es de 50.5 y 52.2 años para las comunidades de Pantepec y Villaflores. Las especies avícolas principales fueron Gallinas (*Gallus gallus*), Guajolotes (*Meleagris gallopavo*), y Patos (*Cairina moschata*). El número de gallinas promedio de 34.72 y 45.41 aves, para Pantepec y Villaflores. La estructura de la parvada es; 46.63% de gallinas en producción, 8% gallos en servicio y 45.37% de pollitos de reemplazo. El maíz es el principal suplemento (73.2%). La finalidad de la UPT es de auto consumo (45%) y subsistencia (29%), el origen de las gallinas para la implementación de las UPT son adquiridas de programas de gobierno (72.7%) y de herencia familiar (27.3%). Las principales enfermedades reportadas son la diarrea (32.8%) y la gripe (40.3%). El 68.2% de las UPT no desparasitan y únicamente el 50% aplica vacunas. Se concluye que el sistema de producción de traspatio es sostenible aun cuando carece de tecnología, instalaciones y manejo sanitario.

Palabras clave: Traspato, caracterización, comunidades marginadas

La comercialización en microempresas-GRINVIN. Comarca Lagunera

Ruiz-Torres, José; Trejo-Calzada, Ricardo

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Dgo. CP. 35230.

jruiz@chapingo.uruz.edu.mx

RESUMEN

Las variables que impactan el desempeño de microempresas son muchas lo que obliga identificar las más importantes para tomar decisiones acertadas. Por ejemplo, se considera que costos e ingresos es la única, aunque existen otras como: mercado, financiamiento, planeación, calidad, costos, ingresos y utilidad. En la variable mercado (comercialización), si desea una microempresa exitosa, conozca las expectativas del cliente. El objetivo de investigación fue identificar las características de la comercialización de microempresas asesoradas por la URUZA-GRINVIN, para diseñar estrategias de fortalecimiento y/o solución. En el 2015 se trabajó con microempresas ubicadas en Montes de Oca, Martha, 22 de Febrero, Mapimí y Bermejillo municipio de Mapimí, León Guzmán y Juan E. García de los municipios de Lerdo y Gómez Palacio, Comarca Lagunera, México. Los avances indican que: 57% realiza mal manejo del proceso de producción, 82% presenta disminución en ventas y/o dificultad para mantenerlas constantes, 100% tiene dificultad para acceder al financiamiento, 71% no asiste a ferias, exposiciones y/o congresos, 57% recibe una pobre o nula capacitación técnica y administrativa, 28% tiene problemas de acceso a materia prima, 100% no registra correctamente costos de producción y son nulos (100%) estudios de mercado. Según los resultados, se viven problemas graves en la comercialización que pueden hacer que desaparezcan esas microempresas por lo que se trabaja en estrategias para disminuir su impacto.

Palabras clave: Comercialización de productos, costos de producción, roductos de calidad, precios atractivos, promoción suficiente, cliente fiel

Descripción y localización geográfica de las cuarentenas de Tuberculosis bovina en el Estado de Zacatecas

González-Muñiz, M. L.; Escareño-Sánchez, L.M.; de la Colina-Flores, F.I.; Medina-Flores, C.A.; Rincón-Delgado, R.M.; Echavarría-Cháirez, F. G.

INIFAP
Universidad Autónoma de Zacatecas
Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

email: monica_glzm@hotmail.com

Tel: 4921046714

RESUMEN

Con el objeto de comenzar el estudio de las cuarentenas que se establecen en el Estado de Zacatecas se acudió al Comité de Fomento y Protección Pecuaria del Estado de Zacatecas, S.C. y se obtuvo la base de datos de las cuarentenas de Tuberculosis bovina establecidas en el Estado de Zacatecas, de acuerdo al resultado de la prueba diagnóstica de campo: prueba de tuberculina; estos comprenden un periodo de 2012-2013. Se cargaron los paquetes kriging, geoR y ggmaps en el programa R, en este programa se creó el mapa base del Estado de Zacatecas para establecer donde se colocara el centro, del cual derivan los mapas correspondientes. De aquí se crearon los demás mapas de acuerdo a las diferentes variables de la base de datos y la geoposición de cada cuarentena establecida.

Se registraron datos de 15 zonas de clasificación, de las 15 zonas el 41.5% se halla en la zona A, el 22.1% en la zona B1, el 11.8% en la zona B, el 10.7% en la zona AP y la zona B2 6.7%, el resto de las zonas no alcanzo el 1%. El 47.8% de las zonas se halla en fase de control y el 52.2% en fase de erradicación.

Con respecto a la función zootécnica 64.0% se dedica a la producción de leche, el 24.9% a la producción de carne y el 11.1% es de doble propósito. El 97.2% de las cuarentenas se iniciaron después de haber hecho la prueba diagnóstica de campo y el 2.8% después de hallazgos en la matanza regular. El 71.6% tiene una cuarentena precautoria, mientras 28.4% tiene cuarentena definitiva. El 76.8% tiene una cuarentena vigente y 23.2% ya ha sido liberado. El 58.5% es ganado con genotipo puro (raza...) y el 41.5% es de genotipo híbrido.

De las cuarentenas liberadas el 80.6% obtuvo su liberación después de realizar la prueba diagnóstica de campo y el 19.4% por despoblación de animales.

Con respecto a la función zootécnica para el doble propósito y la carne todas las cuarentenas estaban en fase de erradicación mientras el 74.6% están en fase de control. El 82.2% de ganado lechero es puro mientras que en ganadeo de carne solo el 23.6% es ganado puro, todas las explotaciones de ganado híbrido tienen cuarentena precautoria y el 63.3% de las explotaciones de ganado puro también.

El 59.4% de las explotaciones en cuarentena de control tienen cuarentena tipo precautoria, mientras que de aquellas que se hallan en fase de erradicación el 82.8% tienen cuarentena de tipo

precautoria. Las cabezas totales de las explotaciones en cuarentena son 10,392, la mediana de población por explotación fue de 28 cabezas y hubo un máximo de 416. El inventario a la última prueba fue de 7176 cabezas con una mediana de 26 y un máximo de 335. El total de reactores enviados a rastro fue de 582, con una mediana de 1 y un máximo de 26, el total de reactores desaparecidos fue de 301 con una mediana de 0 y un máximo de 120. El total de reactores en engorda fue de 476 con una mediana de 0 y un máximo de 143. El total de cabezas despobladas registradas fue de 498 con una mediana de 0 y un máximo de 193.

Al final se anexan los mapas correspondientes a la distribución y localización geográfica de las cuarentenas.

Palabras clave: cuarentenas, programa R, Tuberculosis bovina, geoposición, zonas.

Micotoxinas y su impacto en la producción porcina; combate contra Zearalenona (*Fusarium spp.*)

Francisco-Zamora, José Antonio¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas; Bermejillo, Dgo.

E-mail: altotonga94@hotmail.com

RESUMEN

Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos, de composición variada, producidos por organismos del reino fungí que no solamente alteran las propiedades nutritivas de los alimentos, sino que además causan enfermedades de los cerdos que las consumen. Una de las principales micotoxinas que tienen mayor impacto sobre la producción porcina es la Zearalenona, producida por una cepa de *Fusarium graminearum* que prolifera en condiciones de calor y humedad en una diversidad de alimentos, pero especialmente en maíz. Se trata de una toxina estrogénica y, por lo tanto, afecta la reproducción. Los prolapsos rectales y vaginales también son síntomas comunes en los animales en crecimiento y terminación aunque en cerdas primerizas y adultas acusan enrojecimiento e inflamación de la vulva. También el consumo de Zearalenona puede producir prolapsos rectales. Para lograr contrarrestar los efectos de estos metabolitos destacan el uso de inhibidores de hongos, incremento de los niveles de proteínas, vitaminas y energía de las dietas, la utilización de sustancias descontaminantes naturales o sintéticas conocidas como secuestrantes, las cuales han tomado mucho auge y son capaces de inhibir dichos metabolitos, contrarrestando de esta forma la toxicidad de los mismos.

Palabras clave: Micotoxinas, zearalenona, prolapsos, metabolitos, inhibidores, secuestrantes y toxicidad.

Microbiología del Suelo

Montejano-García, Chrisha¹; González-Graciano, Eliezer²; Arellano-Huerta, Alejandra²

¹Estudiante de Ingeniería en Sistemas Agroalimentarios, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. *Autor de correspondencia: chrisha.montejano.g@gmail.com

²Estudiante de Ingeniería en Sistemas Pecuarios Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

RESUMEN

Los microorganismos son los encargados de descomponer la materia orgánica en nutrientes simples, que pueden ser utilizados por las plantas. Sin ellos la materia orgánica se acumularía y no habría disposición de nutrientes. La microbiología del suelo es una disciplina que se ocupa de estudiar los microorganismos que habitan en el suelo, sus funciones y sus actividades. El conocimiento de la microbiología es esencial para comprender la agronomía y la ciencia ambiental. Los principales grupos microbianos que conforman la biota edáfica son, las bacterias, actinomicetos, hongos, algas, protozoos y los invertebrados, entre los que destacan las lombrices y los nematodos. Las aportaciones de la microbiología del suelo en México han suministrado bases sólidas para entender los procesos microbianos que ocurren en el suelo y sus implicaciones prácticas y ecológicas; no obstante, de forma constante surgen nuevos retos. Cada vez se describen más microorganismos que nos benefician de diferentes formas, muchos microorganismos no han sido identificados o nombrados, por lo cual persisten problemas no resueltos, es por esto que se espera que el campo siga siendo un área que pueda dar resultados a investigaciones que puedan ser aplicados y poder repercutir favorablemente en el manejo, conservación y restauración del suelo.

Palabras clave: microorganismos, suelo, biota edáfica, beneficios.

ABSTRACT

Microorganisms are responsible for transforming the organic matter into simpler nutrients, which can be used by plants. Without them organic matter will accumulate and nutrients wouldn't be available. Soil microbiology is a discipline that takes care of the study of microorganisms that live in the soil, their functions and activities. Knowledge of microbiology is essential to understand agronomy and environmental science. The main microbial groups that conform the soil biota are bacteria, actinomycetes, fungi, algae, protozoa and invertebrates, among them earthworms and nematodes. The contributions of soil microbiology in Mexico have provided solid foundations for understanding the microbial processes that occur in the soil and its practical and ecological implications; however, new challenges constantly arise. More and more microorganisms that benefit us in different ways are described, many microorganisms have not been identified or named, thus remain unsolved problems, which is why it is expected that field will remain being an area that can yield results that can be applied and could have a positive impact on the management, conservation and restoration of soil.

Keywords: microorganisms, soil, soil biota, benefits.

INTRODUCCIÓN

La microbiología del suelo, es una disciplina que se ocupa de estudiar los microorganismos que habitan en el suelo, sus funciones y sus actividades. Debido a la importancia que ha adquirido en años recientes, numerosos centros de investigaciones y universidades disponen de microbiólogos dedicados a su desarrollo. El conocimiento de la microbiología es esencial para comprender la agronomía y la ciencia ambiental.

En cualquier sitio pueden encontrarse microorganismos, incluso en condiciones adversas para el crecimiento de cualquier otro tipo de organismos. Pueden pasar inadvertidos debido a su tamaño; sin embargo, son capaces de realizar diversas actividades y modificar su entorno. En el suelo suelen encontrarse gran número y diversidad de ellas. De las 30 000 especies bacterianas que se estima existen en la naturaleza, sólo se han identificado 3000. La mayor proporción de microorganismos del suelo son bacterias y se encuentran principalmente en los 30 cm superiores (Ferrera *et al.*, 2007).

El suelo es un sistema biológico complejo y dinámico. Los microorganismos son los encargados de descomponer la materia orgánica en nutrientes simples, que pueden ser utilizados por las plantas y también por ellos mismos. Por este motivo, son extremadamente importantes en los ecosistemas. Sin ellos la vida en nuestro planeta no sería posible, porque la materia orgánica se acumularía y no habría disposición de nutrientes para las plantas. Prácticamente todo lo que hacemos está influenciado por los microorganismos y su actividad en la tierra.

Microbiología del suelo en México

Indudablemente las aportaciones de la microbiología del suelo en México han suministrado bases sólidas para entender los procesos microbianos que ocurren en él y sus implicaciones prácticas y ecológicas; no obstante, de manera constante surgen nuevos retos. Cada vez se describen más microorganismos que nos benefician de diferentes formas, muchos microorganismos no han sido identificados o nombrados, por lo cual persisten problemas no resueltos (Ferrera *et al.*, 2007).

Biota edáfica

En cualquier sitio pueden encontrarse microorganismos, incluso en condiciones adversas para el crecimiento de cualquier otro tipo de organismos. Pueden pasar inadvertidos debido a su tamaño; sin embargo, son capaz de realizar diversas actividades y modificar su entorno (Ferrera *et al.*, 2007).

Microbiota

La microbiota del suelo, está formada por una gran variedad de organismos microscópicos que cumplen un rol esencial en los ciclos biogeoquímicos de la materia orgánica. Ésta incluye los siguientes grupos de microorganismos:

Bacterias.- Su importancia en el suelo se debe principalmente a su capacidad metabólica diversa. Exceden la población de todos los otros grupos de microorganismos. Sin embargo, a pesar de su

elevado número, la biomasa bacteriana es generalmente superada por la biomasa fúngica del suelo. Se encuentra todo tipo de bacterias, con una inmensa diversidad de capacidades para degradar la materia orgánica. Actúan en forma conjunta y colaboran entre ellas para favorecer el desarrollo de cultivos, biorremediar suelos contaminados, etc. Algunas bacterias son imprescindibles para la fijación de nitrógeno o para la mineralización de elementos específicos (ej. Pesticidas). Otras actúan como agentes causantes de enfermedades de plantas, insectos y animales del suelo. Una de las paradojas de la naturaleza es la abundancia de nitrógeno en la atmosfera, y la escasez de este elemento en el suelo. Gracias a un grupo de bacterias de la rizosfera, los *Rhizobium* o rizobios que poseen un complejo enzimático denominado nitrogenasa, pueden romper la triple ligadura de la molécula de N_2 e incorporar así nitrógeno en estructuras químicas claves para la formación de proteínas. Esto ocurre con el aporte energético del vegetal, con el cual establecen una simbiosis a través de la formación del nódulo (Gómez *et al.*, 2013).

Actinomicetos.- Son los segundos en abundancia, después de las bacterias. La microbiota fúngica y bacteriana por lo general prolifera inicialmente en la descomposición, en particular si el nitrógeno es abundante, mientras que los actinomicetos solo aparecen cuando ya han sido metabolizados los compuestos más fácilmente degradables y la presión competitiva ha disminuido. El conocimiento actual de estos microorganismos, se debe fundamentalmente a que son la fuente natural de antibióticos más conocida, la mayoría de ellos preceden del genero *Streptomyces* (Gómez *et al.*, 2013).

Hongos.- Los hongos cumplen fundamentalmente dos funciones en los suelos: descomponen tejidos vegetales tales como celulosa y lignina, y su micelio forma redes alrededor de las partículas del suelo, favoreciendo la formación de los agregados. Las levaduras, que son hongos unicelulares, son abundantes en suelos con cultivos que presentan alto contenido en azúcares tales como vides y otras frutas. Los hongos de la micorriza, forman simbiosis con las raíces de la mayoría de las plantas, beneficiándose ambos de tal asociación. La planta mejora sus capacidades para la adquisición de agua y nutrientes a partir del suelo y su nivel de tolerancia a situaciones de estrés (sobre todo a sequía y a patógenos), mientras que el hongo obtiene sustratos carbonados procedentes de la fotosíntesis y un nicho ecológico protegido dentro de la raíz. Se distinguen: las ectomicorrizas presentes en la mayoría de las especies arbóreas de interés forestal, y las endomicorrizas típicas prácticamente en todas las plantas de interés agronómico, así como de las especies arbustivas y herbáceas de ecosistemas naturales. Junto con otros microorganismos del suelo, las hifas del hongo contribuyen a la formación de agregados estables necesarios para mantener la estructura, y por lo tanto la calidad del suelo (Gómez *et al.*, 2013).

Algas.- La mayoría de las algas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono (CO_2) y de sustancias inorgánicas disueltas en el agua. Este proceso denominado fotosíntesis se cumple a través de la clorofila, un pigmento verde presente en las células, que actúa transformando la energía luminosa en energía química. Las sales y otras sustancias nutritivas pueden ingresar por cualquier punto de su cuerpo (UNPSJB, 2009).

Microfauna (Protozoos).- El suelo contiene una gran cantidad de pequeños animales que miden menos de 100 μm en tamaño (Microfauna), son móviles y actúan como predadores o cazadores de ciertas poblaciones bacterianas. Su presencia está en los primeros 15-20 cm de profundidad, su ubicación es en los poros del suelo y su número depende del número de presas que se encuentre en ese ambiente (Gómez *et al.*, 2013).

Meso y Macrofauna.- Los principales grupos de invertebrados (incluyendo a lombrices, termites, colémbolos y nematodos) en los suelos, pueden ser útiles para evaluar su calidad, mediante la determinación de su abundancia, biomasa, densidad y riqueza de especies; estos criterios biológicos pueden combinarse con otros no biológicos como hidrológicos, físicos y químicos para obtener índices de calidad del suelo y catalogar grandes superficies (Ferrera *et al.*, 2007).

Prácticas agrícolas que esterilizan y erradican todo tipo de microorganismo del suelo

En los suelos agrícolas existe una gran población y diversidad de microorganismos, estos ejecutan una variedad de funciones, de importancia para la salud del suelo y las plantas, así como para el normal funcionamiento de las plantas.

Como resultado, todas las prácticas de manejo que afectan estos factores también afectan las actividades microbianas de una o varias formas. Cuando el proceso microbiano es afectado en forma negativa, generalmente se ven efectos indirectos que reducen la salud y el vigor de las plantas. Cuando se afecta en forma positiva, éste se manifiesta mejorando el vigor de la planta, la tolerancia al estrés y la resistencia a las plagas (Trutmann, 2002).

Biofumigación.- La biofumigación es una técnica que permite utilizar la materia orgánica y los residuos agrícolas, así como los productos de su descomposición en el control de los patógenos vegetales de origen edáfico. La utilización de esta técnica contribuye a resolver los problemas ambientales creados por los residuos de la agroindustria (Ibáñez, 2010).

Solarización.- La solarización del suelo es un método que no usa plaguicidas, no es peligroso para el usuario y no transmite residuos tóxicos al consumidor; además es fácil instruir a los agricultores sobre su forma de aplicación. Los productos estarán libres de plaguicidas y pueden obtener altos precios en el mercado. Puede ser incorporado con el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y controla muchas plagas del suelo. La solarización del suelo puede ser hecha manualmente o por medio de máquinas (Irmaileh, 2004).

Biosolarización.- La biosolarización es una técnica biológica para el control de patógenos del suelo (nematodos, hongos, bacterias, insectos, entre otros), fundamentada en la acción fumigante de las sustancias volátiles resultantes de la biodescomposición de material vegetal fresco y/o estiércol, además de utilizar el calor de la radiación solar, con el fin de controlar los organismos patógenos del suelo (INIA, 2014).

CONCLUSION

La microbiología del suelo es un área de estudio de suma importancia ya que el estudio de los microorganismos del suelo permite abrir nuevos caminos hacia una mejora continua en cuanto al uso que se le da al sustrato suelo, además de que ahora se conoce que se encuentran múltiples microorganismos en el suelo y muchos de ellos son prácticamente no conocidos, especialmente en cuanto a sus funciones. Se requieren más investigadores interesados en este campo que es muy extenso y tiene utilidad tangible en la vida diaria. Se espera que el campo siga siendo un área que pueda dar resultados a investigaciones que puedan ser aplicadas y puedan repercutir favorablemente en el manejo y conservación del suelo, además de su restauración. También es necesario seguir estudiando la microbiología del suelo para que se logre una mejor y mayor producción agrícola.

LITERATURA CITADA

Ferrera, R.; Alarcón, A. (2007). Microbiología Agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-microorganismo. Trillas. México.

Gómez, M.; Pérez, M.; Salerno, C. (2013). Microbiología del suelo. Asociación de Ganaderos y Agricultores. Departamento de Agronomía U.N.S. México. Pp75-82.

Ibáñez, J. J. (2010). Desinfección de suelos (Biofumigación): Abono y alternativa ecológica al uso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/05/03/135692>.

INIA. (2014). Biosolarización. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 02, 3. (M. d. Agricultura, Ed.) Chile. Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/12/FICHA-02.pdf>

Irmaileh, B. A. (2004). Depósito de documentos de la FAO. (R. Labrada, Ed.) Recuperado el 13 de Septiembre de 2015, de FAO Departamento de Agricultura: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0g.htm>

Trutmann, P. (2002). Guía Salud de Suelos. Manual para el cuidado de la salud de los suelos. (C. University, Ed.) Ithaca, New York, USA: Orton Catie AC.C. Recuperado de Internet el día 11 de Septiembre de 2015 en: http://www.academia.edu/2241008/Guia_Salud_de_Suelos_Un_manual_para_cuidar_la_salud_de_los_suelos_para_Promotores_Productores_y_Extensionistas

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. (2009). Organismos del suelo. Chile. Recuperado de internet el día 14 de septiembre de 2015 de: <http://www.unp.edu.ar/>

Uso de Aditivos Microbianos para Ensilajes

Juárez Cuevas, Cinthia Corina¹; Martínez-Jiménez, Cristina¹; Montejano-García, Chrisha²; Montiel-Gonzales, Jennifer¹; Pérez-Pérez, Jorge Enrique¹; Segovia-Martínez, Juan Daniel¹

¹Estudiante de Ingeniería en Sistemas Pecuarios URUZA-UACH, ²Estudiante de Ingeniería en Sistemas Agroalimentarios URUZA-UACH.

chrisha.montejano.g@gmail.com

RESUMEN

Los inoculantes microbianos para ensilaje son un tipo de aditivos disponibles y han sido clasificados como estimuladores de la fermentación. Estos inoculantes contienen bacterias productoras de ácido láctico que complementan la población nativa de estas bacterias, ayudando a tener una mejor fermentación. Cuando un forraje con humedad se coloca en un silo, las bacterias convierten los hidratos de carbono en ácido láctico. Los microorganismos con mayor relevancia en el ensilaje son las bacterias ácido lácticas; al inicio de la fermentación, los microorganismos presentes son enterobacterias, clostridios y hongos, cuando el forraje tiene un pH cercano a 6 y las concentraciones de oxígeno son relativamente altas. La respiración y la compactación del forraje ensilado, producen una disminución de la cantidad de oxígeno presente y en esas condiciones los organismos con mayor crecimiento son los anaeróbicos. Lo importante es la cantidad de bacterias productoras de ácido láctico vivas por unidad de cultivo (dosis de inoculación). Principalmente los inoculantes microbianos mejoran la fermentación del ensilaje cuando aceleran la disminución del pH, esto mejora la calidad y conservación de ensilajes y por tanto el desempeño del animal. Hay que tener en claro que los aditivos no darán solución a errores en un silo mal elaborado ya que en eso intervienen procesos anteriores a la adición de los inoculantes.

Palabras clave: ensilaje, fermentación, conservación, elaboración.

ABSTRACT

Microbial inoculants for silage are a kind of additives that are available and have been classified as stimulators of fermentation. These inoculants containing lactic acid producing bacteria that complement the native population of these bacteria, helping to have a better fermentation. When a forage with humidity is placed in a silo, the bacteria convert carbohydrates into lactic acid. The most important microorganisms in silage are lactic acid bacteria; at the beginning of the fermentation, the microorganisms present are enterobacteria, clostridia and fungi, when the fodder has a pH close to 6 and the oxygen concentrations are relatively high. Breathing and compaction of the silage, produce a decrease in the amount of oxygen present and in these conditions the fastest growing organisms are anaerobic. What is important is the amount of lactic acid producing bacteria alive per unit (inoculation dose). Microbial inoculants mainly improve silage fermentation when they accelerate the decrease in pH, which improves the quality and preservation of silage and therefore animal performance. We must be clear that the additives will not solve errors in a poor silo since in that intervenes previous processes to the addition of the inoculants.

Keywords: silage, fermentation, conservation, elaboration.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del uso de aditivos es mejorar la fermentación, reducir las pérdidas y aumentar la productividad animal. Originalmente se usaron para ensilar forrajes con bajo contenido de materia seca y de carbohidratos hidrosolubles. Sin embargo, debido a sus probados efectos benéficos, su uso ha logrado popularidad y el número y variedad en el mercado ha crecido (Cursen, 2004).

Los inoculantes microbiales para ensilaje son un tipo de aditivos disponibles y han sido clasificados como estimuladores de la fermentación (Contreras, 2014). Estos inoculantes contienen bacterias productoras de ácido láctico que complementan la población nativa de BPAL (bacterias promotoras del ácido láctico), ayudando a tener una fermentación mejor (Muck, 2008; Contreras-Govea & Muck, 2006).

ENSILAJE

La práctica del ensilaje se inició hace aproximadamente 3000 años. En las ruinas del Cartago se descubrieron indicios del ensilaje de forraje alrededor del 1200 a.c. En Escandinavia empezó a practicarse la conservación de productos animales como fuentes de proteína en la alimentación animal, los primeros subproductos que se conservaron en silos fueron los granos. Posteriormente, el uso se extendió a raíces y tubérculos y a las hierbas frescas y finalmente, a las leguminosas (Chaverra, 2001).

OBJETIVO DEL PROCESO DE ENSILAJE

El objetivo final que se busca con el proceso de ensilaje es el de preservar, en lo posible, todos o la mayoría de los nutrimentos originales de los forrajes, especialmente los componentes energéticos y proteínicos, mediante la aplicación de un método de conservación, basado en un proceso de fermentación, en el cual el material ensilado experimenta una serie de cambios químicos que lo mantienen estable por largos periodos (Chaverra, 2001).

ELABORACIÓN DE UN ENSILADO

El ensilaje es un método de conservación de forrajes o subproductos agrícolas con alto contenido de humedad (60-70 %), mediante la compactación, expulsión del aire y producción de un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, mediante el uso de algunos aditivos, se puede mejorar este valor (COLPOS, 2007).

USO DE ADITIVOS EN LOS ENSILAJES

ADITIVOS

Cuando un forraje con humedad se coloca en un silo, las bacterias convierten los hidratos de carbono en ácido láctico hasta que el pH alcanza un valor o igual o menor que 4,

interrumpiéndose entonces la fermentación. Una vez que la acidez ha llegado hasta este punto, el ensilado puede conservarse siempre que este resguardado del aire y del agua (Hiriart, 2008).

La naturaleza de la fermentación depende del contenido de humedad, y de la cantidad y tipos de hidratos de carbono. La intención de controlar el proceso de fermentación ha llevado una continua investigación sobre las sustancias aditivas, con el resultado de que ahora, cuando se ensilan forrajes de alta humedad y contenido proteínico, puede contarse con una efectiva ayuda de los aditivos.

ENSILADOS TRATADOS CON ADITIVOS

Los aditivos para ensilaje pueden clasificarse en dos grandes grupos: **estimulantes**, que son los inoculantes contra la acción inhibidora de ácidos, y las azúcares, que estimulan la multiplicación de las bacterias ácido láctico, e **inhibidores**, como son los ácidos y el formaldehído, que inhibe total o parcialmente el crecimiento microbiano (Hiriart, 2008).

INOCULANTES MICROBIALES PARA EL ENSILADO

Los inoculantes microbiales para ensilaje son una selección de bacterias productoras de ácido láctico (BPAL) que se aplican para dominar la fermentación natural del cultivo que está ocurriendo en el ensilado. Los inoculantes se dividen en dos grupos dependiendo de cómo fermentan los azúcares de la planta: BPAL homofermentativas y BPAL heterofermentativas. Las bacterias homofermentativas como *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus* spp., y *Enterococcus* spp., producen principalmente ácido láctico. Las bacterias heterofermentativas como *Lactobacillus buchneri*, producen ácido láctico, ácido acético, etanol y bióxido de carbón (Contreras, 2014). Generalmente el ácido láctico es preferido en el silo porque es un ácido más fuerte que ácido acético (Contreras, 2014). El ácido láctico baja el pH más rápido, en consecuencia disminuye la respiración de la planta y actividad enzimática, inhibiendo otras bacterias. Sin embargo, el ácido acético es un mayor inhibidor de levaduras y mantiene una mayor estabilidad aeróbica que el ácido láctico.

Bacterias ácido lácticas crecen en un intervalo de pH de 3.5 a 7 y son aeróbicas facultativas. Se caracterizan por fermentar carbohidratos y ácidos orgánicos a ácido láctico como producto principal. A su vez se clasifican en las que producen sólo ácido láctico (homofermentativas) y aquellas que producen además ácido acético, etanol anhídrido carbonico (heterofermentativas). Las BAL más deseables son las homofermentativas debido a que hacen un uso muy eficiente de los carbohidratos, produciendo exclusivamente ácido láctico y por lo tanto provocando una fuerte caída en el pH (Curssen, 2004).

Enterobacterias: También llamadas coliformes, por su absorción en el tubo digestivo de los animales y el hombre, crecen en un intervalo de pH que va de 5.5 a 7 y también son anaeróbicas facultativas. Fermentan carbohidratos, produciendo principalmente ácido acético y etanol. No son deseables debido a que producen endotoxinas, compuestos que no colaboran en la degradación de

las proteínas, desaminando y descarboxilando aminoácidos, para producir amonio (Curssen, 2004).

Clostridios: crecen en condiciones de pH de 4.2 a 7 y son anaeróbicos. Fermentan ácido láctico, aminoácidos y proteínas a ácido butírico y amonio. Son altamente indeseables debido a que ponen en peligro la estabilidad del ensilaje y producen aminas muy tóxicas (cadaverina, putrescina). Su proliferación es favorecida por fermentaciones prolongadas, ensilajes ricos en agua (MS<18%), temperaturas elevadas y acidez moderada (pH>4.5). Así, para mantener la estabilidad del ensilaje y no tener proliferación de clostridios se debe mantener un pH crítico, el cual aumenta en la medida que aumenta el contenido de MS del forraje. Además, es necesario lograr una rápida acidificación y mantener la temperatura baja (Curssen, 2004).

Hongos: Se dividen en unicelulares o levaduras y pluricelulares o mohos. Crecen en un intervalo de pH de 3 a 8 y son aeróbicos. Oxidan carbohidratos o anhídrido carbónico y agua. Son indeseables porque significan una pérdida neta de valor nutritivo del ensilado y producen potentes toxinas (mohos). Las levaduras toleran ciertos anaerobios en el silo y fermentan glucosa a etanol. Además, en presencia de oxígeno utilizan los carbohidratos residuales y el ácido láctico como fuente de energía, participando de esta forma activamente en el deterioro aeróbico una vez abierto el silo. Los mohos proliferan en la superficie de ensilaje, ya sea porque entra aire durante el periodo del almacenamiento o porque se expone el ensilaje por un periodo prolongado durante la alimentación (Curssen, 2004).

Los microorganismos descritos están presentes al comenzar la fermentación, cuando el forraje tiene un pH cercano a 6 y las concentraciones de oxígeno son relativamente altas. La respiración y la compactación del forraje ensilado, producen una disminución de la cantidad de oxígeno presente y en esas condiciones los organismos con mayor crecimiento son los anaeróbicos, los cuales son bastantes aerofílicos. Los ácidos producidos por estos microorganismos y el agotamiento del oxígeno, favorecen el desarrollo de las BAL con mayor afinidad a estas condiciones, *Streptococos*, *Leuconostoc* y *Pediococcus*. Esto produce un aumento significativo en la velocidad de acidificación, lo que inhibe completamente el desarrollo de enterobacterias y produce ciertos cambios en la composición de las BAL que dominan la fermentación, aumentando la porción de *Lactobacillus* y *Pediococcus*, las cuales tienen mayor afinidad a condiciones de alta acidez. Si por medio de este proceso se alcanza el pH crítico necesario para que no crezcan clostridios, paulatinamente cesa el desarrollo de las bacterias y por lo tanto termina la fermentación. En caso contrario, los clostridios sacarolíticos comienzan a fermentar el ácido láctico producido, convirtiéndolo en ácido butírico, el cual tiene un menor poder de acidificante. Así, poco a poco aumenta el pH y se generan las condiciones para que se desarrollen los clostridios proteolíticos, lo que resulta en un mayor aumento al pH proliferación de microorganismos y pudrición del ensilaje (Curssen, 2004).

DOSIS DE LOS INOCULANTES MICROBIANOS EN EL ENSILAJE

Lo más importante es la cantidad de bacterias productoras de ácido láctico vivas por unidad de cultivo (dosis de inoculación). Se debe comprar un producto que asegure al menos 90 billones (9×10^{10}) de bacterias productoras de ácido láctico vivas por tonelada de cultivo o bien 100,000 bacterias por gramo de cultivo (Contreras, 2006).

CONCLUSION

Por medio del ensilaje el forraje puede ser transformados en un alimento más nutritivo y económico para los animales y permite almacenar grandes cantidades de alimento para épocas de escasez o incrementar el número capacidad de carga de un área y además es más rentable que los concentrados ya que este presenta un costo muy elevado, lo que haría del silo una alternativa para el productor.

El uso de aditivos en ensilajes es de suma importancia ya que mejora la calidad de los ensilajes y actúa en la conservación. Gracias a ello proporciona a los animales una buena dieta. Principalmente los inoculantes microbianos mejoran la fermentación del ensilaje cuando aceleran la disminución del pH lo cual mejorara el desempeño del animal. Principalmente, hay que tener en cuenta que para que esto funcione se deben cuidar aspectos relacionados con cantidades de humedad, disponibilidad de azúcares hidrosolubles, entre otras cosas, además es necesario seguir las recomendaciones dadas al momento de utilizar aditivos para que funcionen correctamente. Hay que tener claro que los aditivos no darán solución a errores en un ensilado mal elaborado ya que en ese proceso intervienen diferentes variables previo a la adición de los inoculantes.

LITERATURA CITADA

Cussen, R.; Neira, L. (2004). Inoculantes bacterianos como aditivos para ensilaje. Programas Forrajeras Agrícolas Nacionales S.A.C. Recuperado de internet el día 24 de Agosto del 2015 en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR23513.pdf>

Chaverra, G. H., & Bernal, E. J. (2001). El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Bogotá: (IICA) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 161 páginas.

COLPOS. (2007). Técnicas de ensilaje y construcción de silos forrajeros. Recuperado de Internet el día 26 de Agosto del 2015 en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Silos%20Forrajeros.pdf>.

Contreras Gevea, F. and Muck, R. (2006). Inoculantes Microbiales para ensilaje. 1ra ed. [en línea] Wisconsin: Focus on Forage, p.3. Recuperado de Internet el día 03 de Septiembre del 2015 en: <http://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/Microbial-Inoculants-for-Silage-Espanol.pdf>.

Contreras, F, et al. (2014). Inoculantes microbiales para ensilaje: Su uso en condiciones de clima cálido. NM State University. Las Cruces, Nuevo México. EUA.

Hiriart, L. (2008). Ensilados: procesamientos y calidad (2da ed.). México: Trillas. pp 63-69

Ionoforos en la alimentación de rumiantes

Fallad-Ruiz, Eduardo¹, Ramos-Marín, Efrén¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo.

RESUMEN

Los ionóforos son una clase de antibiótico que alteran las características de la fermentación ruminal, dando por resultado una mejora en la eficiencia de conversión o en la ganancia de peso comparado con las dietas en las cuales no se utiliza ionóforo. Las bacterias Gram negativas son inicialmente sensibles a ciertas concentraciones de ionóforos pero si la concentración es baja, modifica sus propiedades metabólicas para sobrevivir, prevalecer, crear resistencia y multiplicarse. En la producción animal causa la eficiencia en la utilización de alimento, en dietas basadas en forraje el consumo no es afectado y mejora la ganancia de peso, en dietas altas en concentrado el consumo se reduce en un 10% pero la ganancia de peso no cambia, reduce la acidosis y el timpanismo y ayuda a prevenir la coccidiosis pero no es un tratamiento. Algunos autores mencionan que esta no debe superar los 200 mg por animal adulto en pastoreo y los 350 mg por animal estabulado por día. Si se abusa de este producto la toxicidad puede presentarse en forma aguda o crónica, lo que dependerá de la cantidad de ionóforo ingerido. En los casos de intoxicación aguda, los signos comienzan a aparecer alrededor de las 72 horas, cuando se da de forma crónica ocurre por consumo de 5 veces más de las cantidades recomendadas. Este producto provoca disminución del consumo de alimento, reducción de la ganancia, menor eficiencia, anorexia, temblor y luego morirán. Al realizar la necropsia correspondiente a animales intoxicados, las lesiones se localizan en corazón, hígado y pulmones.

Palabras clave: ionóforos, ganancia de peso, acidosis, eficiencia, conversión alimenticia.

Rabia Paralítica Bovina

García-Vargas, Karen Jaqueline¹; Salazar-Marmolejo, Blanca Verónica¹; Soto-Medina, Sindy¹;
Mata-Espinosa, Miguel Ángel²

¹ Alumno en 6^{to} de Ingeniería en Sistemas Pecuarios; URUZA-UACH. blanca.salazar@chapingo.uruza.edu.mx,

² Profesor-Investigador. URUZA-UACH.

RESUMEN

La rabia paralítica bovina es una enfermedad infecciosa del sistema nervioso central, generalmente aguda, cuyo agente causal es un virus del género *Lyssavirus* y de la familia *Rhabdoviridae*. El virus está presente en la saliva del murciélago, quien lo transmite al bovino por medio de una mordedura y de ahí procede a infectar las células nerviosas del área hasta llegar al sistema nervioso central, la incubación tiene una duración de diez días a varios meses, con un promedio de tres semanas. El vector tiene forma de bala, con medidas de entre 130 a 220 mm de largo y de 60 a 80 mm de diámetro. La enfermedad se desarrolla a lo largo de tres fases: signos evidentes, rabia furiosa y rabia paralítica o muda. Su diagnóstico se basa en la anamnesis, o bien mediante estudios de la técnica de anticuerpos fluorescentes o la diferenciación de crepúsculos de Negri, es importante tener cuidado de no confundir la enfermedad con otras que presenten una sintomatología parecida, ya que no existe tratamiento posible para sanar al animal de esta enfermedad, un método eficaz para luchar contra la rabia es la vacunación periódica y el control de la población de murciélagos.

Palabras clave Rabia, Sistema Nervioso Central, Murciélagos, Virus, Parálisis.

ABSTRACT

Rabies paralyzed bovine is an acute infectious disease of the central nervous system, usually; whose causal agent is a virus of the genus *Lyssavirus*, and of the family *Rhabdoviridae*. The virus is present in the saliva of the bat, who transmits it to the cattle through a bite and then proceeds to infect nerve cells in the area until you reach the central nervous system, incubation lasts for ten days to several months, with an average of three weeks. The vector shaped bullet, with measures ranging from 130 to 220 mm in length and diameter 60 to 80 mm. The disease develops through three stages: signs, furious rage and rage paralyzed or mute. Diagnosis is based on anamnesis, or through studies of the fluorescent antibody technique or twilight of Negri differentiation, it is important to be careful not to confuse the disease with others showing similar symptoms, there is no possible treatment to cure this disease animal, an effective method to combat rabies is periodic vaccination and control of the population of bats.

Key words: Rabies, bats, Virus, Central nervous system, paralysis.

Carbón Sintomático (*Clostridium Chauvoei*) en Bovinos

Cayetano-Carrillo, Ignosencio¹; Chavarría-Pérez, Graciela¹; Ramírez-Núñez, Héctor Sinuhé¹; Mata-Espinosa, Miguel Ángel²

¹ Alumno en 6^{to} de Ingeniería en Sistemas Pecuarios; URUZA-UACH.

sinoa94@gmail.com,

² Profesor-Investigador. URUZA-UACH.

RESUMEN

EL carbón sintomático es una enfermedad infecciosa producida por *Clostridium chauvoei*, no contagiosa, afectando principalmente a bovinos causando depresión, claudicación aguda, tumefacción edematosa y crepitación en la zona afectada o muerte súbita; este microorganismo causa la “pierna negra” de los rumiantes. Ocurre como fuente de considerables pérdidas económicas, por ello el objetivo del presente trabajo es difundir la importancia de la prevención y erradicación de dicha enfermedad, siendo esta una bacteria Gram (+), anaerobia estricta, móvil, de 3-8 x 0.5 micras, no capsulada, con espora central o subterminal que produce la toxina alfa de alto poder patógeno. Esta bacteria se localiza en el intestino, hígado y otros tejidos del bovino aparentemente sano. Presentándose la mayoría de los casos en meses cálidos del año, durante períodos de intensa lluvia o zonas expuestas a inundaciones, por ello antes debe practicarse la vacunación entre seis meses y dos años de edad. Viéndose afectados con mayor frecuencia animales que están sometidos a un régimen intensivo de alimentación, sin embargo en régimen extensivo la práctica de vacunación no esta tan extendida y existe peligro a que sean infectados. La morbilidad del carbunco sintomático es del 5-25 % y una mortalidad que puede llegar al 100%.

Palabras clave: *Clostridium chauvoei*, enfermedad, bacteria, infección, mortalidad.

ABSTRACT

Symptomatic carbon is an infectious disease produced by *Clostridium chauvoei*, non-contagious, affecting mainly cattle causing depression, acute claudication, edematous swelling and crepitus in the affected area, or sudden death; this microorganism causes "black leg" of ruminants. Occurs as source of considerable economic losses, therefore the objective of the present study is to disseminate the importance of prevention and eradication of the disease, this being a Gram (+), anaerobic strict, mobile bacteria, 3-8 x 0.5 microns, not capped, with central or sub-Terminal spore that produces the alpha toxin of high pathogenic capacity. This bacterium is located in the intestine, liver, and other tissues of apparently healthy cattle. Presenting the most cases in warmer months of the year, during periods of heavy rain or areas exposed to floods, therefore before should be practiced vaccination between six months and two years old. Seeing is most frequently affected animals are subjected to an intensive regime of feeding, however in extensive system not this widespread vaccination practice and there is danger to which they are infected. Morbidity from symptomatic anthrax is 5-25% and a mortality rate that can reach 100%.

Key words: *Clostridium chauvoei*, disease, bacteria, infection, mortality.

Seroprevalencia de brucelosis en hatos caprinos en cuatro localidades del municipio de Poanas, Durango

Guerra-Adame, Ricardo Antonio¹; López-Hernández, Luis Alberto¹; Ortega-Sánchez, José Luis²; Hernández-Ibarra, Gonzalo²; Hernández-Salgado, José Ramón²

¹Ingeniero en Sistemas Pecuarios de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Dgo. MÉXICO. C. P. 35230. Correo: ricardo.guerra@chapingo.uruza.edu.mx. ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo

RESUMEN

En las zonas áridas y semiáridas del norte de México la caprinocultura es una de las principales actividades productivas; contando con una población de alrededor de 9 millones de cabezas, ubicándose entre los primeros quince países con mayor población caprina. Sin embargo la producción se ve afectada por la brucelosis, bacteria Gram Negativa (*Brucella spp.*), la manifestación clínica más evidente de la brucelosis es el aborto, lo cual implica también la pérdida de la cría. Su importancia radica a que esta enfermedad es una zoonosis. El objetivo de este estudio fue evaluar la prevalencia de brucelosis en cabras en cuatro localidades del municipio de Poanas, Durango. Un total de 125 muestras de suero de caprinos fueron procesadas en el laboratorio de la Unidad Regional de Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo con la técnica Rosa de Bengala. La seroprevalencia de brucelosis se analizó a través del modelo estadístico Logit para las variables cualitativas, utilizando el procedimiento PROC FREQ de SAS. Los resultados mostraron que los hatos muestreados representan el 0 % de seroprevalencia de brucelosis en los diferentes sitios del municipio de Poanas, Durango, lo cual se concluye que los hatos encuentran libres de la enfermedad.

Palabras clave: Seroprevalencia, Brucelosis Caprina, Rosa de Bengala.

ABSTRACT

In arid and semi-arid areas of northern Mexico's goat raising it is one of the main productive activities; with a population of about 9 million head, ranking among the top fifteen countries with the largest goat population. However the production is affected by brucellosis, Gram negative bacteria (*Brucella spp.*), the most obvious clinic manifestation of the brucellosis is the abortion, which also involves the loss of the kid. Its importance is that this disease is a zoonosis. The aim of this study was to evaluate the prevalence of brucellosis in goats at Poanas, Durango. A total of 125 serum samples were processed in the laboratory of the Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas throughout the Rose Bengal Method. The seroprevalence of brucellosis was analyzed through the statistical logit model for qualitative variables, using the PROC FREQ procedure of SAS. Results demonstrated that herds sampled represent the 0% seroprevalence from different sites at Poanas, Durango, which concludes that herds free of the disease.

Keywords: Goat; Brucellosis, Seroprevalence, Rose Bengal.

INTRODUCCIÓN

La población caprina se distribuye prácticamente en todo el mundo y bajo una gran variedad de condiciones agroecológicas, sin embargo, la mayor proporción de caprinos se encuentra en los países subdesarrollados a nivel mundial (China, India, Pakistán, Nigeria y Turquía). En estos países, los niveles de producción de los caprinos son muy bajos en comparación con los países desarrollados, como Francia, España y Estados Unidos de Norteamérica, quienes a pesar de tener poblaciones caprinas comparativamente bajas, han logrado altos niveles de productividad en la especie. México se ubica en el décimo tercer lugar dentro de los países con mayor población caprina, con una población de alrededor de 9 millones de cabezas (Ducoing, 2005).

La distribución de ganado caprino en México, se ubica sobre todo en las zonas áridas y semiáridas del Norte de México, donde ocupa una mayor densidad y un total de 44% del territorio nacional. La Comarca Lagunera, enclavada en esas zonas destacaba por la cantidad de caprinos que en su mayoría pertenecen a ejidatarios y pequeños productores, donde la producción es para obtener leche y cabritos principalmente (Cantú, 2008).

Las zonas áridas ocupan aproximadamente el 40% de la superficie del país, lo que las convierte en el más vasto de todos los tipos de vegetación de México, ya que cubren la mayor parte del territorio. México es un país cuyo territorio presenta extensas regiones de zonas áridas, muy áridas y semiáridas. Este ecosistema puede estar constituido por diferentes especies vegetales y animales (González, 2012). Al igual que la agricultura, la ganadería en zonas áridas está limitada por las condiciones naturales adversas, por la raquílica vegetación de gramíneas y otras plantas forrajeras, y por la mala calidad genética del ganado; en la que predomina el ganado caprino (Cervantes, 2006).

No obstante, dentro del sistema de producción el manejo es muy deficiente y no se ha podido descartar la mala fama que tiene la leche de cabra, al presentarse la fiebre de malta (Brucelosis) en humanos por el consumo de alimentos y subproductos contaminados con esta bacteria (Maldonado *et al.*, 2012). La brucelosis es la principal causa de aborto contagioso en animales de granja. Las especies más importantes son *B. abortus*, *B. melitensis* y *B. suis* causan abortos, nacimientos prematuros y retención de placenta en el ganado (Corbel, 2006). Factores de riesgo de casos humanos con frecuencia incluir el consumo de productos lácteos frescos que no han sido pasteurizada, el contacto con animales infectados o materiales abortiva, manipulan productos animales (Mantur, *et al* 2007).

Aunado a la situación que existe actualmente, el estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar la seroprevalencia de hatos caprinos en el municipio de Poanas, Dgo., el cual se caracteriza por llevar a cabo las principales actividades económicas, las cuales son la Agricultura y la Ganadería, especialmente la producción de ganado bovino lo cual indica que a la especie de estudio no se le da gran importancia zoonosanitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del área

El municipio colinda al norte con los municipios de Durango y Guadalupe Victoria; al este con el municipio de Cuencamé y el estado de Zacatecas; al sur con el estado de Zacatecas y los municipios de Vicente Guerrero y Nombre de Dios; al oeste con los municipios de Nombre de Dios y Durango tal como se muestra en la figura 1. Entre los paralelos $23^{\circ} 49'$ y $24^{\circ} 15'$ de latitud norte; los meridianos $103^{\circ} 47'$ y $104^{\circ} 16'$ de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 2 700 m. Ocupa el 0.9% de la superficie del estado. Cuenta con 29 localidades y una población total de 23 466 habitantes (INEGI, 2012).

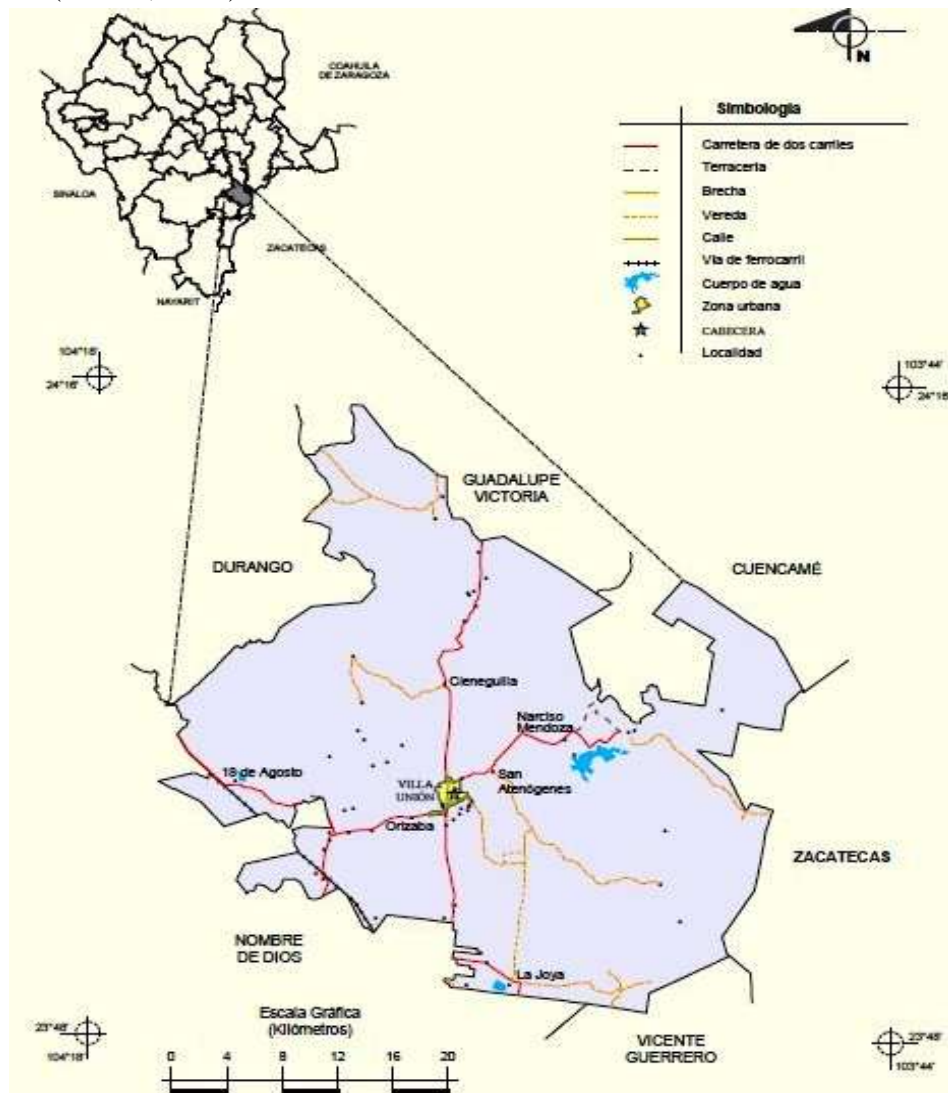


Figura 1.- Localización geográfica del municipio de Poanas, ubicado al sureste del estado de Durango (INEGI, 2005).

Clima

La procedencia del agua para riego de la presa "Francisco Villa", fue construida en la antigua trayectoria del río Poanas, corriente que cruzaba diagonalmente el municipio. Este río nace de un par de riachuelos originados por unos manantiales ubicados en el poblado de La Ochoa. La presa funciona a partir de 1917 para abastecer el riego agrícola. Se cuenta con canales construidos de acuerdo a las necesidades agrícolas.

Flora y Fauna

Está constituida por una gran variedad de plantas útiles: nopal, palmas, arbustos, matorrales, gatuños y pinabets. El zacate grama y navajita sirven para el consumo del ganado y en la industria manual; el nopal duraznillo, el nopal tierno, la biznaga, la zorra, que es el cogollo de la palma joven, se emplea en la elaboración del dulce llamado "granjén".

La fauna silvestre típica en la región está comprendida por animales salvajes tales como: víbora de cascabel, alicante, gato montés, gavián, tarántula, alacrán, coyote, etc.

Características y uso del suelo

Características y Uso de Suelo Los orígenes de los suelos son del cenozoico superior clásico intrusivo del cenozoico inferior, cenozoico medio volcánico y mesozoico cretácico inferior no diferenciado. Los valles y los llanos son de origen cuaternario y las sierras de origen terciario. Los tipos de suelo son de estructura granular y cumular granular; su textura, de medios ligeros; su color es de rojizos o grises y su pH de neutro a alcalino. Los suelos del municipio son en su mayor parte del grupo de los solonetz; en la parte noroeste está formado por suelos tipo luvisol y litosol (INAFED, 2013).

Manejo del hato

En el municipio se tiene un sistema de explotación semi-intensivo dado que la alimentación del rebaño consiste de pastoreo en agostaderos y subproductos agrícolas (Martínez, 2007). Se hace uso de corrales para confinamiento de las cabras, encontrándose estos dentro de la misma comunidad con la finalidad de facilitar el proceso de ordeña y el cuidado de los animales durante la noche.

Los corrales son elaborados de diversos materiales tales como malla ciclónica, block, adobe, ramas y postes de mezquite y láminas de asbesto (De la Cruz, 2009).

El manejo reproductivo es diferente, ya que no se tiene un buen cuidado de los sementales, las cabras se cruzan con todos los sementales del rebaño e incluso, los mismos sementales se cruzan con hembras de distintos rebaños (De la Cruz, 2009).

Los productores no cuentan con registros sanitarios, lo cual conlleva a un mal comportamiento del rebaño. El objetivo principal de la explotación caprina en este municipio es la venta de

cabritos y producción de carne (Martínez, 2007). La estructura del rebaño en el municipio se ve influida por aspectos tales como: tamaño del rebaño, época del año, sistema y tipo de producción y la situación económica del productor.

Materiales utilizados

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Antígeno brucelar (<i>Brucella abortus</i> cepa 19 al 3% con un pH de 3.5) | 11. Gradillas para tubos de ensayo |
| 2. Sueros sanguíneos | 12. Agua destilada |
| 3. Centrífuga | 13. Jabón |
| 4. Placas de vidrio | 14. Desinfectante |
| 5. Pipeta serológica | 15. Batas de laboratorio |
| 6. Frasco gotero | 16. Cubre bocas |
| 7. Puntillas de plástico para pipetas | 17. Guantes de látex |
| 8. Palillos de madera | 18. Aplicadores |
| 9. Jeringas estériles | 19. Libreta de campo |
| 10. Tubos y agujas vacutainer | 20. Hielera |
| | 21. Aretes de identificación |

METODOLOGÍA

Se colectaron muestras de sangre en rebaños pertenecientes al municipio de Poanas, Dgo. Antes de obtener las muestras sanguíneas, todos los animales se identificaron con un arete numerado a fin de llevar un registro. El método por el cual se obtuvieron las muestras de sangre fue por venopunción de la vena yugular, utilizando un aplicador especial para así evitar accidentes y colectar la sangre de manera aséptica y suprimir el riesgo de contraer la enfermedad. Todas las muestras de sangre fueron depositadas en tubos vacutainer identificados con el nombre del productor y el número del animal. Después de cada muestreo se recolecto información inherente al manejo sanitario del rebaño.

Una vez colectada la sangre, todos los tubos fueron colocados en una hielera para así ser transportados hasta el Laboratorio de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. En el laboratorio, las muestras fueron centrifugadas a una velocidad de 3000 r.p.m. durante 15 minutos, esto con la finalidad de separar el suero. El suero sanguíneo se depositó en tubos previamente identificados y se mantuvieron en congelación.

La realización del diagnóstico se determinó mediante el método Rosa de Bengala, para lo cual se utilizó el antígeno *Brucella abortus* cepa 19 al 3% con un pH de 3.5. Se eligió este método debido a que es sensible, específico, práctico y económico.

Al momento de trabajar las muestras se utilizaron guantes, cubre bocas y bata de laboratorio durante el muestreo y la fase de laboratorio.

Variables de estudio

Se realizó una colecta de 125 sueros sanguíneos de cabras pertenecientes a diferentes hatos del municipio de Poanas, Durango, esto con la finalidad de determinar la variable de presencia o ausencia de anticuerpos de brucelosis. Para evaluar la seroprevalencia del municipio así como entre los hatos de dicho municipio, se realizó un análisis por localidad y sexo del animal, empleando el PROC FREQ de SAS Ver 9.0 (SAS, 2000), para diferenciar la concentración de inventario de cabras por localidad y ejido. Se capturaron los datos por animal, por localidad, sexo, número de cabras, productores y seroprevalencia, posteriormente se corrieron los datos en el software SAS, para el análisis frecuencial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1., muestra la seroprevalencia de anticuerpos en los distintos hatos caprinos del municipio de Poanas. En dicho análisis se encontró una seroprevalencia del 0%, como se observa a continuación.

Cuadro 1. Seroprevalencia de Brucelosis en hatos caprinos en cuatro Localidades del Municipio de Poanas, Durango.

Localidad	Sexo	N cabras	Productores	Seroprevalencia
Narciso	Hembra	8	3	0%
Narciso	Macho	3		
Veracruz	Hembra	8	1	0%
Veracruz	Macho	1		
Atenógenes	Hembra	44	4	0%
Atenógenes	Macho	6		
La joya	Hembra	50	1	0%
La joya	Macho	5		
TOTAL		125		0%

De acuerdo al análisis frecuencial del cuadro 1 se observa que no existe diferencia significativa debido a que están libres de brucelosis.

En base a los resultados obtenidos en este estudio se observa una seroprevalencia de cero, por lo tanto en los hatos estudiados no existe la enfermedad, lo anterior se debe al control que tienen los productores en el ingreso de animales a los hatos, esto con el fin de no infectar los animales que se encuentran libres, debido a sus prácticas de manejo, los sementales provienen de hatos del mismo municipio, de esta manera se han mantenido libres de la enfermedad.

La brucelosis es una enfermedad que causa preocupación económica y en salud pública, principalmente en animales que donde se encuentra el mayor problema o las mayores pérdidas, en este municipio no hay pérdidas pero de igual manera es un problema.

Dado que la Comarca Lagunera es la cuenca lechera caprina más importante del país, anterior a este ya se habían realizado estudios de seroprevalencia con los cuales comparar y así poder emitir un juicio del control que se ha tenido de esta enfermedad. Algunos de los trabajos fueron realizados por Pineda 1991, Hernández 1996 y Hernández 1997 en los municipios de Mapimí y Tlahualilo, encontrando una seroprevalencia del 13.64% y 11.07% para el caso de Mapimí y una seroprevalencia del 31.17% para el caso de Tlahualilo respectivamente. En tanto que la media nacional es del 15% (Castrellón y Gutiérrez, 2004) encontraron una seroprevalencia general del 15.61% la cual se encuentra ligeramente superior a la media nacional.

CONCLUSIONES

La seroprevalencia obtenida mediante el análisis frecuencial por localidad y sexo del animal fue de cero esto debido a las prácticas de manejo, que no permiten la entrada y compra de animales provenientes de otras zonas del estado, la media nacional es de 15%.

Debido a lo anterior es importante que los productores conozcan la importancia de dicha enfermedad, que afecta a otras regiones del país como se mencionó anteriormente ya que causa grandes bajas al inventario caprino nacional.

Los resultados servirán como base para futuras investigaciones en la región y también como base para dependencias o instancias como desarrollo rural, SAGARPA, entre otras.

Resulta también importante capacitar a los caprinocultores en el área de la brucelosis caprina con el propósito de prevenir, controlar y mantener libres de la enfermedad a los animales, ya que mientras exista la enfermedad en los animales también existirá en el ser humano.

LITERATURA CITADA

Cantú, B. J. 2008. Zootecnia de Ganado Caprino. Ed. Trillas. México.

Castrellón, P. F. J. y Gutiérrez, C.J. 2004. Seroprevalencia de Brucelosis en cabras en 8 ejidos de los municipios de Tlahualilo, Mapimí y Gómez Palacio Durango. Tesis Profesional Universidad Autónoma Chapingo. URUZA, Bermejillo, Durango, México.

Corbel, M. J. (2006). Brucellosis in humans and animals. FAO, OIE, WHO - Emerging and other Communicable Diseases Surveillance and Control p. 89

De la Cruz, G. I. 2009. Seroprevalencia de Brucelosis Caprina en 4 ejidos del municipio de Mapimí, Durango. Tesis URUZA-UACH. Bermejillo, Durango, México.

Ducoing, W. A. 2005. UNIDAD 5. Zootecnia de Caprinos. México: UNAM.

González, D. C. (2012). *Animales mexicanos de las zonas áridas*. México: CONAFOR.

INEGI. 2005. *Marco Geoestadístico Municipal, versión 3.1*. Recuperado el 03 de Agosto del 2015, de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/10/10022.pdf>

INEGI. 2012. Recuperado el 03 de Agosto del 2015, de: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/dgo/Pers-dgo.pdf

INAFED. (2013). Enciclopedias de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Durango. Recuperado el 28 Agosto, de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/municipios/10022a.html>

Maldonado, J. J., Isidro, R. L., Salinas, G. H. & Pastor, L. F. (2012). Manejo del rebaño Caprino para obtener Leche de Calidad e Inocua. México: INIFAP-NORTE CENTRO- LAGUNA.

Mantur, BG, Amarnath SK, Shinde R S. 2007. Revisión de las características clínicas y de laboratorio de humano Brucelosis. *J Med Microbiol india*; 25: 188-202

Martínez, V. E. 2007. Seroprevalencia de Brucelosis Caprina en Hatos Inmunizados con la Vacuna Merilev-1. Tesis URUZA-UACH. Bermejillo, Durango, México.

Rebolledo, R. H. 2002. Manual SAS por Computadora: Análisis estadístico de datos experimentales. Ed. Trillas. México. 208 pp.

Uso de la inulina como prebiótico en rumiantes neonatos.

Hernández-Jiménez, Miguel Ángel

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo
Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Dgo. CP. 35230.

dexus_22@hotmail.com

RESUMEN

La inulina es un carbohidrato polidiserso que consiste de enlaces β ,1-2 fructosil-fructosa; el termino fructanos se usa para denominar este tipos de compuestos. Dicho compuesto químico puede ser de origen vegetal, bacteriano y hongos, en este caso las plantas que lo producen son angiospermas, mono y dicotiledóneas, tales como Liliaceae y Compositae. Las bifidobacterias, lactobacilos y eubacterias fermentan los fructanos en el colon del animal, haciéndolo fácilmente asimilable por dichas bacterias y no dando oportunidad de proliferación a agentes patógenos, aunado a esto, la producción de butirato y ácido láctico en este proceso metabólico acidifican el medio del colon, bajando el pH por lo que solo pueden desarrollarse y reproducirse las bacterias benéficas intestinales. Es por lo cual la inulina se considera como un prebiótico de la microflora del colon ya que promueve el crecimiento bacteriano por los factores ya mencionados; además de que se ha reportado un incremento en la absorción mineral en intestino grueso (hierro, calcio y magnesio), efecto beneficioso sobre el metabolismo de lípidos y carbohidratos. El uso de la inulina en rumiantes neonatos ha demostrado resultados contundentes, ya sea en aplicación individual o acompañada de antibióticos, en ambos casos se producen heces fecales más sólidas, disminuyendo el índice de diarreas en terneros, lo cual trae como consecuencia un aumento de consumo de alimento y por lo tanto incremento en la ganancia de peso. Asimismo se observa un incremento de hemoglobina y hematocitos, posiblemente debido al incremento en la absorción de minerales.

Palabras clave: Inulina, prebiótico, rumiantes, bacterias, diarrea.

ABSTRACT

Inulin is a polydisperse carbohydrate consisting of linked β 1-2 fructosyl-fructose; the fructan term is used to describe this type of compounds. These chemical compound could be of plant, bacterial and fungal origin, in this case that produce plants are angiosperms, mono and dicots, such as Liliaceae and Compositae. Bifidobacteria, lactobacilli, and eubacteria fructans ferment in the colon of the animal, making it easily assimilated by said bacteria and giving no opportunity for growth of pathogens, coupled with this, production of butyrate and lactic acid in this metabolic process acidify the medium of colon, lowering the pH so they can only develop and reproduce the beneficial intestinal bacteria. Is therefore inulin is considered a prebiotic colonic microflora as it promotes bacterial growth by the aforementioned factors; plus it has reported an increase in mineral absorption in the large intestine (iron, calcium and magnesium), beneficial effect on lipid and carbohydrate metabolism. The use of inulin in newborn ruminants has shown conclusive results either in a standalone application or together with antibiotics, both stronger stools occur, reducing the rate of diarrhea in calves, which results in increased consumption food

and therefore increased weight gain. An increase in hemoglobin and hemocytes also observed, possibly due to increased mineral absorption.

Key words: Inulin prebiotic, ruminant bacteria, diarrhea.

INTRODUCCIÓN

Antes del destete, los terneros son susceptibles a patógenos que provocan principalmente diarreas que es un problema grave en los terneros (Masanetz *et al.*, 2011) y la adición de antibióticos a la alimentación presenta beneficios en las ganancias diarias de peso, consumo de alimento y eficiencia fagocítica. Además, efectos como disminución de incidencia de diarreas, mortalidad de terneros y necesidades de proteína (Donovan *et al.*, 2002; Verdont *et al.*, 2005). Sin embargo, el uso de antibióticos y la resistencia a los mismos es un problema de salud emergente, ya que su utilización en exceso ejerce una presión selectiva de resistencia de las bacterias patógenas y residuos en carne (Donovan *et al.*, 2002; Masanetz *et al.*, 2011).

En un esfuerzo por eliminar el uso de los antibióticos en alimentos para animales se ha propuesto el uso de aditivos en los sustitutos de leche. La inulina y sus derivados parecen ser prometedores en dicha función (Donovan *et al.*, 2002; Masanetz *et al.*, 2011). Se ha descrito como prebiótico debido a los beneficios que otorga al organismo que lo consume (Gibson, 1999; Roberfroid, 2005).

Origen de la inulina

La inulina puede ser de origen vegetal, bacteriano u hongos. Las plantas que contienen fructanos son angiospermas y pertenecen a las familias mono y dicotiledóneas, los grupos *Liliaceae* y *Compositae* la producen en mayor cantidad. En hongos, los fructanos se acumulan en varias especies de *Aspergillus*, pero algunas sintetizan extracelularmente a partir de sacarosa. *Aspergillus sydowi* sintetiza inulina con un peso molecular mayor que la sintetizada por plantas. En bacterias la capacidad biosintética para inulinas está limitada a pocas especies bacterianas; por ejemplo, cepas de *Streptococcus mutans* producen fructanos tipo inulina. Algunas especies de las familias *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteraceae*, *Streptococcaceae*, *Bacillaceae* y *Actinomycetaceae* tienen genes para la síntesis de fructanos (Roberfroid, 2005; Franck, 2006).

La inulina se aisló por primera vez de *Inula helenium* por el científico alemán Rose en 1804; sin embargo, fue Thomson quien aplicó el nombre con el que se conoce actualmente (Franck, 2006). La inulina es un carbohidrato polidisperso que consiste de enlaces β ,1-2 fructosil-fructosa. El término fructanos se usa para denominar este tipo de compuestos. Existen dos posibilidades de encontrar la estructura de la inulina: a) GF, con una terminación en una molécula de glucosa unida por un enlace α ,1-2 (residuo D-glucopiranosil, como la sacarosa; Figura 1); y b) F, el monómero terminal es un residuo β -D-fructopiranosil (Flamm *et al.*, 2001; Roberfroid, 2005; Franck, 2006; Roberfroid, 2007; Madrigal y Sangronis, 2007; Chi *et al.*, 2011; Apolináro *et al.*, 2013).

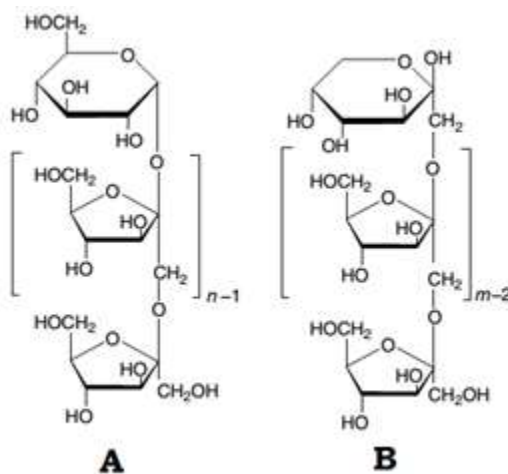


Figura 1. Estructura de la inulina.

Inulina como prebiótico

Los prebióticos son ingredientes alimenticios no digeribles que afectan benéficamente al huésped mediante la estimulación selectiva de crecimiento de un número limitado de especies bacterianas en el colon que pueden mejorar la salud. La inulina es un alimento natural con actividad prebiótica (Bosscher *et al.*, 2006).

La eficacia de un prebiótico debe mostrar varias características: a) No deben ser hidrolizados ni absorbidos en estomago ni intestino delgado; b) Su fermentación debe ser selectiva por flora intestinal; c) debe estimular el crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias beneficiosas en el colon; y d) inducir efectos benéficos para la salud del huésped. En recientes investigaciones se confirmó que la inulina es un compuesto prebiótico con mayor eficacia (Gibson, 1999; Bosscher *et al.*, 2006; Roberfroid, 2007).

Los prebióticos como inulina y oligofruktosa se fermentan en el colon donde promueven el crecimiento de las poblaciones bacterianas asociadas a un ambiente sano para el colon. Esta estimulación se produce porque los fructanos son fermentados fácilmente por dichas bacterias y no son utilizados eficazmente por bacterias patógenas. Las bifidobacterias, lactobacilos y eubacterias son consideradas benéficas en el colon humano, se identificaron como el factor de resistencia natural contra microorganismos potencialmente patógenos y se asocian con la reducción susceptible a patógenos entéricos y enfermedades intestinales (Flickinger *et al.*, 2003). Las cualidades como prebióticos de la inulina y oligofruktosa están establecidas, existen estudios donde se estimuló el crecimiento de lactobacilos, bifidobacterias y en menor grado *Clostridium coccides* y *Eubacterium rectale* que son productores de butirato en colon. Las bifidobacterias y lactobacilos colonizan superficies del intestino grueso como la mucosa o regiones del lumen que realizan acciones de protección del epitelio de la mucosa (Roberfroid, 2007). Las bacterias productoras de ácido láctico tiene actividad antibacteriana contra patógenos por la producción de

ácidos orgánicos que acidifican el medio y el pH bajo permite el crecimiento de estas bacterias pero no las patogénicas (Bosscher *et al.*, 2006).

El uso de inulina como prebiótico siempre está ligada al uso conjunto de oligofructosa por el sinergismo que presentan debido al grado de polimerización de ambos productos. Varias propiedades fisiológicas se han asociado al uso de inulina y oligofructosa como la modificación favorable de la microflora del colon, disminución de pH en colon, producción de nutrientes como vitaminas del complejo B, aumento en la absorción de minerales (hierro, calcio y magnesio), efecto beneficioso sobre el metabolismo de lípidos y carbohidratos y reducción de riesgo de cáncer (Kiss y Forgo, 2011).

Uso de inulina en rumiantes

En rumiantes la fermentación ocurre en rumen donde predominan especies del género *Bacteroides*, *Ruminococcus* y otras celulolíticas y sacarolíticas bacterias que fermentan los fructanos. En heces predominan Enterococci, Streptococci, Clostridia, Lactobacilli y *E. coli*. De modo que las diferencias en las poblaciones microbianas y estructuras del tracto digestivo se deben considerar cuando se analiza el uso de inulina como prebiótico en rumiantes (Flinkinger *et al.*, 2003).

Verdout *et al.* (2005) reportan la evaluación de 20 g inulina, dextrosa o antibiótico kg^{-1} en sustitutos de leche para el rendimiento de terneros durante las primeras 3 semanas a la llegada al corral de engorde en cuanto al peso semanal, consumo de alimento diario e índices de consistencia fecal diario. Los resultados indican que el antibiótico presentó la mejor ganancia de peso, la inulina propicio mejor consistencia en heces durante el periodo del experimento, pero la flora fecal es inestable y no hubo efecto en el patrón de población bacteriana en heces.

Kaufhold *et al.* (2000) evaluaron la suplementación de 0 y 10 g de fructanos d^{-1} en terneros de 10 semanas de edad y 117 kg de peso. El consumo de alimento fue similar entre grupos, pero el peso de los terneros suplementados tendió a incrementar. Entre sus conclusiones no encontraron efectos por la adición de inulina sobre las características metabólicas y endocrinas como la concentración de glucosa, lactato, triglicéridos e insulina en sangre.

Donovan *et al.* (2002) evaluó el efecto de la sustitución de inulina en lugar de antibióticos en terneros alimentados con sustitutos de leche desde el nacimiento hasta 5 semanas de edad. Evaluaron la ganancia de peso, incidencias de diarreas, eficiencia de la alimentación y puntuaciones fecales. Los resultados indicaron que las ganancias de peso, gravedad de las diarreas y eficiencias de alimentación no presentaron diferencias entre tratamientos. Concluyeron que los antibióticos en leche se pueden reemplazar con compuestos que actúan como prebióticos como la inulina y sus derivados.

Masanetz *et al.* (2011) evaluaron el efecto de la inulina como sustituto de antibióticos. El efecto de la inulina se evaluó sobre la salud intestinal y hematología de terneros. Entre los resultados la inulina redujo significativamente los recuentos de trombocitos en sangre periférica, propició el aumento de la concentración de hemoglobina y hematrocitos y redujo proporciones de monocitos. Flinkinger *et al.* (2003) reportó que la inulina se fermenta más rápido a pH 6 cuando el inóculo proviene de borregos alimentados únicamente con forraje, pero el pH no se ve afectado cuando el inóculo proviene de un borrego alimentado con 50% forraje-50% grano. Mientras que la población bacteriana fecal no se vio afectada dado que la fermentación de la inulina se produjo en rumen y no llegó intacta a intestino grueso.

CONCLUSIONES

La inulina es un compuesto químico de suma importancia hoy en día en algunos establos y sistemas de producción pecuaria en la sección de crianza; puesto que debido al gran índice de incidencias en problemas gastrointestinales, ya sea diarrea infecciosa causada por un virus o no, denota un gran porcentaje en la mortandad del hato y demanda una inmediata atención a dicho problema.

Aunque tal vez en algunos sub desarrollados o sistemas de producción extensivos se desconozcan del uso de dicho carbohidrato como promotor de microorganismos intestinales como los lactobacilos; es esencial dar a conocer de su existencia, ya sea de manera comercial integradas en el alimento o papillas del ternero, o bien como compuesto químico (cadena de carbonos) así como su síntesis y metabolismo del mismo dentro del tracto digestivo. Una mejor comprensión de los procesos físico químicos por los que pasa el insumo a tratar, nos ayudara a aplicar mejoras o transformaciones en su uso dependiendo de los escenarios presentados en nuestro sistema.

LITERATURA CITADA

Apolinário A.; Damasceno B.; Beltrao N; Pessoa A.; Converti A.; Silva J.(2013). Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. *Carbohydrate Polymers*, Consultado en Septiembre del 2015 en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.081>.

Bosscher D.; Van Loo J.; Franck J.(2006). Inulin and oligofruktosa as prebiotic in the prevention of intestinal infections and diseases. *Nutr Res Rev.* 19:216-226.

Chi Z.; Zhan T.;Cao T.;Liu X.; Cui W.; Zhao C. (2011). Biotechnological potential of inulin for biprocesses. *Biores Technol.* 102:4295-4303.

Donovan D.; Franklin S.; Chase C.; Hippen A.(2002). Growth and health of Holstein calves fed milk replacers supplemented with antibiotics or enteroguard. *J Dairy Sci.* 85:947-950.

Flamm, G.; Glinsmann W.; Kritchevsky D.; Prosky L; Roberfroid M.(2001). Inulin and oligofructosa as dietary fiber: a review of the evidence. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 41(5):353-362.

Flinckinger E.; Van Loo J.; Fahey G. (2003). Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 43(1):19-60.

Franck, A. (2006). Inulin. In: *Food polysaccharides and their applications*. 2nd Ed. A M Stephen, G O Phillips and P A Williams (eds). Taylor & Francis Group. CRC Press. 335-352 pp.

Gibson G. R. (1999). Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructosa and inulin. *J Nutr.* 129:1438S-1441S.

Kaufhold J.; Hammon H.; Blum J. (2000). Fructo-oligosaccharide supplementation: effects on metabolic, endocrine and hematological traits in veal calves. *J Vet Med A.* 47:17-29.

Kiss A.; Forgo P. (2011). Investigations on inulin-type oligosaccharides with regard to HPLC analysis and prospective food applicability. *Monatsh Chem.* 142:547-553.

Madrigal L.; Sangronis E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de nutrición.* 57(4):387-396.

Masanetz, S.; Preibiger W.; Meyer H.; Ptaffl M. (2011). Effects of prebiotics inulin and lactulose on intestinal immunology and hematology of preruminants calves. *Animal* 5(7):1099-1106.

Roberfroid M. (2005). Introducing inulin-type fructanos. *British J Nutr.* 93 (Suppl 1): S13-S25.

Roberfroid M. (2007). Inulin-type fructanos: Functional food ingredients. *J Nutr.* 137(11S):2493S-2502S.

Verdout J.; Shim S.; Van Leeuwen P.; Verstegen M. (2005). Application of inulin-type fructanos in animal feed and pet food. *British J Nutr.* 93 (Suppl 1):S125-S138.

Producción de metano en ganado rumiante

Ávila-Martínez, Alma Delia¹ ; Chávez-Delgado, Alondra¹ ; Cisneros-Cedillo, María Linday¹ ; Morales-García, Sonia Isela¹ ; Ramos-Martínez, Samir¹ ; Rentería-Borjón, Elizabeth¹ ; Mata-Espinosa, Miguel Angel²

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, C.P. 35230. almitamartinez1994@gmail.com

² Profesor investigador-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, C.P. 35230.

RESUMEN

El metano (CH₄) es producto final de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen, que en términos de energía constituye una pérdida y en términos ambientales contribuye al calentamiento y al cambio climático global. Existen fuentes contribuyentes de gas metano, como son el gas natural, gas del alumbrado, humedales naturales, campos de arroz, pérdidas fósiles en la producción de combustibles, combustión de biomasa, vertebrados y ganado rumiante, siendo este el principal emisor de este gas.

A escala mundial el ganado es la fuente antropogénica más importante de emisiones de metano, siendo los animales rumiantes los mayores emisores de este gas debido a las características que poseen en su sistema digestivo. Cerca del 98% del total de metano que producen los rumiantes se expira a través de la boca y los orificios nasales y sólo una pequeña cantidad sale por el recto.

La Comarca Lagunera representa 0.03 % del territorio mexicano y cuenta con aproximadamente 430,000 cabezas de ganado. La industria ganadera produce metano de dos formas; la más importante es la fermentación entérica, derivada de la alimentación de rumiantes, y la segunda es debida al manejo del estiércol.

Debido a que son muchos factores que afectan la producción de metano en ganado rumiante, las alternativas para su control son variadas y dependen principalmente de las condiciones de la producción, sin embargo es imposible evitar su liberación ya que muchas fuentes se derivan de las actividades agropecuarias y estas son fundamentales para satisfacer las necesidades alimenticias de la sociedad.

Palabras clave: Metano, rumiante, fermentación, sistema digestivo.

ABSTRACT

Methane (CH₄) is an end product of fermentation suffering food in the rumen, which in terms of energy is a waste and environmentally contributes to global warming and climate change. There are contributing sources of methane gas which are natural gas, coal gas, natural wetlands, rice fields, loss in fossil fuel production, biomass burning, vertebrates and ruminant livestock, which is the main source of this gas. CH₄ production in ruminants is influenced by factors such as feed intake, dietary composition, feed digestibility, feed preprocessing and feeding frequency. Belching is a physiological process using ruminants to expel gases accumulate in the rumen through the esophagus and into the mouth and then abroad. About 98% of methane produced by

ruminants expires through the mouth and nose and only a small amount comes out straight holes. Globally the livestock is the most important anthropogenic source of methane emissions, ruminant animals being the largest emitters of this gas because of the features they have in their digestive system. The Laguna region represents 0.03% of Mexico, which has approximately 430,000 head of cattle. The livestock industry produces methane in two ways; the most important enteric fermentation is derived from ruminant feed, and the second is due to manure management. Because of many factors affecting the production of methane in ruminant livestock, alternatives for control are varied and depend mainly on the conditions of production, however it is impossible to prevent his release because many of the sources stem of agricultural activities and these they are essential to meet the nutritional needs of society.

INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria contribuye ampliamente a las emisiones antropogénicas de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O) a la atmósfera (Carmona, Bolívar y Giraldo, 2005), a través del pastoreo y la producción de cultivos forrajeros (Steinfeld, Geber, Wassenaar, Castel, Rosales y De Haan, 2009). El metano (CH_4) es un producto final de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen, que en términos de energía constituye una pérdida y en términos ambientales contribuye al calentamiento y al cambio climático global (Bonilla & Lemus, 2011). En la atmósfera este gas tiene la capacidad de almacenar calor 20 veces superior al bióxido de carbono por lo cual los rumiantes se han relacionado con la contribución de gases de efecto invernadero (Posada, Ramírez y Rosero, 2014).

El metano también es conocido como gas de los pantanos, a causa de que se produce en el mismo como resultado de la descomposición de la materia orgánica, inducida por ciertas bacterias. Su mezcla con el aire o con el oxígeno constituye la peligrosa mezcla explosiva gris de las minas de carbón, otras fuentes principales son el gas natural que contiene alrededor de 90 % de metano, y el gas del alumbrado que contiene del 30 al 40%. (Macy, 2005). Otros contribuyentes son humedales naturales en un 21%, campos de arroz en 20%, perdidas fósiles en la producción de combustibles en 14%, combustión de biomasa en 10% y vertebrados en 7% (Carmona *et al*, 2005).

A pesar de lo anterior a escala mundial el ganado es la fuente antropogénica más importante de emisiones de metano entre un 15 y 20%, siendo los animales rumiantes los mayores emisores de este gas debido a las características que poseen en su sistema digestivo. Algunos de las regiones que más contribuyen a la contaminación por gas metano de origen pecuario son América Central y América del sur con un 20.17%, China con 11.92% y África subsahariana con 11.61% (Steinfeld *et al*, 2009).

Producción de metano en ganado rumiante

La Comarca Lagunera representa el 0.03 % del territorio mexicano, la cual cuenta con aproximadamente 430,000 cabezas de ganado. La industria ganadera produce metano de dos formas; la más importante es la fermentación entérica, derivada de la alimentación de rumiantes, y la segunda es debida al manejo del estiércol. Se determinó la liberación 55 Gg de CH_4 por año,

lo cual representa un 2.5 % de las emisiones nacionales de origen ganadero, una gran cantidad considerando el área de la región (0.03 %). El ganado fue responsable del 83 % de la fermentación entérica liberada a la atmósfera, y el restante 17 % se originó de los sistemas de manejo del estiércol (Quantin, Roy, Moreno, & Vásquez, 2012).

La producción de CH₄ en los rumiantes está influenciada por factores como: consumo de alimento, composición de la dieta, digestibilidad del alimento, procesamiento previo del alimento y frecuencia de alimentación.

Los rumiantes poseen un sistema digestivo capaz de aprovechar y convertir los pastos y forrajes con elevados contenidos de celulosa, en alimentos de alta calidad nutritiva: carne y leche, gracias a una variada población de microorganismos, bacterias, hongos y protozoos, que habitan el rumen y que realizan la digestión de más del 80% de los carbohidratos. El rumen es una especie de saco del aparato digestivo donde se degrada el alimento consumido mediante procesos de fermentación bacteriana a forma químicas más simples que el animal pueda metabolizar y asimilar. De estos procesos de fermentación el animal obtiene energía a partir de la fibra vegetal (Fernández, s/f). El metano se produce en el rumen, debido a la reducción del CO₂ (que se libera por la fermentación de los carbohidratos de la ración) por el hidrógeno metabólico (H₂), como resultado de la acción de los microorganismos metanógenos (*Archaea*) presentes en dicho órgano. La reacción para la síntesis de metano en el rumen es:



El eructo es un proceso fisiológico que utilizan los rumiantes para expulsar los gases acumulados en el rumen a través del esófago hacia la boca y de ahí al exterior. Se estima que 87% del metano que producen estos animales, se forma en el rumen y se expulsa por medio de este proceso. El 13% restante se produce en el intestino grueso y su mayor parte (~89 %) se absorbe hacia la sangre y se elimina a través de los pulmones. Esto indica que cerca del 98% del total de metano que producen los rumiantes se expira a través de la boca y los orificios nasales y sólo una pequeña cantidad sale por el recto (Carmona *et al.*, 2005).

El aumento de las concentraciones de este gas provoca un calentamiento de la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera (Carmona *op cit.*). Esto trae consigo muchas consecuencias como lo son:

- ❖ Las sequías y fuegos arrasadores.
- ❖ Aumento de las áreas desiertas.
- ❖ Inundaciones por el aumento del nivel del mar.
- ❖ Erosión de los suelos, y por consecuencia la falta de alimentos.
- ❖ El cambio de los ecosistemas y en consecuencia la muerte.
- ❖ Olas de calor mortales y la propagación de enfermedades.
- ❖ Derretimiento de los glaciares.

Alternativas para reducir la cantidad de metano emitido por rumiantes

Son muchos los factores que pueden afectar la producción de metano en el ganado rumiante, por esta razón las alternativas para su control son variadas y dependen principalmente de las condiciones de la producción (Bonilla y Lemus, 2011).

Las investigaciones se basan en la reducción de la metanogénesis y se dividen en tres grupos (Bonilla y Lemus, 2011):

1. Disminución de CH₄ en el rumen indirectamente (defaunación del rumen).
2. Evaluación de productos que inhiben directamente a las bacterias metanogénicas (vacunas utilizando plantas, ionóforos y antibióticos).
3. Evaluación de vías alternas para la utilización del H⁺ producido en el rumen.

La composición de la dieta tiene un efecto directo en la producción de metano ya que se ha encontrado que con dietas altamente fibrosas y de baja digestibilidad se aumentan las emisiones de metano y se genera una gran pérdida de energía por esta vía, La acción de las bacterias metanogénicas depende en gran medida del tipo de sustratos presente en la dieta, y de las características químicas y físicas de la misma, por esta razón es posible disminuir los efectos que sobre el ambiente realizan los sistemas productivos de rumiantes ofreciendo a los animales alternativas nutricionales que además de reducir las emisiones de metano a la atmósfera disminuyan las pérdidas energéticas que por este concepto se presentan en los rumiantes (Santacoloma, 2011).

A partir de lo anterior se derivan una gran cantidad de procedimientos para disminuir el problema (Bonilla y Lemus, 2011):

- **Aditivos al alimento:** Al utilizar aditivos se optimiza la función ruminal y destacan cuatro objetivos: mejora el balance energético de los animales, disminuye la degradación de las proteínas para incrementar la biodisponibilidad de aminoácidos en el intestino delgado, reducir la tasa de degradación de los carbohidratos rápidamente fermentables (almidón, sacarosa) además de controlar la concentración de la fibra y mejorar la digestión de fibra.
- **Ionóforos:** Monensina sódica. En 2004 se reportó que la monensina disminuía la pérdida de energía gruesa en forma de CH₄ administrándola en diferentes cantidades aganado criado en diferentes sistemas.
- **Levaduras:** El uso de levaduras secas activas como aditivos para mejorar la eficiencia alimenticia, el comportamiento productivo y la salud animal se ha incrementado pues hay variaciones de disminución de metano que van desde menos del 3% al 58% dependiendo de la cepa utilizada y las combinaciones de leguminosas adicionales.
- **Grasas y ácidos:** grasas animales, grasas vegetales, ácidos grasos, ácido láurico, ácido mirístico y ácido oleico además otros ácidos grasos de cadena larga son los que tienen un alto potencial para suprimir la metanogénesis ruminal.
- **Metabolitos secundarios:** Incluyen saponinas, terpenoides, fenoles, glucósidos, taninos, ligninas, alcaloides, polisacáridos y aceites esenciales. La especificidad de los

metabolitos secundarios de los vegetales contra grupos microbianos puede utilizarse para la inhibición selectiva de algunos microbios indeseables en el rumen.

- **Productos comerciales:** Se encuentran principalmente en Rumalato y Rumalac, estos productos se comercializan en España aunque también están disponibles en México, elaborados con base en ácido málico en forma de malato sódico.
- **Acunas:** Se evaluó la viabilidad de una vacuna elaborada con cinco cepas metanogénicas en un grupo de 32 ovinos, los resultados sugirieron que se puede elaborar una vacuna altamente específica para ciertas cepas de metanogénicos.

Otra alternativa importante se derivada de la capacidad energética que posee este gas y aprovecharla en la generación eléctrica o calórica destacando la importancia de los biodigestores como mecanismo de aprovechamiento de este gas a partir de los desechos de rumiantes y diferentes sistemas de producción (González, 2013).

CONCLUSIÓN

El metano es un gas altamente peligroso para la humanidad ya que no solo contribuyen a un problema ambiental, sino a una pérdida energética que juega con la competitividad del sector ganadero sin embargo es imposible evitar su liberación ya que muchas de las fuentes que lo producen se derivan de las actividades agropecuarias y estas son fundamentales para satisfacer las necesidades alimenticias de la sociedad. Por ello se han realizado un sin número de investigaciones que ayuden a aminorar las emisiones del metano.

LITERATURA CITADA

Bonilla C, J., & Lemus F, C. (2011). *Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático*. Revista mexicana de ciencias pecuarias. Vol. 3. pp. 215-246.

Carmona, J., Bolívar, D., & Giraldo, L. (2005). *El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo*. Revista Colombiana de ciencias pecuarias Vol. 18. pp.49- 63.

Fernández C, A., (s/f). Encrucijadas #41. Universidad de Buenos Aires. Recuperado el día 15 de agosto de 2015 de: <http://www.uba.ar/encrucijadas/41/sumario/enc41-vacaspeligrosas.php>

González C, J. (2013). *Alternativas para la reducción de emisores de metano*. CEGESTI (246) 1-3.

Macy, R. (2005). *Química orgánica simplificada*. REVERTE. Barcelona, España. pp. 61-64.

Posada, S., Ramírez, J., & Rosero, R. (2014). *Producción de metano y digestibilidad de mezclas de kikuyo (*Pennisetum calndestinum*) papa (*Solanum Tuberosum*)*. Agronomía Mesoamericana. Vol. 25. pp.141-150.

Quantin, B., Roy, A., Moreno, R., & Vásquez, J. (2012). *Emisión de metano causado por el ganado y el estiércol en la comarca lagunera: impactos ambientales y oportunidades para la producción de biogás*. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. Coahuila, México. p.6.

Santacoloma V, L. (2011). *Las dietas en las emisiones de metano durante el proceso de rumia en sistemas de producción bovina*. Revista de investigación agraria y ambiental. Vol. 2. pp. 55-64.

Steinfeld, H., Geber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2009). *La larga sombra del Ganado*. FAO. Roma. pp. 288.

Interacción planta-microorganismo en la raíz de gramíneas y leguminosas

Aquino-Venegas, M.; Diaz-Delgado, V. F.; García-Reyes, A.; Hernández-Martínez, E.

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 40. Carretera Gómez
Palacio- Chihuahua.

Autor de correspondencia: ixochitlehm_96@hotmail.com

RESUMEN

En la rizosfera existen microorganismos (MOO'S) que interactúan con las gramíneas y leguminosas, algunos son benéficos realizando procesos como: síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento, fijación de nitrógeno, solubilización de nutrientes, entre otros. Gran número de bacterias promotoras del crecimiento pertenecen al género *Azospirillum*. Estos MOO'S se aplican mediante inóculos directamente a las semillas de interés, quienes promoverán el desarrollo radicular colonizando la parte interna y externa de la raíz afectando en la longitud y formación de raíces laterales generando un aumento en la absorción de nutrientes y agua. Por otra parte el género *Rhizobium* o las bacterias colectivamente conocidas como rizobios inducen en las raíces (o en el tallo) de las leguminosas la formación de nódulos, en los cuales el nitrógeno es reducido a amonio, por intercambio de señales moleculares entre el simbiote y el hospedero, también hay modificación y deformación de pelos radicales. Este proceso contribuye entre un 60-80 % de la fijación biológica de nitrógeno, por ello esta relación simbiótica permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos. También se ha documentado la fijación biológica de nitrógeno atmosférico a amonio por bacterias que pertenecen a los géneros *Azotobacter*, *Klebsiella* y *Beijerinckia*.

Palabras clave: Rizosfera, microorganismos, fijación, *Azospirillum*, *Rhizobium*

ABSTRACT

In the rhizosphere, there are microorganisms (MOO'S) interacting with grasses and legumes are beneficial performing some processes such as synthesis of growth substances, nitrogen fixation, nutrient solubilization, among others. A large number of growth-promoting bacteria, belonging to the genre *Azospirillum*. These are applied using inocula MOO'S directly to seeds of interest, who will promote root growth colonizing the inner and outer root affecting the length and lateral root formation generating an increase in the absorption of nutrients and water. Moreover, the *Rhizobium* or bacteria collectively known as rhizobia induced in the roots (or stem) of legume nodule formation in which the nitrogen is reduced to ammonium by exchange of molecular signals between the symbiont and the host, there is also modified and root hair deformation. This process contributes 60-80 % of biological nitrogen fixation, so this symbiotic relationship allows leguminous plants grow without nitrogen fertilizer without impoverishing the soil. It has also been documented biological fixation of atmospheric nitrogen to ammonia by bacteria belonging to the genera *Azotobacter*, *Klebsiella* and *Beijerinckia*.

Keywords: (rhizosphere microorganisms fixing *Azospirillum*, *Rhizobium*)

INTRODUCCIÓN

La actividad microbiana se vincula con el incremento y producción de las plantas a través de tres vías: a) mediante la fijación de nitrógeno en la simbiosis *Rhizobium*/leguminosas; b) por el incremento en la capacidad de absorción de fósforo por la acción de micorrizas y otros grupos y c) por la producción de fitohormonas bacterianas en la rizosfera de gramíneas (Hernández *et al.*, 2001).

Entre las plantas y los microorganismos se establece una estrecha relación que se manifiesta en la región de la rizosfera, donde se liberan compuestos que, provenientes de la fotosíntesis, son metabolizados y translocados a las raíces en forma de exudados, secreciones y mucílagos. Ellos constituyen una reserva de nutrientes para la microbiota e influyen en el proceso de absorción de la planta y en el intercambio de iones. Por lo anterior, la rizosfera ejerce quimio atracción hacia determinados grupos microbianos, y provoca una intensa actividad biológica para distintos procesos como la fijación de N, la producción de fitohormonas y la solubilización de fosfatos, entre otros. Algunas bacterias como *Bacillus*, *Arthrobacter* y *Pseudomonas* pueden transformar el fósforo que está en el suelo y que no es asimilable para las plantas a formas solubles. Esto lo logran mediante la producción de ácidos orgánicos (málico, cítrico y cetoglutárico) y de enzimas (fosfatasas ácidas y alcalinas) (Hernández *et al.*, 2001).

Mecanismos de acción de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPB)

Las bacterias de vida libre o asociativa que habitan la rizosfera pueden estimular el crecimiento de las gramíneas a través de mecanismos, como: síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, fijación de nitrógeno, solubilización de nutrientes, producción de sideróforos y control de fitopatógenos del suelo. Los microorganismos más estudiados pertenecen a los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas* y *Bacillus*; algunos de los cuales sobreviven en condiciones de estrés. (Loredo-Osti *et al.*, 2004).

Las PGPB pueden inducir a la promoción del crecimiento de la planta por mecanismos directos e indirectos. Los mecanismos directos, donde las bacterias le proporcionan a la planta metabolitos sintetizados por ella misma, estimulan el crecimiento vegetal incluyendo la producción de fitohormonas como las auxinas y reduciendo el nivel de etileno, mejorando la concentración de nutrientes –hierro o fósforo–, así como la estimulación de mecanismos de resistencia a enfermedades de la planta (Vital y Mendoza, 2014).

Entre los mecanismos indirectos, actúan como agentes de biocontrol, reduciendo enfermedades provocadas por microorganismos fitopatógenos, estimulando otras simbiosis benéficas y protegiendo a la planta por medio de la degradación de sustancias dañinas en suelos contaminados (Vital y Mendoza, 2014).

Fijación biológica de nitrógeno atmosférico (FBNA)

Los microorganismos que intervienen en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico (FBNA), reducción enzimática de nitrógeno (N_2) a amonio (NH_4), se pueden clasificar en dos grupos a) microorganismos (bacterias hongos y algas) que fijan nitrógeno en forma no simbiótica o de vida libre (*Azospirillum*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* y *Klebsiella*), estudiados principalmente en caña de azúcar, arroz, sorgo, trigo y pastos tropicales forrajeros (Armenta *et al.*, 2010); y b) microorganismos que fijan el nitrógeno en forma simbiótica con plantas leguminosas y no leguminosas (gramíneas y otras).

Los hongos micorrízicos son unos de los microorganismos que proporcionan fósforo a las plantas mediante una asociación simbiótica. La planta suministra al hongo un nicho ecológico y la fuente de carbono que necesita, a su vez la planta se beneficia incrementando la captación de nutrientes minerales del suelo principalmente fósforo (Armenta *et al.*, 2010).

Género *Azospirillum*

El género *Azospirillum* es uno de las bacterias promotoras de crecimiento, asociados a gramíneas. En 1925, Beijerinck aisló la primer especie de *Azospirillum* y se le denominó *Spirillum lipoferum*. Posteriormente, en 1978 se postula a *Azospirillum* como un género de acuerdo a las diferencias morfológicas y fisiológicas entre varias cepas y experimentos de homología del ADN encontrando dos especies: *Azospirillum brasiliense* y *A. lipoferum*.

También se emplea como bacteria cooperante en inoculantes mixtos, pues ha logrado potenciar la actividad de otros microorganismos como *Rhizobium* y micorrizas, ya que al promover el desarrollo radical, aumenta la probabilidad de infección con otros grupos. Además de contribuir a estabilizar los agregados de partículas del suelo, las micorrizas mejoran su estructura e incrementan la absorción de iones de fósforo, zinc y cobre por las plantas, aumentan la capacidad de absorción de agua lo que las hace más tolerantes a la sequía (Hernández *et al.*, 2001).

Entre los efectos que *Azospirillum* provoca en las plantas se encuentra: incremento en peso seco total, concentración de nitrógeno en follaje y grano, número total de espigas, floración y aparición de espigas más temprana, tasas de germinación más altas, entre otras. La inoculación de *Azospirillum* incrementa el desarrollo radicular, aumentando así la superficie radicular y por ende los exudados de la misma. *Azospirillum* posee la característica de colonizar tanto la parte interna como la externa de la raíz. La colonización en cereales sucede principalmente en la superficie radicular, mientras que pocas bacterias se unen a los pelos radiculares (Vital y Mendoza, 2004).

La simbiosis *Rhizobium*-leguminosa

Las plantas aprovechan el nitrógeno en forma de nitratos o de amonio por lo cual no asimilan el nitrógeno abundante en la atmosfera hasta que los microorganismos portadores de la enzima nitrogenasa convierten el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado.

El mecanismo de fijación biológica de N está determinado por un intercambio de señales moleculares que se produce entre el simbionte y el hospedero. En la primera etapa, la planta libera inductores (principalmente flavonoides), debido a la presencia de *Rhizobium*, que permiten que se transcriban los genes de la nodulación (genes *nod*). En la segunda etapa, las bacterias a través de estos genes producen señales que inducen a que ocurran modificaciones durante la pre infección, como deformación de los pelos radicales y la división de las células corticales, luego se produce la invasión y la diferenciación de las bacterias en el nódulo, para lo que se requiere de exopolisacáridos y lipopolisacáridos capsulares (Hernández *et al.*, 2001).

Los rizobios inducen en las raíces (o en el tallo) la formación de estructuras especializadas (nódulos) dentro de los cuales el nitrógeno gaseoso es reducido a amonio. Se calcula que este proceso contribuye entre el 60-80 % de la fijación biológica de nitrógeno. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. En esta simbiosis la planta huésped obtiene nutrientes nitrogenados de la bacteria (rizobios) y ofrece a las bacterias una fuente de carbono y un ambiente favorable para fijar nitrógeno, permitiendo a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos.

Dado que la carencia de nitrógeno suele darse en suelos desnudos y sin abonar, las leguminosas noduladas ofrecen una ventaja selectiva en tales condiciones y pueden crecer bien en zonas donde no lo harían otras plantas. Es por ello que leguminosas arbustivas y arbóreas se emplean como plantas pioneras en la reforestación de zonas áridas y semiáridas.

Cabe destacar que *Rhizobium* fue la primera bacteria producida a gran escala y se ha añadido como inoculante durante 105 años a diversos cultivos agrícolas, con éxito en muchos casos (Tao *et al.*, 2002).

Casos de éxito

De acuerdo a Hernández *et al.* (2001) con *Azospirillum* se incrementó, hasta ese momento, 10 % el rendimiento de maíz en Francia y entre 42-44 % el de sorgo. En Cuba *Azospirillum* incrementó en 14-22.5 % el rendimiento de King grass, 20 % la caña de azúcar y permitió sustituir 40 kg de fertilizante nitrogenado en zacate guinea. La inoculación con *Azotobacter* en 16 millones de hectáreas de suelo cultivado con sorgo en la India permitió incrementar la producción de 23 a 64 % (Hernández *et al.*, 2001). Otras gramíneas tuvieron similares resultados como el trigo (6 % de incremento), el maíz (8 %) y el mijo perla (3 a 30 %).

Hernández *et al.* (2001), al hacer un análisis de las investigaciones realizadas durante dos décadas en condiciones de campo con gramíneas bajo diferentes condiciones climáticas indicaron que las respuestas, aunque variables, fueron positivas en el 60 a 70 % de los experimentos y que tuvieron de 5 a 30 % de incremento en los rendimientos. Los solubilizadores de P han permitido clonar los genes responsables de la síntesis de fosfatasas ácidas y alcalinas y el gen involucrado en la solubilización de fosfato inorgánico de *Pseudomonas cepacia*.

Los microorganismos asociativos se estudian desde finales de los años ochenta, fundamentalmente *Azotobacter* y *Azospirillum*. Con *Pseudomonas* se han conducido investigaciones relacionadas con su actividad. Producto de su acción beneficiosa en las plantas se extendió su utilización por lo que se inició la producción de grandes cantidades de inoculante en caldo, cuya producción varió desde 50 000 litros en 1990 hasta seis millones de litros en 1992, disminuyendo notablemente a partir de 1994. La poca disponibilidad de almacenamiento del inoculante en frigoríficos así como de transporte adecuado para su traslado influyó para que el producto tuviera que ser utilizado inmediatamente y muchas veces no llegara con la calidad requerida al agricultor, no logrando su objetivo. Ello motivó el desarrollo de inoculantes concentrados por centrifugación mediante los cuales se redujo el volumen en 95 % (Hernández *et al.*, 2001).

CONCLUSIÓN

En el suelo existe gran diversidad de microorganismos y es importante su estudio para la identificación y caracterización de los mismos, y así conocer la interacción que tienen con las plantas. Estos microorganismos no son solo fijadores de nitrógeno, sino que también ayudan a estimular el crecimiento de las gramíneas a través de la producción de fitohormonas, un claro ejemplo es la producción de auxinas. Otro beneficio que se encontró de estos microorganismos es que ayudan a la solubilidad de nutrientes como los fosfatos, e incrementan la absorción de agua y de iones fósforo, zinc, entre otros micronutrientes, pero donde se obtienen los mejores beneficios es en el aumento en la producción de diferentes cultivos, en algunos casos aumento el rendimiento físico hasta en un 64 %, también se encontró que el uso de microorganismos redujo el empleo de cantidades importantes de fertilizante.

LITERATURA CITADA

Armenta-Bojórquez, A.D., C. García-Gutiérrez, J.R. Camacho-Báez, M.A. Apodaca-Sánchez, L. Gerardo-Montoya y E. Nava-Pérez. 2010. *Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México*. Ra Ximhai. Enero-abril, 2010. Vol. 6, Número 1 Universidad Autónoma Indígena de México. Págs. 51-56. Consultado el 6 de septiembre de 2015 en <http://www.ejournal.unam.mx/rxm/vol06-01/RXM006000107.pdf>

Hernández, Y., O.A. García, R. Marianela. 2001 *Utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 35, núm. 2, pp. 85-97 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. Consultado el 16 de agosto de 2015 en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018220001>

Loredo-Osti, C., L. López-Reyes, D. Espinosa-Victoria. 2004. *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas*. Terra Latinoamericana, vol. 22, núm. 2, abril-

junio, pp. 225-239 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57322211>

Tao-Wang, J. Martínez-Romero, I. López-Lara. s/f. *Rhizobium y su destacada simbiosis con plantas*. Microbios, cap. 8. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap8/>

Vital-López, L., y A. Mendoza-Herrera. 2014. *Azospirillum: habitante de la gramíneas*. La ciencia y el hombre- UV; Vol. 27. Núm. 2. Mayo-agosto. Consultado el 5 de septiembre de 2015 en:

<https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num2/articulos/Azospirillum.html>

Acidosis ruminal, causas y consecuencia

Vicente-Perez, Rogelio ¹; Ayala-Sosa, Otoniel ¹; Castillo-Gonzales, Olivia G. ¹, Jiménez-Velasco, Carlos ¹

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo
Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua.
Bermejillo, Dgo. CP. 35230. Tel: (52) 8711701328

Correo-e: Rogerzz_10ener@outlook.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una revisión bibliográfica sobre la acidosis ruminal en rumiantes. La acidosis ruminal es un problema metabólico que comúnmente se presenta en ganado lechero, particularmente en vacas altas productoras cuando consumen dietas con altas cantidades de carbohidratos fermentables y concentrados gluconeogénicos. Este desorden metabólico induce un desequilibrio en el ambiente ruminal como la reducción del PH ruminal, lo cual se debe a la acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV's) y ácido láctico.

Se han caracterizado diferentes tipos de acidosis, siendo la acidosis subclínica y la acidosis clínica las que se discuten en este apartado. El primer caso de acidosis se debe a cambios en el PH en periodos transitorios, relacionándose con reducción en el consumo y en las tasas de degradación la fibra, desencadenando problemas como el desplazamiento de abomaso y laminitis. El segundo caso responde a los altos consumos de granos ricos en almidón, cambios repentinos en las proporciones forraje: concentrado y a un menor consumo de fibra que estimule la proliferación de las papilas que absorben AGV's, acumulándose considerablemente en rumen. El cuadro clínico es anorexia, ataxia, debilitamiento en respuesta a la depresión del sistema inmunológico. Todas estas alteraciones impactan sobre la capacidad productiva de los animales.

La prevención de acidosis es indispensable, se logra a través de estrategias alimenticias durante periodos de transición de un programa de alimentación a otro, con el objetivo de permitir que el rumen se adapte paulatinamente a las nuevas dietas y ello no afecte la flora ruminal. Es recomendable utilizar amortiguadores del pH como el bicarbonato y óxido de magnesio. Así mismo, se le puede promover un ambiente ruminal adecuado para las bacterias del rumen a través de la implementación de aditivos. Otra opción es la utilización de ionóforos que ayudan a reducir la incidencia de acidosis. Se concluye que la acidosis ruminal es un problema metabólico que es debido a altos porcentajes de concentrados y la baja disponibilidad de fibra dietario, lo cual afecta ambiente ruminal y ocasionando depresión del sistema inmunológico, y consecuentemente baja producción.

Palabras clave: Acidosis ruminal, Microorganismos, Rumen, pH, Ácido láctico, Ionóforos.

ABSTRACT

The objective of this work was to develop a literature review on ruminal acidosis in ruminants. Rumen acidosis is a metabolic problem that commonly occurs in dairy cows, particularly in cows with high dairy production. The disorder occurs when they consume diets with high amounts of fermentable carbohydrates and concentrates gluconeogenic. This metabolic disorder induces an

imbalance in the rumen environment as reduced ruminal pH, which is due to the accumulation of volatile fatty acids (AGV's) and lactic acid.

There are types different of acidosis, including subclinical acidosis and clinical acidosis, which were discussed in this work. The subclinical acidosis is due to changes in pH in transitional periods, which may be related with reduction of dry matter intake and fibers degradation rates, which in turn, induces problems such as displaced abomasum and laminitis. The clinical acidosis by the high consumption of grains rich in starch, drastic changes in the dietary proportions of forage: concentrate and a lower consumption of fiber that stimulates the proliferation of buds to absorb the AGV's, increasing those acids in rumen. The animals express anorexia, ataxia, weakness in response to depression of the immune system. All these changes have an impact on the productive capacity of the animals.

To prevent acidosis is essential to establish nutritional strategies during periods of transition from one program feed to another; in order to allow that the rumen achieves the adaptation to the new diet and it does not affects the rumen flora. We recommend using buffers such as bicarbonate and magnesium oxide. As well as, promote adequate ruminal environment for ruminal bacteria through the supplementation of additives. Another option is the use of ionophores to reduce the incidence of acidosis. In conclusion the ruminal acidosis is a metabolic problem in response to high rates of concentrates and low availability of fiber to the rumen, causing depression of the immune system, and consequently low production.

Keywords: ruminal acidosis, microorganisms, rumen, pH, lactic acid, ionophores.

INTRODUCCIÓN

La acidosis ruminal es un problema latente en la industria de la producción bovina. Tanto en ganado especializado en la producción de leche, como en el de carne, presentándose en estos últimos generalmente por descuidos en el manejo de la alimentación.

Esta enfermedad es una consecuencia debido a la alimentación con dietas con alto contenido de grano, en rumiantes, los cuales tienen su metabolismo adaptado al consumo de forraje. La alimentación con dietas altas en concentrado (arriba de 75%) aumenta la producción de leche, sin embargo, si se administran estas dietas por periodos largos, se compromete la salud del animal (Campos, 2008).

La acidosis ruminal es importante no solo por razones económicas, sino también por el bienestar animal, sobre todo porque los engordadores de ganado bovino incrementan la proporción de alimentos fácilmente degradables en el rumen (granos de cereales, residuos agroindustriales otros concentrados), con respecto al contenido de componentes fibrosos provocando que los animales sufran problemas digestivos de variada índole, a pesar de querer obtener la máxima respuesta del animal, lo que se convierte en pérdidas económicas y de producción (Campos, 2008).

Villagómez (2008), indica que concentraciones altas de ácidos que se mantienen por semanas o meses en la acidosis subaguda, pueden provocar lesiones en la mucosa del rumen, trastornos metabólicos, así como daños en hígado, pezuña y otros órganos. La elevada concentración de

ácido láctico en el rumen causa una rumenitis química, que es la precursora de la rumenitis que provoca trombosis e infarto en los vasos ruminales. Posteriormente se produce necrosis difusa y gangrena llegando a desarrollarse una peritonitis aguda.

Acidosis ruminal

La acidosis es el resultado del consumo de carbohidratos fermentables en cantidades suficientes que causan una acumulación de ácidos orgánicos en el rumen, con una reducción concurrente en el pH. Los ácidos orgánicos son productos de fermentación microbiana de la materia alimenticia. En una situación normal de consumo adecuado, los ácidos orgánicos no se acumulan en el rumen porque la absorción ruminal se mantiene al mismo ritmo que se van produciendo. En esas situaciones, la fermentación ruminal es estable y el pH puede variar desde 5.6 hasta 6.5, con un pH promedio típico de alrededor de 5.8 a 6.2; el pH puede caer por debajo de 5.6 por un breve periodo de tiempo durante el ciclo normal de alimentación (Nagaraja & Lechtenberg, 2007).

Es bien conocido que la acidosis ruminal origina un crecimiento de bacterias productoras y consumidoras de ácido láctico, sin embargo lo que resulta realmente crítico es el desbalance ocasionado por el pH en términos de optimización de crecimiento bacteriano. Russell e Hino en 2001, demostraron que la tasa de crecimiento del *streptococcus bovis* (el más importante productor de ácido láctico) disminuye dramáticamente cuando el pH alcanza valores entre 5.3 y 5.1 (Villagómez, 2008).

Existen dos tipos de acidosis: clínica y subclínica:

Acidosis clínica: con frecuencia la acidosis clínica se le denomina acidosis láctica, ya que en estas condiciones el ácido láctico juega un papel fundamental. En condiciones normales, el ácido láctico es un intermediario minoritario del metabolismo ruminal. Aunque son numerosas las bacterias que sintetizan el ácido láctico, *Streptococcus bovis* es probablemente el más importante. Sin embargo la mayor parte del ácido láctico producido se metaboliza en el rumen siendo *Megasphaera eldesnii* la especie que más contribuye en este proceso (Ramos *et al.*, 2009).

Acidosis subclínica. La acidosis subclínica es consecuencia de periodos transitorios repetidos de pH ruminal moderadamente bajos que no son suficientes para desencadenar la sintomatología clínica de acidosis. La suplementación de raciones altamente fermentables estimula el desarrollo de la mucosa ruminal que favorece la absorción de los ácidos grasos volátiles (AGV). Sin embargo, en mucosas no adaptadas, la absorción de AGV es lenta, y esta acumulación provoca una ligera acidosis ruminal. El mantenimiento de un pH relativamente bajo permite el desarrollo de las poblaciones de clostridios y coliformes que provocan una inflamación de la mucosa y el desarrollo de hiperparaqueratosis que actúa como barrera de absorción de AGV. La consecuencia inmediata es la acumulación de AGV y la disminución del pH ruminal. Aunque no se llegan a desarrollar síntomas clínicos, el mantenimiento del pH reduce la digestibilidad de la ración y provoca oscilaciones en la ingestión de materia seca (Ramos *et al.*, 2009).

La acidosis ruminal representa varios grados de acidez en el rumen, por lo tanto, la acumulación total de ácidos orgánicos AGV y ácido láctico dicta si el rumen es ácido o no. Un pH ruminal de 5.6 o más bajo se considera generalmente lo típico en la acidosis ruminal, mientras que un intervalo de pH de 5.0 y 5.5 se considera como acidosis aguda o subaguda, y un pH por debajo de 5.0, acercándose al 4.5 o por debajo es considerado acidosis aguda (Nagaraja *et al.*, 2007).

Aunque se considera que los ácidos ruminales son los principales contribuyentes a la patofisiología de la acidosis, se ha implicado que otros productos de la fermentación microbiana, como el etanol y las aminas, tienen un papel importante en esta alteración metabólica. También la concentración ruminal de etanol, como producto principal de *Lactobacilli* que heterofermentadores, aumenta bajo condiciones de acidosis (Nagaraja, *et al.*, 2007).

El tiempo crítico de la ocurrencia de acidosis es durante el periodo en el cual el animal cambia de una dieta alta en granos al ingresar al corral o cambiar a una dieta de mayor concentración de energía. Algunos otros factores de la dieta pueden tener impacto significativo sobre los patrones de consumo y, por lo tanto, sobre la incidencia de acidosis. El tipo (maíz con mucha humedad más que maíz rolo o sorgo) y la cantidad de grano, el procesamiento del grano (particularmente en hojuelas vapor), el tipo y la cantidad de rastrojo y agregar aditivos al alimento (como ionóforos) tienen efectos sobre los patrones de consumo y la acidosis subaguda. Los granos como el centeno, el trigo y el maíz con una alta humedad que tienen tasas rápidas de digestión ruminal de almidón, generalmente causan la mayoría de los problemas (Nagaraja *et al.*, 2007).

La acidosis ruminal está asociada con muchos otros padecimientos en la engorda que pueden impactar de forma significativa el desempeño del animal. Brent (1989), discutió la rumenitis, los abscesos hepáticos, la laminitis y la polioencefalomalacia como problemas relacionados a la acidosis. Britton y Stock (2000), agregaron el síndrome de muerte súbita, el timpanismo, las infecciones por clostridios y la malabsorción a la lista de problemas asociados con un episodio de acidosis (Brent, 1989; Britton y Stock, 2000; Nagaraja, 2007).

Microbiología ruminal y acidosis

Las bacterias ruminales poseen roles y funciones muy específicas y se encuentran conformando un delicado equilibrio. Junto a las bacterias ruminales existen otros microorganismos muy importantes que son los protozoarios, que forman parte del proceso digestivo pero que por sí solos no son capaces de degradar la fibra. También intervienen hongos y levaduras, que bajo circunstancias adversas pueden generar trastornos en el animal. A nivel del rumen se producen procesos metabólicos muy complejos que afectan particularmente a los hidratos de carbono y a las proteínas del alimento. En caso de los hidratos de carbono la acción bacteriana determina su degradación hasta llegar finalmente a la formación de los llamados ácidos grasos volátiles (AGVs). Estos se absorben a nivel de las paredes del rumen y constituyen la fuente energética de los rumiantes (Sierna, 2009).

Según Nagaraja y Lechtenberg (2007), los microbios ruminales responden a una disponibilidad en aumento de sustratos fermentables, como lo son los almidones y los azúcares, aumentando así la tasa de crecimiento y las actividades de fermentación. Esta situación lleva a una producción en aumento de productos de la fermentación, particularmente de ácidos grasos volátiles (AGVs).

Los cambios bacterianos asociados con la acidosis ruminal incluyen principalmente cambios en las poblaciones de bacterias fermentadoras de almidones y azúcares solubles (bacterias amilolíticas, fermentadoras de maltosa y de glucosa) y bacterias fermentadoras de ácidos grasos; la proporción de bacterias amilolíticas en el rumen puede llegar a ser tan alta como el 90% a un 95% del total de bacterias que se cultivan en animales alimentados con granos. Las bacterias que rápidamente fermentan los almidones y azúcares y contribuyen a una rápida acumulación de ácido láctico DL y de AGVs incluyen: *Selenomonas ruminatum*, *Streptococcus bovis* y *Lactobacillus sp.* La *S. ruminatum* es un organismo dominante (22%-51% del total de bacterias cultivables) en el rumen de la dieta de los animales adaptados a la dieta con granos (Nagaraja y Lechtenberg, 2007).

En el ecosistema ruminal existe una población microbiana que comprende entre otros, bacterias anaeróbicas y protozoarios, junto con los hongos anaeróbicos que han sido descubiertos. Estos microorganismos se encuentran distribuidos irregularmente en la fracción líquida o adheridos al material sólido y paredes del rumen (Campos, 2008).

Función de las bacterias en el rumen. Las bacterias son el tipo de microorganismos más importante del rumen, tanto en términos cuantitativos como de funcionalidad. Las especies existentes, más de 200 suelen clasificarse de acuerdo con el principal sustrato sobre el que actúan, destacando entre estas, dos grandes grupos: celulolíticas y amilolíticas (Campos, 2008).

Las primeras son estrictamente anaeróbicas y muy sensibles a la acidez del contenido ruminal, siendo que se multiplican más cuando la dieta del animal es en su mayor parte forrajes y donde el pH tiene valores de 6.3-6.7, pero desciende muy sensiblemente en dietas ricas en concentrado con las que alcancen niveles de pH inferiores a 6.0.

Mould (1983), Orskov (1982) y Campos (2008), señalan que las bacterias amilolíticas son en general muy sensibles a los cambios de pH, manteniendo su actividad degradativa en un amplio intervalo (5.0-7.0); aunque la densidad está dada por la relación al aporte y tipo de almidón en la dieta, así como de su procesamiento por métodos físicos.

Las bacterias se pueden agrupar en 32 géneros y 63 especies, de las cuales 16 géneros y 28 especies se consideran funcionalmente importantes en términos de número y metabolismo. Son de los grupos de microorganismos el más abundante ya que representan aproximadamente la mitad de la biomasa ruminal y una mayor proporción de la actividad metabólica ruminal (Campos, 2008). En el cuadro 1 se muestran algunas especies de organismos y las principales características de estas bacterias del rumen.

Cuadro 1: Características de algunas bacterias del rumen.

Organismo	Morfología	Movilidad	Productos de fermentación	DNA (mol %C+G)	Sustrato
<i>Fibrobacter Succinogenes*</i>	Bacilo	-	Succinato, acetato, formiato	45-51	Celulosa
<i>Butyrivibrio Fibrisolvans*</i>	Bacilo curvado	+	Acetato, formiato, H ₂ y CO ₂	41	Celulosa
<i>Ruminococcus albus*</i>	Coco	-	Acetato, formiato, H ₂ y CO ₂	43-46	Celulosa
<i>Clostridium lochheadii</i>	Bacilo (espora)	+	Acetato, formiato, butirato H ₂ y CO ₂	-	Celulosa
<i>Ruminococcus flavefacuens</i>	Coco	-	Acetato, succinato y H ₂	39-44	celulosa
<i>Clostridium polysaccharolyticum</i>	Bacilo (espora)	-	Acetato, formiato, butirato y H ₂	-	Celulosa y almidón
<i>Bacteroides rumminicola</i>	bacilo	-	Formiato, acetato y succinato	40-42	Almidón
<i>Ruminonacter amylophilus</i>	Bacilo	-	Formiato, acetato y succinato	49	Almidón
<i>Selenomonas ruminantium</i>	Bacilo curvado	+	Acetato, propionato y lactato	49	Almidón
<i>Succinomas amylolytica</i>	Ovalado	+	Acetato, propionato y lactato	-	Almidón
<i>Streptococcus Boris</i>	Coco	-	Lactato	37-39	Almidón
<i>Selenomonas lactilytica</i>	Bacilo curvado	+	Acetato y succinato	50	Lactato
<i>megasphaera elsdenii</i>	Coco	-	Acetato, propionato, butirato, valerato, copoato, H ₂ y CO ₂	54	Lactato
<i>Viellonella parvula</i>	Coco	-	Acetato, propionato y H ₂	38-41	Lactato
<i>Lachnospira multiparus</i>	Bacilo curvado	+	Acetato, formiato, lactato, H ₂ y CO ₂	-	Pectina
<i>Anaerovibrio lipolytica</i>	Bacilo	-	Acetato, propionato y succinato	-	Lipolítico

<i>Eubacterium ruminantium</i>	Bacilo		Formiato, butirato, - lactosa y CO ₂		Xilano
<i>Lactobacillus ruminis</i>	Bacilo		Lactosa	44-47	Azucares
<i>Lactobacillus vitulinus</i>	Bacilo		Lactosa	34-37	Azucares
<i>Methanobrevibacter ruminantium</i>	Bacilo	-	CH ₄ (de H ₂ +CO ₂ o formiato)	31	Metanógenos
<i>Methanomicrobium mobile</i>	Bacilo	+	CH ₄ (de H ₂ +CO ₂ o formiato)	49	Metanógenos
<i>Eubacterium oxidoreducens</i>	Bacilo		Lactosa y H ₂	36	Aromáticos

Fuente: Frioni, 1999, Campos, 2008.

Las bacterias se pueden clasificar en función del sustrato que utilizan, de los productos formados o de sus requerimientos nutricionales. En función de su principal sustrato de fermentación, se pueden clasificar en microorganismos que degradan celulosa, hemicelulosa, almidón, azúcares, ácidos intermedios, proteína, pectina o lípidos. En una clasificación más extensa, se puede incluir el grupo de bacterias productoras de metano, amoníaco y bacterias con actividad ureasa (Campos, 2008).

Otra clasificación bacteriana, es la que se hace en función de la fase física a la que se encuentran asociadas dentro de rumen. Aproximadamente el 75% de las bacterias se asocian a las partículas del alimento y son las responsables, en mayor parte, de la degradación ruminal de éste; un segundo grupo bacteriano más inespecífico, se encuentra asociado a la fase líquida y está formado por las bacterias que se han soltado de las partículas y poblaciones con altos ritmos de división que subsisten a partir de nutrientes solubles en el líquido ruminal. Un tercer grupo de bacterias anaeróbicas facultativas se encuentran adheridas al epitelio ruminal. Estas consumen rápidamente el oxígeno que entra con el alimento y el agua, y su especialidad es degradar las células epiteliales sin intervenir activamente en la degradación del sustrato, además de tener una gran actividad proteasa y ureasa, mediante la cual intervienen en el reciclaje de urea proveniente del torrente sanguíneo (Campos, 2008).

Trastornos ruminales y metabólicos

En los rumiantes, especialmente en las vacas, los trastornos digestivos del rumen y las enfermedades metabólicas son fenómenos que se presentan con mucha frecuencia. La mayoría de las enfermedades metabólicas suceden en forma subclínica y los animales pueden llegar a disminuir de un 10% a un 25% su producción, aunque la apariencia muestre buen estado de salud, sin que el propietario y el médico veterinario se percate de su presencia. Los trastornos metabólicos se caracterizan primero por alteraciones bioquímicas en líquidos corporales y más tarde por disminución en la producción, problemas reproductivos (infertilidad), predisposición a

las infecciones, disminución de la calidad de la leche o carne, así como aumento de morbilidad y mortalidad en las crías. Los cambios bioquímicos iniciales pueden ser detectados en el líquido ruminal, en la orina, en la sangre y en la leche. Estas alteraciones bioquímicas son mayor en orina y líquido ruminal que en la sangre (Bouda, 1997).

Las enfermedades del sistema digestivo explican el 25 al 33% de las muertes de ganado en corrales de engorda y probablemente contribuyen a reducir el rendimiento y la productividad. La sobreproducción de ácido en el rumen es a menudo la causa de trastornos nutricionales o metabólicos como la acidosis aguda o subaguda (crónica), abscesos hepáticos y la meteorización, es uno de los principales factores que los propician (Hernández, 2011).

Según Bach (2002) y Hernández (2011) los trastornos más frecuentes debido a la acidosis son:

Ingestión cíclica: Inmediatamente después de una acidosis ruminal (aguda o subclínica) los animales dejan de comer. En conjunción con una acidosis ruminal suele haber un aumento de la osmolaridad ruminal (consecuencia de la acumulación de glucosa, AVG y restos celulares de las bacterias).

Abscesos hepáticos: Los abscesos hepáticos son capsulas de tamaños diversos llenas de pus. Pueden estar localizadas en la superficie o en el interior del hígado. La acidosis no es la única que causa estos abscesos pero cuando la acidosis ruminal se acentúa y se prolonga en el tiempo aparece queratosis ruminal y la pared ruminal se hace permeable. Entre otros agentes causales se encuentra *Fusobacterium necrophorum*, estas bacterias son conducidas hasta el hígado a través de la vena porta y ahí inicia la infección y formación de abscesos. Los sintonismos comunes asociados a la presencia de abscesos hepáticos son el descenso de la ingestión y de la eficiencia de conservación de energía para la reproducción. La única forma práctica para evitar estos abscesos es conservar la integridad de la pared ruminal evitando pH demasiado bajos. Alternativamente, se puede usar antibióticos como la penicilina, tetraciclinas y macrolidos pero no resulta práctico debido a la gran pérdida económica que supone el apartar la leche de los animales tratados del ataque.

Diarrea: la diarrea que puede acompañar los cuadros de acidosis suelen ser de poca duración y recidivante (enfermedad o trastorno que tiende a reaparecer después de un período de curación), siguiendo la ciclicidad de los descensos y subida de pH ruminal. Las heces de animales con acidosis se caracterizan por ser brillantes y acuosas.

Laminitis: la laminitis es una enfermedad producida por numerosos factores, entre los que se encuentran la acidosis ruminal. La acidosis ruminal que conlleva a una acidosis metabólica posee un mayor riesgo de inducir laminitis debido que cuando el pH sanguíneo baja se estimula la circulación digital y aumenta el pulso sanguíneo. Además, el aumento de la osmolaridad ruminal acompaña la acidosis he induce a un trasvase de agua desde la sangre hacia el rumen lo que hace que el hematocrito sanguíneo aumente.

Timpanismo: Es una anomalía en el funcionamiento del retículo-rumen, que se caracteriza por la distensión del órgano, debido a la acumulación excesiva de gases. Se clasifica como gaseoso o crónico y espumoso o agudo de acuerdo con el criterio de naturaleza del contenido o rapidez con que se presenta la sintomatología (Hernández, 2011).

Formas de prevenir la acidosis ruminal

La prevención y tratamiento de la acidosis incluye la elaboración de raciones seguras y/o inclusión de aditivos que ayuden a combatir el descenso del pH ruminal (Bacha, 2002).

Racionamiento y manejo alimenticio

A nivel de manejo alimenticio uno de los aspectos más importantes para combatir la acidosis es ofrecer la ración mayor número de veces posibles durante el día. Dos veces suele ser suficiente si a lo largo del día se barre la dieta hacia los comederos de las vacas alimentadas con carro mezclador (Sáenz, 2006).

Según Sáenz (2006), para composición de la ración, los niveles de almidón no deberían superar el 30-40% de la MS. Además, es aconsejable usar una relación del nivel detergente neutro (FDN), el almidón degradable y carbohidratos no fibrosos (CNF). También, deberían evitarse las raciones con exceso de proteína (por arriba del 18.5% de la MS), sobre todo cuando las concentraciones de FND sean también elevados (por arriba del 30% de la MS).

En cualquier caso, la preparación ruminal es la forma más efectiva de prevenir una acidosis. Raciones que, en principio, deberían incurrir en acidosis, pueden no ocasionar trastorno alguno si se ofrecen paulatina y progresivamente a los animales, de modo que se da tiempo a la flora ruminal para metabolizar el ácido láctico, y a la mucosa ruminal para desarrollarse y absorber la mayor cantidad de AGV que se generan (Sáenz, 2006).

Una de las complicaciones más frecuentes de la acidosis ruminal es la acidosis metabólica. Por lo tanto bajo condiciones de acidosis debe corregirse, no solo pH ruminal, sino también el pH sanguíneo. En principio, la forma más eficaz de aumentar el pH sanguíneo es aportar una fuente de sodio que sea fácilmente absorbible (Bacha, 2002; Sáenz, 2006).

Amortiguadores y alcalinizantes

A nivel práctico se usan dos productos químicos para combatir la acidosis ruminal: el bicarbonato de sodio y el óxido de magnesio. Existe una diferencia importante entre los dos. El bicarbonato es un amortiguador mientras que el óxido de magnesio es un alcalinizante. Un alcalinizante es una sustancia capaz de aumentar el pH de una solución, mientras que un amortiguador es una sustancia con la capacidad de aumentar la cantidad de moles de H^+ que deben ser añadidos a una solución para disminuir su pH, manteniendo el pH dentro de ciertos valores (Bacha, 2002; Sáenz, 2006).

Bicarbonato de sodio.

El bicarbonato (Na HCO_3) es incluido en dietas concentradas para estabilizar el pH ruminal, incrementando la producción de Acetato, e incrementando el porcentaje de grasas en la leche (Clayton *et al.*, 1999; Sáenz, 2006).

El sistema amortiguador del bicarbonato se presenta en dos formas iónicas: HCO_3^- y CO_3^- . La forma HCO_3^- es la más importante en el mantenimiento del pH sanguíneo y ruminal. El mecanismo de acción depende de la cantidad de CO_2 disponible en el sistema. A menor cantidad de CO_2 (que se elimina mediante el eructo) mayor capacidad amortiguadora se consigue en el líquido ruminal (Bacha, 2002; Sáenz, 2006).

El CO_2 soluble en el rumen pasara a formar parte de gas ruminal, y éste será eliminado mediante el eructo. Por lo general el CO_2 representa el 70% del total de los gases ruminales (Barry *et al.*, 1977; Bacha, 2002; Sáenz, 2006).

Para realmente producir un impacto en la capacidad amortiguadora del rumen y combatir la acidosis es necesario administrar un mínimo de 150g de NaHCO_3 , siendo la dosis más recomendada de 1% de total de materia seca consumida. Durante periodos de estrés por calor, es más recomendable usar el bicarbonato de potasio que el de sodio, pues mantiene más efectividad amortiguadora, y además aporta potasio (Bacha, 2002).

Oxido de magnesio

Aunque comúnmente se le clasifica como amortiguador, el óxido de magnesio es un alcalinizante. Es decir, solo aumenta el pH ruminal y no tiene la capacidad de mantener el pH ruminal en valor determinado. La dosis mínima recomendada es de 40g por vaca y día, siendo lo más recomendable usar dosis de 0.3-0.4 del total de la materia seca ingerida (Bacha, 2002).

Una ventaja es que aporta magnesio (un 54%) y este es utilizado como coenzima por las células del rumen. Por lo tanto, el óxido de magnesio, por un lado aumenta el pH ruminal y por otro mejora la digestibilidad de la fibra a través de un aumento de la actividad de los enzimas que la degradan (Bacha, 2002).

Los amortiguadores, como el bicarbonato, son excelentes para mantener el pH, sin embargo no son muy efectivos para cambiar el pH ruminal. En cambio, los alcalinizantes son muy efectivos en cambiar el pH pero no en mantenerlo. Por eso, existe una sinergia entre el bicarbonato y el óxido de magnesio, y su uso conjunto es mucho más eficiente que cuando alguno de ellos dos se usa por separado. La combinación recomendada de bicarbonato y oxido de magnesio es de 3 a 1 (Bacha, 2002).

Aditivos microbianos

Según Sáenz (2006), los aditivos microbianos más comúnmente usados para combatir la acidosis son las levaduras. Los resultados obtenidos con las levaduras son muy diversos y contradictorios. Existen, básicamente dos tipos de levaduras, las vivas, y los extractos de levaduras. El éxito de

las levaduras debe pasar por una suplementación diaria, pues las levaduras son incapaz de sobrevivir en el rumen. En el caso de las inactivas (cuya dosis suele ser de 3 g d⁻¹). Parece ser que las levaduras ayudan a mantener el pH ruminal mediante el estímulo del crecimiento de las bacterias ruminales que fermentan el ácido láctico. De esta forma, aunque se produzca ácido láctico, éste no se acumula en el rumen. Las bacterias que son capaz de utilizar el ácido láctico ruminal más importantes son: *Megasphaera elsdenii*, *Lactobacillus acidophilus* y *Selenomonas ruminantium*.

Los protozoos son eucariontes que forman parte de la flora ruminal. Los protozoos pueden disminuir el riesgo de acidosis porque son capaz de ingerir y almacenar fragmentos de almidón, impidiendo así que sean fermentados por las bacterias ruminales. Sin embargo, los protozoos son muy sensibles al pH y cuando la producción de AGV es muy rápida los protozoos tienden a desaparecer (Van Koevering *et al.*, 1994; Cooper y Klopfenstein, 1996; Bacha, 2002; Sáenz, 2006).

Antibióticos (Ionóforos)

Algunos aditivos como los ionóforos ayudan a reducir la incidencia de acidosis y meteorismo, básicamente actúan directamente sobre la microflora ruminal, los abscesos hepáticos pueden eliminarse con ciertos antibióticos, la poliencefalomalacia (PEM) tiene varios orígenes, incluyendo la deficiencia de tiamina, pero estudios recientes sugieren que la sobreproducción de ácido sulfúrico (H₂S) en el rumen juega un papel importante en su etiología cuando el ganado consume una gran cantidad de azufre presente en agua y/o alimento (Hernández, 2011).

Los ionóforos afectan a algunas bacterias ruminales, debido a que interrumpen el intercambio iónico y modifican los gradientes protónicos y catiónicos de la membrana celular. Como respuesta a esta modificación de gradientes, las bacterias inician un bombeo activo de protones al exterior que les permite mantener las concentraciones iónicas y el equilibrio ácido-básico en su interior; sin embargo, estos procesos requieren cantidades mayores de energía metabólica extra (Russell y Strobel, 1989; Sáenz, 2006).

CONCLUSIÓN

La acidosis ruminal en bovinos ya sean lecheros o de carne ha sido uno de los problemas digestivos de origen nutricional con más frecuencia en la producción animal. Las dietas que se ofrecen a estos rumiantes son cada vez más ricas en concentrados para atender un aumento en las exigencias nutricionales en la alta producción de los animales. Existen numerosas causas de la acidosis, y sus síntomas son múltiples. La acidosis ruminal subaguda es una enfermedad común en el ganado lechero de alto rendimiento que reciben dietas de elevada digestibilidad. Esta enfermedad no solo afecta el consumo de alimento y la producción ya sea carne o leche, también puede desarrollar otros efectos secundarios comprometiendo la salud del animal causando diarreas, laminitis, abscesos hepáticos y ruminitis crónica. Muchos de los mecanismos causantes de esta enfermedad por los cuales la depresión del pH ruminal afecta la salud del animal aun no

son bien conocidos. Existen recomendaciones para crear la dieta que ayuda a prevenir el desarrollo de acidosis ruminal. Sin embargo, incluso siguiendo estas recomendaciones puede seguir presente esta enfermedad debido a que algunos animales son selectivos en el consumo de dietas, difiriendo la dieta consumida de la dieta formulada. Otra manera de prevenir la acidosis es mediante el uso de aditivos, existen numerosos tipos de aditivos para controlarla o combatirla, pero los que más destacan son el bicarbonato y el óxido de magnesio que ayudan a controlar el pH del rumiante.

LITERATURA CITADA

Bacha, F. (2002). Nutrición, patología digestiva y salud intestinal rumiantes en cebo. Aspectos prácticos. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona. 159 pág.

Bouda, J., & Peesch, M.L. (1997). Desarrollo y empleo del método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos.

Campos, C.J. (2008). Fisiología de la acidosis ruminal y sus implicaciones en la producción animal. Universidad de la Sella facultad de zootecnia Bogotá D.C. 83 pág

Hernández, D. E. A. (2011). Manual de prácticas para el manejo de ganado de engorda en el rancho puente la reina. La Antigua, Ver. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Veracruzana. 83 pág.

Najaraja, T.G., & Lechtenberg, F.K. (2007). Acidosis de ganado bovino en corral de engorda. Departamento de diagnóstico en medicina/parto biología. Colegio de medicina veterinaria. 14 pág.

Ramos, N. J. (2009). Acidosis ruminal y su Relación con la Fibra de la Dieta y la composición de Leche en Vacas Lecheras. Facultad de medicina veterinaria. Universidad nacional de Jacamarca. 119 pág.

Russell, J. B., & Hino, T. (2001). Regulation of lactate production I *Streptococcus bovis*: A spiraling effects that contributes to rumen acidosis.

Sáenz, G. O. (2006). Efecto de la Virginiamicina sobre el pH ruminal y la acidosis ruminal subaguda en vacas Holstein Friesian de la comarca lagunera.

Sierna, R. (2009). Acidosis en bovinos. Departamento de rumiantes y suinos. Facultad de veterinaria UR, Uruguay. 6 pág.

Villagómez, H.J. (2008). Prevalencia de acidosis ruminal subaguda en el ganado lechero *Holstein friesian* en establos de la Comarca Lagunera, México.

Consultado el día 18 de agosto de 2015, recuperado en : http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/44/cys_44_Aproximacion_multifactorial.pdf

Evaluación de la enzima celulasa en el ensilado de alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea maíz*)

Cardoso-Carmona, C. J¹.; Martínez-Zaragoza, J. A¹.; Rodríguez-Cruz, C. A¹.; Vélez-Labrada, J. L¹.;
²Ph Dr. Miranda-Romero, L.A.

¹Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia km 38.5 carr. México - Texcoco. CP 56230, Chapingo, Estado de México. Email: acad_zootecnia@chapingo.mx, ²Maestría y Doctorado en Innovación Ganadera. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Posgrado en Producción Animal.

Email: produccionanimal@correo.chapingo.mx, microbiologiapecuariazoo5ob@gmail.com.

RESUMEN

La baja disponibilidad de forraje en la época seca es un grave problema en sistemas de producción animal, por lo que las prácticas de conservación como el ensilado revisten gran importancia. La alfalfa es difícil de ensilar ya que cuenta con una resistencia a disminuir su pH, así como su baja disponibilidad de azúcares. El objetivo fue evaluar la acción de una enzima fibrolítica celulasa sobre la calidad de ensilado de alfalfa y maíz. El experimento se realizó en Chapingo, México durante los meses agosto-septiembre de 2015. En el forraje fresco se evaluaron el contenido de materia seca (MS), pH, proteína cruda (PC), cenizas (CNZ), contenido celular (CC), fibra detergente neutro (FDN). Se realizaron 6 microsilos de maíz y alfalfa adicionando a la mitad enzima celulasa (0.1g kg^{-1}), transcurridos 15 días se realizaron las mismas pruebas que al forraje fresco. Los ensilados a los cuales se les adiciono la enzima mostraron en pruebas organolépticas (excelente-bueno), pH (5.4 en alfalfa y 3.8 3m maíz), densidad (782.73 en alfalfa y 596.63 en maíz), y proteína cruda (23.03 en alfalfa y 8.46 en maíz). El uso de la enzima fibrolítica produjo ensilados de alfalfa y maíz de mayor calidad.

Palabras clave: ensilado, alfalfa, fibrolíticas, celulasa, calidad

***ACCIONES PARA FORTALECER EL DESARROLLO SUSTENTABLE
EN ZONAS ÁRIDAS***

Coordinadores

Miguel Ángel Mata Espinosa, Ricardo Trejo Calzada, Luis Alberto Miranda Romero

Imagen de portada:
Ing. Germán Gutiérrez Acosta

***II Congreso Internacional y XI Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas
VI Congreso Nacional y XVI Congreso Estudiantil de Microbiología Pecuaria***

Esta publicación estuvo a cargo de la Coordinación Editorial de la
Subdirección de Investigación y Posgrado de la URUZA-UACH

Apartado Postal No. 8, C.P. 35230 Bermejillo, Dgo.

Teléfono: 01-872-7760160 Ext. 1028

Se reprodujeron 300 ejemplares en Noviembre de 2014

En un archivo de 4.81 Mb de tamaño y en formato PDF