

# Evaluación de la dinámica del crecimiento primario para cuatro especies forestales nativas en plantaciones de enriquecimiento en bosques subtropicales de Argentina

Ada E. GONZALEZ\*

## RESUMEN

Este trabajo se realizó en la Reserva Forestal de Guaraní, Misiones y tiene como objetivo determinar la dinámica del crecimiento primario de cuatro especies forestales nativas plantadas en líneas de enriquecimiento que aparecen en la regeneración natural. Las especies seleccionadas son *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Cordia trichotoma* y *Balfourodendron riedelianum*. Para ello se evaluó la altura total, incremento de altura, número de hojas y el área foliar total en renovales de regeneración natural y en ejemplares plantados en líneas de enriquecimiento. Los parámetros medidos sugieren diferentes estrategias de crecimiento para las especies, *B. densiflora* tiene un menor ratio de área de hojas a área basal, correspondiendo a especies que están bien adaptadas a condiciones de estrés al requerir un mayor transporte de agua por unidad de área foliar. Estos factores tipifican árboles de la sucesión temprana que crecen rápidamente aprovechando elevada insolación. La mayoría de las veces *B. riedelianum* presenta el menor incremento en altura, la menor área foliar total y un número de hojas propio de un crecimiento conservador. *B. trichotoma* y *O. puberula* son comparables en el índice de crecimiento con tamaños de hojas similares. *C. trichotoma* tiene más hojas. Por otra parte *O. puberula* tiene el diámetro más

pequeño y el mayor índice de área foliar a área basal con más follaje por unidad de ramas, lo que sugiere que está bien adaptado a menores intensidades de luz. Por otra parte *O. puberula* con pequeñas hojas gruesas puede indicar un aspecto morfológico importante en la resistencia al estrés hídrico.

## SUMMARY

This project has been done at the Guaraní Forest Reserve (Misiones) and it has as an objective to determine the early growth dynamics of four timber species in enrichment planting which appear in the natural regeneration process. The selected species are: *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Cordia trichotoma* and *Balfourodendron riedelianum*. For this, total height increment, leaf number, and leaf area in natural regenerated land and in samples plots of the enrichment area were evaluated.

The measured parameters suggest different growth strategies for the species. *B. densiflora* had a lower ratio of leaf area to basal area, corresponding to species that area well adapted to more stressed conditions requiring greater water transporta-

\* Candidata NF. Yale School of Forestry and Environmental Studies.

ting tissue per unit leaf area. These factors typify early successional trees which grow quickly by exploiting high light. For the most part, *B. riedelianum* had the smallest height increment, the lowest total leaf area, and leaf number typical of conservative growth. *C. trichotoma* and *O. puberula* were comparable in growth rate, with comparably sized leaves, but *C. trichotoma* had more leaves.

On the other hand, *O. puberula* had the smallest diameter and the greatest leaf area to baal area ratio with more foliage per unit of stem wood, suggesting that it is well adapted for lower light intensities. In addition, *O. puberula* had small cutinous leaves which can indicate an important morphological feature in the resistance to water stress.

## I. INTRODUCCION

La Selva Misionera, localizada en el noreste argentino, a 26° 23' lat. S y 54° 40' long. O, representa sólo el 1% del área del país, pero produce el 41% de la madera nacional (IFONA 1985). Aproximadamente la mitad de la demanda nacional de madera se satisface con forestaciones de *Araucaria*, *Pinus*, *Eucalyptus* y otras especies exóticas, el resto proviene de masas vírgenes o secundarias (Ferreira 1986). En estos bosques, las especies forestales nativas han sido en la mayoría de los casos explotadas sin considerar la regeneración natural (Maradei 1982). Además, la ley provincial de bosques fija diámetros mínimos de corta para las especies más valiosas (Grance 1988). Un límite diamétrico permite que todos los árboles con d.a.p. por encima del mismo sean cortados, lo que ocasiona la desaparición de las especies más valiosas y de mayor aporte.

A principios de la década del '60, los técnicos forestales argentinos comenzaron a percibir la escasez de madera proveniente de masas nativas y experimentaron con plantaciones de enriquecimiento en áreas forestales degradadas y plantaciones en las cuales combinaron especies nativas y exóticas (Rieder 1965). Los investigadores reconocieron la necesidad de un manejo sostenido de especies nativas y propusieron técnicas silviculturales para asegurar una

regeneración natural adecuada (Rieder 1965). A pesar de estas recomendaciones, la aplicación de los métodos conocidos no se produjo a gran escala (Grance, comunicación personal).

Para los propietarios privados hay pocas elecciones. Debido a los elevados impuestos a la tierra, a menudo se busca un retorno económico a corto plazo al extraer toda la madera comerciable. Al explotar la masa respetando los diámetros mínimos, quedan pocas especies de valor para lograr una regeneración aceptable, desvalorizándose el bosque. Por lo tanto, la mayoría de los propietarios forestan con especies forestales exóticas, convierten sus tierras forestales en plantíos agrícolas o en pasturas (Grance, comunicación personal). Los bosques naturales restantes en Misiones enfrentan una sobreexplotación similar. Los técnicos forestales y obreros estiman que dentro de algunos años acabarán las existencias maderables fuera de las áreas protegidas y parques (Grance, Eibl, comunicación personal).

En un esfuerzo por encontrar alternativas a las forestaciones de pino y eucaliptos, la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) está ensayando técnicas de enriquecimiento en la Reserva Forestal de Guaraní (Guaraní), un predio de 5430 ha que pertenece a la UNaM y es administrado por la Facultad de Ciencias Forestales ubicado, en el centro de Misiones.

Los métodos de enriquecimiento consisten en la introducción de especies de importancia comercial, en fajas dentro del bosque sin la eliminación de los árboles existentes (Weaver 1986). La práctica ha sido recomendada para masas secundarias con baja diversidad específica, para masas degradadas cerradas después de una explotación intensiva o para otras condiciones donde la regeneración natural no se produce (Catinot 1969).

En 1989, la UNaM comenzó a extraer la madera de Guaraní. Un área de 30 ha fue explotada respetando los diámetros mínimos para crear las condiciones típicas de explotación en la Provincia de Misiones. En 1991, investigadores de la UNaM establecieron el experimento de enriquecimiento en un área de 1 ha trasplantando planti-

nes de regeneración del bosque. El objetivo es comparar el crecimiento de especies forestales nativas de interés comercial en condiciones de bosque degradado típico, con el propósito de realizar recomendaciones de su uso a los productores. Se espera demostrar que los métodos de enriquecimiento con sp. nativas pueden ser económica y ecológicamente viables y servir como una alternativa a la reforestación con especies exóticas (Grance, comunicación personal).

Esta investigación se basó en el trabajo de la UNaM para describir la dinámica del crecimiento primario de cuatro especies forestales nativas en un experimento de enriquecimiento de un año.

Todas las especies son pioneras o medianamente pioneras en el proceso de regeneración natural. *Bastardiopsis densiflora* (*Malvaceae*), conocida localmente como loro blanco y *Ocotea puberula* (*Lauraceae*), llamado laurel guiacá, son consideradas como especies de rápido crecimiento y heliófilas. *Cordia trichotoma* (*Borraginaceae*), denominado peteribí es de crecimiento relativamente rápido y *Balfourodendron riedelianum* (*Rutaceae*), conocido como guatambú blanco, es una especie de crecimiento más lento (Totorelli 1956).

Para comparar la dinámica del crecimiento primario de los renovales se evaluó la altura total, el incremento en altura, el diámetro a la altura del cuello, el número de hojas y el área foliar. La diferencia en los índices de crecimiento entre especies es hipotetizado para correlacionar con la variación interespecífica en la fijación de carbono sobre el área total fotosintética.

## II. METODOS

El bosque subtropical húmedo de Misiones forma parte de la zona biográfica Paraná. Representa la porción más austral del bosque pluvial amazónico (Boninsegna 1989), las precipitaciones están uniformemente distribuidas a lo largo del año con una media anual de 2000 mm (Perticarari 1992). La temperatura media en el mes más frío (julio) es de 14 °C y en el mes más cálido (enero) es de 26 °C; las heladas se producen en promedio siete veces al año durante junio y julio.

Para caracterizar la vegetación existen-

te en el área de enriquecimiento se tomaron muestras aleatorias de cinco parcelas de 250 m<sup>2</sup> (12,5% del área de enriquecimiento) para los árboles (de más de 10 cm de d.a.p.) helechos arborescentes (*Alsophila atrovirens* [Langsd et Fisch] presl.) tacuaras (*Merostachis clussenii* [Munro] y especies forestales pineras [principalmente *Solanum verbascifolium* L.]). Se evaluó el sotobosque con cinco subparcelas de 12,5 m<sup>2</sup> para el número de individuos y el porcentaje de árboles protectores (10 cm), arbustos, hierbas, tacuaras, helechos, árboles pioneros renovales de árboles de importancia comercial y renovables sin importancia comercial.

Para el experimento de enriquecimiento se plantaron veinte renovales de cada especie a lo largo de franjas de 100 m de longitud, orientadas E-O, de 2 m de ancho, separadas entre sí 25 m. Cada franja constaba de cuatro bloques de cinco renovales de cada especie. Se evaluó el crecimiento de los renovales basado en los siguientes parámetros: diámetro altura del cuello, altura, incremento en altura en un año, número de hojas, área foliar promedio (a partir de una submuestra de cinco hojas por individuo) y un área foliar total (número de hojas por el área foliar promedio). Los parámetros múltiples produjeron una indicación más exacta del desarrollo del renoval que cualquier siple, debido a que las prioridades de fijación de carbono difieren de especie a especie. La altura y el incremento en altura son indicaciones del desarrollo pasado. El área fotosintética y el diámetro a la altura del cuello son medidos de las condiciones actuales de vigor y futuro potencial sobre el suelo y debajo del suelo respectivamente. El ratio del área foliar al área de la eficiencia hidráulica (Berlyn, comunicación personal) cuanto mejor sea la relación mayor será el tejido de transporte de agua del xilema por unidad de área foliar. En ambientes de estrés hídrico, mayores área basal son necesarias para sostener el follaje (Waring y Schlesinger 1985).

## III. RESULTADOS

La vegetación superior está dominada por bambuseas (15-85% de cobertura), helechos arborescentes (50-70%) y especies pioneras (5-20%) (tabla I). Hay 88 árboles

mayores de 10 cm d.a.p. y 32 palmas (*Arecastrum romanzoffianum*) por hectárea. Convenientemente en el sotobosque, Bambuseas (5-35%), helechos (5-55%), árboles pioneros mayores 5 cm de d.a.p. 50% de cobertura, dominan la vegetación (tabla II). La regeneración natural de especies comercializables se estimó en 1120 renovables por

ha. *Balfourodendron riedelianum* fue la única especie de las cuatro estudiadas que se presentó en regeneración natural dentro del sitio de enriquecimiento (480 renovales por ha).

La variación intraespecífica entre bloques fue valuada usando el test de rango múltiple de Duncan que permite tamaño de

**Tabla 1.** Vegetación de dosel superior de cinco parcelas (de 12,5% de 1 ha) tres años después de aprovechamiento intensivo.

Parcelas #	Arboles (#/250 m <sup>2</sup> )	Tacuaras (% cobert.)	Helechos arboreos. (% cobert.)	Arboles pioneros (% cobert.)
1	5	60	20	5
2	2	15	70	10
3	2	30	5	40
4	4	85	10	50
5	2	50	10	15
Promedio	3	48	23	32

1 > 10 cm d.a.p.

2 *Meostachys clauseni* Munro.

3 *Asplhila atrovirens* (Langsd. et Fich) presl.

4 *Solanum verbascifolium* L.

**Tabla 2.** Número total de individuos y porcentaje de cobertura (en paréntesis) de la vegetación del dosel inferior (cada parcela medida al 5% del área de las parcelas del dosel superior).

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Total (Prom.)
Arboles	—	—	—	1 (20)	—	1 (5)
Tacuaras	30 (25)	50 (35)	14 (10)	19 (10)	5 (5)	118 (17)
Arboles pioneros	2 (20)	3 (5)	2 (10)	1 (< 5)	12 (10)	20 (10)
Helechos	6 (25)	16 (55)	5 (15)	6 (10)	2 (5)	35 (22)
Enredaderas	4 (< 5)	4 (< 5)	6 (5)	10 (5)	7 (5)	31 (20)
Hierbas (% cobert.)	—	—	—	—	—	—
Renuevos comercial	2 (< 5)	1 (< 5)	2 (< 5)	1 (< 5)	1 (< 5)	7 (< 5)
Renuevos no comercial	3 (< 5)	3 (< 5)	2 (< 5)	—	—	9 (< 5)

muestras diferentes. *Ocotea puberula* fue significativamente diferente entre un bloque y los otros tres para todos los parámetros de crecimiento excepto para el cociente del área foliar al área basal.

*Bastardiopsis densiflora* fue significativamente diferente entre bloques para el número de hojas. *Balfourodendron riedelianum* y *Cordia trichotoma* no presentaron diferencias significativas entre bloques.

La altura, el diámetro, el número de hojas, el área foliar promedio, y el cociente área foliar a área basal fueron significativamente diferentes entre todas las especies usando el test de Duncan de rango múltiple y análisis de variancia (tabla III). *Bastardiopsis densiflora* fue significativamente mayor que las otras tres en incremento de altura; *Cordia trichotoma*, *Ocotea puberula* y *Balfourodendron riedelianum* no difirieron significativamente. *Bastardiopsis densiflora* tuvo área foliar significativamente mayor que *Balfourodendron riedelianum*.

*Bastardiopsis densiflora* presentó un área foliar promedio significativamente mayor que *Balfourodendron* y *Cordia*; *Ocotea* presentó el área foliar más pequeño. De la misma manera *Ocotea* y *Cordia* presentaron el número promedio de hojas mayor seguidos por *Bastardiopsis* luego *Balfourodendron*. Para el cociente área foliar a área basal *Ocotea* fue significativamente mayor que las otras tres especies.

#### IV. DISCUSION

Las cuatro especies evaluadas en este estudio para plantaciones de enriqueci-

miento, muestran alguna variación entre bloques, tal vez por la variación al azar del micrositio y por el poco número de ejemplares. Notablemente, un bloque de *Ocotea* tiene un incremento en altura mucho mayor y más hojas que los otros tres bloques, *Bastardiopsis* en un bloque presenta un mayor índice de área foliar y número de hojas. Ambos bloques están localizados cerca de un camino de extracción con más luz, lo que explicaría su mejor crecimiento.

Los parámetros medidos sugieren diferentes estrategias de crecimiento para las especies. *B. densiflora* tiene un menor ratio de área de hoja a área basal, correspondiendo a especies que están bien adaptadas a condiciones más estresantes requiriendo un mayor transporte de agua por unidad de área foliar (Waring y Schlesinger 1985). Estos factores tipifican árboles de la sucesión temprana que crecen rápidamente aprovechando elevada insolación y ambientes expuestos. La mayoría de las veces *B. riedelianum* tuvo el menor incremento en altura, la menor área foliar total, y un número de hojas propio de un crecimiento conservador. *C. trichotoma* y *O. puberula* son comparables en el índice de crecimiento, pero difieren en su asignación del crecimiento. Aunque *C. trichotoma* y *O. puberula* tienen tamaños de hojas comparables, *C. trichotoma* tiene más hojas. Por otra parte *O. puberula* tiene el diámetro más pequeño y el mayor índice área foliar a área basal.

Sostiene más follaje por unidad de ramas, sugiere, así que está bien adaptado a menores intensidades de luz.

**Tabla 3.** Mediciones de crecimiento promedio de renuevos plantados en enriquecimiento. Valores P de ANOVA entre especies para cada medición de crecimiento. La letra en minúscula indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) usando el test de rango múltiple de Duncan.

n	<i>Balfoudendron</i> 17	<i>Bastardiopsis</i> 15	<i>Cordia</i> 20	<i>Ocotea</i> 18	P. value
Altura (cm)	34,9 (2,6)a	82,5 (15,8)b	50,3 (5,2)a	39,7 (3,9)a	.0004
Diámetro (mm)	6,0 (0,4)a	12,8 (1,5)b	9,9 (0,7)c	5,9 (0,6)d	.0001
Crecimiento (cm)	5,4 (1,4)a	30,9 (12,7)b	22,1 (4,4)a	21,1 (4,2)a	.0238
Total área foliar (cm <sup>2</sup> )	298 (44)a	2.012 (775)b	1.200 (346)a	653 (193)a	.0291
Nº de hojas	6,6 (0,7)a	14,0 (3,9)b	29,2 (5,8)c	27,8 (5,7)c	.002
Prom. Area foliar (cm <sup>2</sup> )	41,6 (5,1)a	86,6 (23,0)b	32,1 (4,6)a	20,4 (6,5)c	.0004
Area foliar/área basal (cm <sup>2</sup> /mm <sup>2</sup> )	107,8 (14,1)a	94,1 (24,5)a	112,2 (22,6)a	187,7 (15,8)b	.0059

Sin embargo esto no considera otros aspectos morfológicos que ayudan en la conservación del agua, *O. puberula* tiene pequeñas hojas gruesas que permiten el crecimiento en áreas con intensidades de luz posiblemente altas y/o estrés hídrico. Además, *O. puberula* es una de las pocas especies que regeneran naturalmente en pastos abandonados (González, datos personales).

El aprovechamiento por el diámetro mínimo incrementó la disponibilidad de luz en el suelo forestal. Abundante luz favorece el crecimiento de bambuseas y árboles pioneros como *Solanum verbasifolium*. Las bambuseas dificultan la regeneración por falta de luz y obstrucción física al crecimiento por formación de manchones de densa vegetación (Deschamps 1987). Los resultados de este experimento reflejan la importancia del enriquecimiento en la preservación de las masas nativas. El entendimiento de las diferentes estrategias de crecimiento de las cuatro especies permitirá a los propietarios tomar decisiones más precisas en la regeneración de sus bosques degradados o explotados.

## V. AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Forestales, por brindar la infraestructura; al Sr. Eloi Bandeira por su ayuda en el campo; a los Ing. Grance y Domingo Maiocco y Walter Salazar; a la Ing. Beatriz Eibl, Lilian Szczipanski, por su apoyo y a la Dra. Florencia Moantagnini de la Universidad de Yale por la coordinación.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, P. M. 1990. Method for the evaluation of advanced regeneration in forest types of south and southeast Asia. *For. Ecol. & Man.*, 36: 63-75.
- BONINSEGNA, J. A., R. VILLALBA, L. AMARILLA and J. OCAMPO. 1987. Studies on tree rings, growth rates and age size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. *IAWA Bulletin*. 10 (2): 161-9.
- CATINOT, R. 1969. Results of enrichment planting in the tropics. *FAO Committee on Forest Development in the Tropics. Second Session. Special Paper FO:FDT-69/4. FAO: Rome (cited from Weaver 1986).*
- Censo de plantaciones forestales de la provincia de Misiones. 1972. Dirección general de estadística de la provincia de Misiones. Posadas.
- DESCHAMPS, J. R. and J. R. FERREIRA. 1987. Estudios sobre las comunidades postclimáticas de Misiones: los campos abandonados o "capueras". Cuartas Jornadas Técnicas Bosques Nativos Degradados. UNaM.
- EIBL, B., N. VERA, L. GRANCE, B. EIBL y D. MAIOCCO. 1991. Enriquecimiento con especies forestales nativas en Guaraní, Misiones. Project Report.
- FERREIRA, Carlos. 1986. Convenio Mapa Forestal. Superior Gobierno de la Provincia de Misiones. Ministerio de Ecología y Recursos Naturales enovables. UNaM.
- GRANCE, Luis. 1988. Plan de orientación de Guaraní. UNaM: Eldorado.
- IFONA. 1985. Anuario de estadística forestal 1985.
- MANGIERE, H. R. 1965. Reconstitución de los bosques misioneros y características biológicas de las principales especies. Primeras jornadas de trabajo del centro de estudio del bosque subtropical. CEBS: Eldorado. pp. 141-145.
- MARADEI, Daniel. 1982. Cautivo de especies de la Selva Misionera-reseña bibliográfica (Cultivation of species of the Misiones Forest-bibliographic review). Actas, primeras jornadas técnicas sobre bosques implantado en noreste argentino. UNaM: Eldorado. pp. 105-116.
- PERTICARI, C. A. 1992. Proyecto de creación de una reserva biosfera en la provincia de Misiones. Proyecto Yabotí.
- TORTORELLI, L. A. 1956. Maderas y bosques argentinos. Editorial Acme: Buenos Aires.
- WARING, R. H. and W. H. SCHLESINGER. 1985. *Forest Ecosystems: Concepts and Management*. Academic Press: Orlando, Florida. 340 pp.
- WEAVER, Peter. 1986. Enrichment planting in Tropical America. Management of the forests of Tropical America: prospects and technologies. Institute of Tropical Forestry, S. For. Exp. Sta. USDA Forest Service. 259-78.