

DESARROLLO DE CRONOLOGIAS EN EL NOROESTE ARGENTINO

Ricardo Villalba y José A. Boninsegna

Laboratorio de Dendrocronología

IANIGLA - CONICET

Richard L. Holmes

Tree Ring Laboratory

University of Arizona U.S.A.

RESUMENES

Se dan a conocer las cuatro primeras cronologías desarrolladas para el noroeste argentino. Dos de ellas han sido derivadas a partir de *Cedrela angustifolia* Sesse Moc. (cedro) y las dos restantes con *Juglans australis* (nogal). No existen antecedentes en el uso de estos dos géneros en estudios dendrocronológicos. Se analizan los parámetros estadísticos que caracterizan a cada una de las cronologías para orientar respecto a su uso potencial y a sus limitaciones. Se concluye que las cronologías obtenidas contienen una importante señal climática por lo que se recomienda su empleo en estudios paleoclimáticos y paleoecológicos.

The first four chronologies developed for the Argentine NO are stated. Two of them have been derived from *Cedrela angustifolia* Sesse Moc. (cedro) and the two left from *Juglans australis* (nogal). These genera are used for the first time in dendrochronological studies. There are analyzed statistic parameters characterizing each of the chronologies in order to determine its potential use and limitations. We conclude that the chronologies contain an important climatic sign, and it is recommended its employment in palaeoclimatic and palaeoecologic studies.

INTRODUCCION

El conocimiento de los cambios climáticos anteriores al período de registro instrumental puede ser establecido por el uso de registros históricos o evidencias datables de fenómenos biológicos o geológicos cuya producción está regida en gran medida por el clima en el momento de su formación.

El crecimiento de los árboles provee una variedad de medidas (ancho de anillo, densidad, color de la madera) que pueden ser usadas como evidencias datables de un fenómeno biológico. Como cada dato puede ser asignado exactamente a un año dado, el crecimiento de los árboles ocupa una especial posición entre los fenómenos datables junto a los sedimentos de lagos y testigos de hielo.

La mayoría de los estudios dendrocronológicos y de reconstrucción paleoclimática con anillos de árboles han sido realizados utilizando coníferas (gimnospermas) ubicadas en regiones templadas o frías. Las áreas tropicales y subtropicales del mundo carecen de estos estudios.

El objetivo de este trabajo es el de comunicar el desarrollo de cuatro cronologías en el noroeste argentino empleando *Cedrela angustifolia* Sesse Moc. y *Juglans australis* Griseb. Goett. especies leñosas propias de regiones tropicales y subtropicales. Se analizan además, los parámetros estadísticos que caracterizan a cada una de las cronologías para orientar respecto a su uso potencial y a sus limitaciones.

Cedrela angustifolia y *Juglans australis* son especies características de la provincia fitogeográfica de las Yungas (Cabrera, 1976). El género *Cedrela* pertenece a la familia de las Meliáceas, la cual incluye un número importante de plantas leñosas restringida principalmente a las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Smith Jr, 1960). *Cedrela angustifolia* se extiende desde el centro de México hasta el Norte de Argentina. *Juglans australis* es la especie más austral del género. Esta especie sólo está presente en Bolivia y Argentina. No obstante, otras especies del mismo género están bastante distribuidas extendiéndose a lo largo de las estribaciones de la cordillera de los Andes hasta América del Norte. (Manning, 1960).

LABORES DE CAMPO

Las muestras fueron tomadas de árboles que crecen en sitios que no han sido alterados por la acción del hombre. Con esto se trata de evitar que el bosque barrenado haya sido modificado por algún factor antrópico (tala, fuego) capaz de producir variaciones no climáticas en el crecimiento de los árboles. Se trató

que los sitios de colección se encontrasen lo suficientemente alejados del área climax (Dimitri y Zavattieri, 1982) de la especie estudiada ya que en estos lugares los árboles registran con mayor intensidad los cambios climáticos del ambiente. El gráfico N° 1 establece la localización geográfica de las masas forestales a partir de las cuales se han derivado las cronologías. El cuadro N° 1 resume las principales características de los sitios muestreados.

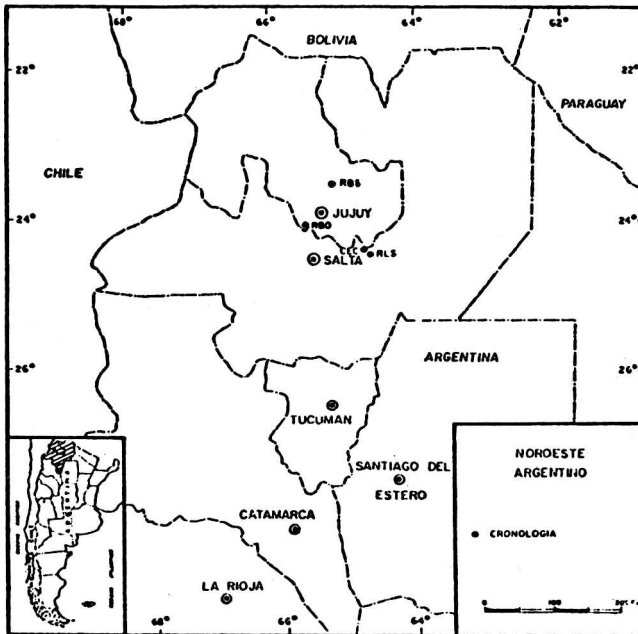


Gráfico N°1: Localización geográfica de las cronologías desarrolladas

Las muestras fueron obtenidas con barrenos de incrementos de 4 mm de diámetro. Si bien los anillos de crecimiento están claramente demarcados en ambas especies fue conveniente obtener más de una muestra por árbol. Esto permitió valorar la uniformidad circular en el fuste de los árboles barrenados y permitió discernir más correctamente sobre la existencia de falsos anillos. En regiones tropicales y subtropicales las condiciones climáticas aumentan la variabilidad en el crecimiento de los árboles. Por ello fue necesario incrementar el tamaño del muestreo con el fin de retirar de la cronología aquellas muestras provenientes de árboles cuyo crecimiento responde a situaciones microambientales muy particulares. Como era deseable obtener cronologías integradas por

Cuadro N°1: Detalle de los rodales barrenados a partir de los cuales se han derivado las cronologías

SITIO	PROV.	CODIGO	ESPECIE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD m	N° DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
Río Blanco	Jujuy	RBO	Cedrela angustifolia	24°26'S	65°25'W	1900	48	Límite de dispersión altitudinal
Cerro Chañar	Salta	CEC	Cedrela angustifolia	24°36'S	64°35'W	1700	57	Límite de dispersión altitudinal
Río Bolsas	Jujuy	RBS	Juglans australis	23°55'S	65°10'W	1850	48	Límite de dispersión altitudinal
Río La Sala	Salta	RLS	Juglans australis	24°36'S	64°35'W	700	35	Ecotono selva tucumana Parque chaqueño

Cuadro N°2: Parámetros estadísticos correspondientes a las cronologías elaboradas

SITIO	N° de muestras	Año inicial	Año inicial para 10 muestras	Año final	N° de años	Desviación estándar	Sensibilidad media	Autocorrelación	Correlación entre todos los radios	Correlación entre árboles	Correlación entre radios de un mismo árbol	Correlación entre radios con la cronología	Variancia explicada por el clima		
													%	Estación	
Río Blanco	24	1851	1887	1981	131	0.326	0.302	0.330	0.462	0.447	0.688	0.679	38.0	Jujuy	
Cerro Chañar	26	1809	1863	1981	173	0.425	0.333	0.453	0.513	0.492	0.763	0.715	68.0	Salta	
Río Bolsas	27	1688	1829	1981	294	0.342	0.343	0.120	0.449	0.412	0.702	0.687	54.0	Jujuy	
Río La Sala	24	1849	1879	1981	133	0.387	0.287	0.638	0.503	0.496	0.680	0.700	61.0	Tucumán	
Media ESTE DE ESTADOS UNIDOS						0.238	0.175	0.496							
Media OESTE DE ESTADOS UNIDOS						0.380	0.365	0.415							DeWitt y Ames, 1978
Media de IRLANDA						0.255	0.180	0.590							Pitcher y Battlie, 1980
Media de INGLATERRA						0.260	0.195	0.540							
Media del SUR ARGENTINO y CHILE						0.230	0.150	0.630							LaMarche et al., 1979

más de 15 árboles, en la mayoría de los muestreos se barrenaron más de 30 ejemplares.

MEDICION Y ANALISIS

Las muestras fueron montadas sobre regletas de madera en forma tal que la dirección del pulido fuese perpendicular a los elementos del plan leñoso. El pulido se realizó con lijas de diferentes granos hasta permitir la correcta visualización de los anillos de crecimiento. El espesor de los anillos fue medido con una precisión de la centésima de milímetro. El material de un mismo sitio fue cofechado utilizando los gráficos de ancho de anillos de cada muestra y el programa de computadora COFECHA desarrollado por R.L.Holmes (1983) para tal fin. Una vez cofechadas las distintas series, se confeccionó cada cronología utilizando el programa ARSTAN (Cook and Holmes, 1984). Este programa incluye varios métodos recién perfeccionados para la construcción de cronologías de anillos de árboles. Se emplean las técnicas del "spline" cúbico (Cook and Peters, 1981), de eliminación de las tendencias de crecimiento en dos etapas, de estimación robusta de la función de valores medios, de modelación autoregresiva y de añadir a los residuos de la modelación la persistencia común para obtener tres cronologías de amplificada señal común y de reducida variancia no sincronizada y ruido. En el cuadro N°2 se encuentran los parámetros estadísticos más importantes que caracterizan las cronologías "STNDRD" obtenidas con el uso del programa ARSTAN. Los valores de sensibilidad media (Fritts, 1976), que dan una medida de la capacidad de los árboles para registrar las variaciones climáticas anuales, resultan similares a los que provienen de las cronologías del suroeste de los Estados Unidos (De Witt y Ames, 1978). Este grupo de cronologías es uno de los de mayor valor obtenidos hasta el presente.

La columna final del cuadro N°2 da el porcentaje de variancia en el crecimiento explicado por los parámetros climáticos. Estos valores fueron obtenidos empleando la metodología de Función de Respuesta propuesta por Fritts (1976). Se emplearon como datos predictores del crecimiento los valores de temperaturas medias mensuales de abril y marzo y precipitación mensual medidos en las estaciones meteorológicas de Jujuy, Salta y Tucumán. La variable dependiente fue la cronología de residuos derivada de la forma descripta anteriormente. Los porcentajes de variancia explicada por el clima son importantes con un rango que va desde 38% al 68% según la cronología considerada. Estos porcentajes son elevados si se los compara con los de otras cronologías derivadas en Europa (Hughes et al., 1978, 34%-64%, Schmidt, 1977, 10%-38%, Pilcher et al., 1980, 33%-72%) en el suroeste de Estados Unidos (Fritts, 1976, 46%-63%) o en la región central

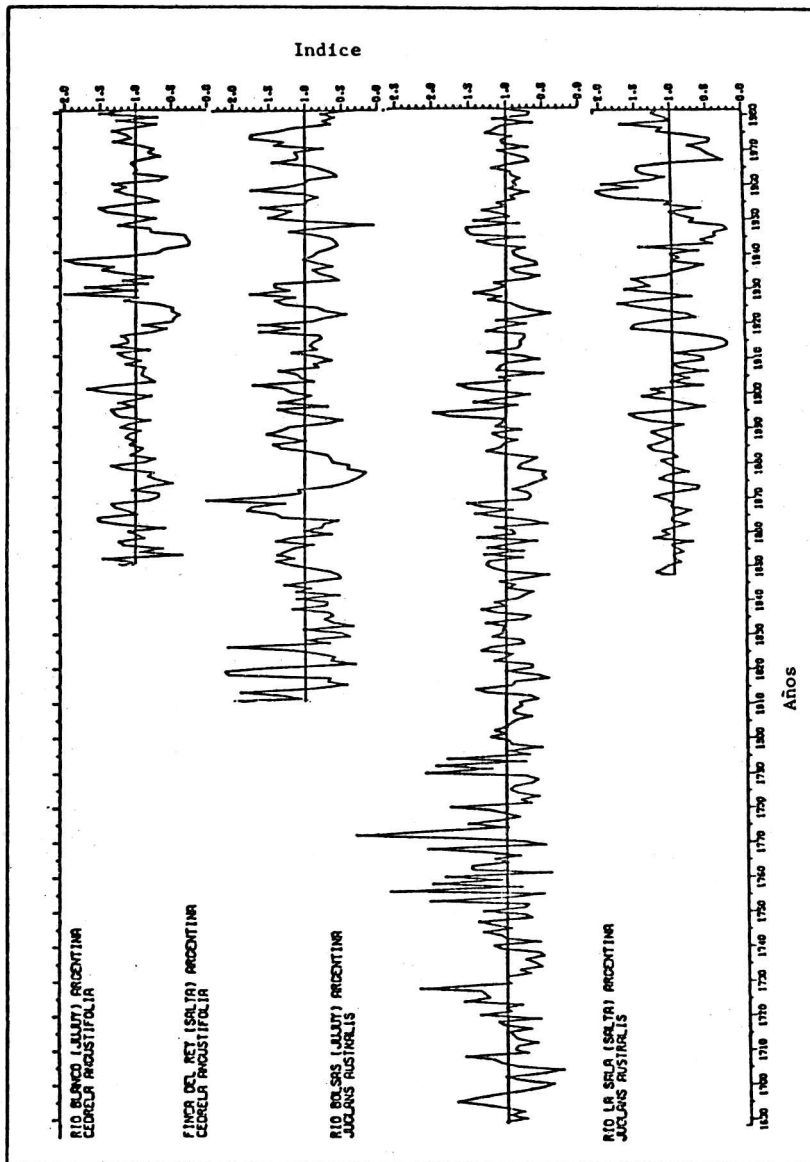


Gráfico N° 2: Cronologías desarrolladas en el Noroeste argentino

de Estados Unidos (Lawson et al., 1980, 53%).

CONCLUSIONES

El desarrollo de cuatro cronologías en el noroeste argentino empleando *Cedrela angustifolia* Sesse Moc. y *Juglans australis* Griseb. Goett. demuestra la posibilidad de usar especies leñosas que crecen en regiones tropicales y subtropicales en estudios dendroclimatólogicos (Villalba y Boninsegna, 1983). Los parámetros estadísticos que caracterizan las cronologías indican que las mismas son de buena calidad. Sin embargo la longitud de los registros de anillos de árboles obtenidos hasta el presente son relativamente cortos en la mayoría de las áreas. La cronología de mayor extensión elaborada cubre el período 1688-1981. Aún cuando puedan obtenerse cronologías de mayor extensión, la baja posibilidad de encontrar un número elevado de árboles de gran edad en un mismo sitio, hace muy difícil obtener cronologías con muy buena replicación más allá del año 1700. Considerando las características especiales de los lugares donde crecen estas especies es necesario efectuar muestreos de mayor tamaño que los realizados en zonas templadas o frías. Asimismo, se deben obtener como mínimo dos muestras por árbol para facilitar la etapa de cofchado y analizar la variación entre las muestras de un mismo individuo.

Los parámetros estadísticos de las cronologías y el resultado de las funciones de respuesta del crecimiento arbóreo al clima indican que las cronologías contienen una importante señal climática. Estas cronologías probablemente permitirán reconstrucciones climatológicas e hidrológicas de alta confiabilidad. Trabajar con especies leñosas que se desarrollan en regiones tropicales y subtropicales permitirá obtener información dendroclimatólogica de gran valor en sitios que carecen de otro tipo de registro de datos ambientales.

BIBLIOGRAFIA

- Cabrera, A.L. 1976; Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Editorial Acme. Buenos Aires.
- Cook, E.R. y K Peters, 1981; The Smoothing Spline: A New Approach to Standardizing Forest Interior Tree-Ring Width Series for Dendroclimatic Studies Tree-Ring Bulletin 41; 45-54.
- Cook, E.R. y R.L. Holmes, 1984; Program ARSTAN users manual. Laboratory of Tree Ring Research, University of Arizona, Tucson, 25 p.
- DeWitt, E. and M. Ames, 1978; Tree-Ring chronologies of eastern Northern America. Chronology Series IV, Vol 1, Laboratory of Tree-Ring, The University of Arizona.

- Dimitri, M.J., M.A.Zavattieri, 1982; *Fitogeografía y Ecología Vegetal: Terminología en la materia*. Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Fritts, H.C. , 1976; *Tree-Ring and Climate* Academic Press, London.
- Holmes, R.L., 1983; *Computer-Assited Quality Control in Tree-Ring Dating and Measurement*. *Tree-Ring Bulletin*, 43: 69-75.
- Hughes, M., B. Gray, J. Pilcher, M. Baillie and P. Leggett. , 1978; *Climate signals in British Isles Tree-ring chronologies*. *Nature* 272; 605-606.
- Lawson, M.P., R. Heim, J.A. Manginelli, G. Moles, 1980; *Dendroclimatic Analysis of Bur Oak in Eastern Nebraska*. *Tree-ring Bulletin* 40; 1-12.
- LaMarche, V.C., R.L.Holmes, P.W. Dunwiddie, y L.G. Drew, 1979; *Tree Ring Chronologies of the Southern Hemisphere Vol.1: Argentina, Vol 2; Chile*. *Chronology Series V*, University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Manning, W.E., 1960; *The genus Juglans in South America and West Indies*. *Brittonia* 12 (1): 1-26.
- Pilcher, J.R., y M.G. Baillie, 1980a; *Six Modern Oak Chronologies from Ireland*. *Tree-ring Bulletin*, 40; 23-34.
- , 1980b; *Eight Modern Oak Chronologies from England and Scotland*. *Tree-ring Bulletin*, 40; 45-58.
- Schmidt, B., 1977; *Dendroklimatologische Untersuchungen an Eichen nordwest - deutscher Standorte*. PhD Thesis, Hamburg.
- Smith, C.E., 1960; *A revision of Cedrela (Meliaceae)*. *Fieldiana* 29 (5); 293-341.
- Villalba, R. y J.A. Boninsegna , 1983; *Estudios Dendrocronológicos en el Noroeste Argentino*. V Congreso Forestal Argentino. Tomo 1; 2.33-2.44. Santa Rosa, La Pampa.