

MANEJO SOSTENIBLE Y RECUPERACIÓN DE BOSQUES DEGRADADOS: RESULTADOS PRELIMINARES DE EXPERIENCIAS DE UNA RED INTERNACIONAL

Florencia Montagnini¹
Beatriz Eibl²
Patricio McDonagh³
Shigeo Kobayashi⁴

RESUMEN

En Misiones, Argentina, se examinó la regeneración en bosque cosechado según diámetros mínimos de corta (DM) y espaciamiento uniforme (EU). A los 3 años se hallaron un total 22.300 renuevos/ha en el bosque cortado por DM, 54.300 renuevos/ha en el bosque cosechado por EU, y 33.000 renuevos/ha en bosque no explotado. Se evaluó además la cobertura de copas y el tipo de sotobosque. Técnicas de cosecha de bosques con impacto reducido pueden contribuir a mantener niveles elevados de diversidad de plantas, así como la heterogeneidad de hábitat.

En ensayos de enriquecimiento para la rehabilitación de bosques sobre-explotados, se destacaron *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Cordia trichotoma* y *Peltophorum dubium*. La incorporación de especies no maderables tal como *Euterpe edulis* (palmíto) al enriquecimiento acelera el retorno de la inversión y hace a esta práctica más rentable. Estas experiencias son parte de una red de investigación de CIFOR en América Latina y el sudeste asiático.

Palabras clave: biodiversidad, bosque degradado, diámetro mínimo, enriquecimiento, espaciamiento uniforme

¹Ph. D., Jefe, Area de Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 7170 Turrialba, Costa Rica. Fax: (506)556-1533, e-mail: montagni@catie.ac.cr

²Ing. Ftal., Docente, Facultad de Ciencias Forestales, y Directora, Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF), Universidad Nacional de Misiones, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina

³Ing. Ftal., Docente, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina

⁴Ph.D., Investigador, Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR), Bogor, Indonesia

Trabajo Presentado en el Primer Congreso Latinoamericano IUFRO Valdivia Chile 1998, Tema: Manejo, Protección y Conservación de Bosques Naturales.

ABSTRACT

In Misiones, Argentina, natural regeneration was examined in forests harvested by minimum diameters (MD) and uniform spacing (US). Three years after harvesting, a total of 22,300 seedlings/ha were found in the forest cut by MD, 54,300 seedlings/ha in the forest cut by US, and 33,000 seedlings/ha in undisturbed forest. The degree of canopy closure and understory plant composition were also examined. Forest harvest methods with reduced impact techniques can contribute to maintain high levels of plant diversity and habitat heterogeneity.

In enrichment trials for the rehabilitation of over-exploited forests, the most successful species were *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Cordia trichotoma* and *Peltophorum dubium*. The use of non-timber species such as *Euterpe edulis* (heart of palm) in forest enrichment accelerates investment returns and makes this practice more profitable. These experiences are part of a CIFOR research network including Latin America and SE Asia.

INTRODUCCION

La Selva Misionera es un bosque subtropical húmedo localizado en la Provincia de Misiones, Noreste de la República Argentina (25° lat.S, 45° long.O). Esta Provincia cubre una superficie de 30.000 km², que representa aproximadamente el 1% de la superficie total del país (Margalot, 1985) sin embargo aproximadamente el 66% del abastecimiento de madera de aserrío y más del 85% de la madera compensada del país proviene de esta Provincia (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 1993). La mayoría de esta producción proviene de plantaciones de *Pinus spp.*, *Eucalyptus spp.* y *Melia azedarach*, pero el 29% de la madera aprovechada proviene de bosques nativos primarios o secundarios (Fahler, 1989, Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 1993).

Con el sistema de diámetro mínimo de corta vigente en la Argentina, se extraen las especies comerciales según un diámetro mínimo establecido que oscila entre 40 y 55 cm de diámetro a la altura del pecho (dap) según las especies (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 1987). Este sistema tiene una serie de efectos indeseables. Por ejemplo, se extraen todos los individuos adultos que servirían como semilleros para las generaciones futuras del bosque. Estas condiciones aparentemente favorecen el crecimiento de especies heliófilas invasoras tales como bambúseas en el sotobosque debido a la amplia apertura del dosel realizada con la extracción, lo cual impediría la regeneración de especies arbóreas umbrófilas (Deschamps y Ferreira, 1987).

A los fines de investigar los efectos de diferentes sistemas de aprovechamiento, en 1991 la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, realizó extracciones según diámetro mínimo de cortas, extrayendo 37 m³/ha, y según un criterio técnico de extracción selectiva por espaciamiento uniforme, extrayendo solamente 16 m³/ha, en la Reserva Forestal Guaraní (Grance y Maiocco, 1993). La ventaja del segundo método es la obtención de una reserva volumétrica en pie en condiciones de ser empleada a mediano plazo, a la vez de garantizar una buena distribución de árboles semilleros, así como menores daños a la masa remanente (Grance y Maiocco, 1993). En el presente trabajo se caracterizaron los efectos de ambos tipos de aprovechamientos sobre la regeneración de especies nativas arbóreas de valor comercial con referencia a un bosque no explotado. El objetivo fue determinar el número de renovales, su distribución por clases de alturas e ingreso al diámetro a la altura del pecho (dap), así como establecer relaciones

entre la evolución de los renuevos y factores tales como el grado de apertura del dosel y el tipo de vegetación del sotobosque.

Existen numerosas situaciones donde la explotación intensa del bosque y la falta de tratamientos silviculturales resultan en bajas tasas de regeneración y baja densidad de especies comerciales. Entre las alternativas planteadas para la recuperación de los bosques nativos degradados y los bosques secundarios se plantea la recomposición de la masa forestal mediante técnicas de enriquecimiento con especies arbóreas, en conjunto con la conducción de la regeneración natural del sitio. El enriquecimiento es una opción para los casos en que la regeneración natural es insuficiente y las características del suelo son poco indicadas para otros usos. En este trabajo se define a las plantaciones de enriquecimiento como a la introducción de especies arbóreas valiosas en bosques degradados sin eliminar los árboles de valor ya presentes (Weaver, 1987). El enriquecimiento puede incluir la plantación de árboles frutales (p.ej. Schulze *et al.*, 1994) o de otros usos alternativos.

En la Provincia de Misiones las experiencias de enriquecimiento de bosques degradados datan de la década de los 1960. Mangieri (1965) y Cozzo (1969) recomiendan el uso de *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Tabebuia ipe* y *Myrocarpus frondosus* para su implantación bajo cubierta, dado que estas especies son sensibles a las heladas, lo cual dificulta su plantación a cielo abierto. Gartland (1974) describe un ensayo ubicado en Puerto Península, al NE de la Provincia, donde se utilizó *Melia azedarach* var. *gigantea*, *Balfourodendron riedelianum* y *Cordia trichotoma* bajo cubierta de bosque secundario con escasa regeneración natural. A los dos años estas especies superaron al dosel del bosque secundario de 4 metros de altura. Sánchez *et al.* (1993) en la propiedad de Pérez Compagnon al N de la provincia ensayaron un grupo de especies nativas y exóticas, dando recomendaciones específicas de manejo, estimativas de turnos de cortas y evaluación económica de las prácticas.

En el presente trabajo se describen cuatro ensayos de enriquecimiento con especies arbóreas maderables nativas en la Provincia de Misiones. Los ensayos se realizaron en bosques luego de explotación por diámetro mínimo, en los cuales la situación de la masa remanente no justificaba aprovechamientos futuros a mediano y largo plazo.

SITIO EXPERIMENTAL

Los ensayos en estudio se encuentran instalados en la región de la Selva Subtropical Oriental (Provincia Paranaense) ubicada al Noreste de la Provincia de Misiones en la República Argentina. El clima corresponde al tipo Cfa, según Koeppen, mesotérmico, constantemente húmedo y subtropical, con precipitaciones anuales de 1700 a 2400 mm, distribuidas en todos los meses del año. La temperatura media del mes más cálido (enero) es de 25°C con máximas de 39°C, y la temperatura media del mes más frío (julio) es de 14°C con mínimas absolutas de -6°C (Eibl *et al.*, 1994). Como referencia se comparó la regeneración en un bosque situado en Eldorado (26°23'lat.S, 54°40'long.O y 160 msnm), de clima semejante al de Guaraní, en el cual la explotación comercial data la década de 1960 (Eibl *et al.*, 1993).

En ambos sitios los suelos son Ultisoles, gran grupo kandudultes (US Soil Taxonomy), conocidos regionalmente como tierra colorada o suelo rojo profundo (Laserra, 1968/69). Son arcillosos, con predominancia de sesquióxidos y caolinita, ácidos (pH en agua 5 - 5.5, bien drenados, bien estructurados, profundos, con materia orgánica en superficie generalmente

superior a 3%, CIP (Capacidad de Intercambio Catiónico) de 10-20 cmol/kg y porcentaje de saturación de bases mayores del 50%.

METODOS

Impactos de la cosecha de bosques sobre la diversidad

Se instalaron parcelas permanentes en cuatro sitios con diferentes tratamientos silviculturales. **SITIO 1:** Reserva Guaraní, tratamiento de la masa por diámetros mínimos de cortas tres años atrás (DM3), 60 ha (Grance y Maiocco, 1993); **SITIO 2:** Reserva Guaraní, cortas selectivas por espaciamiento uniforme realizado tres años atrás (EU3), 100 ha; **SITIO 3:** Reserva Guaraní, bosque no explotado (BNE), 100 ha; **SITIO 4:** Eldorado, diámetros mínimos de cortas 30 años atrás (DM30), 4,5 ha. En todos los casos los aprovechamientos se realizaron extrayendo únicamente ejemplares de especies de importancia comercial. Se describe en detalle las metodologías utilizadas para el aprovechamiento en Grance y Maiocco (1993), Eibl et al. (1996), y Montagnini et al. (1998). Al comenzar los estudios de la regeneración, en DM3 el área basal de la masa fue de 10 m²/ha, con 105 árboles/ha. En EU3 el área basal fue de 22 m²/ha con 280 árboles/ha. En BNE el área basal fue de 28 m²/ha con 300 árboles/ha (Grance y Maiocco, 1993). En DM30 el área basal fue de 21 m²/ha con 304 árboles/ha.

Se establecieron parcelas permanentes para estudios de regeneración a largo plazo sobre 2 (dos) hectáreas en cada sitio. Se utilizaron parcelas de 5 m² para la clase de renuevos más pequeñas (CLASE 1 <10 cm de altura), 15 m² para las clases intermedias (CLASE 2, de 10 a 49 cm de altura y CLASE 3 de 50 a 149 cm de altura) y 30 m² para las clases superiores (CLASE 4 de 150 a 299 cm de altura y CLASE 5 >300 cm de altura). Los ejemplares son considerados renuevos cuando el dap es inferior a los 10 cm.

Asimismo, se evaluó la cobertura de copas y la frecuencia de tipo de sotobosque. La cobertura se define como abierta cuando la distancia entre copas es mayor al diámetro de las mismas, media si las copas no se tocan pero la distancia entre éstas es menor a su diámetro, y cerrada si las copas se tocan o entrecruzan.

Recuperación de bosques sobreexplotados

Se realizó enriquecimiento en fajas (Catinot, 1965 en Lamprecht, 1990) con el objetivo de mejorar la composición de la masa arbórea en calidad y cantidad de ejemplares, seleccionando especies que por su potencialidad de crecimiento permitieran un aprovechamiento a corto y mediano plazo (de 15 a 40 años). Se compararon nueve especies nativas en experimentos realizados en un establecimiento privado en San Pedro, y en la reserva Guaraní, ambos en la provincia de Misiones. El área basal de los bosques sobre-explotados en todos los casos fue menor de 10 m²/ha. Se encuentran mayores detalles de la metodología empleada en Montagnini et al. (1997a). Las especies ensayadas fueron *Balfourodendron riedelianum*, *Bastardiopsis densiflora*, *Cordia trichotoma*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Euterpe edulis*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea puberula*, *Parapiptadenia rigida* y *Peltophorum dubium*. Los ensayos se realizaron únicamente bajo cubierta, sin realizar una comparación a cielo abierto debido a que las especies mencionadas son susceptibles a las heladas y requieren protección los dos a tres primeros años. Las especies *Euterpe edulis* y *Ocotea puberula* poseen además baja tolerancia a la insolación directa.

RESULTADOS Regeneración de especies arbóreas luego del aprovechamiento

A los tres años del aprovechamiento, comparando el número total de renuevos de árboles forestales, para todas las clases de alturas tomadas en conjunto, en el bosque cosechado por diámetro mínimo de cortas (DM3) se encontraron menos de la mitad (22.300 renuevos/ha) que en el bosque cosechado por espaciamiento uniforme (EU3), donde se halló un total de 54.300 renuevos/ha (Cuadro 1). En el bosque no explotado (BNE) se encontró un valor intermedio de 33.000 renuevos/ha. Para el bosque explotado en los años 1960 (DM30), el total fue similar al encontrado en el bosque tratado por EU, con 50.000 renuevos/ha. En los totales por sitio, la diferencia entre DM3 y EU3 fué estadísticamente significativa ($P < 0.0005$). Cuando la comparación de los totales de renuevos por sitio, se realiza separando a las especies de acuerdo a su importancia comercial, se observan tendencias similares (Cuadro 1).

Cuadro 1. Totales de renovales por hectárea de todas las clases de tamaño para los cuatro tratamientos estudiados.

	Especies comerciales	Especies no comerciales
EU3	32,357	21,975
DM3	14,911	7,355
BNE	11,222	21,611
DM30	16,833	33,166

Dentro de los renuevos comerciales se consideraron separadamente aquellos ejemplares de altura superior a los 150 centímetros, que corresponden a la clase 4 y 5, con mayor posibilidad de llegar a árbol adulto. En este caso los datos indican 199 renuevos/ha en DM3, 406 para el EU3, 223 para el BNE y 392 para DM30.

Tipos de sotobosque y cobertura

En DM3, en todas las parcelas se encontraron bambúseas, y en el 73% de los casos se encontraron helechos arborescentes (Cuadro 2).

CUADRO 2. Frecuencia de tipos de sotobosque en los cuatro tratamientos.

Tipo de sotobosque	Tratamiento			
	EU3	DM3	BNE	DM30
Bambúseas	86	100	100	75
Helechos	44	73	0	67
Arbustos	42	0	0	75
Enredaderas	22	0	0	58
Pastos	0	0	0	17

En EU3 la composición del sotobosque fue más heterogénea, también con predominio de bambúseas pero con presencia de latifoliadas, principalmente de arbustos y enredaderas. En BNE únicamente se encontraron bambúseas y en DM30 se halló una distribución casi proporcional entre bambúseas, helechos, latifoliadas y enredaderas, como

así también una pequeña proporción de pastos, lo cual lo asemeja más a EU3.

En DM3 predominaron parcelas abiertas y en segundo lugar cobertura media (Cuadro 3). En EU3 predominaron parcelas de cobertura cerrada, en menor proporción cobertura media y muy pocas parcelas abiertas. En BNE predominaron las parcelas abiertas y se encontró una proporción similar de parcelas de cobertura media y cerrada. En DM30 predominó la cobertura media y en iguales proporciones la abierta y cerrada.

CUADRO 3. Frecuencia de tipos de cobertura de copas en los cuatro tratamientos examinados.

Cobertura de copas				
	EU3	DM3	BNE	DM30
Sin cobertura	0	0	0	10
Abierta	7	80	67	27
Media	21	20	17	45
Cerrada	72	0	16	18

Comportamiento de las especies en los ensayos de enriquecimiento. De los resultados de los ensayos en San Pedro, se concluye que los mejores crecimientos en altura y diámetros se presentaron en *Bastardiopsis densiflora*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium*, *Ocotea puberula* y *Nectandra lanceolata* (Cuadros 4 y 5). A pesar de tener menores crecimientos en altura y diámetro, *Cordia trichotoma* se destacó por tener la mayor sobrevivencia de las especies ensayadas. *Bastardiopsis densiflora* y *Ocotea puberula* que estaban presente en ambos ensayos demostraron comportamientos similares en ambos casos. *Euterpe edulis* con baja sobrevivencia, permanece en la faja unicamente en los sitios en que sus exigencias microclimáticas (temperatura, humedad de suelo y luminosidad) están satisfechas. Presenta buenos crecimientos a partir del tercer año en el sistema y se estima un turno de 10 a 15 años.

CUADRO 4: Promedios de altura, diámetro a la altura del pecho y sobrevivencia para las fajas de enriquecimiento con especies forestales nativas en San Pedro, Misiones, ensayo instalado en el año 1988. Datos para el año 1995. Los valores entre paréntesis representan el error standard.

FAJAS	ESPECIES	ALTURA (m)		DAP (cm)		SOBREVIV (%)
I	<i>Cordia trichotoma</i>	2.94	(0.15)	2.79	(0.31)	80.00
	<i>Cordia trichotoma</i>	2.92	(0.27)	2.83	(0.23)	
II	+					60.00
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	6.45	(0.42)	10.98	(5.54)	80.00
III	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	10.9	(2.60)	10.39	(3.81)	63.33
V	<i>Ocotea puberula</i>	3.38	(21.40)	5.67	(0.39)	40.00
VI	<i>Euterpe edulis</i>	3.06	(0.69)	5.40	(0.15)	26.67
VII	<i>Peltophorum dubium</i>	4.60	(0.37)	4.42	(0.74)	30.00
	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	1.70	(0.18)	1.53	(0.06)	46.67
VIII	+					
	<i>Ocotea puberula</i>	4.11	(2.23)	5.49	(6.78)	53.33

CUADRO 5. Promedios de altura, diámetro y sobrevivencia por especie para las fajas de enriquecimientos en San Pedro, ensayo instalado en 1989. Datos para el año 1995.

ESPECIE	ALTURA (m)	DAP (cm)	SOBREVIVENCIA (%)
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1.47(0.09)c	0.75(0.75)b	40.0(5.77)a
<i>Nectandra lanceolata</i>	4.26(0.46)b	5.62(0.98)ab	63.3(12.0)a
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	6.25(0.73)a	7.29(0.82)a	50.0(5.77)a
<i>Ocotea puberula</i>	2.19(1.09)c	6.05(3.13)a	40.0(20.0)a
<i>Cordia trichotoma</i>	2.27(0.14)c	2.73(0.17)ab	66.7(6.67)a

Los valores entre paréntesis representan el error standard. Las diferencias entre especies son estadísticamente significativas cuando los desvíos están seguidos por letras diferentes (n=3) (p<0.05).

Los datos de los ensayos de Guaraní, a pesar de ser plantaciones de menor edad, confirman el comportamiento de *Bastardiopsis densiflora* (Cuadro 6).

CUADRO 6. Promedios de altura, diámetro y sobrevivencia por especie para las fajas de enriquecimientos en Guaraní, ensayo instalado en 1991. Datos para el año 1995.

ESPECIE	ALTURA (m)	SOBREVIVENCIA (%)
Balfourodendron riedelianum	1.60(0.17)a	100(0.00)b
Bastardiopsis densiflora	3.08(0.47)c	95(8.16)b
Ocotea puberula	1.79(0.27)ab	75(9.57)a
Cordia trichotoma	2.82(0.21)bc	95(5.00)b

Los valores entre paréntesis representan el error standard. Las diferencias entre especies son estadísticamente significativas cuando los desvíos están seguidos por letras diferentes (n=4) (p<0.05).

DISCUSION

Impactos de la cosecha de bosques sobre la diversidad

Comparando los cuatro sitios, los mayores valores de renuevos por hectárea se encontraron en el tratamiento de cortas por espaciamiento uniforme, en el cual también se encontró el mayor número de renuevos de altura superior a 150 centímetros, para todas las especies y también para las de importancia comercial. En algunos métodos de intervención de bosques con manejo de regeneración natural tales como el TSS (Tropical Shelterwood System) (Buschbacher, 1990, Lamprecht, 1990, Schmidt, 1991) se espera que el número de renuevos de importancia comercial en esta clase de tamaño sea aproximadamente 100 por hectárea para asegurar un aprovechamiento futuro. En relevamientos de la regeneración natural luego de la aplicación del diámetro mínimo de cortas en un bosque de bajura del trópico húmedo de Costa Rica (González y Chávez, 1994) se han encontrado 247 renuevos/ha de especies de importancia comercial para las clases de tamaño 4 y 5. Este valor es comparable al encontrado en el presente trabajo para la peor de las situaciones planteadas (200 renuevos/ha para DM3), a pesar de que el clima subtropical es menos favorable (heladas y sequías) y en consecuencia las tasas de crecimiento arbóreo son menores. Los valores obtenidos en este trabajo utilizando sistema de espaciamiento uniforme (405 renuevos por ha) sugieren que se podrían esperar resultados aún mejores a mediano y largo plazo.

Es interesante hacer notar que comparando el caso de aprovechamiento por diámetro mínimo de cortas en Eldorado, luego de 30 años (DM30), con el aprovechamiento por espaciamiento uniforme practicado en Guaraní, en este último se llegó a los mismos niveles de regeneración en tres años. Se debe señalar que estos son resultados preliminares, y que los relevamientos a largo plazo de las parcelas permanentes indicarán el destino de esta regeneración.

Existen una variedad de prácticas que pueden disminuir significativamente los impactos del manejo de bosques sobre la biodiversidad. Técnicas de cosecha de bosques con impacto reducido pueden contribuir a mantener niveles elevados de diversidad de plantas, así como la heterogeneidad del hábitat. Sin embargo, experiencias realizadas por CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), en Costa Rica,

muestran que los tratamientos silviculturales post-cosecha afectan a la composición de especies, ya que son dirigidos a favorecer las especies deseables, disminuyendo la competencia por las especies no deseables (Finegan y Sabogal, 1988).

Los métodos de cosecha de baja intensidad con selección de árboles remanentes requieren inventarios pre y post-cosecha, así como tratamientos silviculturales para favorecer el crecimiento de especies deseables. El seguimiento a largo plazo es necesario para determinar los efectos del manejo sobre la biodiversidad, incluyendo la regeneración natural, así como el crecimiento de los árboles hasta que se completa un turno de corta.

El método de aprovechamiento por espaciamiento uniforme aplica un criterio técnico de selección de árboles remanentes, teniendo en cuenta la cobertura de copas y la calidad de las especies. Estos resultados, a pesar de ser preliminares señalan la necesidad de explotar los bosques nativos aún existentes según este tipo de criterio, para garantizar la permanencia del recurso.

Recuperación de bosques sobreexplotados

Los ensayos de San Pedro y Guaraní destacan el comportamiento superior de **Bastardiopsis densiflora** en condiciones de enriquecimiento. En otro ensayo de enriquecimiento en Guaraní (Grance y Maiocco, 1995) **Bastardiopsis densiflora** en 4 años logró un crecimiento de 51 cm/año en promedio, con una sobrevivencia de 60%. Estos datos confirman experiencias anteriores en el mismo sitio en las cuales se examinaron características morfológicas y fisiológicas de varias especies (González, 1994). En estas experiencias ya se había identificado a **Bastardiopsis densiflora** como una heliófila adaptada a las condiciones del enriquecimiento.

En el caso de **Balfourodendron riedelianum**, **Peltophorum dubium** y **Parapiptadenia rígida**, su sobrevivencia intermedia y crecimiento comparativamente menores, se deben a la particular situación que se da en estos ensayos. Por ejemplo **Balfourodendron riedelianum** presenta buenos crecimientos en sitios con mejores suelos, aún en condiciones de cielo abierto (Eibl et al., 1997, Montagnini et al., 1997b). A su vez, de acuerdo a resultados de otras experiencias en la Provincia, se puede esperar que **Peltophorum dubium** y **Parapiptadenia rígida**, con mayores aberturas de faja (mayor intensidad de luz) respondan mejor al método.

Sánchez et al. (1993), basados en datos de 7 años de enriquecimientos en la empresa PEREZ COMPANC, proponen entre las nativas ensayadas al **Peltophorum dubium**, **Balfourodendron riedelianum**, **Enterolobium contortisiliquum**, **Bastardiopsis densiflora** y **Jacaranda semiserrata**, a pesar de no estar incluidas entre las especies ensayadas, también son sugeridas como especies aptas. Estos autores también destacan la importancia de llevar a campo plantines de vivero de dos años y con alturas de 1,5 m. Esto reduciría las intervenciones de mantenimiento con lo cual aumentaría la rentabilidad del sistema.

Entre las posibles desventajas del enriquecimiento se citan los costos elevados de apertura de fajas y del cuidado de las plantaciones en los primeros años. Además, las condiciones lumínicas pueden no ser las más favorables para las especies implantadas (Weaver, 1987). Por otro lado,

debido a hallarse más expuestas, aumenta la susceptibilidad de las especies implantadas al ataque de plagas (Lamprecht, 1990).

Cada ecosistema y situación en que se encuentra el bosque tiene un método de conducción que le es particular. Según Grance y Maiocco (1995), el mantenimiento de la limpieza en las fajas de enriquecimiento favorece el desarrollo de la regeneración natural. Si consideramos en conjunto los ejemplares arbóreos del enriquecimiento y la regeneración natural como la masa en crecimiento para un futuro aprovechamiento, el enriquecimiento se torna una alternativa económicamente más atractiva. Es necesario ajustar los tratamientos silviculturales no solamente para el establecimiento de la plantación y crecimiento de las líneas sino también para el desarrollo de la regeneración natural entre las líneas. Una vez establecidas las plantas el área completa debería ser tratada tal como si fuera una regeneración natural y cuidada en toda su extensión, no solamente en las fajas de enriquecimiento (Dawkins, 1961).

Es importante mantener y regular las aperturas de fajas en función a las exigencias de las especies en particular, tal como se vio para los casos de *Peltophorum dubium* y *Parapiptadenia rígida*. En experimentos controlados se podría determinar las aperturas de fajas y la correspondiente luminosidad más adecuada para el crecimiento de cada especie. Por ejemplo en experimentos en bosque secundario de 10 años en Veracruz, Méjico, los mejores crecimientos se dieron con aperturas del dosel que resultaron en un 68% de transmisión de luz con respecto al exterior. La sobrevivencia fue mayor en los tratamientos más abiertos para las especies más heliófilas del ensayo (*Cordia alliodora* y *Swietenia macrophylla*), mientras que *Brosimum alicastrum*, especie de bosque primario tolerante a la sombra, tuvo la menor sobrevivencia en el tratamiento más abierto (Ramos y del Amo, 1992).

La combinación del enriquecimiento de especies maderables con otras como el *Euterpe edulis*, de turno de aprovechamiento más corto, acelera el retorno de la inversión, tornando esta técnica más atractiva. En otros casos se han utilizado enriquecimientos con especies frutales como por ejemplo *Dialium spp.*, *Garcinia spp.*, *Willughbeia spp.* en Kalimantan, Indonesia, en los cuales mediante análisis de sensibilidad se concluyó que los tres géneros tienen potencial de producir un rendimiento adecuado (Schulze et al., 1994).

Debido a la relativa complejidad de su manejo, las plantaciones de enriquecimiento se consideran una alternativa económicamente viable a pequeña o mediana escala (Ramos y del Amo, 1992). Sin embargo, en regiones donde se practica el manejo de bosques con extracción de maderas a gran escala, si se lograra un mayor conocimiento de los aspectos prácticos que mejorara la aplicabilidad de esta técnica, el enriquecimiento podría llegar a ocupar un lugar importante en la recuperación de bosques degradados (Chai, 1975, Cheah, 1978, Weaver, 1987).

Aplicabilidad de técnicas de manejo de bosques de impacto reducido, y recuperación de bosques sobre-explotado

Las experiencias de cosecha de impacto reducido y recuperación de bosques sobre-explotados relatadas en el presente trabajo, están incorporadas a una red de investigación de CIFOR recientemente formada, que incluye un total de nueve sitios de bosque tropical en siete países de América Latina y el sudeste asiático (Argentina, Brasil, Perú, Indonesia, Malasia, Tailandia y Papua Nueva Guinea).

En Misiones, para 1998 han sido seleccionados nuevos sitios para cosecha de bosque con impacto reducido, así como experiencias de enriquecimiento, todos localizados en la Reserva Guaraní. Se ha avanzado en la formación de una base de datos pre-cosecha, en lo referente a estructura de la vegetación arbórea, y estado de la regeneración natural. Asimismo, en esta base de datos pre-cosecha se incluirá información sobre suelos. Los criterios para el aprovechamiento seguirán lineamientos basados en las experiencias anteriores en la reserva Guaraní que se han detallado en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

Manejo de bosques y conservación de la biodiversidad

Existen una variedad de prácticas que pueden disminuir significativamente los impactos del manejo de bosques sobre la biodiversidad. Técnicas de cosecha de bosques con impacto reducido pueden contribuir a mantener niveles elevados de diversidad de plantas, así como la heterogeneidad del hábitat.

En experiencias en la Reserva Guaraní, Misiones, Argentina, a los tres años del aprovechamiento, se encontraron mayores valores de renuevos por hectárea en el tratamiento de cortas por espaciamiento uniforme, que en bosque cosechado por el método de diámetro mínimo de cortas convencional. En bosque cortado con método por espaciamiento uniforme también se encontró el mayor número de renuevos de altura superior a 150 centímetros, para todas las especies y también para las de importancia comercial.

Los métodos de cosecha de baja intensidad con selección de árboles remanentes requieren inventarios pre y post-cosecha, así como tratamientos silviculturales para favorecer el crecimiento de especies deseables. El seguimiento a largo plazo es necesario para determinar los efectos del manejo sobre la biodiversidad, incluyendo la regeneración natural, así como el crecimiento de los árboles hasta que se completa un turno de corta.

Recuperación de bosques sobre explotados

Existen numerosas situaciones donde la explotación intensa del bosque y la falta de tratamientos silviculturales resultan en bajas tasas de regeneración y baja densidad de especies comerciales. El enriquecimiento es una opción para los casos en que la regeneración natural es insuficiente y las características del suelo son poco indicadas para otros usos alternativos.

El enriquecimiento permite establecer especies del bosque primario tolerantes a la sombra que no se podrían plantar a cielo abierto. En la Provincia de Misiones, entre las especies promisorias para el enriquecimiento, se destacan por su crecimiento en altura y sobrevivencia, *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Cordia trichotoma*, *Peltophorum dubium*.

La plantación en líneas demanda altos costos para el cuidado intensivo de los árboles jóvenes. En consecuencia los árboles plantados deben producir madera de alta calidad. La incorporación de *Euterpe edulis* (palmito) es una alternativa para acelerar el retorno de la inversión y hacer a esta práctica más rentable.

La limpieza en las fajas de enriquecimiento favorece a la regeneración natural sin incrementar los costos. Considerados en conjunto los

ejemplares arbóreos del enriquecimiento y la regeneración natural como la masa en crecimiento para un futuro aprovechamiento, el enriquecimiento se torna una alternativa económicamente más atractiva.

Es necesario ajustar los tratamientos silviculturales tanto para el establecimiento de la plantación y crecimiento de las líneas como para favorecer la regeneración natural entre las líneas. Una vez establecidas las plantas el área completa debería ser tratada como una regeneración natural y cuidada en toda su extensión, no solamente en las fajas de enriquecimiento.

Estas experiencias de cosecha de impacto reducido y recuperación de bosques sobre explotados están incorporadas a una red de investigación de CIFOR recientemente formada, que incluye un total de nueve sitios de bosque tropical en siete países de América Latina y el sudeste asiático.

AGRADECIMIENTOS: El apoyo financiero para las experiencias cuyos resultados se presentan aquí fue brindado por la FUNDACION A.W.MELLON. Los experimentos de la red de CIFOR son financiados por CIFOR/Gobierno de Japón.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Buschbacher, R. J. 1990.** Natural forest management in the humid trópics: Ecological, social, and economic considerations. *Ambio* 19(5): 253-258.
- Chai, D. N. P. 1975.** Enrichment planting in Sabah. *Malaysian Forester* 38:271-277.
- Cheah, L. C. 1978.** Forest regeneration and development options in peninsular Malaysia today. *The Malaysian Forester* 41: 171- 175.
- Cozzo, D. 1969.** Siete años de un ensayo de enriquecimiento del bosque subtropical utilizando *Cordia trichotoma*. *Revista Forestal Argentina*. Año XIII.nº2. paginas Buenos Aires. Argentina. pp.44-45
- Dawkins, H. C. 1961.** New methods of improving stand composition in tropical forests. *Caribbean Forester* 22: 12-20.
- Deschamps, J. R. y Ferreira, M. O. 1987.** Estudios sobre las comunidades postclimáticas de Misiones, I: Los campos abandonados o "capueras". En: IV Jornadas Técnicas: Bosques Nativos Degradados. Tomo II. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones.
- Eibl, B; Szczipanski, L; Ríos, R y Vera, N. 1993.** Regeneración de especies forestales nativas de la selva Misionera. En: Actas de las VII Jornadas Técnicas sobre Bosque Nativo: uso, manejo y conservación. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. UNaM. Eldorado . Misiones. p.100-122.
- Eibl, B; Silva, F; Bobadilla, A; Weber, E y Gonseski, D. 1994.** Boletín Meteorológico Aeródromo Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Período 1985/1994.
- Eibl, B., F. Montagnini, C. Woodward, L. Szczipanski, and R. Ríos, R. 1996.** Evolución de la regeneración natural en dos sistemas de

aprovechamiento y bosque nativo no perturbado en la Provincia de Misiones - República Argentina. Yvyraretá (Argentina) 7(7): 63-78.

Eibl, B., Montagnini, F., Fernández, R., Kozarik, J. C., Nozzi, D., y Lupi, A. 1997. Sistemas agroforestales con *Ilex paraguariensis* (yerba mate) y árboles maderables nativos en pequeñas propiedades en Misiones, Argentina. pp. 1-9 En: *Actas Segundo Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Comisión Bosque Nativo y Protección Ambiental. Asociación Forestal Argentina. Posadas, Misiones, Argentina. 13-15 Agosto 1997.

Fahler, J. C. 1989. Estado actual de la tecnología y manejo de las forestaciones en el NE Argentino. En *Actas de las IV Jornadas Forestales de Entre Ríos*. 3:1-23.

Finegan, B. y Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui* (Costa Rica) 17:3-24.

Gartland, H.M. 1974. Posibilidades de enriquecimiento del bosque subtropical misionero. *Boletín Argentino Forestal*. Año XXXII. No.298. pp.23-30.

Gonzalez, E. and Chavez, E. 1994. Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado en la región norte de Costa Rica. *Yvyraretá* (Argentina) 5(5):57-69.

González, A. 1994. Evaluación de la dinámica del crecimiento primario para cuatro especies forestales nativas en plantaciones de enriquecimiento en bosques subtropicales de Argentina. *YVYRARETA* 5: 99-104.

Grance, L y Maiocco, D. 1993. Comparación de dos criterios de entresaca en el bosque subtropical Misionero. En: *Actas de las VII Jornadas Técnicas sobre Bosque Nativo: uso, manejo y conservación*. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. UNaM. Eldorado. Misiones. p.284-299.

Grance, L.A. y Maiocco, D.C. 1995. Enriquecimiento del bosque nativo con *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl., cortas de mejora y estímulo a la regeneración natural en Guaraní, Misiones, R.A. *YVYRARETA*:6:(6)29-44.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. ESCHBORN. p.129-133.

Laserre, S.R. 1968/69. Los suelos de Misiones y su capacidad de uso para plantaciones de coníferas. *IDIA*. Suplemento n°5.

Mangieri, H.R. 1965. Reconstitución de los bosques misioneros y características biológicas de las principales especies. En: *Primeras Jornadas de trabajo del CEBS*. Eldorado - Misiones. p.141-145.

Margalot, J. A. 1985. Geografía de Misiones. Industria Gráfica del Libro. Buenos Aires.

Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 1987. Diámetros mínimos de corta. Decreto 1617/87. 2 pp. Posadas, Misiones, Argentina.

Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 1993. Censo de la Industria de transformación mecánica de la madera de la Provincia de Misiones, Septiembre 1992- Julio 1993. Posadas, Misiones, Argentina.

Montagnini, F., Eibl, B., Grance, L., Maiocco, D. and Nozzi, D. 1997 a. Enrichment planting in degraded forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management* 99:237-246.

Montagnini, F., Eibl, B., Fernández, R., Kozarik, J. C., Lupi, A., and Nozzi, D. 1997 b. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees in small farms in Misiones, Argentina. pp. 67-72 In: *Proceedings of the International workshop: Agroforestry for Sustainable Land-use*. CIRAD/INRA, Agropolis International, Montpellier (France), 23-29 June 1997.

Montagnini, F., Eibl, B., Woodward, C., Szczipanski, L. and Ríos, R. 1998. Tree regeneration and species diversity following conventional and uniform spacing methods of selective cutting in a subtropical humid forest reserve. *Biotropica*. 30 (3) In Press.

Ramos, J. M. and Del Amo, S. 1992. Enrichment planting in a tropical secondary forest in Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management* 54: 289-304.

Sanchez, , J. R., Gotz, I. y Segovia, W. 1993. Enriquecimiento de bosques nativos. Implantación bajo cubierta. Tercera comunicación. En: VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, Manejo y Conservación. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. p. 300-308.

Schmidt, R. C. 1991. Tropical rain forest management: A status report. pp. 181-207 in: A. Gomez-Pompa, T. C. Whitmore and M. Hadley (eds.), *Rain forest regeneration and management*. Man and the Biosphere Series. UNESCO Press. Paris.

Schulze, P. C., Leighton, M. and Peart, D. R. 1994. Enrichment planting in selectively logged rain forest: a combined ecological and economic analysis. *Ecological Applications* 4: 581-592.

Weaver, P. L. 1987. Enrichment planting in tropical America. pp. 258-278 IN: Figueroa Colón, J. C., Wadsworth, F. H. and Brabham, S. (eds.). *Management of the forests of tropical America: prospects and technologies*. Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service and University of Puerto Rico. Rio Piedras, Puerto Rico.