

Crecimiento individual y de rodales de *Austrocedrus chilensis* en El Bolsón, Río Negro, Argentina

J. F. GOYA , P. F. YAPURA, J. J. FERRANDO,
M. D. BARRERA & M. A. ARTURI

Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Diag. 113 N° 469 y 61 (1900) La Plata, Argentina. E-mail: lisea@ceres.agro.unlp.edu.ar

GOYA, J. F. , P. F. YAPURA, J. J. FERRANDO, M. D. BARRERA & M. A. ARTURI. 1998. Crecimiento individual y de rodales de *Austrocedrus chilensis* en El Bolsón, Río Negro, Argentina. Rev. Fac. Agron., La Plata 103 (2): 149-155.

Se analizó el crecimiento en volumen y peso seco a nivel individual y de rodal en dos rodales de *Austrocedrus chilensis* (Don.) Florin et Boutleje (ciprés de la cordillera) con diferencias estructurales. Un rodal está ubicado en la Reserva Forestal Loma del Medio-Río Azul (LM) y el otro en la Reserva Provincial El Guadal (EG), próximas a la ciudad de El Bolsón (Río Negro). El rodal EG presenta mayor densidad y área basal de *A. chilensis* que LM. Los individuos dominantes y codominantes fueron barrenados para construir la serie promedio de anchos de anillos y determinar las edades. Todas las muestras fueron cofechadas. Las series de anchos de anillos fueron suavizadas mediante un tratamiento de medias móviles con período de 10 años para eliminar las variaciones de alta frecuencia. Con las series suavizadas se calcularon los crecimientos individuales y del rodal. La serie de anillos de EG mostró un crecimiento acelerado en etapas tempranas del desarrollo con una disminución paulatina. La amplitud de variación en el crecimiento diamétrico fue de 0,2 a 1,5 cm.año⁻¹. En cambio, la serie de LM reflejó condiciones de mayor competencia con menor amplitud de variación en el crecimiento (0,2 a 0,7 cm.año⁻¹). Esta homogeneidad en el crecimiento podría deberse a que este rodal no se desarrolló en condiciones totalmente abiertas, como sería el caso de EG. La relación DAP-altura presentó menor pendiente en EG reflejando el efecto de una menor calidad de sitio. Las diferencias en el crecimiento inicial de los individuos condicionaron los tiempos de culminación de los crecimientos en volumen y peso. La aplicación de tratamientos silvícolas, en sitios como los estudiados arrojaría respuestas diferentes, no solamente por las diferencias de sitio, sino por las condiciones de instalación de los rodales.

Palabras clave: *Austrocedrus chilensis*, crecimiento, anillos de crecimiento, volumen, biomasa.

GOYA, J. F. , P. F. YAPURA, J. J. FERRANDO, M. D. BARRERA & M. A. ARTURI. 1998. Individual and stand growth of *Austrocedrus chilensis* in El Bolsón, Río Negro, Argentina. Rev. Fac. Agron., La Plata 103 (2): 149-155.

This paper studies volume and dry matter growth at tree and stand level in two *Austrocedrus chilensis* (Don.) Florin et Boutleje (ciprés de la cordillera) stands with structural differences. One stand is located at the Reserva Forestal Loma del Medio-Río Azul (LM) while the other is at the Reserva Provincial El Guadal (EG), nearby El Bolsón city (Río Negro). EG stand has more *A. chilensis* density and basal area than LM. Dominant and codominant trees were cored for age determination and to develop the mean tree-ring series. All sample cores were cross-dated and tree-ring series were smoothed using moving average with a 10 years period to remove high frequency variations. Smoothed series were used to compute individual and stand growth. Tree ring series at EG showed an accelerated early growth followed by an even diminishing. Diameter growth ranged from 0.2 to 1.5 cm.yr⁻¹. Instead, LM series reflected a more competitive environment as diameter growth showed lesser variability (0.2 to 0.7 cm.yr⁻¹). This suggests that LM stand establishment and early growth did not occur in open-growth conditions, as it was observed in EG. The relationship between DBH and height showed lower slope at EG, which reflects a poor site quality. Different patterns in individual early growth conditioned the age of maximum mean annual increment both in volume and dry matter. Silvicultural treatments on stands as those studied in this paper would show different responses, not only due to site differences but because of stand establishment conditions also.

Key words: *Austrocedrus chilensis*, growth, tree-ring, volume, biomass.

INTRODUCCIÓN

Los factores que inciden en la dinámica estructural de un bosque pueden ser de origen exógeno, como las limitantes ambientales y el régimen de disturbios, o endógeno, como las características de las especies y las interacciones entre individuos. Ambos tipos de factores pueden interactuar incidiendo en las velocidades de crecimiento y las relaciones de competencia entre individuos. Los bosques de *Austrocedrus chilensis* (Don.) Flor. et Boutleje (ciprés de la cordillera) presentan diferentes patrones de regeneración y desarrollo de la población en condiciones variables de disponibilidad de agua en el suelo. Las condiciones iniciales de densidad y distribución espacial pueden afectar las condiciones de todo el desarrollo estructural, ya que determinan la intensidad de la competencia entre individuos (Veblen *et al.*, 1995).

El análisis de los patrones de crecimiento individual, a través del estudio de los anillos de crecimiento, resulta una fuente de información complementaria al estudio estructural que permite interpretar la dinámica del bosque (Fritts, 1976, Boninsegna *et al.*, 1989). Por otra parte, la evolución de los crecimientos individuales, especialmente de árboles del estrato superior (dominantes y codominantes) tiene importantes efectos sobre la culminación de los crecimientos y el rendimiento total del rodal (Assman, 1970). El conocimiento de estos elementos es útil para analizar la respuesta que se puede esperar de la aplicación de tratamientos silviculturales en rodales naturales y para el planteo de hipótesis en futuros trabajos vinculados a la dinámica de rodales de ciprés de la cordillera.

En este trabajo se plantearon como objetivos describir la evolución del crecimiento de *A. chilensis* a nivel individual y de rodales con diferencias estructurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las Reservas "Loma del Medio" (LM) y "El Guadal" (EG), ambas cercanas a la localidad de El Bolsón (41° 56'S-71° 33' W), Provincia de Río Negro. Esta región fue fuertemente afectada por incendios a principios de este siglo provocados por la apertura de tierras para pastoreo y agricultura que desmontó grandes superficies incluyendo el área estudiada (Willis, 1914). La selección de estos sitios se debió a que ambos presentan bosques compactos, que es el tipo de bosque de mayor rendimiento (Dezzotti & Sancholuz, 1991). Por otro lado estos sitios presentaron bosques con diferencias estructurales (Goya *et al.*, 1998) (Tabla 1). Los suelos de los bosques de *A. chilensis* se desarrollaron principalmente sobre materiales volcánicos y presentan un horizonte A1 de textura franca a franco-arenosa (Salazar Lea Plaza & Godagnone, 1990). LM presenta suelos bien drenados, con presencia de arcillas amorfas (alófano o imogolita) que le permiten llegar al fin de la estación seca con buena disponibilidad de agua (Ferrando, 1997). A diferencia, el suelo en EG es más arenoso, por lo que el agua infiltra rápidamente y en verano se encuentra con muy bajo contenido de humedad en su capa superficial (Loguercio, 1997).

Métodos

Para la determinación de edades y crecimientos, se tomaron muestras con un barrenador de Pressler de todos los individuos dominantes y codominantes en 10 cuadros de 10 x 10 m elegidos al azar en las áreas de 2500 m² descritas estructuralmente en Goya *et al.* (1998). Ambos muestreos fueron realizados en 1994. Las muestras se acondicionaron de acuerdo a Stokes & Smiley (1968). Posterior-

Tabla 1. Variables estructurales del bosque en los sitios estudiados. (Fuente: Goya et al., 1998)

Forest structure of the study sites. (Source: Goya et al., 1998)

	Sitio Especie	Densidad (ind.ha ⁻¹)	Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	Oprimidos (%)	Muertos (%)
Loma del Medio (LM)	<i>Austrocedrus chilensis</i>	432	21,2	59	6
	<i>Nothofagus dombeyi</i>	36	0,7		
	<i>Nothofagus antarctica</i>	152	1,7		
	Total	620	23,6		
El Guadal (EG)	<i>Austrocedrus chilensis</i>	1096	38,8	58	5
	<i>Lomatia hirsuta</i>	332	2,0		
	Total	1428	40,8		

mente se fecharon y midieron los anchos de anillos de crecimiento con una lupa binocular mediante un equipo medidor de incrementos (TA-System Ring Measurement). El correcto fechado y medición de las muestras se verificó con el programa COFECHA (Holmes, 1983). Se analizaron 50 individuos del rodal EG y 40 de LM. Las series de anchos de anillos fueron suavizadas mediante un tratamiento con medias móviles, con un período de 10 años para eliminar las fluctuaciones de períodos cortos debido al clima (variaciones de alta frecuencia) (Fritts, 1976). A estos individuos se les midió la altura total y se ajustó una función de regresión DAP-Altura para cada sitio (Flewelling & Jong, 1993).

Las series suavizadas fueron utilizadas para calcular los incrementos en DAP (cm), peso seco del fuste (kg) y volumen (m³) a nivel individual. Se determinaron los incrementos medios anuales (IMA) (variable/edad) e incremento corriente anual (ICA) (variable/n, n= 5 años). El volumen se determinó mediante un modelo de regresión ajustado para la región (Chauchard *et al.*, 1991) y el peso seco del fuste mediante un modelo de regresión con transformación logarítmica (Ferrando, 1997).

A nivel de rodal se determinó el ICA en área

basal (m².ha⁻¹.año⁻¹), volumen (m³.ha⁻¹.año⁻¹) y biomasa (Mg.ha⁻¹.año⁻¹) utilizando la metodología de Proyección de Tablas de Rodal (Husch *et al.*, 1982).

RESULTADOS

Las series de anchos de anillos de crecimiento de cada rodal mostraron un patrón bien diferenciado (Figura 1). La serie promedio de anchos de anillos de EG mostró un crecimiento acelerado en etapas tempranas alcanzando valores máximos entre 1,2 cm.año⁻¹ y 1,5 cm.año⁻¹ entre los 15 y 20 años y valores menores a 0,3 cm.año⁻¹ después de los 70 años. En LM los valores máximos de anchos de anillo variaron entre 0,7 y 1 cm.año⁻¹ durante los primeros 35 años y los mínimos fueron inferiores a 0,3 cm. año⁻¹ después de los 70 años. En los últimos años de esta serie los anchos de los anillos mostraron una tendencia creciente alcanzando valores mayores a 0,4 cm.año⁻¹.

El incremento corriente individual en volumen presentó valores máximos semejantes en ambos sitios, alcanzando 0,022 m³. año⁻¹ en EG y 0,021 m³.año⁻¹ en LM. La intersección entre el ICA y el IMA fue marcadamente

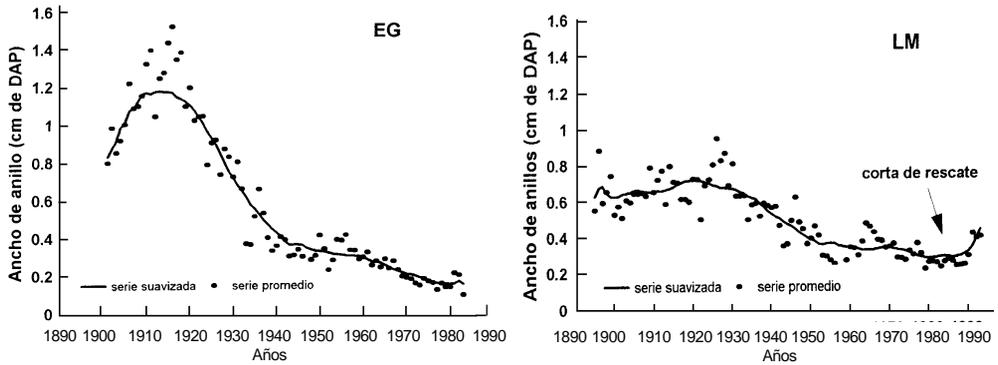


Figura 1. Series promedio de ancho de anillos de *Austrocedrus chilensis* en El Guadal (EG) y Loma del Medio (LM), Río Negro, Argentina.

Mean tree-ring width series of *Austrocedrus chilensis* in El Guadal (EG) and Loma del Medio (LM), Río Negro, Argentina.

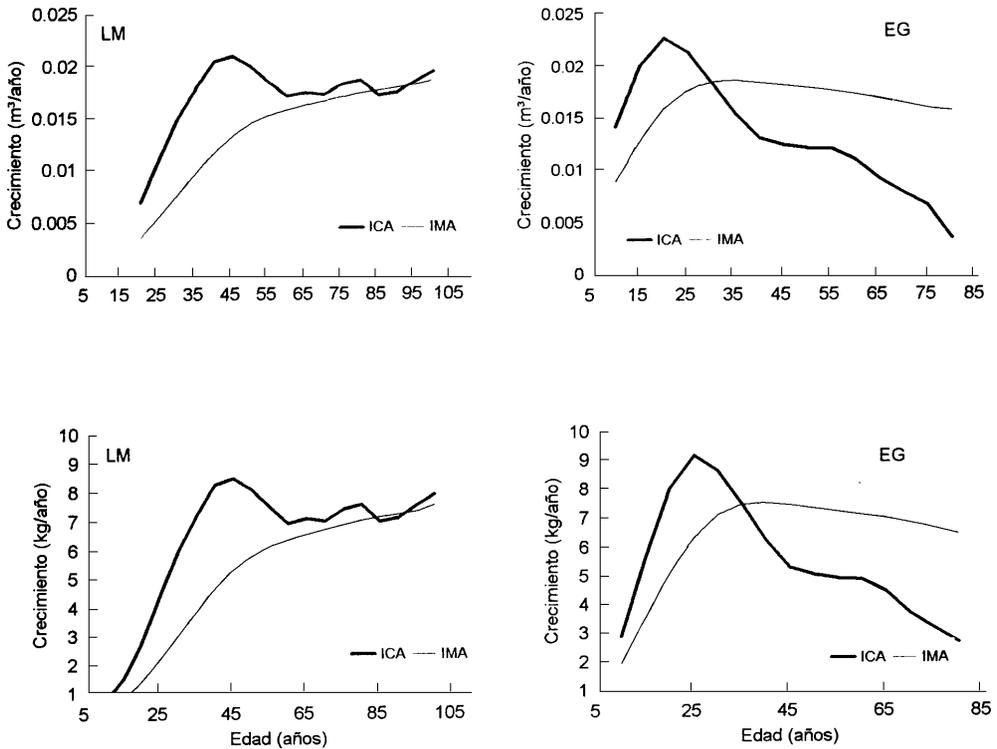


Figura 2. Incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual (ICA) en peso del fuste (kg) y en volumen (m^3) de *Austrocedrus chilensis* en El Guadal (EG) y Loma del Medio (LM), Río Negro, Argentina.

Mean annual increment (IMA) and current annual increment (ICA) in bole dry weight (kg) and volume (m^3) of *Austrocedrus chilensis* in El Guadal (EG) and Loma del Medio (LM), Río Negro, Argentina.

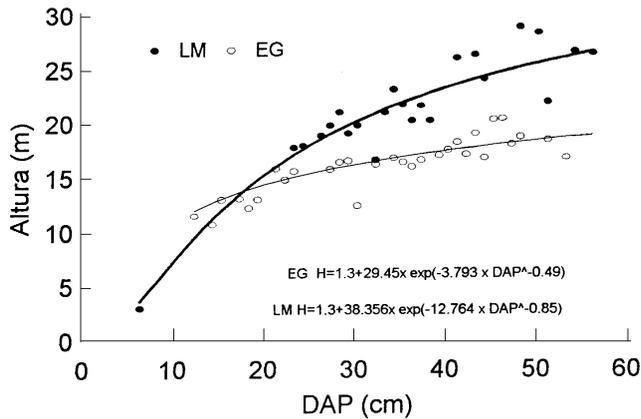


Figura 3. Relación DAP-altura para *Austrocedrus chilensis* en El Guadal (EG) y Loma del Medio (LM), Río Negro, Argentina.

DBH-height relationship for *Austrocedrus chilensis* in El Guadal (EG) and Loma del Medio (LM), Río Negro, Argentina.

diferente en ambos sitios, tanto en volumen como en peso seco (Figura 2). En EG dicha intersección se produjo alrededor de los 30 años y en LM a los 85.

Los crecimientos corrientes en área basal, volumen y biomasa a nivel de rodal fueron de 0,33 y 0,57 m².ha⁻¹.año⁻¹, 2,0 y 5,1 m³.ha⁻¹. año⁻¹ y 0,9 y 2,2 Mg.ha⁻¹.año⁻¹ para EG y LM, respectivamente.

La relación DAP - Altura de los individuos dominantes y codominantes mostró diferencias entre ambos sitios (ANOVA, $P < 0,05$) (Figura 3) con alturas dominantes de 19 y 25 m para EG y LM, respectivamente. La relación DAP-edad por rodal fue satisfactoria (LM, $R^2 = 0,48$, $P < 0,01$; EG, $R^2 = 0,66$, $P < 0,01$).

DISCUSIÓN

La evolución del crecimiento presentó características diferentes en los dos sitios estudiados, indicando que la dinámica de los rodales de *A. chilensis* puede diferir con relación a las características estructurales y edá-

ficas. Las diferencias físicas entre los sitios pueden condicionar los procesos de colonización y el desarrollo estructural del rodal (Veblen *et al.*, 1995). A su vez, las diferencias estructurales pueden determinar patrones diferentes de crecimiento debido a las relaciones de competencia intraespecífica. Este trabajo no cuenta con un diseño experimental apropiado para discriminar el efecto de las características estructurales y edáficas sobre el crecimiento, pero las diferencias encontradas permiten realizar algunas interpretaciones.

La culminación del crecimiento indica diferencias de calidad de sitio que son coherentes con las diferencias edáficas. En el sitio EG la relación DAP-altura presentó menor pendiente que en el sitio LM, lo cual puede asumirse, tomando en cuenta la buena correlación positiva DAP-edad de estos individuos, como un indicador de diferencias en la calidad de sitio (Assman, 1970). Estas diferencias podrían estar relacionadas con la disponibilidad de agua en la estación seca, que coincide con la estación de crecimiento. La disponibilidad de agua es mencionado como

un factor limitante en el crecimiento y distribución de la especie (Costantino, 1949; Dezzotti & Sancholuz, 1991, Veblen *et al.*, 1995). Las mejores condiciones del sitio también se reflejaron en los mayores valores de crecimiento en volumen y biomasa en LM, como también lo indican las diferencias en las alturas dominantes.

El crecimiento individual en EG presentó una evolución característica de individuos que se desarrollaron en condiciones abiertas con una marcada aceleración inicial (Cook, 1990). Por otra parte, el crecimiento habría sido limitado rápidamente por la baja capacidad productiva del sitio, como queda reflejado en la menor edad de culminación del IMA. En LM, por el contrario, la serie de anchos de anillos reflejó condiciones de mayor competencia resultando en un menor rango de variación en el crecimiento anual. Esta homogeneidad en el crecimiento pudo deberse a que el rodal LM no se estableció en condiciones totalmente abiertas, debido a la presencia de árboles padres o a la cobertura de otra especie (*Nothofagus antarctica*), presentes en una etapa temprana de la colonización. La instalación de *A. chilensis* bajo otras especies es mencionado como un mecanismo de regeneración en bosques disturbados (Veblen & Lorenz, 1987).

La mayor competencia entre individuos en LM resulta llamativa debido a que este sitio presenta menor densidad que EG y proporciones muy semejantes de individuos oprimidos y muertos. La diferencia de competencia podría deberse a que ambos sitios presentan distintos patrones de distribución espacial (Goya *et al.*, 1998). La mayor agregación de los individuos en LM podría determinar una interacción más intensa.

El momento de culminación del crecimiento medio de LM, el cual puede ser tomado como un criterio para determinar la edad de cosecha del rodal (Assmann, 1970), fue semejante a los valores más frecuentemente citados para la especie (Chauchard & Barnaba, 1986; Bava & Gonda, 1993; Goya *et al.*, 1995).

El aumento observado en el último período de crecimiento para LM fue provocado por una corta de rescate practicada aproximadamente 10 años atrás (Rey, com. pers.), en la que se extrajo un 20 % del área basal, constituida principalmente por árboles dominantes (Goya *et al.*, 1998). Esta respuesta a la liberación en individuos maduros del estrato superior se puede registrar incluso en individuos de más de 100 años de edad (Veblen *et al.*, 1995). La intervención realizada en este rodal modificó la tendencia actual de los crecimientos, característica destacable al momento de prescribir regímenes de raleo.

En la situación actual de estos bosques, cuya característica principal es el predominio de estructuras maduras producto de su dinámica natural post-fuego, sin intervenciones o con la aplicación de cortas arbitrarias, la puesta en marcha de planes de manejo con fines productivos debe considerar las condiciones en las que los rodales están creciendo. Desde el punto de vista silvicultural, la aplicación de tratamientos en sitios como los analizados arrojaría respuestas diferentes, no solamente por las diferencias de sitio, sino por las condiciones de instalación. Este hecho destaca la necesidad de iniciar ensayos silviculturales con el propósito de homogeneizar las características estructurales de los rodales naturales para lograr uniformidad en los rendimientos de productos maderables, hasta poder desarrollar poblaciones juveniles en las cuales se pueda tener un mayor control de las densidades y los rendimientos.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la International Foundation For Science (IFS) por la financiación de este trabajo y al Ing. Marcelo Rey del Servicio Forestal Andino de la provincia de Río Negro, al Campo Forestal General San Martín del INTA por el apoyo brindado en las actividades de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Assmann, E.** 1970. Principles of forest yield study, studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands. Pergamon Press Ltd.: 506 pp.
- Bava, J. & H. Gonda.** 1993. Propuesta silvícola preliminar de manejo para Ciprés de la Cordillera. Actas del Congreso Argentino y Latinoamericano. Paraná, Argentina.
- Boninsegna, J. A., R. Villalba, L. Amarilla & J. Ocampo.** 1989. Studies on tree rings, growth rate and age-size relationship on tropical tree species in Misiones, Argentina. IAWA Bulletin 10 (2): 161-169
- Chauchard, L. M. & J. Baranaba.** 1986. Plan de Ordenación Forestal Cuartel Loma del Medio-Río Azul. Provincia de Río Negro. IFONA - Servicio Forestal Andino. Informe interno inédito. 62 pp.
- Chauchard, L., M. Rey & M. G. Peñalba.** 1991. Funciones de volumen para ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis* (Don.) Flor. et Boutleje). Actas de las VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimientos Forestales. Eldorado. Misiones, Argentina: 40-48
- Dezzotti, A. & L. Sancholuz.** 1991. Los Bosques de *Austrocedrus chilensis* en Argentina: ubicación, estructura y crecimiento. Bosque 12: 43-52.
- Costantino, I.** 1949. Parcelas experimentales permanentes de *Libocedrus chilensis* (Don) Endl. Publicación Técnica N° 13. Ministerio de Agricultura y Ganadería, República Argentina. 112 pp.
- Cook, E. R.** 1990. A conceptual linear aggregate model for tree rings. 98-104. Ed, Cook & L.A. Kairiukstis in: Method of dendrochronology. Kluger Academic Publishers.
- Ferrando, J. J.** 1997. Biomasa, productividad y descomposición de rodales de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). Informe Final de Beca de Perfeccionamiento. UNLP. Inédito.
- Flewelling, J. W. & R. de Jong.** 1993. Considerations in simultaneous curve fitting for repeated height-diameter measurements. Canadian Journal of Forest Research 24: 1408-1414.
- Fritts, H.** 1976. Tree Rings and Climate. Academic Press, New York: 567 pp.
- Goya, J. F., J. J. Ferrando, D. A. Bocos & P. F. Yapura.** 1995. Estructura y desarrollo de un rodal coetáneo de *Austrocedrus chilensis* en El Bolsón (Río Negro). Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 71 (2) :165-171.
- Goya, J. F., P. F. Yapura, J. J. Ferrando & M. D. Barrera.** 1998. Estructura y dinámica de rodales naturales de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en la región de El Bolsón, Río Negro, Argentina. (Inédito)
- Holmes, R.L.** 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. Tree Ring Bulletin 43: 69-75.
- Husch, B., C. Miller & T. Beers.** 1982. Forest mensuration. John Wiley & Sons. New York: 402 p.
- Loguercio, G.** 1997. Alternativas silviculturales para el uso sustentable de bosques de ciprés de la cordillera. Actas del II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Posadas, Argentina. ISSN:0329-1103.
- Salazar Lea Plaza, J. C. & R. Godagnone.** 1990. Suelos de la Provincia de Río Negro. En: Atlas de suelos de la República Argentina. Ed. Gustavo Moscatelli. Buenos Aires: 217-283.
- Stockes, M. & T. Smiley.** 1968. An Introduction to Tree-ring Dating. University of Chicago Press: 73 pp.
- Veblen, T. T. & D. C. Lorenz.** 1987. Post-fire stand development of *Austrocedrus-Nothofagus* forests in northern Patagonia. Vegetatio 71: 113-126.
- Veblen, T., B. Burns, T. Kitzberger, A. Lara & R. Villalba.** 1995. The Ecology of the Conifers of Southern South America. En: The Ecology of Southern Conifers. Ed. Enright, N. & R. Hills. Melbourne University Press. : 137-142.
- Willis, B.** 1914. El norte de la Patagonia, naturaleza y riquezas. Tomo I. Ministerios de Obras Públicas, Buenos Aires. 500 pp.