

## APTABILIDAD 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 ON DEGRADED SITES IN MISIONES, ARGENTINA.

Florencia Montagnini<sup>1</sup>  
Beatriz Eibl<sup>2</sup>  
Roberto Fernández<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> 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

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

<sup>2,3</sup> Director, INTA EEA Montecarlo. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. email: rfernandez@ceel.com.ar

#### 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* (Engler) Engler) and lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo). Guatambú had better growth in the site of high fertility. One of the nitrogen fixing species, timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong) also showed good growth, while rabo molle (*Lonchocarpus muehlbergianum* Hassler) showed low adaptability to the most degraded site. In contrast, timbó showed best growth in the most degraded site. Urunday (*Astronium balansae* Engl.) and cañafistola (*Peltophorum dubium* (Sprengler) Taubert) 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, Misiones

#### 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 mate, incluyendo especies forestales fijadoras de nitrógeno. Se destacaron por su adaptación y crecimiento dos especies maderables: guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler) y lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo). 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* (Vellozo) Morong), que presentó mejor crecimiento, mientras que rabo molle (*Lonchocarpus muehlbergianum* Hassler) presentó baja adaptación al sitio. El urunday (*Astronium balansae* Engl.) y la cañafistola (*Peltophorum dubium* (Sprengler) Taubert) 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, Misiones

#### 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., *Toona ciliata* M Roem var *Australis*, *Paulownia* spp., *Grevillea robusta* A.), plantaciones forestales de árboles nativos como *Araucaria angustifolia* (Bert) Otto Kuntze, cultivos agrícolas perennes como yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y citrus (*Citrus* spp.), 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 podrían 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 y Montagnini, 1998). En el presente trabajo se investigaron seis especies forestales nativas de potencial productivo con posible adaptación a sitios degradados. El objetivo fue evaluar la adaptación y crecimiento de las especies en sitios degradados en diferentes condiciones de plantación como cultivo puro o mixto y en combinaciones agroforestales.

## 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 la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en el Municipio de Eldorado, (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 equitativamente 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), se instaló sobre un terreno utilizado durante 40 años para cultivos agrícolas.

En contraste el Sitio 2, se encontraba medianamente degradado, consistiendo en un campo abandonado cubierto por pastos invasores (*Andropogum* spp., *Pennisetum* spp.). Este sitio había sido abandonado luego de aproximadamente 20 años de agricultura mecanizada intensiva.

El Sitio 3 con la menor degradación, 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.

### Especies ensayadas

Las especies ensayadas fueron *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong (Fabaceae) (timbo colorado), *Lonchocarpus muehlbergianum* Hassler (Fabaceae) (rabo molle), *Astronium balansae* Engl. (Anacardiaceae) (Urunday), *Peltophorum dubium* (Sprengler) Taubert (Fabaceae) (cañafistola), *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) así como por su valor maderable.

Entre estas especies dos están referenciadas como fijadoras de nitrógeno (timbo colorado y rabo molle), que fueron incluidas 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 1, el diseño consistió de cuatro bloques al azar con seis parcelas cada una, con cuatro repeticiones por tratamiento. Tratamiento 1: *Enterolobium contortisiliquum* (timbo colorado), fecha de plantación agosto de 1990. Tratamiento 2: *Peltophorum dubium* (cañafistola), 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 y fueron descartadas luego haberse realizado reposiciones por tres años consecutivos. Tratamiento 4: *Lonchocarpus muehlbergianum* (rabo molle), agosto de 1990. Tratamiento 5: Mezcla de las cuatro especies

intercaladas (timbó colorado, caña fistola, urunday y rabo molle). Tratamiento 6: Testigo con pasto natural (sin árboles).

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. En las parcelas mixtas, 9 ejemplares por especie en mezcla. El área total del experimento en este sitio fue de 7776 m<sup>2</sup>.

Los tratamientos para el Sitio 2 y Sitio 3 forman parte de ensayos agroforestales con especies maderables nativas asociadas con la yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae)) (Eibl et al. 1997, 1998, 2000). La fecha de plantación fue agosto de 1991 y agosto 1993 para *T. heptaphylla*.

El diseño consistió de cuatro bloques con cuatro parcelas cada una y con cuatro repeticiones por tratamiento.

Tratamiento 1: *Enterolobium contortisiliquum* (timbó) plantados a 3 m x 6 m, ó 555 plantas por hectárea, en líneas alternadas con yerba. Tratamiento 2: *Balfourodendron riedelianum* (guatambú) plantado a 3 m x 6 m, ó 555 plantas por hectárea, en líneas alternadas con yerba. Tratamiento 3: *B. riedelianum* (6 m x 6 m) y *E. contortisiliquum* (6 m x 6 m). Que se dispusieron en líneas mixtas alternadas con líneas de *I. paraguariensis*. Tratamiento 4: Testigo, *I. paraguariensis* sola como cultivada tradicionalmente en la zona (3 m x 1,5 m, 2222 plantas por hectárea).

Además en el Sitio 2, se incluyó *Tabebuia heptaphylla* (lapacho negro) (3 m x 6 m) en líneas alternadas en plantaciones de yerba.

Cada parcela fue de 15 x 15 m, en bloques de 15 m x 60 m y la superficie del experimento en los Sitios 2 y 3 cubrió un área total de 5000 m<sup>2</sup>.

La preparación del terreno consistió en una limpieza manual y pasada de rastra liviana. La plantación con pala angosta en pozos individuales de 30 cm de profundidad.

En los tres sitios se realizaron mediciones anuales de crecimiento en altura, diámetro a la altura del pecho, sobrevivencia y observaciones generales. A los fines de apoyar el análisis de las cualidades entre las especies se realizaron comparaciones de medias para estas tres variables.

Al momento de la instalación de los ensayos 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. Las descripciones físicas, en forma superficial y a partir de las muestras tomadas y calicatas, fueron realizadas por los docentes de la cátedra de edafología de la Facultad de Ciencias Forestales y los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de Edafología de la Universidad Nacional del Nordeste (Provincia de Corrientes) Tabla 1.

## RESULTADOS

### Caracterización de los suelos para cada sitio

#### Sitio 1

El suelo pertenece al Gran grupo Kandiuults (INSTITUTO., 1990). El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 6%. Se estima que sufrió pérdidas por erosión hídrica del orden de los 10 cm. Al momento de comenzar la presente investigación, el sitio presentaba compactación superficial y subsuperficial hasta los 60 cm y drenaje con tendencia moderadamente deficiente, debido a la compactación. De color rojo, con profundidad efectiva superior a los 2 metros, 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 puede ser caracterizado 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).

#### Sitio 2

Se trata de un sitio cuya condición edáfica es intermedia, con una historia de uso agrícola pero menos intensivo que el sitio 1. 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 por compactación física, presenta aptitud moderada a buena para plantaciones forestales (FERNÁNDEZ et al., 1999).

#### Sitio 3

El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 8%. El suelo es un Hapludalf típico, según la US Soil Taxonomy (FERNÁNDEZ et al., 1999). 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 profundos, bien estructurados, relativamente fértiles, ricos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y nutrientes (Tabla 1). Presentan buena aptitud para cultivos perennes o plantaciones forestales (FERNÁNDEZ et al., 1999).

**Tabla 1: Características químicas de los suelos antes de realizar las plantaciones para los tres sitios.**  
**Table 1: Chemical characteristics of soils before planting for the three sites.**

Sitio	Espesor cm	MO %	Nt %	P ppm	pH en H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Suma de bases cmol <sup>+</sup> /kg	CIC cmol <sup>+</sup> /kg
						cmol <sup>+</sup> /kg				
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
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
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**

**Sitio 1.**

La medición realizada en noviembre de 2003 (Tabla 2), cuando las especies tenían entre 8 y 13 años reveló que los mayores diámetros y alturas se encontraban en las parcelas de timbó (con 13 años) tanto para la situación pura como mixta sin diferencias significativas entre ellas. Las sobrevivencias fueron superiores en el caso de las plantaciones mixtas. En segundo lugar le sigue el urunday (con 10 años) tanto para la situación pura como mixta con diferencias significativas entre ellas para el diámetro. Las sobrevivencias fueron superiores en el caso de plantación mixta. En tercer lugar, cañafistola con mayor diámetro y altura para

las plantaciones mixtas y con una menor sobrevivencia para este caso. Aproximadamente un 20% de los ejemplares muertos de cañafistola presentaban rebrote de cepa con 1,5 metros de altura en promedio al momento de la medición. La mortandad de estos ejemplares de cañafistola 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 crecimiento tanto en diámetro como altura, las parcelas mixtas para esta especie tuvieron menor altura, diámetro y sobrevivencias que las parcelas puras.

**Tabla 2: Crecimiento en diámetro, altura y sobrevivencia 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 en %
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> puro	23,0 (5,89) a	9,91 (1,88) a	42,4 c
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> mixto	23,4 (4,66) a	9,84 (1,61) a	63,9 b
<i>Peltophorum dubium</i> puro	6,6 (3,00) d	5,55(1,67) c	61,1 b
<i>Peltophorum dubium</i> mixto	9,27 (2,36) b	8,16 (1,69) b	52,8 c
<i>Astronium balansae</i> puro	9,24 (2,14) b	6,46(4,2) c	40,9 c
<i>Astronium balansae</i> mixto	8,24 (2,05) c	6,48 (1,22) c	80,5 a
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i> puro	6,28 (1,17) d	4,23(0,93) d	52,8 c
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i> mixto	2,52 (1,44) e	2,22(0,54) e	27,8 d

Mediciones efectuadas en noviembre de 2003. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupos.

Ambas especies consideradas fijadoras de nitrógeno (timbó y rabo molle) presentaron las menores sobrevivencias, a pesar de que se realizaron reposiciones hasta el tercer año. El timbó requirió 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 esta especie para dar forma al fuste. Para cañafístola no se han realizado reposiciones, y 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 luego de plantadas, utilizándose para ello el material vegetal que se encontró en el sitio. Las mejores resistencias a heladas se observaron en urunday, especie que también presentó elevadas tolerancias a situaciones de sequías.

**Sitio 2.**

**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) a	6,91 (1,23) b	56 b
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	9,44 (2,22) c	7,89 (1,88) a	94 a
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	13,0 (4,08) b	7,22 (1,48) a	95 a

Mediciones efectuadas en noviembre de 2003

Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupos.

**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 debiso a su rápido crecimiento.

**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) b	5,2 (1,8) b	68 b
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	15,5 (3,4) a	9,9 (1,9) a	95 a

Mediciones efectuadas en diciembre 2003

Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupos

Ambas especies debieron ser protegidas contra las heladas por uno a dos inviernos, siguientes a la plantación, hasta lograr que la yema terminal alcance los 1,5 metros de altura aproximadamente, utilizándose para ello el material vegetal que se encontraba en el sitio.

## 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 a 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 indicaron niveles importantes de degradación y compactación para el Sitio 1.

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 et al., 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 el 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 el 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 de menor degradación de Santiago de Liniers y solamente afectaron a los árboles en sus estadios iniciales. En el 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 dos 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, que no permitió que las raíces exploraran en profundidad para el abastecimiento de agua ante condiciones de sequía (MORAES GONÇALVES, 2003, OLER'Y, H., comunicación personal). Ambas especies presentaron rebrote de cepa de aproximadamente el 20% de los ejemplares muertos en pie, con fustes de 1,50 metros en promedio al año. 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 al momento de la cosecha (EIBL et al., 2000)

En el Sitio 1 las plantaciones mixtas indicaron beneficios para todas las especies a excepción del *L. muehlbergianum*, aparenta ser una especie no adaptada a condiciones de sitios muy degradados, agravándose en este caso la situación para las 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. Es común que para ciertas especies, además de un mayor crecimiento o sobrevivencia, las plantaciones mixtas 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 y menor compactación. 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. *B. riedelianum* y *B. densiflora* no se adaptaron a situaciones de elevada degradación física y química.

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

una especie de bajos requerimientos nutricionales para un buen crecimiento pero sensible a las condiciones de compactación por lo que se sugiere una preparación del suelo con subsolado hasta los 60 cm de profundidad. Este último tratamiento también beneficiaría a las demás especies en las etapas posteriores a la instalación.

#### 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.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Castelar. Buenos Aires.
- FERNANDEZ R, Montagnini F y Hamilton H. 1997. The influence of native tree species on soil chemistry in a subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 99:237-246.
- FERNANDEZ R A, Lupi A M , Pahr, N. 1999. Aptitud de las tierras para la implementación de bosques. Provincia de Misiones. *Revista Forestal Yvyretá* 9: 41-49.
- 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. *Yvyretá* 6(6): 5-12.
- MORAES GONÇALVES J. L. 2003. Perspectivas para o Cultivo Mínimo no Brasil. Conferencia. 11<sup>as</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. 7,8 y 9 de Octubre de 2003. En formato CD. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Eldorado. Misiones.
- 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*. 2<sup>nd</sup> edition, C.A.B. International. Wallingford. UK.