

## DEMOGRAFIA Y CRECIMIENTO DE RENOVALES DE *Cedrela lilloi* DURANTE DOS AÑOS, EN UN BOSQUE SUBTROPICAL DE MONTAÑA DE TUCUMAN, ARGENTINA.

H. R. Grau \* \*\*

S. E. Pacheco \*

### RESUMEN

Se estudió: reclutamiento, mortalidad, crecimiento y distribución espacial de renovales de *Cedrela lilloi*. El trabajo se realizó en la "Selva Montana" de las Yungas de Tucumán, donde el cedro es la especie de mayor valor maderero. La densidad inicial fue de 159 individuos. En dos años murieron 85 y reclutaron 48. El crecimiento promedio fue de 8.1 cm/año en altura y 2.5 mm/año en diámetro a la base. La densidad de renovales fue menor cerca de los árboles adultos. El 71 % de los renovales mostraron cicatrices de muerte del brote apical, probablemente relacionadas al ataque de herbívoros. La demografía de renovales podría relacionarse a fenómenos densodependientes de predación o patogenia. De corroborarse estos patrones, podrían hacerse recomendaciones respecto al manejo de bosques naturales. La explotación que se realiza de *C. lilloi*, no facilitaría la regeneración pues abre el dosel, donde la densidad de renovales tiende a ser particularmente baja.

**Palabras Claves:** Demografía, *Cedrela lilloi*, Selvas subtropicales de montaña, Argentina.

### ABSTRACT

Recruitment, growth, mortality and spatial distribution of seedlings of *Cedrela lilloi* were studied over a period of two years in a 0.2 ha permanent plot. The study site is located in the subtropical montane forest of Tucumán, Argentina, where this species is the most valuable timber tree. The initial density was 159 individuals. After 24 months, 85 died and 48 seedlings recruited. The mean height growth was 8.1 cm/yr, and the

basal diameter growth was 2.5 mm/yr. Seedling density was lower in locations close to adult trees. 71% of the seedlings showed at least one scar of shoot death, probably caused by insect damage. Seedlings demography could be related to density-dependent processes such as predation. If these patterns are supported by more detailed studies suggestions for management of this species could be made. The selective exploitation, which is currently the most widely used technique in the region, seems to be unappropriated for the regeneration since it produces canopy openings where seedlings density tends to be particularly low.

**Key words:** Demography, *Cedrela lilloi*, Subtropical montane forest, Argentina.

### INTRODUCCION

El manejo sustentable de los bosques naturales requiere el conocimiento de los mecanismos de regeneración de las especies maderables que lo componen. La demografía y crecimiento de las etapas iniciales del desarrollo (semillas, plántulas, juveniles) definen en gran medida la densidad y biomasa de las futuras generaciones de árboles (Harcombe 1987). Estos procesos dependen de la respuesta ecofisiológica a las condiciones del ambiente físico y a las interacciones entre organismos, entre las que se destaca la depredación de semillas y plántulas por herbívoros y patógenos (Connell et al 1984, Janzen y Vazquez-Yanez 1991). Ambos factores influyen en la distribución espacial de la población de renovales lo que puede tener aplicaciones prácticas para el manejo.

El Cedro Tucumano (*Cedrela lilloi*) es la especie forestal nativa de mayor valor comercial en la provincia de Tucumán y en otros sectores de las Yungas del Noroeste Argentino (Castiglioni 1979). *C. lilloi* se distribuye en un amplio gradiente altitudinal de las Yungas, entre 400 y 1700 m de altura (Morales et al 1995) y frecuentemente constituye una de las especies de mayor área

\* Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas. Casilla de Correo 34, (4107) Yerba Buena, Tucumán, Argentina. Fax: 54-(0) 81-254468. E-mail: liey@untlie.edu.ar

\*\* Dept. of Geography. Campus Box 260, University of Colorado. 80309, Boulder, Colorado, USA. Fax: (303) 492-7501. E-mail: grau@ucsu.colorado.edu

basal, altura y densidad (Grau y Brown en consideración). Es la especie de distribución más austral del género *Cedrela* y junto a los géneros estrechamente emparentados, *Switenia* en el neotrópico y *Toona* en el Sudeste Asiático, conforman los cedros tropicales que son reconocidos como uno de los grupos de mayor importancia maderera en el trópico húmedo (Smith 1960). Aunque esta especie se sigue explotando con intensidad (Brown y Grau 1993), no existen estudios sobre su dinámica de regeneración en bosques naturales.

Al igual que otras especies de género (Brugnoni 1980), *C. lilloi* es atacada por larvas de *Hypsipyla grandella*. Es común ver ataques de este lepidóptero principalmente sobre brotes

terminales de plantas jóvenes. Sin embargo, la importancia de este fenómeno en la demografía y crecimiento de renovales, no ha sido cuantificada.

En este trabajo documentamos la demografía y crecimiento de renovales de *C. lilloi* en un bosque donde esta especie es abundante y describimos cuantitativamente la incidencia de mortalidad del brote apical presumiblemente debido al ataque de fitófagos. La distribución espacial, crecimiento y demografía de los renovales son utilizadas para generar hipótesis de

trabajo para estudios experimentales aplicables al manejo de estos bosques.

## MÉTODOS

### Area de estudio.

El trabajo se realizó en la ladera oriental de la Sierra de San Javier (27° S), provincia de Tucumán, Argentina. El sitio de estudio está a 1150 m de altura en la Senda «Las Lechiguanas», dentro del Area protegida de la Universidad Nacional de Tucumán, «Parque Biológico Sierra de San Javier». Los datos meteorológicos más cercanos y extrapolables (Villa Nogués 1300 m., 1961-1970), sugieren una temperatura media anual del orden de los 16-17°C y una precipitación anual del orden de los 1600 mm (Fuerza Aerea Argentina 1986). Las lluvias se distribuyen en un régimen monzónico con la mayoría de las precipitaciones en verano (Bianchi 1981). La precipitación horizontal por nubes tiene alta incidencia en la zona (Hunzinger 1995). Florística-mente, el área corresponde al distrito de las «Selvas Montanas» de la provincia fitogeográfica de las Yungas (Cabrera 1976). Además de *C. lilloi*, el bosque estudiado es dominado por *Parapiptadenia excelsa* y *Blepharocalix salicifolius* en el dosel arbóreo; *Myrciantes pseudo-mato*, *Sambucus peruviana* y *Allophylus edulis* entre

los arbolitos del sotobosque; *Piper hieronymi* en el estrato arbustivo y helechos en el estrato herbáceo. No encontramos evidencia de explotación forestal.

### Muestreo

En junio de 1993 se relevó una parcela de 20 x 100 m. (0.2 ha) en donde se censaron todos los individuos de *C. lilloi*. En la parcela se encuentran tres individuos adultos hacia los

extremos del rectángulo mientras que en el sector central se encuentra un dosel cerrado dominado por otras especies. No se registraron aperturas del dosel por caída de árboles ni de ramas grandes durante el período estudiado. De cada individuo se midió la altura hasta el brote apical, el diámetro a la base (4 cm) y a la altura del pecho (DAP, 1.35 cm) y se mapeó su posición en base a un sistema de coordenadas con un error de aproximadamente 1 m. Todos los individuos fueron marcados con chapas numeradas. En julio de 1995 se remidió la parcela incluyéndose como nueva variable el número de cicatrices en el tallo atribuidas a muerte apical y rebrote.

### Análisis de datos

Los parámetros calculados fueron: tasa bianual de reclutamiento, mortalidad y supervivencia; y crecimiento apical y diamétrico. Se estudió la relación entre altura en 1993 y

crecimiento apical y diamétrico usando un análisis de correlación. También se realizó un análisis de correlación entre el crecimiento apical y las 6 categorías de intensidad de daño (0-5 cicatrices por tallo), complementado con un Análisis de Varianza de una vía para identificar posibles diferencias entre cualquiera de los pares de categorías de daño. Para estudiar el efecto de la distancia a los adultos sobre el crecimiento, se realizó un análisis de correlación entre individuos menores de 1.35 m y su distancia al adulto más cercano. Los 4 individuos más altos fueron excluidos de este análisis debido a que mostraron un crecimiento mayor, fuertemente correlacionado con la altura. El patrón de distribución espacial se describe en forma gráfica. Los análisis estadísticos se basan en Sokal y Rohlf (1995) y fueron realizados con SPSS versión 6.1.

## RESULTADOS

### Demografía y distribución espacial

En 1993 se censaron 159 renovales en la parcela de 0.2 ha. A excepción de los tres árboles adultos mencionados, no se encontraron individuos

mayores de 4 m de altura y 4 cm de DAP. Todos los renovales encontrados fueron mayores de 15 cm de altura. 85 individuos (53%) desaparecieron antes del siguiente muestreo. En el mismo período de dos años, reclutaron 48 nuevos individuos que representan al 39% de la población censada en 1995 (122 individuos). La distribución espacial (Figura 1) mostró mucho menor densidad en la cercanía de los adultos de *C. lilloi*, especialmente en los 15 metros más cercanos. Los parámetros demográficos no mostraron un patrón claro con respecto a la distancia a los árboles adultos. Sin embargo, puede observarse una leve tendencia a menor reclutamiento y mayor supervivencia hacia mayores distancias respecto de los individuos adultos de *C. lilloi* (Figura 2).

#### Cuantificación del daño apical

De los 122 individuos censados en 1995, sólo 31 (25%) no mostraron cicatrices. 59 (48%) mostraron una sola cicatriz, 27 (22%) mostraron 2 cicatrices, 4 mostraron 3 cicatrices y 1 individuo mostró 5 cicatrices.

#### Crecimiento

El crecimiento promedio en altura de los individuos remedidos en 1995 fue de 8.1 cm/año (SD = 10.07), mientras el crecimiento diamétrico en la base fue de 2.5 mm/año (SD = 1.78). Estos valores medios están fuertemente afectados por la abundancia de individuos bajos (menores de 1 m) que crecen a tasas relativamente bajas. Sin embargo, el crecimiento apical mostró una fuerte correlación positiva con la altura original ( $r^2 = 0.62$ ), alcanzando valores de 30-60 cm/año en los individuos mayores de 2 m. El crecimiento diamétrico mostró una tendencia similar hacia mayor crecimiento en individuos inicialmente más altos ( $r^2 = 0.59$ ). En forma consistente los individuos originalmente mayores de 1.35 m en los cuales se pudo medir el incremento de DAP, mostraron valores medios de 3.2 mm/año ( $n = 4$ ,  $\max = 4.8$ ,  $\min = 1.1$ ).

El crecimiento se mostró prácticamente homogéneo a distintas distancias de los árboles adultos ( $r^2 = 0.013$ ,  $p = 0.37$ ). El número de cicatrices no mostró un efecto claro sobre el crecimiento. La tendencia fue levemente decreciente ( $r^2 = -0.17$ ) y no alcanzó significancia estadística ( $p = 0.1516$ ).

#### DISCUSION

Este estudio muestra que *C. lilloi* puede mantener poblaciones relativamente grandes de renovales (100-200/ 0.2 ha) con una dinámica de recambio bastante elevada del orden del 20 % anual. La herbivoría parece jugar un rol importante en la biología de renovales a juzgar por el elevado número de muertes apicales posiblemente atribuibles a ataques de *H. grandella*. Sin embargo, este daño no parece tener un impacto altamente significativo en el crecimiento. A juzgar por el número relativamente alto de plantas con más de una cicatriz, es aparente una buena capacidad de supervivencia a este daño en plántulas mayores de 25 cm de altura (la mayoría de las consideradas en este estudio).

El crecimiento promedio de los renovales puede considerarse lento. Sin embargo es significativo el hecho de que renovales más altos muestran tasas de crecimiento sensiblemente mayores, probablemente como consecuencia de escapar a la competencia por luz con el estrato bajo de la vegetación y de desarrollar un sistema radicular más eficiente. Esos individuos mostraron crecimientos similares a los valores medios en enriquecimientos forestales con *Cedrela angustifolia* en las Yungas de Jujuy (Marmol 1995), lo que resalta la importancia de su consideración para el manejo de estos bosques.

El patrón de distribución espacial de los renovales, caracterizado por una baja densidad en la cercanía de individuos adultos, podría estar asociado a depredación densodependiente en etapas más tempranas del desarrollo como semillas o plántulas recién nacidas. Esto se ha comprobado para numerosas especies tropicales (Janzen 1970). Este patrón conocido como el modelo de Janzen-Connell predice que la densidad máxima de reclutamiento debe ocurrir a una distancia intermedia. Esta distancia debe ser lo suficientemente lejana para que la depredación densodependiente no sea muy elevada, pero lo suficientemente cercana para que la llegada de propágulos esté dentro del rango del mecanismo de dispersión de la especie. Otras líneas de evidencia que apoyarían este modelo son el hecho de que el crecimiento no mostró relación con la distancia a los adultos (esto restaría importancia a factores microambientales) y el hecho de que reclutamiento y mortalidad parecerían ser más altos al acercarse a los padres (mayor llegada de semillas y mayor incidencia de depredadores). Sin embargo, estos patrones sólo se manifiestan levemente en este estudio y no

tienen significancia estadística.

Para detectar los reales mecanismos de mortalidad y establecimiento es necesario encarar estudios experimentales y más detallados. Entre las estrategias de estudio más apropiadas puede sugerirse: 1) Prolongar temporalmente estos estudios para diferenciar posibles efectos de oscilaciones climáticas a corto plazo y de variabilidad interanual en la producción de semillas. 2) Realizar seguimientos demográficos con mayor resolución temporal a lo largo del año para ver los efectos sobre semillas y plántulas en las primeras etapas post-germinación. Estos estudios deberían enfocarse para discernir entre causas biológicas (predación, dispersión, influencia de la vegetación) y físicas como ambiente lumínico y sequía, que inclusive podrían producir síntomas similares como la mortalidad del brote apical. Esto debería complementarse con: 3) Realizar estudios experimentales controlando las variables biológicas y microambientales y 4) Extender la escala espacial y realizar repeticiones en otros bosques para evaluar la consistencia y la posibilidad de extrapolar estos resultados.

La corroboración de estos patrones en escalas temporales y espaciales mayores permitiría hacer sugerencias para el manejo de las poblaciones de *C. lilloi* en bosques naturales. Si las tendencias observadas en este estudio son confirmadas por análisis más detallados puede decirse que la explotación selectiva que se practica en las Yungas del Noroeste Argentino sería contraria a las necesidades de regeneración de esta especie. Este sistema básicamente abre el dosel eliminando los adultos, pero esta apertura no sería aprovechable por una regeneración avanzada pues los renovales se encuentran en bajas densidades en esos sitios.

Para el manejo eficiente de las poblaciones de renovales de *C. lilloi*, sería recomendable identificar individuos relativamente grandes (con mayor potencial de crecimiento) y promover aperturas del dosel en su cercanía. También sería ideal el mantenimiento de árboles reproductivamente maduros a distancias tales que aporten semillas al sitio donde se elimina un adulto que a partir de ese momento combinaría la ventaja de un dosel más abierto, con la menor incidencia de procesos denso-dependientes de predación.

#### AGRADECIMIENTOS

Distintas etapas de este trabajo fueron financiadas por becas de H. R. Grau de CONICET, Comisión Fulbright-Argentina, Encyclopaedia

Britannica y University of Colorado at Boulder, a través de su Escuela de Graduados y el Centro de Estudios Ibero-latinoamericanos. En el trabajo de campo colaboraron Omar Varela y Juan Manuel Morales. Los comentarios de Alfredo Grau, Juan Manuel Morales y Alejandro Brown enriquecieron sustancialmente los primeros borradores.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- \* Bianchi A.R. 1981. Las Precipitaciones del Noroeste Argentino. INTA. Salta. Pp. 388.
- \* Brown A.D. y Grau H.R. 1993. La Naturaleza y el Hombre en las Selvas de Montaña. Proyecto de Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino. GTZ. Salta. Pp. 143.
- \* Brugnoli H.C. 1980. Plagas Forestales. Zoo-fitófagos que atacan a las principales especies forestales naturales y cultivadas en la República Argentina. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- \* Cabrera A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas de la Argentina. ACME. Buenos Aires.
- \* Castiglioni J.A. 1979. Descripción botánica, forestal y tecnológica de las principales especies indígenas de la Argentina. En: «Arboles Forestales, Maderas y Silvicultura de la Argentina». (Cozzo D., Ed). Pp. 38-60. ACME. Buenos Aires.
- \* Connell J.H.; Tracey J.G. y Webb L.J. 1984. Compensatory recruitment, growth and mortality as factor maintaining forest tree diversity. Ecological Monographs 54: 572-564.
- \* Fuerza Aerea Argentina. 1986. Estadísticas Meteorológicas. Buenos Aires.
- \* Grau H.R. y Brown A.D. En consideración. Structure, composition and inferred dynamics of a subtropical montane forest of northwest Argentina. En: "Measuring and Monitoring Forest Biodiversity". (Dallmeier F. y Mc Bride O., Eds). Smithsonian Institution Press. Washington, EEUU.
- \* Harcombe P.A. 1987. Tree life tables. Simple birth, growth and death data encapsulate life histories and ecological roles. Bioscience 37: 557-568.
- \* Hunzinger H. 1995. La precipitación horizontal: su importancia para el bosque y a nivel de cuencas en la Sierra de San Javier, Tucumán, Argentina. En: «Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña». (Brown A.D. y Grau H.R., Eds). Pp. 53-58. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.
- \* Janzen D.H. 1970. Herbivores and the number

of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-527.

\* Janzen D.H. y Vazquez-Yanez C. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. En: «Rain Forest Regeneration and Management». (Gomez-Pompa A., Whitmore T.C. y Hadley M., Eds). Pp. 137-153. UNESCO - Parthenon Publishers. Paris.

\* Marmol L.A. 1995. Enriquecimiento forestal de selva degradada en las Yungas de Yuto (Prov.de Jujuy). En: «Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña». (Brown A.D. y Grau H.R., Eds). Pp. 85-92. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

\* Morales J.M.; Sirombra M. y Brown A.D. 1995. Riqueza de árboles de las Yungas de Argentina. En: «Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña». (Brown A.D. y Grau H.R, Eds). Pp. 163-174. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

\* Smith C.E. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). *Fieldiana* 47: 295-341.

\* Sokal R.R. y Rohlf F.J. 1995. *Biometry*. Tercera Edición. Freeman. Nueva York. ■

Figura 1. Mapa de distribución de los renovales (o) y adultos (o) en la parcela de 20 x 100 m.

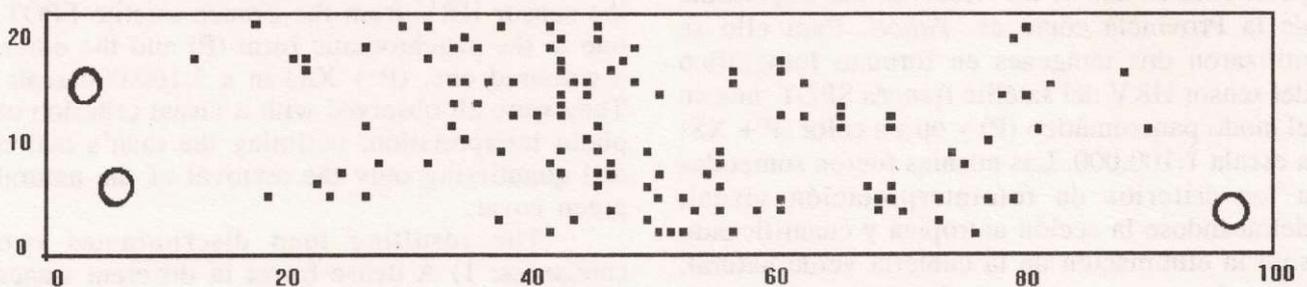


Figura 2. Supervivencia y reclutamiento porcentual de renovales entre 1993 y 1995 en relación a la distancia a los árboles adultos.

