

**ADAPTABILIDAD Y CRECIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE
BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL EN SITIOS DEGRADADOS DE MISIONES,
ARGENTINA**

**ADAPTABILITY AND GROWTH OF NATIVE TREE SPECIES OF SUBTROPICAL
HUMID FORESTS TO DEGRADED SITES, MISIONES, ARGENTINA.**

Florencia Montagnini ¹
Beatriz Eibl ²
Roberto Fernández ^{2,3}

¹ Professor in the Practice of Tropical Forestry, Yale University School of Forestry and Environmental Studies, 370 Prospect Street, New Haven, CT 06511, USA. email : florencia.montagnini@yale.edu

² Profesor, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina. email: beibl@facfor.unam.edu.ar

^{2,3} Director, INTA EEA Monte Carlo. (3384) Monte Carlo, Misiones, Argentina. email: rfernandez@ceel.com.ar

**ADAPTABILIDAD Y CRECIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE
BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL EN SITIOS DEGRADADOS**

**ADAPTABILITY AND GROWTH OF NATIVE TREE SPECIES OF SUBTROPICAL
HUMID FORESTS TO DEGRADED SITES**

SUMMARY

In order to suggest productive alternatives for the recovery of degraded soils, we tried six native tree species of the subtropical humid forest of Misiones, Argentina, on three sites with contrasting conditions of soil degradation. The trials were in mixed plantations and agroforestry systems with yerba mate, including nitrogen fixing trees. Two timber species showed the best adaptability and growth: guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*) and lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*). Guatambú had better growth in the site of high fertility. One of the nitrogen fixing species, timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) also showed good growth, while rabo molle (*Lonchocarpus muehlbergianum*) showed low adaptability to the most degraded site. In contrast, timbó showed best growth in the most degraded site. Urunday (*Astronium balansae*) and caña fístola (*Peltophorum dubium*) showed good growth, however longer term measurements are needed to assess their growth under degraded soil conditions. Several species had better survival and growth in mixed than in pure plantations.

Key words: native species, degraded sites, pure plantations, mixed plantations

RESUMEN

A los fines de ofrecer alternativas de uso productivo del suelo para la recuperación de sitios degradados, se ensayaron seis especies forestales nativas de la selva subtropical de Misiones, Argentina. Los ensayos se establecieron en tres sitios con suelos en diferentes estados de degradación. Se utilizaron diseños de parcelas puras y mixtas y sistemas agroforestales asociados con yerba, incluyendo especies forestales fijadoras de nitrógeno. Se destacaron por su adaptación y crecimiento dos especies maderables: guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*) y lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*). El guatambú tuvo mejor crecimiento en el

sitio de mayor fertilidad. En el sitio más degradado se destacó una de las especies fijadoras de nitrógeno, el timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), que presentó mejor crecimiento, mientras que rabo molle (*Lonchocarpus muehlbergianum*) presentó baja adaptación al sitio. El urunday (*Astronium balansae*) y la caña fístola (*Peltophorum dubium*) tuvieron buenos crecimientos pero necesitan ser evaluados a más largo plazo. Las plantaciones mixtas presentaron mayores sobrevivencias y crecimientos para varias de las especies ensayadas.

Palabras clave : especies nativas, sitios degradados, plantaciones puras, plantaciones mixtas

INTRODUCCION

En la provincia de Misiones, Argentina, el uso predominante de la tierra son plantaciones comerciales forestales con especies exóticas (*Pinus* spp., *Eucalyptus* spp., *Melia azederach* L.), plantaciones forestales de árboles nativos (*Araucaria angustifolia* (Bert)Otto Kuntze, cultivos agrícolas perennes como yerba mate y citrus, cultivos anuales de maíz, mandioca y soja, tabaco, ganadería y aprovechamientos comerciales en bosques nativos.

Las superficies de terrenos abandonados luego de ser utilizados durante décadas por intensa actividad agrícola, generan superficies importantes de suelo degradado y compactado que para la Provincia de Misiones significan aproximadamente 600 mil hectáreas (MINISTERIO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES y TURISMO, 2003).

Las plantaciones puras o mixtas con ciertas especies de árboles tales como *Gmelina arborea* Roxb.(SANCHEZ et al.,1985), *Cordia trichotoma* (Vellozo)Arrabida ex Steudel (SILVA 1983) y otras especies de regiones tropicales y subtropicales pueden mejorar la fertilidad de suelos degradados al aumentar el contenido de nutrientes (YOUNG, 1997, MONTAGNINI et al., 1995, 2001, FERNANDEZ et al., 1997, MENDEZ y Steitzer, 1999).

El conocimiento de especies nativas que al mismo tiempo son económicamente valiosas y contribuyen a la recuperación de la fertilidad de los suelos es especialmente relevante porque además de la eventual mejora de las condiciones de los suelos, la plantación de estas especies provee fuentes de ingreso a los agricultores. Las especies nativas además de su madera de alto valor comercial pueden estar mejor adaptadas al ecosistema local. Muchas especies que tradicionalmente son extraídas del bosque natural para fines maderables actualmente están en peligro de extinción, por este motivo las plantaciones comerciales con las mismas especies pueden reemplazar esta demanda.

En la Provincia de Misiones son pocas las experiencias de plantaciones con especies forestales nativas a cielo abierto. La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en colaboración con la Universidad de Yale (USA), mantiene desde 1989 investigaciones sobre la ecología de especies forestales nativas de la selva subtropical misionera, y su utilización en sistemas de producción (EIBL et al., 1997, EIBL y Montagnini, 1998). En el presente trabajo se investigaron seis especies forestales nativas de potencial productivo con posible adaptación a sitios degradadas. El objetivo fue evaluar la adaptación y crecimientos de las especies en sitios degradados en diferentes condiciones de plantación (cultivo puro o mixto y combinaciones agroforestales). Para este estudio se hizo uso de experimentos anteriormente establecidos con objetivos específicos en cada sitio, motivo por el cual no se probaron las mismas especies en los tres sitios. El timbó fue la única especie presente en los tres sitios y el guatambú en dos de los sitios.

MATERIALES Y METODOS

Sitios de estudio

Las investigaciones se realizaron en tres sitios que habían sostenido diferentes usos de la tierra y como consecuencia presentaban al momento de comenzar los ensayos, diferentes grados de degradación. Uno de los sitios de estudio estaba ubicado en un predio dedicado a la investigación y enseñanza, administrado por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en el Municipio de Eldorado, en las cercanías de la Facultad (Sitio 1). Los otros dos sitios de estudio se ubicaron en propiedades particulares en el Municipio de Eldorado (Sitio 2) y en el Municipio de Santiago de Liniers (Sitio 3). En todos los casos el clima se clasifica como Cfa en el sistema de Köppen, que corresponde a un clima subtropical húmedo sin estación seca, con precipitación media anual de 1700 mm, distribuidas a lo largo del año, y promedio anual de temperatura de 21°C, con máximas absolutas de 39 °C (Enero) y mínimas absolutas de -6°C (Julio) (EIBL et al., 2001).

El sitio más degradado (Sitio 1), en Eldorado en propiedad de la Universidad Nacional de Misiones, se instaló sobre un terreno utilizado durante 40 años para cultivos agrícolas. Este sitio tiene un relieve ondulado, con 6% de pendiente, con suelos clasificados como Kandiuults. Se estima que sufrió pérdidas por erosión hídrica del orden de los 10 cm. Al momento de comenzar la presente investigación, el sitio manifestaba haber sufrido compactación superficial y subsuperficial, hasta los 60 cm, y presentaba drenaje bueno con tendencia a moderadamente deficiente, debido a la compactación.

En contraste, el sitio ubicado en el km 11 de Eldorado (Sitio 2) se encontraba medianamente degradado, consistiendo en un campo abandonado cubierto por pastos agresivos (*Andropogum* spp., *Pennisetum* spp.). Este sitio había sido abandonado luego de aproximadamente 20 años de agricultura mecanizada intensiva. Los suelos en este sitio son Kandiuults, en general con buena fertilidad, pero presentaban degradación por compactación física (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, 1990).

El sitio con menor degradación (Sitio 3) fue el ubicado en Santiago de Liniers, en el cual el uso anterior fue una plantación de tung (*Aleuritis fordii* Forst.) por aproximadamente 20 años, establecida luego de aprovechar el bosque nativo. Los suelos son típicos Hapludalfes según la US Soil Taxonomy (FERNÁNDEZ et al., 1999). Estos suelos son profundos, bien estructurados, con mediana fertilidad, y generalmente considerados adecuados para cultivos perennes o plantaciones forestales.

Especies ensayadas

Las especies ensayadas fueron *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong (Fabaceae) (timbó colorado), *Lonchocarpus muehlbergianum* Hassler (Fabaceae) (rabo molle), *Astronium balansae* Engl. (Anacardiaceae) (Urunday), *Peltophorum dubium* (Sprengler) Taubert (Fabaceae) (caña fístola), *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler (Rutaceae) (guatambú blanco) y *Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo (Bignoniaceae) (lapacho negro). Estas especies fueron seleccionadas según experiencias anteriores por su potencial para el crecimiento a cielo abierto y sus posibles impactos positivos sobre los suelos (MONTAGNINI et al., 1995; FERNÁNDEZ et al., 1997; EIBL y Montagnini, 1998) y además por su valor maderable.

Entre estas especies dos son fijadoras de nitrógeno (timbó colorado y rabo molle), con el objetivo específico de mejorar las condiciones del sitio. Las demás especies se eligieron por su valor maderable y crecimiento potencial.

Diseño experimental

En cada sitio, los tratamientos fueron establecidos en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones.

Para el sitio de la Universidad (Sitio 1) el diseño consistió de cuatro bloques al azar con seis parcelas cada una, con cuatro repeticiones por tratamiento. Tratamiento 1: *Enterolobium contortisiliquum* (timbó colorado), fecha de plantación agosto de 1990. Tratamiento 2: *Peltophorum dubium* (caña fístola), agosto de 1995. Tratamiento 3: *Astronium balansae* (urunday), agosto de 1993. Estas dos últimas especies reemplazaron a *Bastardiopsis densiflora* (Hooker&Arnott) Hassler (loro blanco) y a *Balfourodendron riedelianum*, las cuales no se adaptaron al sitio. Tratamiento 4: *Lonchocarpus muehlbergianum* (rabo molle), agosto de 1990. Tratamiento 5: Mezcla de las cuatro especies intercaladas. Los tamaños de las parcelas fueron de 18 x 18 m y las distancias de plantación de los ejemplares de 3 x 3 m, a razón de 36 ejemplares por parcela. El área total del experimento en este sitio fue de 7776 m².

Los tratamientos para Eldorado (Sitio 2) y Santiago de Liniers (Sitio 3) eran parte de ensayos agroforestales con especies maderables nativas asociadas con la yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae)) (EIBL et al. 1997, 2000). La fecha de plantación fue agosto de 1991. En estos dos sitios los tratamientos fueron:

- *Enterolobium contortisiliquum* (timbó) y *Balfourodendron riedelianum* (guatambú) plantados a 3 m x 6 m, ó 555 plantas por hectárea, en líneas alternadas con yerba;
- *B. riedelianum* (6 m x 6 m) + *E. contortisiliquum* (6 m x 6 m). Estos árboles también se dispusieron en forma alternada con *I. paraguariensis*, y dos especies de árboles forestales mezcladas dentro de las filas.
- Además en Eldorado (Sitio 2) se incluyó *Tabebuia heptaphylla* (lapacho) (3 m x 6 m) en líneas alternadas en plantaciones de yerba, con fecha de plantación agosto de 1993.

Cada parcela fue de 15 x 15 m, cada bloque de 15 m x 60 m y el experimento total en los sitios 2 y 3 cubrió un área de 5000 m².

En los tres sitios se realizaron mediciones anuales de crecimientos en altura, diámetro a la altura del pecho y sobrevivencias.

Al momento de la instalación se realizaron los relevamientos de suelo, con muestras al azar de las diferentes parcelas y una calicata para evaluar y describir el perfil del sitio. Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de Edafología de la Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes).

RESULTADOS

Caracterización de los suelos para cada sitio

Eldorado. Sitio 1

El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 6%. El suelo pertenece al Gran grupo Kandiudults. De color rojo, con profundidad efectiva superior a los 2 metros, bien a moderadamente bien drenado, arcilloso en todo el perfil, estructura de tipo bloques angulares y sub-angulares medios y grandes en superficie, y prismas grandes en el horizonte B, fuertes a moderados. En términos comparativos con otros suelos de la provincia pueden ser caracterizados como de escasa fertilidad, pobre en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y nutrientes (Tabla 1). Debido a la condición de degradación presenta aptitud restringida a moderada para plantaciones forestales (FERNÁNDEZ et al., 1999).

Eldorado. Sitio 2

Se trata de un sitio cuya condición edáfica es intermedia, con una historia de uso agrícola pero menos intensivo. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 4%. El suelo pertenece al Gran grupo Kandiuults. De color rojo, con profundidad efectiva superior a los 2 metros, bien drenado, arcilloso en todo el perfil, estructura de tipo bloques sub-angulares medios en superficie y prismas medios en el horizonte B, moderados. En términos comparativos con otros suelos de la provincia puede ser caracterizado como de mediana fertilidad, con tenores medios de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y nutrientes (Tabla 1). Debido a la condición de degradación presenta aptitud moderada a buena para plantaciones forestales (FERNÁNDEZ et al., 1999).

Santiago de Liniers. Sitio 3

El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 8%. El suelo es un Hapludalf típico, según la US Soil Taxonomy. De color pardo rojizo, con profundidad efectiva superior a los 2 metros, bien drenado, franco arcilloso en superficie y arcilloso en el resto del perfil, estructura de tipo granular y bloques sub-angulares medios y pequeños en superficie y bloques medios en el horizonte B, moderados. En términos comparativos con otros suelos de la provincia pueden ser caracterizados como relativamente fértiles, ricos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y nutrientes (Tabla 1). Presentan buena aptitud para plantaciones forestales (FERNÁNDEZ et al., 1999).

Tabla 1: Características químicas de los suelos antes de realizar las plantaciones para los tres sitios: Eldorado (Sitio 1), Eldorado (Sitio 2) y Santiago de Liniers (Sitio 3).

Table 1: Chemical characteristics of soils before planting for the three sites: Eldorado (Site 1), Eldorado (Site 2) and Santiago de Liniers (Site 3).

Sitio	Espesor Cm	MO %	N t %	P Ppm	pH en H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Suma de bases cmol ⁺ /kg	CIC Cmol ⁺ /k g
						Cmol ⁺ /kg				
Eldorado Sitio 1	0-10	2,1	0,09	1,5	5,2	4,3	1,1	0,20	5,6	7,7
	10-30	0,9	0,07	1,0	5,1	3,6	1,0	0,09	4,7	7,0
Eldorado Sitio 2	0-10	2,6	0,24	3,2	5,2	5,8	1,5	0,29	7,6	10,7
	10-30	1,4	0,12	1,3	4,7	4,2	0,9	0,11	5,2	8,7
Santiago de Liniers Sitio 3	0-10	3,9	0,31	5,4	5,4	8,6	2,3	0,41	11,3	19,6
	10-30	2,3	0,20	4,4	4,6	6,4	1,3	0,21	7,9	12,8

Crecimientos y sobrevivencias de las especies para cada sitio

Eldorado. Sitio 1.

La medición realizada en noviembre de 2003 (Tabla 1), cuando las especies tenían entre 8 y 13 años reveló que los mejores diámetros y alturas se encontraban en las parcelas de timbó (con 13 años) tanto para la situación puro como mixto sin diferencias entre ellas. La sobrevivencias fueron un tercio superiores en el caso de las plantaciones mixtas. En segundo lugar le sigue el urunday (con 9 años) tanto para la situación puro como mixto sin diferencias

entre ellas tanto para diámetro como altura. Las sobrevivencias fueron el doble en el caso de plantación mixta. En tercer lugar caña fístola con mayor diámetro y altura para las plantaciones mixtas, sin diferencias en este caso para la sobrevivencia entre ambas situaciones. Aproximadamente un 20% de los ejemplares muertos de caña fístola presentaban rebrote de cepa con 1,5 metros de altura en promedio al momento de la medición. La mortandad de estos ejemplares de caña fístola en el primer semestre del mismo año, pudo deberse a las sequías prolongadas que ocurrieron entre abril y noviembre del año 2003 y a la baja capacidad de almacenaje de agua en el suelo debido a la compactación del mismo.

Rabo molle tuvo el menor crecimientos tanto en diámetro como altura, en este caso las parcelas mixtas tuvieron menor altura, diámetro y sobrevivencias que las parcelas puras.

Tabla 2: Crecimiento en diámetro, altura y sobrevivencias de cuatro especies forestales nativas en condiciones puras y mixtas en el sitio 1.

Table 2: Growth in diameter, height and survival of four native tree species in pure and mixed conditions in Site 1.

ESPECIE	DIAMETRO en cm (desvío estándar)	ALTURA en m (desvío estándar)	SOBREVIVENCIA (%)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> puro	23.0 (5.89)	9.91 (1.88)	42.4
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> mixto	23.4 (4.66)	9.84 (1.61)	63.9
<i>Peltophorum dubium</i> puro	6.6 (3.00)	5.55(1.67)	61.1
<i>Peltophorum dubium</i> mixto	9.27 (2.36)	8.16 (1.69)	52.8
<i>Astronium balansae</i> puro	9.24 (2.14)	6.46(4.2)	40.9
<i>Astronium balansae</i> mixto	8.24 (2.05)	6.48 (1.22)	80.5
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i> puro	6.28 (1.17)	4.23(0.93)	52.8
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i> mixto	2.52 (1.44)	2.22(0.54)	27.8

Mediciones efectuadas en noviembre de 2003

Ambas especies fijadoras de nitrógeno (timbó y rabo molle) presentaron las menores sobrevivencias, a pesar de que se realizaron reposiciones hasta el tercer año. El timbó exigió podas de corrección del fuste en forma anual y el rabo molle presentó crecimientos lentos. Para urunday no se han realizado reposiciones. Se debieron tutorar y podar los árboles de urunday para dar forma al fuste. Para caña fístola no se han realizado reposiciones, se realizaron algunas podas de corrección del fuste ya que su crecimientos es marcadamente monopódico. Todas las especies debieron ser protegidas contra las heladas por uno a dos inviernos, utilizándose para ello el material vegetal que se encuentra en el sitio. Las mejores resistencias a heladas se observaron en urunday, especie que también presentó elevadas tolerancias a situaciones de sequías.

Eldorado. Sitio 2.

La medición realizada en noviembre de 2003 (Tabla 3), cuando las especies tenían entre 8 y 12 años, mostró que el timbó (con 12 años) presentó los mayores diámetros pero las menores alturas y la menor sobrevivencia. El lapacho negro (con 8 años) le sigue en diámetro. El guatambú blanco (con 12 años) presentó menor diámetro pero la misma altura y sobrevivencia que el lapacho. En estos casos no se efectuaron reposiciones para ninguna de las especies.

Se efectuaron podas anuales de corrección del fuste para el timbó y lapacho. En guatambú se realizaron solamente algunas podas de corrección del fuste ya que su crecimiento es

marcadamente monopódico. Todas las especies debieron ser protegidas contra las heladas por uno a dos inviernos, hasta lograr 1,5 metros de altura, utilizándose para ello el material vegetal que se encontraba en el sitio.

Tabla 3: Crecimiento en diámetro, altura y sobrevivencias de tres especies forestales nativas en combinaciones agroforestales en el Sitio 2.

Table 3: Growth in diameter, height and survival of three native tree species in agroforestry systems in Site 2.

ESPECIE	DIAMETRO en cm (desvío estándar)	ALTURA en metros (desvío estándar)	SOBREVIVENCIA (%)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	17.0 (4.78)	6.91 (1,23)	56
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	9.44 (2,22)	7.89 (1.88)	94
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	13.0 (4.08)	7,22 (1.48)	95

Mediciones efectuadas en noviembre de 2003

Santiago de Liniers. Sitio 3.

La medición realizada en diciembre de 2003 (Tabla 4), mostró que el guatambú (a los 12 años) presentó la mayor altura, diámetro y sobrevivencia.

Se efectuaron podas de corrección del fuste para el timbó y guatambú. El guatambú debió ser apuntalado durante los primeros años para evitar la caída por viento debido a su rápido crecimiento. Ambas especies debieron ser protegidas contra las heladas por uno a dos inviernos, hasta lograr 1,5 metros de altura, utilizándose para ello el material vegetal que se encontraba en el sitio.

Tabla 4. Promedios en diámetro, altura y sobrevivencia para dos especies forestales nativas en combinaciones agroforestales en el Sitio 3.

Table 4. Growth in diameter, height and survival of two native tree species in agroforestry systems in Site 3.

ESPECIE	DIAMETRO en cm (desvío estándar)	ALTURA En metros (desvío estándar)	SOBREVIVENCIA (%)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	13,1 (4,7)	5,2 (1,8)	68
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	15,5 (3,4)	9,9 (1,9)	95

Mediciones efectuadas en diciembre 2003

DISCUSION

Los resultados del análisis de los suelos corroboraron que los sitios de estudio presentaban tres grados bien diferenciados de degradación, con niveles en el Sitio 1 para la mayoría de los parámetros estudiados la mitad de lo que se encontró en el Sitio 3, y valores intermedios en el Sitio 2. Además las observaciones de las características físicas del suelo confirmaron los niveles elevados de degradación y compactación anteriormente descriptos para el Sitio 3.

El resultado más importante en términos de crecimiento de los árboles es el excelente

comportamiento de *B. riedelianum*, una de las especies más apreciadas de la región (EIBL y Montagnini, 1998). Aparentemente esta especie crece bien en buenas condiciones de suelos (fertilidad y manejo adecuado), como se observa por las mejores alturas alcanzadas en el sitio 3 de Santiago de Liniers. *B. riedelianum* en Eldorado (Sitio 1) no se adaptó a pesar de realizarse reposiciones por un total de tres años, debido a la alta degradación de este sitio. En Eldorado (Sitio 2) esta especie creció pobremente durante el primer par de años, posiblemente debido a la baja fertilidad del suelo. Sin embargo, pasada la etapa crítica del establecimiento, esta especie presentó un buen crecimiento en suelos con condiciones nutricionales pobres. Los niveles de crecimiento mostrados para el Sitio 3 de Santiago de Liniers superan los encontrados en otras experiencias en la región donde *B. riedelianum* ha sido ensayado en plantaciones de enriquecimiento (MONTAGNINI et al., 1997).

E. contortisiliquum se destacó por tener el mejor crecimiento en el sitio más degradado (Sitio 1), sugiriendo su utilización para recuperación de suelos pobres. En una investigación realizada cuando los árboles tenían 9 años se encontró mayor contenido de nitrógeno en el suelo superficial bajo esta especie que en las parcelas testigo con pastos (MENDEZ y Steitzer, 1999). La susceptibilidad del *E. contortisiliquum* al ataque de *Epicauta adspersa* (“bicho moro”) sugirió dudas acerca de la posibilidad de establecer esta especie en condiciones de plantación a cielo abierto. Sin embargo los ataques fueron intensos únicamente para el caso del Sitio 3, de Santiago de Liniers, y solamente afectaron a los árboles en sus estadíos iniciales. En Eldorado (Sitio 1) esta especie no presentó la misma intensidad de ataque, que se evidencia por mejor crecimiento. En otros experimentos de la región, *E. contortisiliquum* presenta buen crecimiento en ensayos de enriquecimiento (MONTAGNINI et al., 1997).

El *T. heptaphylla*, para el Sitio 2 manifestó un buen crecimiento ya que aún plantado tres años después, superó a *B. riedelianum* en diámetro y la igualó en altura.

La elevada mortandad de árboles de *A. balansae* y *P. dubium* en el Sitio 1, pudo estar explicada por la compactación del suelo. Ambas especies presentaron rebrote de un año en cepa de aproximadamente el 40% de los ejemplares muertos en pie, con fustes de 1,50 metros en promedio. Esta última condición sugiere la posibilidad de conducción de ambas especies a partir del rebrote de cepa.

En el Sitio 2 las plantaciones en asociación con *I. paraguariensis* no afectaron la producción de hoja verde en función a los datos de peso seco de la misma (EIBL et al., 2000)

En el Sitio 1 las plantaciones mixtas indicaron beneficios para todas las especies a excepción del *L. muehlbergianum*, la cual no es una especie adaptada al sitio. *L. muehlbergianum* aparenta ser una especie no adaptada a condiciones de sitios muy degradados, agravándose la situación en condiciones de plantación mixta.

El beneficio de las plantaciones mixtas con respecto a *E. contortisiliquum* y *A. balansae* fue de una mayor sobrevivencia, mientras que para *P. dubium*, la plantación mixta resultó en un mayor diámetro y altura. Para ciertas especies, las plantaciones mixtas, además de un mayor crecimiento o sobrevivencia, también presentan mayor diversidad, con el consecuente beneficio para la restauración de las propiedades del ecosistema.

CONCLUSIONES

En condiciones de mediana fertilidad los mejores resultados se obtuvieron con *B. riedelianum* y *T. heptaphylla*. Para el sitio de mayor degradación química y física el *E. contortisiliquum* y *A. balansae* fueron los de mejor adaptación. El *B. riedelianum* tuvo los mejores crecimientos en el sitio de mejor fertilidad. El *L. muehlbergianum* aparentemente es una especie

no adaptada a sitios de alta degradación desconociéndose su respuesta ante mejores condiciones de suelo. El *E contortisiliquum* se destacó más en el sitio de mayor degradación, lo cual indica que es una especie apropiada para la recuperación de sitios degradados.

P dubium requiere mayor tiempo de estudio y seguimiento en ensayos de crecimiento y adaptación a sitios de alta degradación.

AGRADECIMIENTOS

Estos proyectos fueron financiados por la Fundación A W Mellon (USA)

BIBLIOGRAFIA

- EIBL B, Silva F, Bobadilla A. 2001. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Período 1985/2001.
- EIBL B; Fernández R; Kozarik J; Lupi A; Montagnini F and Nozzi D. 2000 Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. *Agroforestry Systems* 48:1-8.
- EIBL B; Montagnini, F.1998. El potencial de las especies nativas en programas de plantación. En: VI Jornadas Técnicas. Serie Técnica n°6. Ecología de Especies Nativas de la Selva Subtropical Misionera. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina. Mayo, 1998. Pp.19-26.
- EIBL B, Montagnini F., Fernandez R, Kozarik J, Nozzi D y Lupi A. 1997. Sistemas agroforestales con *Ilex paraguariensis* (yerba Mate) y árboles maderables nativos en pequeñas propiedades en Misiones, Argentina.: Actas Segundo Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Asociación Forestal Argentina. Del 13-15 agosto 1997, Posadas, Misiones, Argentina.. Pp. 1-9.
- FERNANDEZ R A, Lupi A M , Pahr, N. 1999. Aptitud de las tierras para la implementación de bosques. Provincia de Misiones. *Revista Forestal Yvyrareta* 9: 41-49.
- FERNANDEZ R, Montagnini F y Hamilton H. 1997. The influence of native tree species on soil chemistry in a subtropical humid forest region of Argentina. *Journal of Tropical Forest Science*. 10(2):188-196.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Castelar. Buenos Aires.
- MENDEZ R., Steitzer, E. 1999. Influencia de una especie fijadora de nitrógeno, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong (timbó) sobre la recuperación de un suelo degradado. Informe Final de Proyecto Integradora I. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. Pp. 17.
- MINISTERIO DE ECOLOGÍA, RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y TURISMO. 2003. Estrategias de desarrollo desde el sur forestal mundial. Plan Maestro Forestal. Memoria 2000 - 2003 y Perspectiva del patrimonio forestal industrial. Formato CD. Gobierno de la Provincia de Misiones. Posadas. Misiones. Argentina.
- MONTAGNINI F. 2001. Strategies for the recovery of degraded ecosystems: experiences from Latin America. *Interciencia* 26(10):498-503.
- MONTAGNINI F., Eibl B., Grance L., Maiocco D. and Nozzi D. 1997. Enrichment planting in degraded forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 99 (1 y 2): 237-246.
- MONTAGNINI F., Fernández R., Hamilton H. 1995. Relación entre especies nativas y la

- fertilidad de los suelos. Parte 1:Contenido de elementos en la biomasa. Yvyrareta 6(6): 5-12
- SANCHEZ P.A., Palm C.A., Davey C. B., Szott L. and Russell C.E. 1985. Tree crops as soil improvers in the humid tropics? In Cannel , M.G.R. and Jackson J. E. (Eds.) Attributes of trees as crop plants. Institute of Terrestrial Ecology, Abbots Ripton, Huntingdon, United Kingdom. Pp.327-350
- SILVA L. F. 1983. Influencia de cultivos e sistemas de manejo nas modificacoes edaficas dos oxisols de tabuleiro (haplortox) do sul da Bahia. CEPLAC, Departamento Especial da Amazonia, Belem, Brasil.
- YOUNG A. 1997. Agroforestry for soil management. 2nd edition. C.A.B.International. Wallingford, UK.