

Crecimiento de *Cedrela lilloi* (Meliaceae) en áreas de Yungas cercanas a Los Toldos (Salta, Argentina)

Sidán, Olga Myriam¹

¹ Xiloteca, Herbario Fanerogámico, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina. e-mail mysidan@yahoo.com.ar

► **Resumen** — Sidán, Olga Myriam. 2011. "Crecimiento de *Cedrela lilloi* (Meliaceae) en áreas de Yungas cercanas a Los Toldos (Salta, Argentina)". *Lilloa* 48 (2). *Cedrela lilloi* C. DC. es un árbol característico de las Yungas, de importancia forestal. En este estudio, se propuso cuantificar la producción de madera y se planteó como objetivo estimar el ritmo de crecimiento y turnos teóricos de cortabilidad. Las muestras de leño, rodajas basales, procedieron de la zona comprendida entre Los Toldos y el río Lipeo, en el límite Noroeste del Parque Nacional Baritú, Salta; las que fueron producto de una tala selectiva. Para el tratamiento de las mismas se utilizó técnicas dendrocronológicas. Las rodajas se pulieron, lo que permitió visualizar los anillos, datarlas y medir los espesores. Las edades obtenidas de 10 muestras oscilaron entre 61 a 154 años, siendo el promedio de 112 años. El valor máximo del promedio del incremento radial acumulado es de 22,70 cm de radio a los 137 años y el comportamiento fue sostenido, manteniendo una tendencia positiva en ejemplares que sobrepasan los 120 años. El promedio del área basal acumulada fue de 0,19 m² a los 137 años sin tendencia a estabilizarse. El turno teórico de cortabilidad estimado fue de 137 años debido al ritmo sostenido de crecimiento. Este estudio, constituye un aporte para las pautas de manejo forestal de *C. lilloi*, especie de alto valor comercial.

Palabras clave: Dendrocronología, *Cedrela lilloi*, crecimiento, Argentina.

► **Abstract** — Sidán, Olga Myriam. 2011. "Growth of *Cedrela lilloi* (Meliaceae) in the Yungas areas near Los Toldos, (Salta, Argentina)". *Lilloa* 48 (2). *Cedrela lilloi* C. DC., is a characteristic tree of the Yungas, of forestal importance. In this study, we quantify the production of wood and estimate the growth rate and the theoretical shifts of cuttability. The wood samples basal slices, came from the area between Los Toldos and the Lipeo River, on the northwestern edge of the Baritú National Park, Salta, which were the result of selective logging. For their treatment, dendrochronological techniques were used. The slices were polished, allowing the rings to be counted, estimate their age and measure their thickness. The obtained ages from 10 samples ranged between 61 to 154 years, with an average of 112 years. The maximum value of the average of cumulative radial increment is 22.70 cm radius at 137 years, and the behaviour was sustained, maintaining a positive trend in samples in excess of 120 years. The average of the cumulative basal area is 0.19 m² at 137 years without a tendency to stabilize. The estimated theoretical shift of cuttability was 137 years due to sustained growth. This study is a contribution to the, forestal management guidelines of *C. lilloi*, a species of high commercial value.

Keywords: Dendrochronology, *Cedrela lilloi*, growth rate, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La presencia de bosques en una región representa un recurso forestal potencial. La importancia del mismo reside no solamente en el valor económico de sus productos, sino también en su función de reguladores climáticos, contribuyendo fuertemente con el ciclo

del agua; además son protectores de suelos, cuencas hídricas y brinda albergue a especies animales.

En el Noroeste de Argentina, las Yungas australes se extienden desde la frontera con Bolivia (22° S) hasta la provincia de Catamarca (29° S) por más de 700 km de longitud Norte-Sur. Altitudinalmente las Yungas ocupa desde el piedemonte 400 msnm hasta los 2.500-3.000 msnm. En este gradiente al-

titudinal, varían las características estructurales del bosque, las especies dominantes y la importancia forestal.

La actividad forestal se ha desarrollado en Argentina y en Latinoamérica siguiendo una lógica que prioriza el beneficio a corto plazo sobre cualquier consideración ambiental o inclusive de sostenibilidad en la obtención de ingresos económicos. Los bosques nativos han sido sometidos a la extracción de los mejores ejemplares, sin tener en cuenta las condiciones de regeneración y de crecimiento. Estos procesos han afectado a muchas especies nativas y a los ecosistemas que las contienen (Schlichter, 2006).

Desde los comienzos de la explotación y colonización de América Latina los cedros (*Cedrela* spp.) han estado entre las especies forestales más importantes (Grau *et al.* 2006) hasta el presente.

La utilización de la madera de cedro con fines comerciales data de la época colonial, aunque probablemente, la población prehispánica también lo haya aprovechado para la elaboración de utensilios. Ya en el siglo XIX se conocían sus excelentes propiedades para la construcción de muebles y carpintería rústica. La tala selectiva que sufrieron los cedros, llevó a sus especies a una situación poblacional crítica, que difícilmente pueda revertirse. La intensidad de las explotaciones, los escasos conocimientos técnicos silvícolas, el ineficiente control de los organismos oficiales competentes y la poca transparencia en el mercado forestal, son condicionantes del estado actual de las especies de cedro (Minetti, 2006).

En los bosques nativos del NOA, se realizan talas selectivas respetando un diámetro mínimo de corta legislado para cada provincia y para cada especie. El diámetro a la altura del pecho (DAP) mínimo de corte en la provincia de Salta es de 40 cm (Overgaard, 1975).

La destacada calidad de la madera de los cedros los ha expuesto a un régimen de extracción intensa por parte de la industria forestal, sin una planificación que asegure la sustentabilidad económica y biológica del recurso (Malizzia, 2006).

Una de las premisas de la ordenación forestal para lograr la producción sostenida a perpetuidad, es que la extracción no supere el crecimiento del bosque.

Tradicionalmente la dendrocronología se la ha relacionado con estudios de las variaciones climáticas en el pasado (Fritts, 1976). Recientemente, el conteo, fechado y medición de anillos de crecimiento se ha transformado en una práctica común en estudio silvícolas y ecológicos (Villalba, 1995). El empleo de los anillos de árboles permite estimar los diámetros óptimos de corte (DOC) y los turnos de corte para árboles de los bosques tropicales sujetos al manejo forestal (Brienen y Zuidema, 2006; Schöngart 2008).

Ante la necesidad de generar información sobre el género *Cedrela*, se han realizado varios estudios sobre el crecimiento utilizando técnicas dendrocronológicas. Así, Villalba y Boninsegna (1988) estudiaron el crecimiento de *C. lilloi* C. DC. (cedro tucumano) en la selva de Tucumán, mientras que Boninsegna *et al.* (1989) lo hicieron con *C. fissilis* Vell. en la selva de Misiones. Por otro lado, Gasparri y Goya (2006) trabajaron en el Norte de Salta modelando el crecimiento de *C. lilloi*, explorando las variables que puedan explicar dicho crecimiento y que al mismo tiempo se ajusten a una fórmula de crecimiento individual. Por último, López (2010) trabajó con 11 especies de árboles en los bosques tropicales secos del Cerrado Boliviano —entre las que se encontraba *C. fissilis*— determinando sus tasas de crecimiento, diámetros óptimos de corte y los tiempos necesarios en lograr esos diámetros.

En este estudio se plantea como objetivo cuantificar la producción de madera de *C. lilloi* con la finalidad de aportar elementos para un uso planificado de este importante recurso. Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se propone realizar un estudio destinado a determinar el ritmo de crecimiento y turnos teóricos de cortabilidad de *C. lilloi* a partir de la medición de los anillos de crecimiento.

Las técnicas dendrocronológicas, se basan en el análisis del ancho de los anillos de crecimiento anual que permite establecer el

incremento radial para cada año de edad. Sin embargo es importante señalar que el crecimiento del tronco representa entre 2/3 a las 3/4 partes del total del crecimiento en volumen (Thamminche, 1981 en Villalba y Boninsegna, 1988) y por lo tanto es una medida parcial de la productividad correspondiendo la otra fracción a ramas, hojas, etc. Un requisito indispensable para la aplicación de técnicas dendrocronológicas, es la clara definición de los anillos, como los que presenta *C. lilloi*, los cuales son claramente demarcados, presentan buena uniformidad circular y son ejemplares longevos de más de 200 años (Villalba, 1987).

Este tipo de información, registros dendrocronológicos, proveen bases sólidas para dar recomendaciones estratégicas en el manejo sostenible de los bosques. (López, *et al.*, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

C. lilloi es un árbol deciduo, que a la madurez puede alcanzar 8-30 m de altura y 1,2-1,5 m de diámetro a la altura del pecho (DAP). Presenta una copa más o menos esférica o en forma de paraguas, emergentes del nivel general del bosque. El tronco es recto y cilíndrico, aunque presenta tendencia a aplanarse cuando se encuentra creciendo en pendientes pronunciadas. La base suele presentar costillas hasta de 2 m de altura, en los ejemplares longevos (Digilio y Legname, 1966; Grau *et al.*, 2006).

C. lilloi en el Noroeste del país tiene una amplia distribución, extendiéndose desde el Norte de la provincia de Salta (22° S) hasta la provincia de Catamarca (aprox. 28° 15' S). En el Norte de la provincia de Salta se encuentra por encima de los 1.100 hasta los 2.300 msnm. En la provincia de Tucumán ocupa un gradiente amplio, entre los 500 y 1.900 msnm (Grau *et al.*, 2006).

Los atributos que posee la madera de *C. lilloi* le han permitido ganar un lugar entre las mejores maderas del mundo. Entre ellos se puede destacar que es una madera blanda,

fácil de trabajar, resistente, de perfume agradable y tolerante al ataque de los insectos (Grau *et al.*, 2006). Su madera presenta una amplia gama de tonalidades, el duramen puede ser rosado hasta castaños claros y la albura varía entre colores amarillos hasta rosados. Con el paso del tiempo la transición de color entre albura y duramen no es muy marcada. Presenta anillos de crecimiento, los que son demarcados por el achatamiento radial de las fibras. La porosidad es semicircular a difusa. Los vasos son solitarios y múltiples cortos, de contorno circular y angular y se presentan de 5-20 por mm² (Rivera, 2006).

Zapater *et al.*, (2004) cita cinco especies del género *Cedrela* para Argentina que reúne a especies arbóreas de gran porte, con un alto valor comercial e industrial por su preciosa madera. En nuestro país se encuentran presentes y son exclusivas del Noroeste *C. balansae* C. DC., *C. lilloi* C. DC y *C. sal-tensis* Zapater y del Castillo, mientras están presentes en el Noreste *C. fissilis* Vell. y *C. odorata* L. *Cedrela lilloi* se distribuye en áreas de Yungas en el distrito de la Selva Montana (Cabrera, 1992). Zapater *et al.*, (2004) menciona que es una especie característica del piso superior de la «selva de montaña», a altitudes superiores a los 1.100-1.200 y hasta los 2.500 msnm. Convive generalmente con *Juglans australis* Griseb. «nogal criollo», *Podocarpus parlatorei* Pilg. «pino del cerro» y *Alnus acuminata* Kunth «aliso del cerro». Malizia *et al.*, (2006) en un estudio de distribución de bosques de cedro, señala que *C. lilloi* está presente en la Selva Montana (1.100 msnm), alcanzando densidades máximas en el Bosque Montano (2.100 msnm).

En este trabajo se adoptó el criterio taxonómico empleado por Zapater *et al.* (2004), quienes mantienen como nombre válido a *C. lilloi*. Recientemente Pennington y Muellner (2010) sinonimizaron a *C. lilloi* C.DC. bajo el nombre de *C. angustifolia* DC.

ÁREA DE ESTUDIO

Las muestras procedieron de un área comprendida entre la localidad de Los Tol-dos (22° 17' S y 64° 41' O) y el extremo No-

roeste del Parque Nacional Baritú (22° 26' S y 64° 44' O) en la provincia de Salta, departamento Santa Victoria (Fig. 1). Dicha área corresponde a un ecotono entre Selva Montana y Bosque Montano, a una altitud aproximada de 1.800 msnm, que está caracterizado por especies de *Blepharocalyx salicifolia*, *Myrcianthes pseudomato*, *Juglans australis*, *Podocarpus parlatorei*, *Ilex argentina* y *Alnus acuminata* que acompañan a *C. lilloi*. Esta área era propiedad privada y presentaba un buen estado de conservación, con algunos pequeños sectores destinados a cultivo de subsistencia.

La Selva Montana y el Bosque Montano corresponden a un tipo de clima Templado moderado lluvioso con invierno seco, de tipo muy frío y con verano fresco (CWbk, de la clasificación de Köppen). La temperatura media anual es de 12°C y la precipitación media anual de 1.300 mm (Mendoza y González, 2011).

MÉTODO Y PROCESAMIENTO EMPLEADO EN EL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Las muestras de leño consistieron en diez rodajas basales de *C. lilloi* (n=10). El material estudiado, fue producto de una tala selectiva debidamente autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente de la provincia de Salta.

Las secciones transversales de los troncos fueron tratadas mediante técnicas dendrocronológicas estándares (Stokes y Smiley, 1968). Primero fueron pasadas por una garlopa para suavizar las marcas dejadas por la motosierra en su corte original. Luego fueron pulidas con lijadora orbital manual, empleándose lijas de granulometría descendente desde 50 a 600. Se emplearon en total 14 tamaños de granos diferentes de lija. De esta manera los anillos quedaron visibles y fueron marcados con la ayuda de una lupa binocular. Se le asignaron edades y midieron en cada muestra, los anillos sobre dos radios

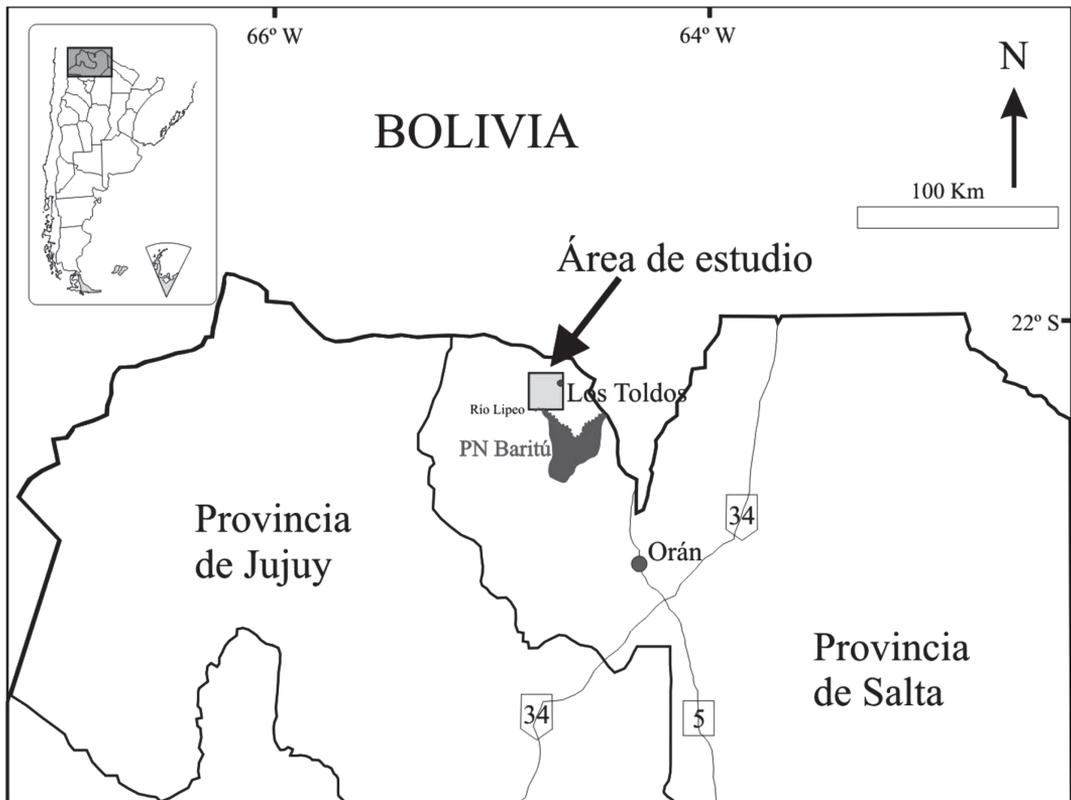


Figura 1. Área de estudio en el Norte de Argentina.

($n=20$). Se consideró como primer año, al anillo formado desde el centro de la médula al primer anillo. Se midieron los espesores de anillos con una máquina contadora tipo Banister, con una apreciación de 0,01 mm. La cual consiste en una lupa con una cruz axial con una platina móvil que está conectada a un contador digital y a una computadora.

Las variaciones de los anchos de los anillos debidas a fluctuaciones ambientales, son minimizadas cuando son sometidas a un promedio de la serie y resulta una curva estimativa que está en función del crecimiento (Fritts, 1976). Este procedimiento considera que los factores ambientales limitantes del crecimiento en los árboles son distribuidos al azar a través del tiempo y esas variaciones ambientales se tornan poco significantes cuando todas las edades son promediadas (Mitchell, 1966). Las series de los espesores de anchos de anillos ($n=20$) se ordenaron de acuerdo a su edad y se procesaron utilizando el programa STATGRAPHICS Plus 4.1, con la finalidad de obtener su distribución estadística y los valores estadísticos descriptivos y gráficos de la muestra de las variables que se emplearon. El tamaño muestral empleado en este trabajo ($n=10$, con radios $n=20$) sigue los lineamientos empleados por el Tree-Ring Data Bank de USA que señala como mínimo una muestra formada por diez árboles diferentes y con una adicional replicación incluyendo dos muestras para cada árbol y una revisión de su Error Stándar (SE_m) inferior a 24%, porque la cantidad del incremento del error varía en función del tamaño de la muestra (Fritts, 1976). Se acepta generalmente que una muestra formada por 10 árboles en el desarrollo de una cronología pueda contener como máximo 24% de SE_m que es un estimador estadístico de la variación del promedio de la población que se lo calcula, basado en la varianza muestral,

$$SE_m = \ll (S_x^2 / n) \quad (1)$$

En donde:

SE_m : Error estándar

S_x^2 : Varianza

n : tamaño de la muestra

En Argentina y relacionado a dendrocronología y caracteres anatómicos de esta especie Villalba *et al.* (2006) empleó a 10 ejemplares para describir a una serie de 150 años. Aplicaciones dendroecológicas y silvícolas para *C. lilloi* se han estudiado también sus curvas de crecimiento empleando 17 árboles Villalba (1995). En otros ambientes más áridos de Argentina otros autores han empleado $n=10$ para estudios de crecimientos arbóreos. Como los que realizaron Giménez, *et al.*, (2003) estudiando el crecimiento de *Prosopis nigra* en ambientes con alta variabilidad climática, obteniendo resultados satisfactorios. En este trabajo se incluye el tamaño óptimo muestral para tratar al índice descriptor para la muestra tomada y el SE_m de la serie para validarla.

Para evaluar estadísticamente se tuvo en cuenta los espesores promedios de los anchos de los anillos de crecimiento, ICA que se define como el incremento radial corriente del árbol para un año determinado.

En este sentido para obtener un efectivo tamaño de muestra se estimó el primer coeficiente de autocorrelación como lo definieron Mitchell *et al.* (1966) que explica los grados de libertad (g.l.) necesarios para obtener un efectivo tamaño de muestra. En este caso para caracterizar al ICA y obtener n' , según (2).

$$n' = n \cdot (1-r)/(1+r) \quad (2)$$

En donde:

n' : es el óptimo muestral de los grados de libertad (g.l.).

n : es los grados de libertad de la muestra tomada.

r = es el primer coeficiente de autocorrelación de la serie para analizar su tamaño teniendo en cuenta el año t y el año $t-1$ de muestra.

Con la finalidad de estudiar las diferencias en los ritmos de crecimiento individual, se graficó el crecimiento radial acumulativo para cada uno de los ejemplares de *C. lilloi*, en base a los valores medios de los incre-

mentos radiales para cada año de edad. De estas diferencias se obtuvo un promedio del incremento radial acumulado.

El área basal se calculó con los valores medios de los incrementos radiales individuales para cada año de edad, según (3)

$$Ab_{(t)} = 2.\pi.r_{(t-1)}.Ir_{(t)} \tag{3}$$

En donde:

$Ab_{(t)}$: es el área basal a la edad (t)

$r_{(t-1)}$: es el radio alcanzado por el árbol a la edad (t-1)

$Ir_{(t)}$: es el ancho del anillo a la edad (t)

El Turno Teórico de Cortabilidad se estima mediante la intersección gráfica de los índices Incremento corriente anual del área basal *ICABA* y el Incremento Medio Anual del área basal *IMABA*. Que se definen como:

ICABA (Incremento corriente anual del área basal): es la suma del crecimiento que ocurre en la edad específica.

IMABA (Incremento medio anual del área basal): es el cociente entre el área basal acumulada por la edad (Assman, 1970).

El diámetro óptimo de corte (DOC) se estimó a partir de los datos de área basal, en donde se establece los criterios para la cosecha óptima. La producción óptima de un árbol ocurre entre el punto de mayor incremento corriente en el área basal *ICABAmáx* y el mayor incremento del *IMABAmáx*. Este período ha sido definido como intervalo prefe-

rente de cosecha forestal (Schöngart, 2003). Las cortas antes del *ICABAmáx* y después del *IMABAmáx* darían lugar a un uso ineficiente del potencial de crecimiento, ya que los árboles no han alcanzado o ya han pasado su fase de crecimiento óptimo respectivamente. Diámetro óptimo de corte (DOC) correspondería a los diámetros comprendidos en ese período. (López, 2010).

RESULTADOS

La distribución estadística del Incremento radial corriente anual (ICA) empleando radios (n=20) proveniente de 10 rodajas basales de *C. lilloi* resultó ser normal (Fig. 2, Tabla 1) y su Error estándar (SE_m) de 18%, inferior a lo recomendado por la bibliografía principal. Los valores óptimos de tamaño de muestra basados en los anillos de crecimiento para un n=154 fue de n=40 grados de libertad cuando se aplica la primera autocorrelación al espesor de los anillos sin estandarizar la serie (Fig. 3).

Las edades de los individuos oscilaron entre 61-154 años, promedio de 112 años.

El ritmo de crecimiento individual de los árboles presentó variabilidad, el mayor valor alcanzado de incremento radial fue de 32,28 cm a los 127 años y el menor de 18,86 cm a la misma edad. El individuo más longevo con 154 años tuvo un incremento radial acumulado de 22,1 cm (Fig. 4A). El comportamiento del incremento radial es

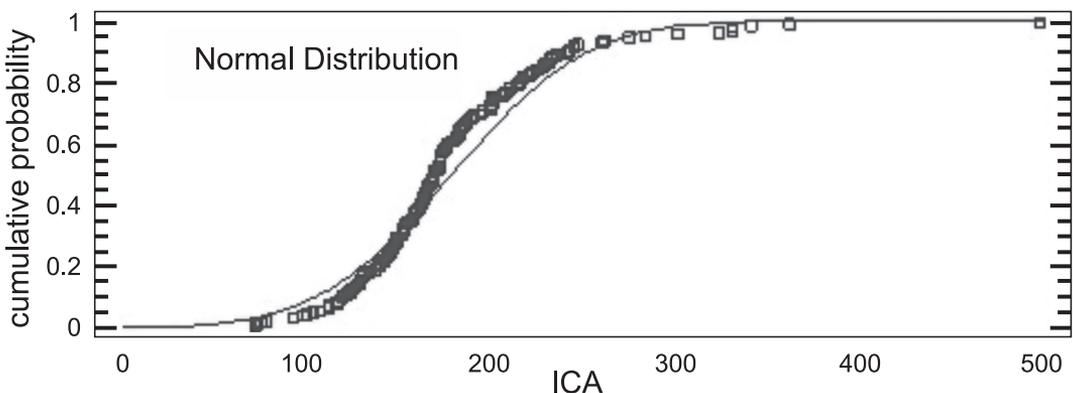


Figura 2. Modelo probabilístico de la distribución Normal del Incremento radial corriente anual (ICA) de *C. lilloi*.

Tests for Normality for ICA	
Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic	46.3636
P-Value =	0.00830444
Shapiro-Wilks W statistic	0.901766
P-Value =	3.22E-15
Z score for skewness	4.63689
P-Value =	3.54074E-06
Z score for kurtosis	5.33893
P-Value =	9.37E-08

Tabla 1. Estadísticos de la distribución Normal del Incremento radial corriente anual (ICA) de *C. lilloi*.

sostenido en el tiempo y mantiene tendencia positiva en ejemplares que sobrepasan los 120 años de edad.

El valor máximo del promedio del incremento radial acumulado es de 22,70 cm de radio a los 137 años (Fig. 4B).

El área basal acumulada promedio fue de 0,19 m² a los 137 años sin tendencia a estabilizarse (Fig. 5A).

El turno teórico de cortabilidad estimado fue de 137 años (Fig. 5B).

La edad preferente de cosecha estaría comprendida entre los 117 y 137 años, momentos en que el ICABA y el IMABA alcanzan sus máximos valores (Fig. 5B). Teniendo en cuenta el crecimiento acumulado (Fig. 4B) a esas edades a los 117-137 años, el diámetro óptimo de corte (DOC) oscilaría 42,16 y 45,40 cm de diámetro. Alrededor de los 110 años demoran en alcanzar un radio de 20 cm, que corresponde al tamaño mínimo de corte.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La medición de anillos de crecimiento ha demostrado ser una importante herramienta que permiten entender la variabilidad de los ritmos de crecimiento a lo largo de la vida del árbol. Los resultados de este estudio en cuanto al incremento radial, área basal acumulada y turnos teóricos de corte son comparables a los obtenidos por Villalba y Boninsegna (1988) en *C. lilloi* con muestras de barreno (Cuadro 1). Resultados semejantes obtuvieron Boninsegna *et al.*, (1989) en *C. fissilis*, con un incremento radial promedio acumulado de 29 cm a los 130 años, un área basal acumulada de 0,19 m² y un turno teórico de cortabilidad de 153 años. López (2010) obtuvo para *C. fissilis* turnos teóricos de corte (TTC) de 105 años. Esta especie presenta un amplio rango relativo para su cosecha dada por la diferencia temporal entre ICABAmáx y el de IMABAmáx

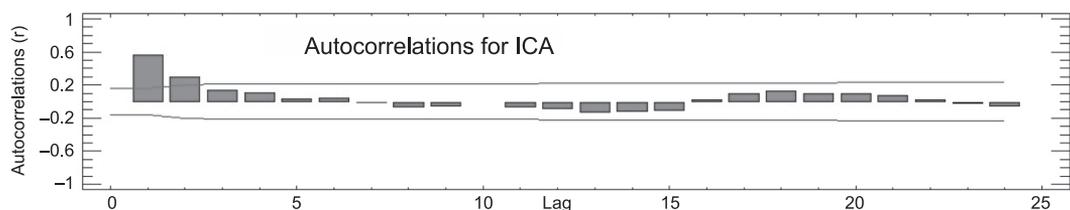


Figura 3. Autocorrelación del Incremento radial corriente anual ICA para *C. lilloi*. Con serie sin estandarizar elaborado con 25 lags. El primer valor de autocorrelación fue empleado para obtener significativamente los grados de libertad del índice y estimar el tamaño de muestra significativo según Mitchell *et al.* (1966). $r=0.56193$ con intervalos de confianza de 95 % delimitadas por la línea gris.

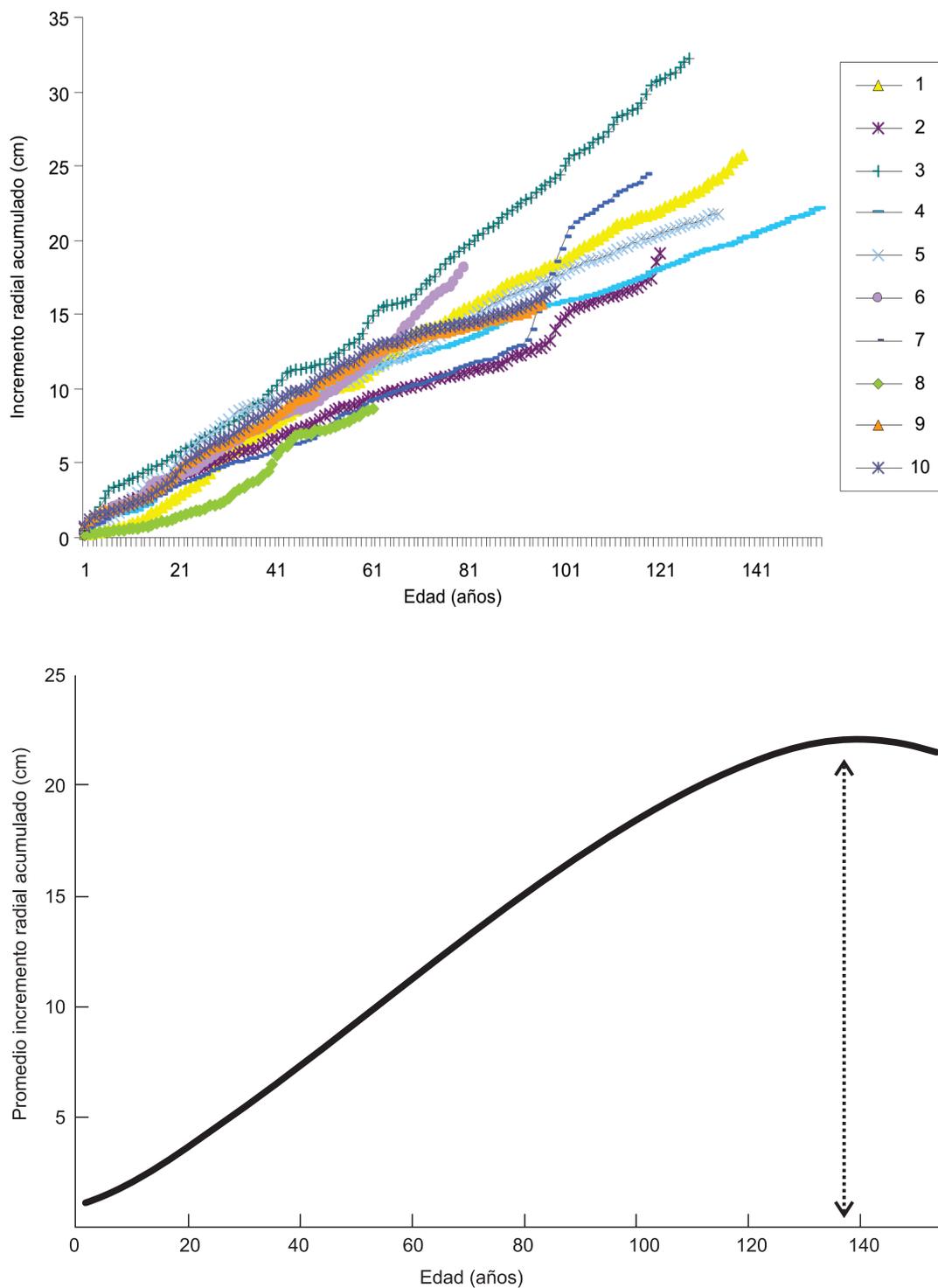


Figura 4. A) Incremento radial acumulado de individuos de *C. lilloi*. B) Promedio del incremento radial acumulado de *C. lilloi*; la fecha indica los 137 años de máximo valor de incremento.

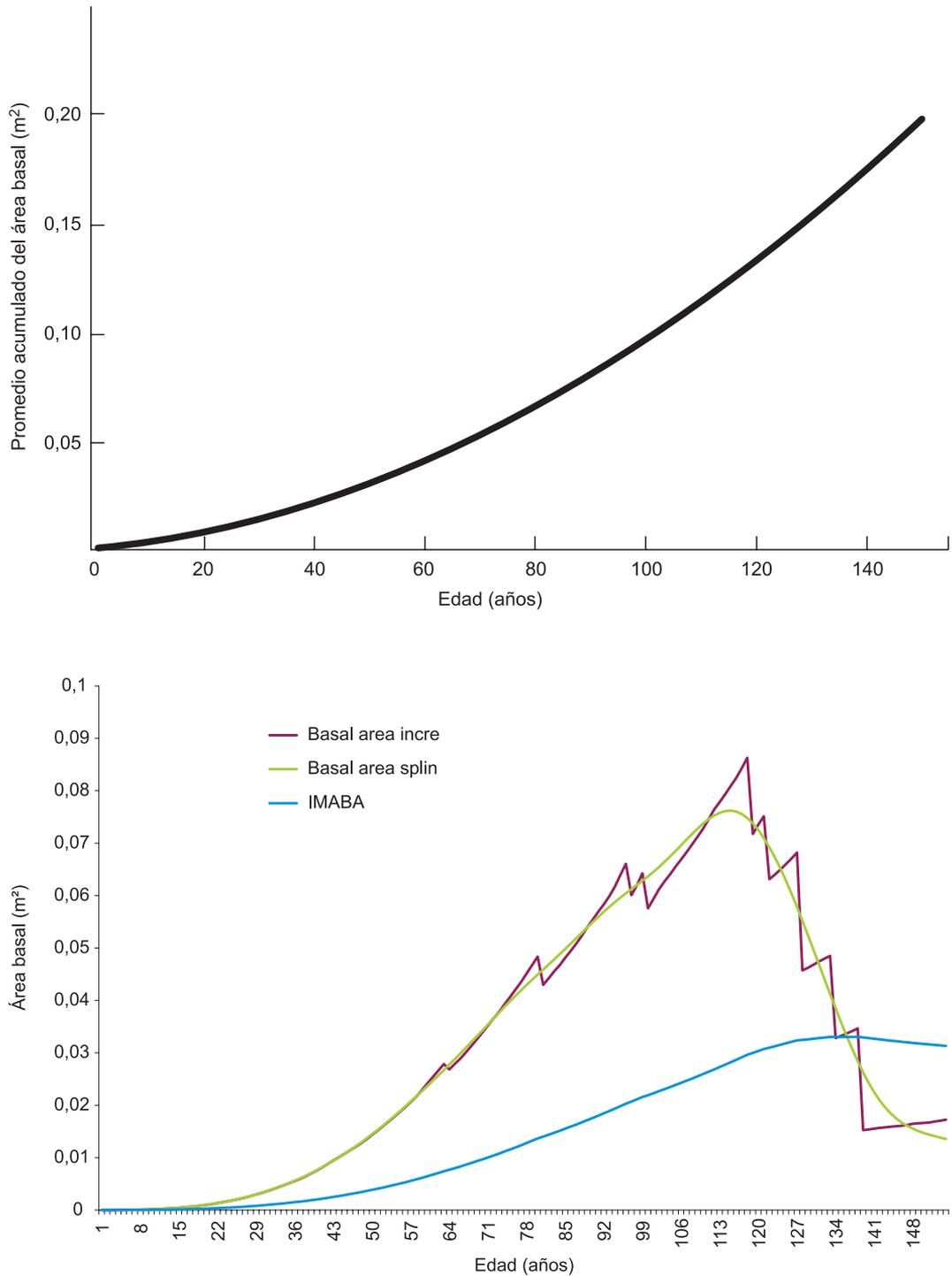


Figura 5. A) Promedio del incremento del área basal acumulada de *C. lilloi*. B) Turno teórico de cortabilidad en rojo el ICABA (Incremento corriente anual del área basal) y en verde se representa la curva estandarizada (spline) azul para el IMABA (Incremento medio anual del área basal).

	Este trabajo	Villalba & Boninsegna (1988)
Edad	61-154 años promedio 112	Más longevos hasta 210 años
Incr. radial acumulado max.	127 años 32,28 cm	130 años 35 cm
Incr. radial acumulado min.	127 años 18,86 cm	130 años 20 cm
Área basal acumulada	137 años 0,19 m ²	130 años < 0,19 m ²
Turno teórico de corte	137 años	Más de 150 años

Cuadro 1. Comparación de los resultados de este trabajo con los obtenidos por Villalba y Boninsegna (1988) de *C. lilloi*.

de 63 y 102 años. El diámetro óptimo de corte (DOC) es de 40 y 52 cm para este rango de edades. Alcanza un diámetro mínimo de corte de 40 cm a los 64 años. *C. lilloi* tuvo un comportamiento diferente, turnos de corte (TTC) más longevos debido a un ritmo sostenido de crecimiento, el tiempo preferido de cosecha fue de 20 años con diámetros óptimos de corte menores.

Comparando los promedios de los incrementos en diámetro anuales, para un rango de 30 a 40 cm de diámetro, (promedio del incremento 0,572 cm, promedio de incremento mínimo de 0,218 cm y promedio de incremento máximo de 1,712 cm) para este trabajo, son ligeramente inferiores a los encontrado por Gasparri y Goya (2006) en donde consideraron el crecimiento de los 10 últimos años en la clase diamétrica de 30-40 cm de DAP que fue la de mayor incremento (promedio del incremento 0,996 cm, promedio de incremento mínimo de 0,340 cm y promedio de incremento máximo de 1,999 cm). Ellos sugieren que árboles de este tamaño, cuando tienen condiciones de iluminación óptimas, pueden alcanzar hasta 2 cm/año. Esta información obtenida, les permiten suponer que los turnos de corte para el cedro podrían ser reducidos con medidas silvícolas que mejoren las condiciones de iluminación. López (2010) para *C. fissilis* también obtuvo que los máximos incrementos

corrientes anuales ICA se dan en la clase diamétrica de 40 cm con un valor de 0,48 cm.

A pesar que este trabajo se realizó con diferente metodología, usando rodajas basales en lugar de muestras de barrenos, los resultados pudieron compararse satisfactoriamente. Podrían llevarse a cabo trabajos utilizando rodajas basales de los aserraderos, ya que lo que quizás sería material de descarte o de un bajo valor económico para los propietarios de los mismos; una muestra de leño contiene valiosa información.

La explotación forestal como la tala selectiva a la que es sometida esta especie, es una práctica que se seguirá llevando a cabo, por el valor de este recurso. Existen leyes que enmarcan esta actividad como la del diámetro mínimo de corte y la ley de bosques 21.695 de Ordenamiento Territorial. También es conocido que esta práctica en algunos casos es ilegal y difícil de controlar. Además en las zonas en las que se realiza la explotación forestal, no se llevan a cabo tareas de reforestación que ayuden a la recuperación del bosque. Por eso, éste recurso renovable, a mediano plazo, puede ser utilizado con cuidadosas pautas de manejo, que son aportadas por trabajos de esta naturaleza que brindan información sobre el comportamiento de esta especie forestal tan apreciada.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Miguel Lillo, por el apoyo económico para la realización de este trabajo.

A las doctoras ingenieras forestales Ana María Giménez, y Graciela Moglia de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE, por haberme permitido a utilización de la máquina contadora de anillos y por su ayuda y sugerencias.

A los doctores ingenieros forestales Ricardo Villalba y Lidio López por sus valiosos aportes para este trabajo.

Al señor Elvio Ruiz Díaz propietario del aserradero quien me cedió gentilmente las muestras de leño.

Al licenciado Eduardo Agustín Mendoza por su generosa colaboración, especialmente en temas estadísticos.

A las licenciadas Nora Muruaga y María Francisca Parrado por la lectura crítica del manuscrito.

A quienes arbitraron este trabajo ya que sus sugerencias contribuyeron al enriquecer el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Assman, E. 1970. The principles of forest yield study (ed. P.W. Davis). Pergamon Press, New York.
- Boninsegna, J. A.; R. Villalba; L. Amarilla & J. Ocampo. 1989. Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. IAWA Bull. 10 (2): 161-169.
- Brienen, R.J.W. & P.A. Zuidema. 2006. The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. *Forest Ecology and Management* 226: 256-267
- Cabrera, A., 1992. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Segunda Edición. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME S.A.C. I., Buenos Aires 85 pp.
- Digilio, A. & P. Legname 1966. Árboles indígenas de la provincia de Tucumán. Opera Lilloana XV pp. 120
- Fritts, H. C., 1976. The Rings and Climate. Academic Press. London, 368 pp.
- Gasparri, N. I. & J. F. Goya. 2006. Modelos de crecimiento de *Cedrela lilloi* en el sector norte de las Yungas argentinas. . En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. pp. 105-116.
- Giménez, A.; N. Ríos & G. Moglia. 2003. Crecimiento de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron (algarrobo negro) en Santiago del Estero, Argentina Foresta Veracruzana 5 (2): 17-22.
- Grau, A.; M. A. Zapater; & R. A. Neumann. 2006. Botánica y distribución del género *Cedrela* en el noroeste de Argentina. En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. pp. 19-30.
- López L. 2010. Una aproximación dendrocronológica a la ecología y el manejo de los bosques tropicales secos del Cerrado Boliviano. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Argentina. 255 p.
- López, L.; R. Villalba, M. Peña-Claros 2012. Ritmos de crecimiento diamétrico en los bosques secos tropicales: aportes al manejo sostenible de los bosques de la provincia biogeográfica del Cerrado Boliviano. *Bosque* 33 (2): 99-107, 2012
- Malizia, L. R.; C. Blundo & S. Pacheco. 2006. Diversidad, estructura y distribución de bosques con cedro en el noroeste de Argentina y sur de Bolivia. En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). Ecología y producción de los cedros (género *Cedrela*) en las Yungas australes. pp. 83-103.
- Mendoza, E. A. y J. A. González. 2011. Las ecorregiones del Noroeste Argentino basadas en la clasificación climática de Köppen. Ser. Conserv. de la Naturaleza 19, Fund. Miguel Lillo, pp. 41.
- Minetti, J. M., 2006. Aprovechamiento forestal de cedro de las Yungas de Argentina. . En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. pp. 143-154.
- Mitchell, J.; B. Dzerdzeevskii.; H. Flohn; W. Hofmeyr; H. Lamb; N. Rao, & C. Wallén. 1966. Climate change. World Meteorological Organization. Technical Note No. 79. WM No 195 TP100: 1-79
- Overgard, J. 1975. Aprovechamiento y Transporte Forestal en el Noroeste Argentino. NOA II Forestal. IFONA, UNDP y FAO. Salta.
- Pennington, T. D. & A.N. Muellner. 2010. A monograph of *Cedrela* (Meliaceae). Dh books, England, pp. 112.
- Rivera, S. M. 2006. Características y usos de las maderas de *Cedrela* de las Yungas de Argentina. En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). Ecología y producción de los cedros (género *Cedrela*) en las Yungas australes. pp. 51-58.
- Schlichter, T. 2006. Prólogo. En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). Ecología y producción de los cedros (género *Cedrela*) en las Yungas australes.
- Schögart, J. 2003. Dendrochronologische Untersuchungen in Überschwemmungswäldern der várzea Zentralamazoniens. Tesis de doctorado, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Universität Göttingen, Göttingen: 223.

- Schöngart, J. 2008. Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management* 256: 46-58.
- Stokes, M. A. & T. L. Smiley. 1968. An introduction to Tree-Ring Dating. Univ. Chicago Press, Chicago 73 pp.
- Villalba, R. 1987. Dendrocronología Tropical: el árbol ante el clima y los años. *Serie Científica* 35: 44-47.
- Villalba, R. & J. Boninsegna. 1988. Aportes de la dendrocronología al manejo silvicultural de los bosques nativos: I, La selva Tucumano-Oranense. *Actas del VI Congreso Forestal Argentino Tomo I*: 105-109, Santiago del Estero.
- Villalba, R. 1995. Estudios dendrocronológicos en la Selva Subtropical de Montaña, implicaciones para su conservación y desarrollo. En Brown A. y H. R. Grau (Eds.). *Investigación, Conservación y Desarrollo en las Selvas Subtropicales de Montaña*. pp. 59-68.
- Villalba, R., S. Delgado, M. De Membiela & D. Mendoza. 2006. Variabilidad interanual de los caracteres anatómicos en el leño de *C. lilloi* en el Noroeste de Argentina. En Pacheco, S. y A. D. Brown (Eds.). *Ecología y producción de los cedros (género *Cedrela*) en las Yungas australes*.
- Zapater, M. A., E. M. del Castillo & T. D. Pennington. 2004. El género *Cedrela* (Meliaceae) en la Argentina. *Darwiniana* 42 (1-4): 347-356.