

FRECUENCIAS SIGNIFICATIVAS EN SERIES DE ANILLOS DE ÁRBOLES EN EL NORESTE DEL MÉXICO

Vicenta Constante-García*¹, Julián Cerano-Paredes¹, José Villanueva-Díaz¹, Erika Nava-Reyna¹ y Aldo R. Martínez-Sifuentes¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CENID-RASPA. Canal Sacramento Km. 6.5, Gómez Palacio, Durango.

*Autor de correspondencia: constante.garcia@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

México presenta una alta variabilidad climática originada por su ubicación geográfica y orografía (Sánchez *et al.*, 2007). Derivado de esta complejidad orográfica y ubicación geográfica en el continente Americano, el Monzón de Norteamérica y la posición de la Zona Intertropical de Convergencia (ITZC), determinan la dominancia de un régimen de lluvias de verano, donde se tiene influencia El Niño Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés), con influencia variable en las diversas regiones del país (Magaña *et al.*, 2003; Pavia *et al.*, 2006). Determinar la influencia de estos fenómenos en un país con una orografía accidentada, se vuelve relevante; particularmente con el cambio climático (IPCC, 2018). Bajo este panorama, los anillos de árboles fechados exactamente al año de su formación, constituyen un método indirecto para analizar la influencia de estos modos circulatorios y su frecuencia en el tiempo (Cook, 1992; Worbes, 2002). La generación de series de crecimiento de anillos de árboles más allá de los registros climáticos disponibles, constituyen una opción para analizar históricamente la incidencia de estos fenómenos y su frecuencia a través del tiempo. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo determinar las frecuencias significativas de las series de anillos de árboles que pueden estar relacionadas con los fenómenos océano-atmósfera que inciden en el clima del noreste del México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Núcleos de crecimiento de *Pinus pseudostrobus* Lindl se colectaron con una barrena Pressler en una población de pino-encino localizado en el municipio de Iturbide, Nuevo León. Los núcleos de crecimiento se obtuvieron en campo, se procesaron y fecharon acorde a técnicas dendrocronológicas convencionales (Stokes y Smiley, 1996). La medición de los anillos de crecimiento datados al año de su formación se realizó en un sistema de medición Velmex con el software J2X para Windows. La verificación del fechado se realizó mediante el software COFECHA (Holmes, 1983). La estandarización de las series de crecimiento para eliminar la influencia de la edad, se realizó al aplicar la curva de mejor ajuste a cada serie de medición (Cook, 1985), resaltando de esta manera la señal climática. Para definir la presencia de frecuencias significativas en las serie dendrocronológica se llevó a cabo mediante un análisis de ondeletas, utilizando la wavelet madre Morlet (Torrence y Compo, 1998) empleando el programa R (Bunn y Korpela, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La extensión de la serie dendrocronológica de anillo total de *P. pseudostrobus* fue de 143 años (1870 – 2013), con un tamaño de muestra de 40 radios procedentes de 27 árboles, registró una intercorrelación entre series de 0.70 ($p < 0.01$). El análisis de ondeleta detectó dos períodos significativos ($p < 0.05$) de 15 y de 30 a 32 años, respectivamente. El periodo de 15 años se extiende de 1885 a 1925, mientras que el de 30 a 32 años involucra la mayoría de la cronología, donde el período significativo se extiende de 1900 a 1970. También se identificaron otras frecuencias en el rango de 3 a 7 años (Figura 1).

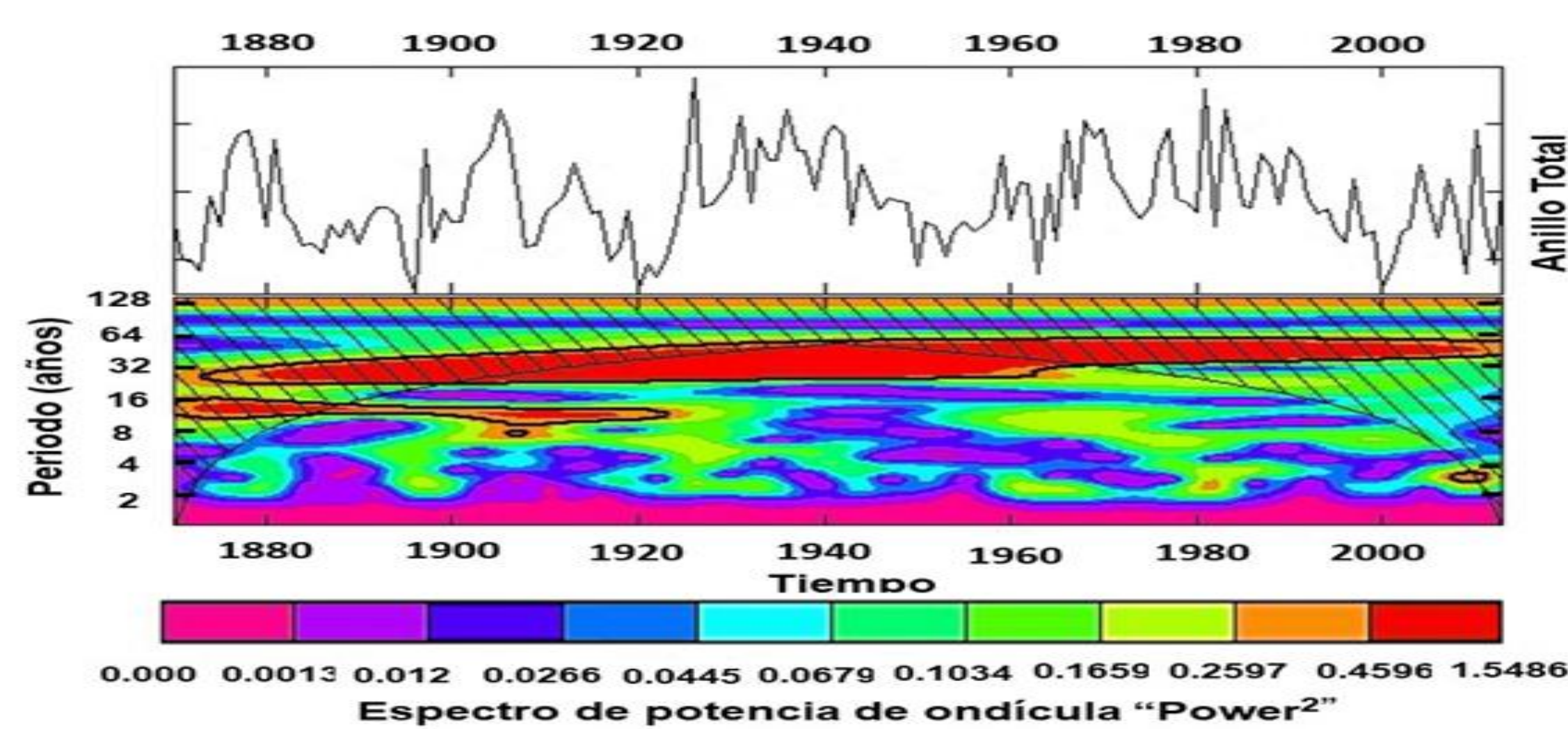


Figura 1. Espectro de potencia de ondeleta perteneciente a la cronología de ancho de anillo total del *P. pseudostrobus*. Las manchas rojas delimitadas por línea negra indican periodos con frecuencias significativa al ($p < 0.05$). El cono indica la significancia ($p < 0.05$) especial en el periodo analizado.

El análisis pone de manifiesto la presencia de diversas señales que pueden estar asociados a diversos fenómenos océano-atmósfera. Estudios al respecto indican que la frecuencia entre 2 a 8 años se asocian a la variabilidad de ENOS (Rasmusson y Carpenter, 1982; Schöngart *et al.*, 2004). Estas frecuencias han sido reportadas para el norte de México (Cerano-Paredes *et al.*, 2011) asociadas al ENSO de 1 a 14 años en el periodo 1900 a 1950, así como frecuencias de 1 a 2 y de 6 a 8 años de 1986-2000. Respecto a los periodos multidecadales, estos podrían asociarse a la PDO, la cual es una fluctuación que impacta directamente en el clima de América del Norte con una marcada influencia en la cuenca del Pacífico (Hare y Mantua, 2000; Gutzler *et al.*, 2002) llegando a presentarse en el pacifico mexicano (Brito-Castillo *et al.*, 2002). Aunque en general esta señal es más reportada para el Pacífico, existen algunos autores que indican un efecto de este fenómeno al sureste de USA (Mantua *et al.*, 1997) y el noreste de México (González *et al.*, 2010), mismos que resultan concordantes con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

La serie de crecimiento de anillo total de *P. pseudostrobus* indica la presencia de frecuencias de 3, 7, 15 y multidecadales de 30 a 32 años, los cuales pueden asociarse al ENSO y en mayor proporción al PDO. Los resultados encontrados dan la pauta para involucrar un mayor número de especies en la región y analizar a detalle la influencia de estos fenómenos de circulación general.

BIBLIOGRAFÍA

- Brito-Castillo, L., Leyva-Contreras, A., Douglas, A. V., y Lluch-Belda, D. (2002). Brito Castillo 2002 Pacific Decadal Oscillation and the filled capacity of dams on the rivers of the Gulf of California continental watershed. *Atmósfera*, 15, 121–138.
- Bunn, A., y Korpela, M. (2016). *Crossdating in dplR*. 3, 1–12.
- Cerano-Paredes, J., Villanueva-Díaz, J., Valdez-Cepeda, R. D., Arreola-Ávila, J. G., y Constante-García, V. (2011). El Niño Oscilación del Sur y sus efectos en la precipitación en la parte alta de la cuenca del Río Nazas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XVII(Especial), 207–215. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.09.076>
- Cook, E. R. (1985). A Time Series Analysis Approach to Tree Ring Standardization. *School of Renewable Natural Resources, PhD Thesis*, 171.
- Gonzalez, J. M., Leyva, A. R., Oviedo, E. C., Lupercio, A. Z., y Perez, T. C. (2010). Teleconexiones de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) a la precipitación y temperatura en México. *Investigaciones Geograficas*, 73(1923), 57–70.
- Gutzler, D. S., Kann, D. M., y Thornbrugh, C. (2002). Modulation of ENSO-based long-lead outlooks of Southwestern U.S. winter precipitation by the Pacific Decadal Oscillation. *Weather and Forecasting*, 17(6), 1163–1172. [https://doi.org/10.1175/1520-0434\(2002\)017<1163:MOEBLL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0434(2002)017<1163:MOEBLL>2.0.CO;2)
- Hare, S. R., y Mantua, N. J. (2000). Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. *Progress in Oceanography*, 47(2–4), 103–145. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(00\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00033-1)
- Holmes, R. (1983). Computer-Assisted Quality Control in Tree-Ring Dating and Measurement. *Tree-Ring Bulletin*. IPCC. (2018). IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. , *In the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*, [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)], In Press. <https://doi.org/10.1038/291285a0>
- Magaña, V. O., Vázquez, J. L., Pérez, J. L., y Pérez, J. B. (2003). Geofísica Internacional. *Geofísica Internacional*, 42(3), 313–330. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56842304>
- Mantua, N. J., Hare, S. R., Zhang, Y., Wallace, J. M., y Francis, R. C. (1997). A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(6), 1069–1079. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<1069:APICOW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<1069:APICOW>2.0.CO;2)
- Pavia, E. G., Graef, F., y Reyes, J. (2006). Notes and correspondence PDO – ENSO Effects in the Climate of Mexico. *Journal of Climate*, 19, 6433–6438.
- Rasmusson, E. M., y Carpenter, T. . (1982). Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the southern oscillation/El Niño. *Monthly Weather Rev*, 110, 354– 384.
- Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R., y Zambrano, L. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat).
- Schöngart, J., Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Ayres, J. M., Hüttermann, A., y Worbes, M. (2004). Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El Niño-Southern Oscillation effect. *Global Change Biology*, 10(5), 683–692. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00754.x>
- Stokes, M. A., y Smiley, T. I. (1996). *An introduction to tree-ring dating*. (2 nd). University of Arizona Press.
- Torrence, C., y Compo, G. P. (1998). A practical guide to wavelet analysis christopher. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(1), 61–78.
- Worbes, M. (2002). One hundred years of tree-ring research in the tropics - A brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*, 20(1–2), 217–231. <https://doi.org/10.1078/1125-7865-00018>