

CRECIMIENTO INDIVIDUAL Y DIÁMETRO MÍNIMO DE CORTA DE *Juglans australis* : SIMULACIÓN DE INTERVENCIÓN EN UN RODAL MADURO EN EL NOROESTE DE ARGENTINA.

INDIVIDUAL GROWTH AND MINIMUM CUT DIAMETER OF ANDEAN WALNUT (*Juglans australis* Griseb.): SIMULATION OF INTERVENTION IN A MATURE STAND IN NORTH WESTERN ARGENTINA.

Nestor Gasparri¹
Martín Pinazo²
Juan Goya³

Fecha recepción: 2003
Fecha aceptación: 2003

1 - Ing Forestal. Cátedra de Ordenación. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. CC 31 (1900) La Plata, Argentina. 2-Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas (LIEY). Universidad Nacional de Tucumán. CC 34 (4107) Yerba Buena, Tucumán Argentina.

E-mail: nigvpc@tucbbs.com.ar

2 - Ing Forestal. Laboratorio de Investigaciones en Sistemas Ecológicos y Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Diag. 113 N° 469, (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. Fax +54 (0221) 427-1442. E-mail: martinpinazo@hotmail.com

3 - Ing Forestal. Prof. Adjunto cátedra de Ordenación Forestal - Laboratorio de Investigaciones en Sistemas Ecológicos y Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Diag. 113 N° 469, (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. Fax +54 (0221) 427-1442.

E-mail: jgoya@ceres.agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

Individual growth of *Juglans australis* Griseb. was studied using increment sample cores in Los Toldos (22°24' S y 64°43' W) Salta province, NW Argentina. Periodic Annual Increment (PAI) (cm.year⁻¹) was calculated. Structure of a mature stand of *J. australis* was determined with sampling plots. Stand table projection based on growth data was calculated after the felling using the application of the Minimum Cutting Limits (MCL) restriction under three hypothetical scenarios: 1) MCL without management, 2) MCL with management, 3) MCL with retention. The simulations indicated that logging of all *J. australis* trees larger than MCL is a heavy intervention and compromise future harvests of the species because the specie recovery is unsure. Silviculture intervention for promote remnant trees growth is an attenuating. With 20% retention of trees in every harvested dbh class, 25 years are necessary for *J. australis* recovery. The application of the MCL without complemented silvicultural treatment is not enough to guarantee the resource conservation on the contrary the indistinct use of this rule would result in a degradation of the forest resource at stand and regional level.

Key words: *Juglans australis*; growth; Minimum Cutting Limits; Argentina

RESUMEN

Se estudió mediante muestras de barreno el crecimiento de *Juglans australis* Griseb. en la localidad de Los Toldos (22°24' S y 64°43' O) Provincia de Salta, NO de Argentina. Se calculó el Incremento Periódico Anual (IPA) (cm.año⁻¹). Simultáneamente se relevaron los datos estructurales en un rodal maduro de *J. australis*. Luego con los datos de crecimiento se realizó la proyección de la tabla de rodal de la especie, luego de simular la corta de individuos mayores al Diámetro Mínimo de Corta (DMC). La proyección se realizó en tres escenarios teóricos: 1)

DMC sin manejo, 2) DMC con manejo, 3) DMC con reservas. Los resultados indican que la corta de todos los individuos que superan el DMC es una intervención muy drástica y se compromete la posibilidad de cortas de la especie en el futuro al ser incierta su recuperación. Esta situación se atenúa en parte si se aplican medidas para aumentar el crecimiento de los individuos remanentes. Conservando el 20 % de los individuos en las clases diamétricas intervenidas se lograría una recuperación del área basal de la especie en 25 años. La sola aplicación de la regla del DMC no estaría asegurando la conserva-

ción del recurso y por el contrario, su generalización podría provocar un deterioro del recurso a nivel de rodal y regional.

Palabras claves: *Juglans australis*; crecimiento; Diámetro Mínimo de Corta; Argentina

INTRODUCCIÓN

La degradación de los bosques tropicales y subtropicales constituye un proceso progresivo de pérdida de valor económico, de biodiversidad y un aumento del deterioro ambiental. Una de las causas de este proceso es la extracción selectiva de especies de alto valor comercial (JOHNS, 1992). Se señala que existen 172 millones de hectáreas aprovechadas y 163 millones de hectáreas de bosques secundarios, lo cual representa el 31% de la superficie boscosa de América Latina (WADSWORTH, 1996). La sustentabilidad de la producción de los bosques se logra si la extracción periódica de sus productos se determina dentro de un marco de planificación forestal y se corresponde con la capacidad del bosque. Una de las formas para determinar si un sistema de extracción producirá una degradación del recurso, es evaluar las consecuencias de las intervenciones mediante simulaciones utilizando información sobre la dinámica de la especie en algún tipo de modelo (FAVRICHON, 1998; BOOT y GULLISON, 1995; VANCLAY, 1994).

VANCLAY (1995), señala que en los bosques tropicales y subtropicales, es muy difícil definir la estructura óptima de un rodal bajo manejo y muchas veces puede resultar más relevante estudiar aspectos como la periodicidad de corta, el diámetro mínimo de corta (DMC) y el número de árboles a cosechar. En este contexto, un modelo simple puede mostrar las consecuencias de distintas alternativas silviculturales y la necesidad de un manejo forestal efectivo. Por ello los métodos clásicos de Proyección de Tabla de Rodal (PTR), siguen siendo de utilidad y se encuentran muy difundidos en los trópicos (VANCLAY, 1995) a pesar de las limitaciones que presentan (ALDER, 1986).

La restricción del DMC es una metodología muy difundida en América Latina. Esta medida se adopta con el fin de proporcionar volúmenes de corta en los ciclos futuros resguardando del aprovechamiento a los individuos más jóvenes (HUTCHINSON, 1987) y se enmarca dentro de los sistemas silvícolas policíclicos (GOMEZ-POMPA y BURLEY, 1991). Pero por sí sola no garantiza la regeneración de las especies de interés, ni la sustentabilidad de la producción (WADSWORTH, 1996). El valor adoptado como DMC, la distribución diamétrica de la especie y su tasa de crecimiento, determinan el tiempo necesario para la recuperación de la población de

la especie.

Los bosques de montaña del Noroeste Argentino son utilizados mediante la corta selectiva de los individuos de especies de alto valor comercial que superan un diámetro mínimo legislado, en el caso de *J. australis* en la provincia de Salta el DMC es de 40 cm (ANÓNIMO 1960). Las intervenciones no son acompañadas por ningún tipo de tratamiento silvícola que favorezca la regeneración de las especies de interés, ni las buenas condiciones de crecimiento de los individuos comerciales remanentes; la situación más común es que se planifique una única corta y la producción continua de madera depende de la incorporación de bosques maduros no aprovechados previamente. El nogal criollo (*Juglans australis* Griseb.) es la segunda especie de importancia comercial de los bosques montanos luego del Cedro (*Cedrela lilloi* C.DC). Aunque *J. australis* es adecuado para estudios de dendrocronológicos (VILLALBA *et al.* 1985) y se han realizado trabajos que relacionan su crecimiento en diámetro con características ambientales y ciclos climáticos (VILLALBA *et al.* 1987, VILLALBA *et al.* 1992) no se cuenta con datos de crecimiento que puedan ser utilizados para la planificación del aprovechamiento del recurso. El objetivo de este trabajo es, mediante datos de crecimiento individual de *J. australis*, realizar PTR de la especie y analizar las consecuencias del uso del DMC en un rodal maduro de esta especie, bajo distintos escenarios supuestos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó durante el invierno de 1997 en el valle del Río Huaico Chico, localidad de Los Toldos (22°24' S y 64°43' O) provincia de Salta, Noroeste de la República Argentina, a 1550 msnm. La precipitación media anual es de 1287 mm, con una marcada estacionalidad (ANÓNIMO, 1993). La vegetación corresponde al tipo bosque montano de la selva Tucumano-Boliviana (HUECK, 1978).

Se seleccionó un área boscosa donde se han realizado muy pocas cortas selectivas de *Cedrela lilloi* y *J. australis* para necesidades locales, y se presume que no se han realizado cortas en los diez años anteriores a la realización del muestreo de este trabajo. La vegetación corresponde a bosque maduro mixto en fase de dinámica de claros (WHITMORE, 1989). El área de muestreo corresponde a una terraza aluvial con pendientes suaves en sentido Oeste-Este, en esta situación se identificó *a priori* el rodal de interés con características ambientales, composición y estructura de bosque homogéneas. Este rodal es tomado como ejemplo de una estructura de bosque maduro de Nogal y fue caracterizado mediante un muestreo sistemático con trece parcelas circulares de 500 m² con un distanciamiento entre parcelas de 100

m. En cada parcela se registro: especie y diámetro a 1,3 m de altura (DAP) con cinta diamétrica de todos los individuos que superaron los 10 cm de DAP.

Muestras de barrenos de *J. australis* fueron tomados al 1,3m de altura en el rodal estudiado, cubriendo todo el rango de tamaños (DAP), las muestras de crecimiento fueron acondicionadas según el método descrito por STROKE y SMILEY (1968). Con cada una de las muestras se calculó el incremento periódico anual (IPA) (cm.año⁻¹) de los últimos 5 años, haciendo un promedio para las distintas clases diamétricas.

Con los datos de crecimiento y utilizando la técnica de PTR se simularon tres situaciones: 1) DMC sin manejo: se realizo bajo dos supuestos: i) una incorporación que mantiene constante el número de individuos en la clase inferior luego de la corta y ii) el crecimiento de los individuos remanentes se mantiene en los valores previos (valor promedio de cada clase diamétrica). 2) DMC con manejo: se realizo bajo los siguientes supuestos: i) se incentiva la regeneración de la especie (se triplica el número de individuos de la clase inferior) y ii) los individuos remanentes aumentan su tasa de crecimiento (se considera el máximo valor encontrado para cada clase diamétrica). 3) Diámetro Mínimo con Reservas: se asumen las mismas condiciones que en el caso número dos pero se conserva el 20 % de los individuos en las clases diamétricas intervenidas. En todos los casos la amplitud de las clases diamétricas es de 5 cm, el periodo considerado para el calculo es de 5 años y el DMC es el legislado para la especie en la provincia de Salta: cuarenta centímetros.

RESULTADOS

Los crecimientos por categoría de tamaño utilizados para la PTR de *J. australis* se presentan en el Cuadro 1. En ninguno de los casos el crecimiento diamétrico de *J. australis* superó 1 cm.año⁻¹, la clase diamétrica que presentó el mayor valor promedio es la de 40 a 50 cm y el valor máximo de IPA encontrado fue 0,55 cm.año⁻¹. Los datos estructurales del rodal y de las especies más importantes se presentan en el Cuadro 2, el área basal fue de 33,73 m².ha⁻¹ (error de la media de ±2,46m².ha⁻¹) y la densidad de 390 ind.ha⁻¹ (error de la media de ±30,43 ind.ha⁻¹) La principales especies fueron *J. australis*, *Podocarpus parlatorei* (Pilg.) y *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K. O. Berg.) también se encontraron individuos de *Myrciantes sp.* y *C. lilloi*. En el sotobosque las especies más abundantes fueron *Allophylus edulis* (St. Hill. Radlk) con el 9% de la densidad y 1.8% del área basal total del rodal y *Sambucus peruviana* (H.B.K.) con el 14% de la densidad y 1,3% del área basal total del rodal.

Al realizar la corta hipotética de todos los

individuos por encima del diámetro mínimo (40 cm de DAP), el área basal de *J. australis* se reduce de 16,5 m².ha⁻¹ a 2,7 m².ha⁻¹. Bajo las condiciones supuestas de rodal sin manejo, transcurridos 50 años *J. australis* sólo alcanza 5,7 m².ha⁻¹ de área basal de la especie; bajo el Supuesto 2, transcurridos 50 años desde la intervención se alcanzan 15,4 m².ha⁻¹ de área basal de la especie, por lo que se puede considerar que la especie se recupera en este período de tiempo. En la simulación de la intervención bajo el Supuesto 3, la corta reduce de 16,5 m².ha⁻¹ a 9 m².ha⁻¹ el área basal de la especie y esta recupera 16 m².ha⁻¹ en 25 años (Figura 1). La PTR de la especie luego de la intervención bajo los supuestos 1 y 3 hasta 25 años luego de la corta, se puede observar en la Figura 2.

DISCUSIÓN

El crecimiento individual en diámetro de *J. australis* corresponde a una especie de lento crecimiento, es similar al de *Quercus* en bosques montanos sin manejo (AUS DE BEEK, 1997). Sin embargo es algo inferior a los valores de bosques húmedos de llanura (SILVA et al. 1995, DEL VALLE ARANGO, 1997).

Cuadro 1: Incremento Periódico Anual (IPA) de *J. australis* por clase diamétrica. Valores promedios, máximo y mínimo y numero de muestras por clase (n)

Table 1: Periodic Annual Increment of *J. australis* for each dbh class. Means; maximum; minimum and number of samples (n).

Clase DAP(cm)	IPA Promedio (DAP en cm.año ⁻¹)	IPA máximo (DAP en cm.año ⁻¹)	IPA mínimo (DAP en cm.año ⁻¹)	n
10-20	0,20	0,43	0,06	8
20-30	0,22	0,30	0,06	9
30-40	0,27	0,55	0,03	8
40-50	0,31	0,44	0,21	7
50-60	0,20	0,38	0,08	6
60-70	0,17	0,36	0,07	7

Cuadro 2: Datos estructurales de todo el rodal (incluida todas las especies) y discriminado para las principales especies comerciales.

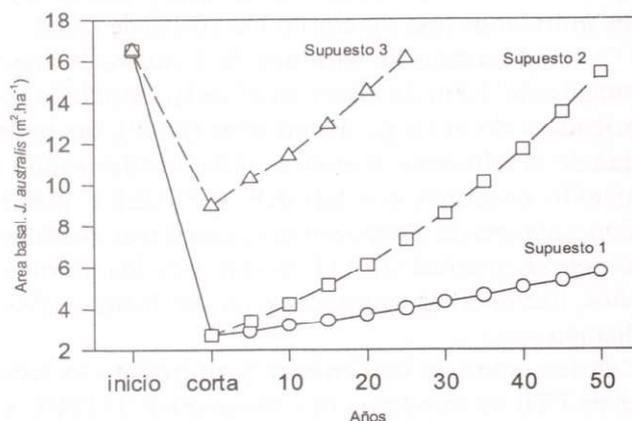
Table 2: Stand parameter for all the species and for the main commercial species.

	Area basal		Densidad	
	(m ² .ha ⁻¹)	(%)	(Ind.ha ⁻¹)	(%)
Total	33,73	100	390	100
<i>Juglans australis</i>	16,71	49,6	106	27,3
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	5,65	16,7	103	26,5
<i>Podocarpus parlatorei</i>	5,03	14,9	22	5,5
<i>Cedrela lilloi</i>	1,1	3,3	5	1,2

Figura N°1. Evolución del área basal de *J. australis* luego de la simulación de la corta de los individuos con DAP > 40 cm bajo los tres supuestos. 1) corta de todos los individuos con DAP superior al diámetro mínimo de corta y se asumen las mismas condiciones de crecimiento que las actuales. 2) corta de todos los individuos con DAP superior al diámetro mínimo de corta y se asume incentivo de la regeneración y el crecimiento de los árboles remanentes. 3) corta del 80 % de los individuos de cada clase diamétrica superior al diámetro mínimo de corta y se asume incentivo de la regeneración y el crecimiento de los árboles remanentes

Figure 1: basal area evolution of *J. australis* after the simulation of logging of trees with dbh > 40 cm under three hypothetical scenarios: 1) logging all the trees above MCL and continuity of actual growth conditions for remnants trees after intervention. 2) logging all the trees above MCL

Evolución del área basal de *J. australis*



and promote of regeneration and remnants trees growth after the intervention. 3) logging 80% of the trees in every dbh class above MCL and promote of regeneration and remnants trees growth after the intervention.

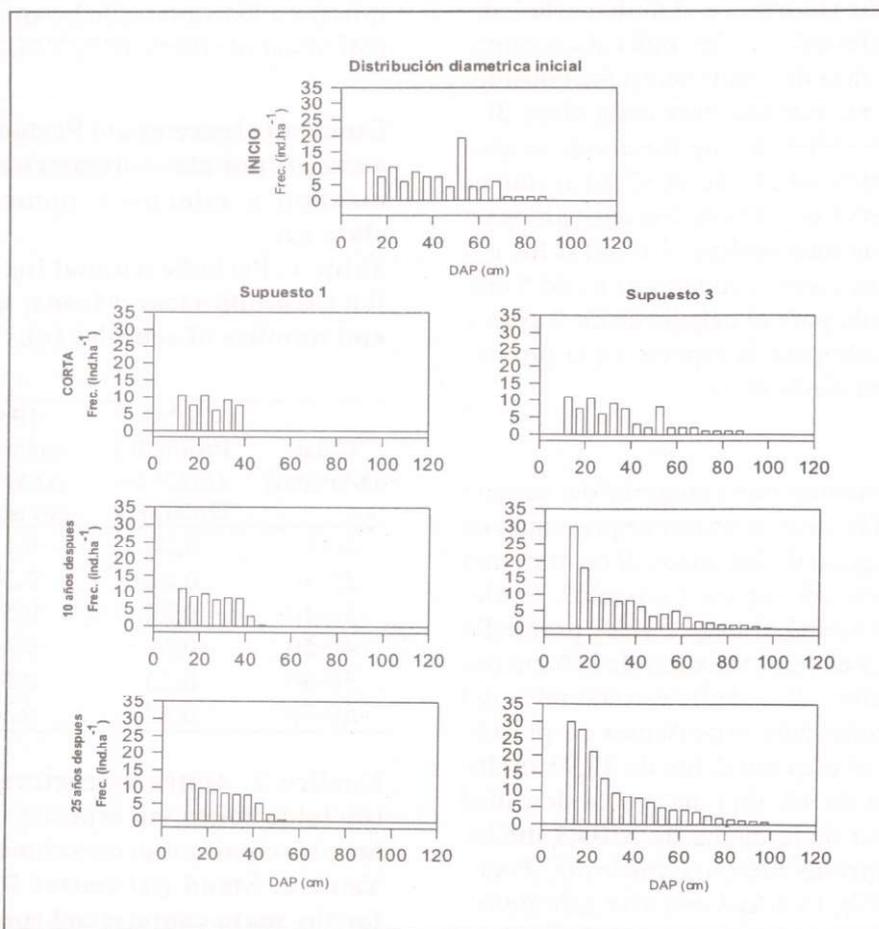


Figura 2: Proyección de Tabla de Rodal de *J. australis*, bajo los supuestos 1 (corta de todos los individuos con DAP mayor al diámetro mínimo de corta) y 3 (corta del 80 % de los individuos de cada clase diamétrica superior al diámetro mínimo de corta) hasta 25 años después de la corta.

Figure 2: Stand Table Projection of *J. australis* 25 years after intervention under hypothetical scenarios: 1 (logging all the trees above MCL and continuity of actual growth conditions for remnants trees after intervention) and 3 (logging 80% of the trees in every dbh class above MCL and promote of regeneration and remnants trees growth after the intervention)

Bajo el Supuesto 1, la recuperación del área basal de la especie es muy lenta y se puede considerar incierta la posibilidad de una corta similar en el futuro. ALDER (1986) señala que los árboles adultos son los que proporcionarán las existencias necesarias para cosechas futuras, y no los individuos que se incorporan, los cuales además, generalmente son los más dañados durante el aprovechamiento. Es por eso que bajo el Supuesto 2 si bien se favorece la recuperación, son necesarios 50 años para recuperar el área basal inicial de la especie. Se debería prestar especial atención al mantenimiento de un nivel mínimo de individuos maderables de la especie, para no comprometer la posibilidad de cortas futuras y la presencia de la especie en los rodales bajo un esquema policíclico.

El diámetro mínimo es una regla técnica que puede resultar de utilidad, pero no debe ser utilizada de manera indiferente sobre todas las especies o estructuras de rodal, debe ser acompañada por prácticas silvícolas que garanticen buenas condiciones de crecimiento de los individuos remanentes y la regeneración de la especie de interés. HUTCHINSON (1987) indica que es vital no permitir que la regla del diámetro mínimo sea un sustituto del sistema silvícola, puesto que esto tiene consecuencias negativas sobre el recurso. Además es importante destacar que la corta selectiva con DMC, es una práctica con riesgos ya que al ser aplicada repetidas veces puede producir una selección genética negativa al eliminar del rodal los individuos con mayores tasas de crecimiento (VALERIO, 1997).

En un bosque maduro de *J. australis* la corta de todos los individuos con $DAP > 40$ cm tiene características muy drásticas. La reducción de las existencias es tan severa que se compromete la posibilidad de realizar otra corta similar a largo plazo. Se señala que las especies con regeneración en claros como el caso de *J. australis* (GRAU y BROWN, 1998) no presentan una distribución de clases diamétricas con un patrón definido y que serían más susceptibles a la disminución de su población al realizar cortas selectivas (VALERIO, 1997).

El hecho de que usualmente en el Noroeste Argentino, se planifique una única corta, le confiere a la actividad forestal características extractivas, generando una situación donde el valor del bosque se determina en función de los volúmenes aprovechables en el primer ciclo de corta (GOMEZ-POMPA y BURLEY, 1991). Los bosques que son utilizados de esta manera ven comprometida su capacidad productiva y pierden su valor comercial, por lo cual para mantener el nivel de producción es necesario incorporar constantemente nuevas áreas con bosques maduros. Esta situación compromete la producción futura a nivel regional a medida que se agotan las

áreas con bosque maduro o estas quedan restringidas a zonas inaccesibles para el sector productivo forestal. En otros países esta situación ha llevado a que se desarrollen sistemas silvícolas para que los bosques intervenidos con cortas selectivas no dejen de ser productivos, como es el caso del sistema CELOS en Surinam (DE GRAAF, 1991) o aquellos que acompañan las cortas selectivas con medidas de refinamiento y liberación (WADSWORTH 1996). Utilizar un esquema silvícola policíclico basado en DMC con reservas para los bosques maduros de *J. australis* destinados a la producción, implicaría a nivel de rodal, mayores restricciones a la corta que las actuales. Por lo cual para sostener los niveles de producción se deberían intervenir mayores superficies.

Los métodos policíclicos con cortas de selección que utilizan la regla DMC son cuestionados desde el punto de vista productivo y serían adecuados en un área destinada a la conservación, donde la actividad productiva es complementaria. Si el objetivo principal de un área es la producción, pueden ser más recomendables métodos que produzcan disturbios más fuertes dentro de un esquema monocíclico (FINEGAN, 1992; FREDERICKSEN, 1998).

La simulación realizada descansa sobre supuestos en lo que respecta a la regeneración y el crecimiento de *J. australis* bajo manejo, en este trabajo se asumió que liberando recursos para los individuos remanentes de *J. australis* la tasa de crecimiento de estos, es la mayor de las encontradas en el rodal sin manejo. Este aspecto debe ser estudiado en futuras investigaciones mediante ensayos, ya que se desconoce cual es la respuesta real de *J. australis* al manejo. Además los tres escenarios implican situaciones optimistas ya que se esta garantizando una regeneración mínima y se asume que no existe mortalidad, pérdida de individuos por daño durante el aprovechamiento, ni competencia de *J. australis* con los individuos de otras especies. Particularmente este último punto es relevante, ya que sin silvicultura no hay forma de garantizar que el espacio liberado por la corta de *J. australis* no sea ocupado por individuos de otras especies presentes en el rodal (por ejemplo *B. salicifolius*), lo que significaría que la recuperación del área basal de *J. australis* nunca sucedería o que sería necesario aún más tiempo que el calculado en este trabajo. También se debe observar que la recuperación del área basal de la especie esta fuertemente condicionada por la distribución diamétrica inicial. A pesar de que los análisis aquí desarrollados deben considerarse como orientadores, indican claramente que la sola aplicación de la restricción del diámetro mínimo en bosques maduros de *J. australis* no garantiza la conservación del recurso, sino que por el contrario podría resultar en un deterioro.

Es necesario revisar los fundamentos sobre los cua-

les se han establecido las normas de manejo para *J. australis*, especialmente el límite de corta, adecuándose a la información técnica disponible. Para ello, también es prioritario la instalación de ensayos silvícolas, para determinar la dinámica de los bosques montanos bajo distintas opciones de manejo. Por otra parte, es necesario ampliar los estudios de crecimiento *J. australis* desde el punto de vista forestal abarcando las distintas situaciones ambientales en las que se encuentra la especie en el Noroeste Argentino.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Marcelo Arturi, Alejandro Brown, Diego Ramilo y a los estudiantes de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de La Plata por su colaboración. Este trabajo fue financiado por el programa Pro-Yungas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDER D. 1986. Modelos de crecimiento y rendimiento para el bosque alto tropical. En: primer seminario internacional sobre manejo de bosque húmedo tropical en la región de Centro América. Signatepeque, Honduras.
- ANONIMO. 1960. Diámetros mínimos de corta de especies forestales. Decreto N° 15742.
- ANONIMO. 1993. Datos climáticos de la localidad de Los Toldos, Provincia de Salta. (1981-1992)
- AUS DER BEEK R. y Sáenz G. 1996. Impacto de las intervenciones silvícolas en los robledales de altura, Talamanca, Costa Rica. En seminario taller: Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América Tropical. Pucallpa, Perú. 238 p.
- BOOT R.G. y R.E. Gullinson. 1995. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. *Ecological applications* 5: 896-903.
- DEL VALLE ARANGO J.I. 1997. Crecimiento de cuatro especies de árboles de los humedales forestales del litoral pacífico Colombiano. En: Simposio Internacional sobre posibilidades de manejo forestal sostenible en América Tropical. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 363 p.
- DE GRAAF N.R. (1991) Managing natural regeneration for sustained timber production in Suriname: The CELOS silvicultural and harvesting system. En Gómez-Pompa A., T.C. Whitmore and M. Hadley (Eds.). *Rain Forest Regeneration and Management. Man and Biosphere Series. Vol 6.* 456 p.
- FAVRICHON V. 1998. Modeling the dynamics and species composition of a tropical mixed-species uneven-aged natural forest: effects of alternative cutting regimes. *Forest Science* 44:113-124
- FREDERICKSEN T.S. 1998. Limitaciones del aprovechamiento selectivo de baja intensidad para el manejo forestal sostenible en el trópico. Documento Técnico 68/1998, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 18p.
- FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 29p.
- GRAU, H.R. & A.D. Brown. 1998. Structure, composition, and infrared dynamics of a subtropical montane forest of northwestern Argentina. En F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.) *Forest biodiversity in north, central and south america, and the caribbean: research and monitoring. Man and the Biosphere Series. Vol 21.* 768 p.
- GOMEZ-POMPA A. & F.W. Burley. (1991). The Management of Tropical Forests. En Gómez-Pompa A., T.C. Whitmore & M. Hadley (Eds.). *Rain Forest Regeneration and Management. Man and Biosphere Series. Vol 6.* 456p.
- HUECK, K. 1978. Los Bosques de Sudamérica. Ecología, Composición e Importancia Económica. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Berlín. 451p.
- HUTCHINSON I.D. (1987) The management of the humid tropical forest to produce wood. En *Management of the Tropical America (Prospect and Technologies)*. USDA Forest Service y Universidad de Puerto Rico. 467 p.
- JOHNS R.J. (1992) The influence of deforestation and selective logging operations on plant diversity in Papua New Guinea. En T.C. Whitmore & J.A. Sayer. (Eds.). *Tropical deforestation and species extinction*. Chapman and Hall and The World Conservation Union. 156 p.
- SILVA J.N.M.; J.O.P. de Carvalho; J.do C.A. Lopes; B.F. de Almeida; D.H.M. Costa; L.C. de Oliveira; J.K. Vanclay & J.P. Skovsgaard. 1995. Growth and yield of tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management* 71:267-274.
- STOKES, M.A. & T.L Smiley 1968. An introduction to Tree-Rings Dating. University of Chicago Press. Chicago. 73p.
- VALERIO J. 1997. Intensidad de cosecha y ciclos de corta en el manejo de bosque natural. En: Simposio Internacional sobre posibilidades de manejo forestal sostenible en América Tropical. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 363 p.
- VANCLAY J.K. 1994. Modelling forest growth and yield: Applications to mixed tropical forests. CAB International, Wallingford UK. 312 p.

- VANCLAY J.K. 1995. Growth models for tropical forests: a synthesis of models and methods. *Forest Science* 41: 7-42.
- VILLALBA R., J.A. Boninsegna y R.L. Holmes. 1985. *Cedrela angustifolia* and *Juglans australis*. Two tropical species useful in dendrochronology. *Tree-ring Bulletin* 45: 25-35.
- VILLALBA R., J.A. Boninsegna y A. Ripalta. 1987. Climate, site condition and tree growth in subtropical northwestern Argentina. *Can. J. For. Res.* 17: 1527-1539.
- VILLALBA R., L.R. Holmes y J.A. Boninsegna. 1992. Spatial pattern of climate and tree growth variations in subtropical northwestern Argentina. *Journal of Biogeography* 19: 631-649.
- WADSWORTH F. 1996. Aspectos críticos para la práctica silvicultural en los bosques naturales de América tropical. En seminario taller: Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América Tropical. Pucallpa, Perú. 238p.
- WHITMORE, T.C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest tree. *Ecology* 70:536-538.