

## RELACIONES ENTRE ESPECIES NATIVAS Y LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS.

### PARTE 1: CONTENIDO DE ELEMENTOS EN LA BIOMASA.

MONTAGNINI, Florencia (1)

FERNANDEZ, Roberto (2)

HAMILTON, Healy (3)

#### RESUMEN

Conocer la influencia de las especies arbóreas sobre la fertilidad de los suelos resulta importante para su eventual utilización en proyectos de recuperación de áreas degradadas o en el manejo de sistemas que tiendan a la sostenibilidad. Con este objetivo se estudió el efecto de cinco especies nativas de la selva misionera sobre las características químicas de los suelos: Guatambú (*Balfourodendron riedelianum*), Peteribí (*Cordia trichotoma*), Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) y Guaicá (*Ocotea puberula*). A efectos de caracterizar a estas especies respecto del contenido de N, P, Ca, Mg, K, Al, Fe y Mn presente en su biomasa se muestrearon raíces, ramas y hojas de árboles adultos. En este trabajo se discuten los resultados de concentración de nutrientes en la biomasa, y su relación posible con aspectos relacionados al ciclaje de nutrientes.

La concentración de nitrógeno en los tejidos resultó semejante en las cinco especies, y elevada en comparación con datos de la literatura. La concentración de fósforo foliar fue mayor en Laurel Guaicá, con un valor que duplica al resto de las especies de este estudio. Las mayores concentraciones foliares de calcio fueron observadas en Guatambú, Loro Negro y Loro Blanco, mientras que se encontraron bajas concentraciones de este nutriente tanto en ramas como raíces de Laurel Guaicá. El magnesio manifestó un comportamiento semejante al del calcio, con concentraciones menores en Laurel Guaicá, en este caso inclusive en hojas. La concentración foliar de potasio fue mayor en Loro Blanco. Guatambú y Loro Negro no presentaron concentraciones detectables de potasio en ramas, mientras que el Timbó presentó el mayor

nivel. Por otro lado, esta especie manifestó la menor concentración de potasio en raíces.

Comparando la distribución de nutrientes en los tejidos para cada especie, se observa que el nitrógeno, magnesio y potasio se encuentran en mayor concentración en hojas, sugiriendo un buen potencial para la recirculación de estos nutrientes. Por otro lado, se observa que las concentraciones de calcio y fósforo resultan semejantes en hojas, ramas y raíces, lo cual implica un potencial similar tanto para la retención como para la recirculación de estos nutrientes. Se infiere de los datos presentados el posible papel de las especies sobre la circulación de nutrientes en el ecosistema.

Palabras claves: Contenido de elementos en biomasa, ciclo de nutrientes, especies nativas, Misiones, Argentina.

(1) Docente School of Forestry and Environmental Studies. Yale University, U.S.A.

(2) Docente Fac. de Ciencias Forestales, UNaM. CC 295 (3382) Eldorado, Misiones. Técnico EEA Montecarlo. INTA. CC 4 (3384) Montecarlo. Misiones.

(3) School of Forestry and Environmental Studies. Yale University. New Haven, Connecticut, U.S.A. Dirección actual: Department of Integrated Biology, The Museum of Paleontology, University of California, Berkeley, CA 94720.

#### ABSTRACT

The impacts of tree species on soil fertility can influence their choice for systems aiming at the recovery of degraded areas or those enhancing sustainability. The goal of this project was to



examine the effects of five species native to the Misiones forest on soil chemical characteristics. The species were: Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum*), Peteribí (*Cordia trichotoma*), Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) and Guaicá (*Ocotea puberula*). In addition, samples of roots, branches and leaves were taken from adult trees to measure concentrations of N, P, Ca, Mg, K, Al, Fe and Mn. In the present article we show results of biomass nutrient concentrations for the five species of this study.

The nitrogen concentrations in tree tissue were similar in the five species, and they were high in comparison with data from the literature. Phosphorus concentrations in foliage were higher in Laurel Guaicá, with values twice as high as those of the other species, and also higher than other species in the literature. The highest leaf calcium concentrations were found in Guatambú, Loro Negro and Loro Blanco, while Laurel Guaicá showed very low calcium concentrations in branches and roots. The pattern for magnesium was similar to calcium, with lowest concentrations in Laurel Guaicá, in this case even in leaves. The highest leaf potassium concentrations were found in Loro Blanco. Guatambú and Loro Negro showed undetectable levels of potassium in branches, while Timbó had the highest concentrations. On the other hand, this species had the lowest root potassium concentrations.

Comparing the nutrient distribution in tissue for each species, magnesium and potassium were found in greatest concentrations in leaves, suggesting a good recycling potential. On the other hand, calcium and phosphorus concentrations were similar in leaves, branches and roots, suggesting that there was a potential for both recycling and retention of these nutrients. The potential role of each species on nutrient cycling is inferred from these results.

Key words: Biomass element content, nutrient cycling, native species, Misiones, Argentina.

## INTRODUCCION

Si bien la provincia de Misiones cuenta con aproximadamente 180.000 has de bosques implantados el área cultivada con especies nativas no alcanza al 10% de ese guarismo y, a excepción de la *Araucaria angustifolia*, resulta prácticamente

insignificante.

Entre los motivos que provocaron esta situación se puede mencionar la insuficiente información respecto de las técnicas silviculturales adecuadas para el establecimiento y el manejo de estas especies.

Razones de orden económico y ecológico justifican intensificar los esfuerzos encaminados a la búsqueda de alternativas para el uso de las tierras, entre otras, las referidas al cultivo puro o mixto de especies arbóreas no tradicionales, o bien mediante su integración en sistemas agroforestales.

Por otro lado la degradación sufrida por los suelos como consecuencia de la aplicación de técnicas de uso y manejo inadecuadas (Fernández, 1984), fenómeno en muchos casos contemporáneo, provoca el abandono de esas tierras y el comienzo de un período de barbecho, mediante la repoblación vegetal, estado conocido regionalmente como «capuera».

En este sentido conocer la capacidad de las esencias forestales de valor económico como restauradoras de la condiciones de fertilidad es relevante porque, además de la eventual mejora a nivel de las condiciones edáficas, su cultivo significa una alternativa de ingreso para el productor.

Con este objetivo se examinó el efecto de cinco especies nativas de la selva misionera sobre las características químicas de los suelos (Fernández et al, 1994). Esta investigación fue complementada por el estudio de la composición química de la biomasa (hojas, ramas y raíces), la cual puede dar una indicación del posible efecto de las especies sobre el reciclaje de nutrientes, cuyos resultados se presentan en esta entrega.

## MATERIALES Y METODOS

Los sitios de muestreo fueron localizados en los departamentos de Eldorado y Montecarlo, provincia de Misiones, latitud: 26° 20-40' sur, longitud: 54° 20-40' Oeste, altitud 160 m.s.n.m.

Según la clasificación de Koppen (en Ometto, 1981), el clima es de tipo Cfa, macrotérmico, constantemente húmedo y subtropical, con precipitaciones anuales que oscilan los 1700 mm a 2400mm en promedio, distribuidas proporcionalmente en todos los meses del año. La temperatura media del mes más cálido (enero) es de 25°C, con máximas absolutas de 39°C; la temperatura media del mes



más frío (Julio) es de 14°C, con mínimas absolutas de -6°C.

Las cinco especies objeto del estudio fueron: Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum*), Peteribí (*Cordia trichotoma*), Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) y Guaicá (*Ocotea puberula*). Las especies se seleccionaron según su valor económico, intentando asimismo complementar otros trabajos en marcha tendientes a evaluar su capacidad recuperadora de suelos y de crecimiento en sitios degradados.

El muestreo se efectuó en 3 sitios. Los suelos de los sitios 1 y 3 pertenecen al Gran Grupo Hapludalf -pardos-, mientras que los del sitio 2 corresponden a los Kandihumultes, conocidos

localmente con "tierra colorada".

El uso actual de la tierra en los sitios 1 y 3 correspondió a pasturas con árboles, mientras que en el sitio 2 a un yerbal en el cual se respetaron algunos renovales del bosque original.

La edad de los árboles osciló entre los 25 y 30 años.

Las muestras de hojas y ramas fueron colectadas de cinco individuos de cada especie, elegidos al azar, mediante el corte de dos ramas completamente desarrolladas localizadas en lados opuestos del árbol. Adicionalmente, mediante barrenos, se tomaron 3 muestras de raíces por ejemplar, aproximadamente a 2 metros del tronco, en el espesor 0-15 cm. El muestreo se realizó en el invierno de 1991. Las raíces fueron lavadas,

**Tabla 1.** Concentración de elementos en tejido foliar, ramas y raíces de cinco especies arbóreas nativas de la Provincia de Misiones.

**a- Hojas**

Especies	(g/100g)					(mg/kg)		
	N	P	Ca	Mg	K	Al	Mn	Fe
E.c.	2.61(0.17)c	0.29(0.06)b	0.99(0.20)b	0.35(0.03)c	0.97(0.10)bc	610(133)a	94.3(12)bc	764(172)a
B.r.	3.29(0.21)a	0.17(0.01)e	1.6(0.06a)	0.53(0.05)a	1.26(0.19)b	67.5(3.9)b	219(20)a	104(4.6)c
C.t.	2.74(0.20)c	0.23(0.03)c	1.68(0.04)a	0.44(0.08)ab	1.29(0.24)b	152(27)b	34.4(4)de	167(27)c
B.d.	2.87(0.06)bc	0.25(0.01)cd	1.58(0.01)a	0.44(0.04)bc	1.8(0.22)a	152(17)b	70.2(9)bcd	192(22)bc
O.p.	3.16(0.07)ab	0.57(0.02)a	1.07(0.14)b	0.21(0.01)d	1.02(0.07)b	96.7(6.8)b	79.5(6)bc	129(7)bc

**b- Ramas**

Especies	(g/100g)					(mg/kg)		
	N	P	Ca	Mg	K	Al	Mn	Fe
E.c.	1.65(0.11)a	0.33(0.02)cd	1.14(0.15)b	0.43(0.04)a	1.50(0.16)a	74.4(16)bcd	68.0(13)bc	990(51)c
B.r.	1.49(0.09)ab	0.23(0.01)e	1.41(0.01)ab	0.26(0.02)bc	0.01(0.01)c	82.6(8.5)bcd	74.6(7.7)ab	1854(146)a
C.t.	1.68(0.19)a	0.22(0.01)e	1.51(0.02)a	0.24(0.04)bc	0.01(0.01)c	139(49)a	105.9(36)a	1903(361)a
B.d.	0.96(0.05)c	0.38(0.02)ab	1.48(0.05)a	0.21(0.01)bc	0.39(0.039)bc	54.1(9.6)bc	50.9(9.2)bc	910(91)c
O.p.	0.93(0.05)c	0.40(0.02)a	0.47(0.03)c	0.07(0.01)d	0.72(0.04)b	38.1(3.5)d	38.1(6.3)c	1444(88)b

**c- Raíces Pequeñas (<1mm)**

Especies	(g/100g)					(mg/kg)		
	N	P	Ca	Mg	K	Al	Mn	Fe
E.c.	1.90(0.04)b	0.38(0.01)a	1.21(0.07)b	0.12(0.01)de	0.26(0.01)b	116(12)a	147(22)b	179(23)bc
B.r.	1.94(0.20)b	0.32(0.01)b	1.12(0.11)b	0.26(0.01)bcd	0.91(0.10)a	119(9.2)a	222(34)a	360(40)a
C.t.	1.63(0.02)c	0.39(0.01)a	1.63(0.01)a	0.25(0.01)cd	0.79(0.07)a	51.6(0.1)c	70.9(12)bc	184(3.62)b
B.d.	1.42(0.01)c	0.40(0.09)a	0.96(0.33)bc	0.37(0.14)ab	0.79(0.24)a	27.9(11)c	36.2(14)d	89.7(4.51)c
O.p.	2.29(0.17)a	0.27(0.01)c	0.81(0.03)c	0.17(0.02)cd	0.33(0.07)b	68.8(3.7)b	125(9.8)ab	354(25)a

**d- Raíces Medianas(1-3 mm)**

Especies	(g/100g)					(mg/kg)		
	N	P	Ca	Mg	K	Al	Mn	Fe
E.c.	2.66(0.8)b	0.38(0.01)ab	1.40(0.01)b	1.06(0.01)b	0.46(0.02)c	26.1(0.40)b	25.9(5.12)cd	54.2(0.74)b
B.r.	2.79(0.09)b	0.30(0.01)c	1.37(0.01)b	0.13(0.01)b	0.83(0.14)ab	35.4(5.20)a	59.1(8.7)a	149(27)a
C.t.	1.50(0.03)d	0.39(0.01)a	1.55(0.03)a	0.28(0.01)b	1.02(0.01)a	33.4(0.70)a	41.2(0.76)c	131(3.0)a
B.d.	1.91(0.12)c	0.35(0.05)b	1.39(0.01)b	0.43(0.01)a	0.86(0.09)ab	18.8(8.17)b	25.6(10.9)d	50.5(3.5)b
O.p.	3.12(0.08)a	0.34(0.01)bc	0.40(0.02)c	0.13(0.02)b	0.85(0.09)ab	33.6(5.51)a	57.4(12)a	152(18)a

**e- Raíces Grandes (> 3 mm)**

Especies	(g/100g)					(mg/kg)		
	N	P	Ca	Mg	K	Al	Mn	Fe
E.c.	1.54(0.02)a	0.38(0.01)a	1.34(0.04)a	0.15(0.01)c	0.61(0.03)c	7.18(0.79)c	8.74(0.92)c	31.2a(1.3)c
B.r.	1.29(0.20)b	0.33(0.04)b	1.38(0.01)a	0.09(0.01)d	0.27(0.03)d	37.2(7.31)a	85.9(24)a	162(45)a
C.t.	1.51(0.03)a	0.37(0.01)a	1.37(0.01)a	0.29(0.01)b	0.95(0.01)b	20.1(0.37)b	25.2(0.65)c	78.7(1.5)b
B.d.	1.15(0.19)b	0.30(0.01)b	1.40(0.01)a	0.45(0.03)a	1.15(0.27)a	22.8(10)b	37.6(18)bc	78.8(15)bc
O.p.	1.11(0.12)a	0.22(0.03)c	0.39(0.05)b	0.07(0.01)d	0.61(0.09)c	26.2(5.50)b	52.3(16)b	106(16)b

E.c.: Timbó, B.r.: Guatambú, C.t.: Peteribí. B.d.: Loro Blanco, O.p.: Laurel Guaicá



secadas y separadas en tres categorías: finas (<1mm), medianas (1-5 mm), y grandes (>5mm).

Las muestras de los tejidos fueron secadas a 60°C hasta peso constante. El material fue molido -cedazo de 1 mm-, y digerido en una mezcla de H<sup>2</sup>SO<sup>4</sup> (Anderson e Ingram, 1989). El Ca, Mg, K, Al, Fe y Mn fueron analizados mediante espectrofotometría de plasma en los laboratorios de la Escuela Forestal y de Estudios de Medio Ambiente de la Universidad de Yale, EUA. El P y el N se determinaron colorimétricamente usando un espectrofotómetro (Anderson e Ingram, 1989).

Los datos fueron procesados mediante análisis de variancia y el procedimiento de GLM de SAS para diferencias entre medias.

## RESULTADOS Y DISCUSION

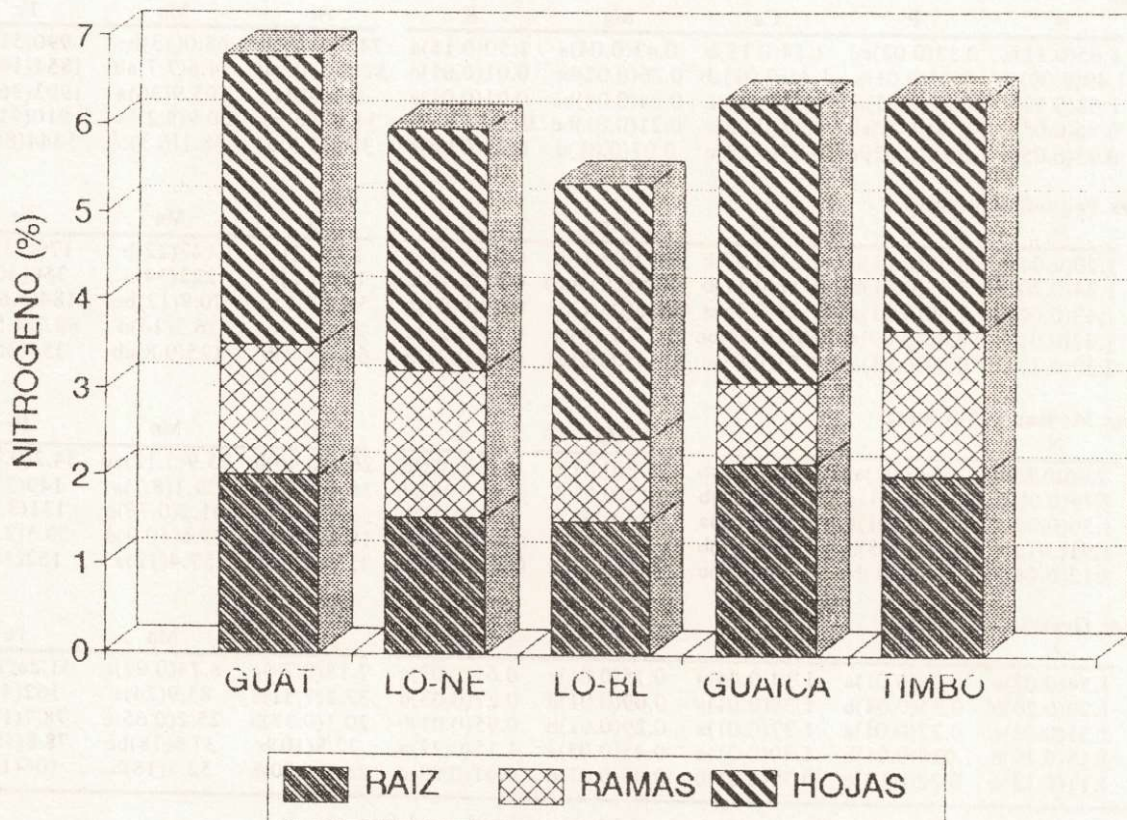
La Tabla 1 muestra los datos analíticos correspondientes al contenido de elementos en

hojas, ramas y raíces para las cinco especies. Entre paréntesis se presentan los desvíos estándar. Las diferencias entre medias, para un cierto parámetro, son estadísticamente significativas cuando están seguidas por letras diferentes.

Se hace notar que en las Figuras 1 a 6 los datos representados por las barras no son aditivos, sino que se grafican de esa manera exclusivamente a efectos ilustrativos. Por lo tanto la sumatoria de las concentraciones no debe ser utilizada para comparaciones entre especies. Los valores de concentración de elementos referentes a las raíces corresponden al promedio entre los tres tamaños analizados.

Puede observarse en la Figura 1, que independientemente de las diferencias estadísticas (Tabla 1), la concentración de nitrógeno en los tejidos resultó semejante en las cinco especies, y comparativamente elevada con referencia a otras especies mencionadas en la literatura (Pagano et al., 1982; Young, 1989; Montagnini et al., 1994). Por otro lado el Timbó, única especie con capacidad

Figura 1. Concentración de nitrógeno en biomasa.





de fijar nitrógeno atmosférico, no se destacó con respecto a las demás. Posiblemente el elevado nivel de este nutriente en los tejidos del resto de las especies enmascara las diferencias esperadas. Además, aunque ha sido observada nodulación en plantines de vivero (B. Eibl, com. pers.), aún no ha sido medida la capacidad fijadora de esta especie en condiciones de campo. Este tema sería de especial interés para futuras investigaciones.

La concentración de fósforo foliar fue mayor en Laurel Guaicá, con un valor que duplica al resto de las especies de este estudio (Figura 2), e inclusive a otras referidas por Pagano et al. (1982), Montagnini et al. (1991), Montagnini y Sancho (1994) y Montagnini et al. (1994).

Las mayores concentraciones foliares de calcio fueron observadas en Guatambú, Loro Negro y Loro Blanco. Es de destacar las relativamente bajas concentraciones de este nutriente tanto en ramas como raíces de Laurel Guaicá (Figura 3).

El magnesio manifestó un comportamiento semejante al del calcio, con concentraciones menores en Laurel Guaicá, en este caso inclusive en hojas

(Figura 4).

La concentración foliar de potasio fue mayor en Loro Blanco. Guatambú y Loro Negro no presentaron concentraciones detectables de potasio en ramas, mientras que el Timbó presentó el mayor nivel. Por otro lado, esta especie manifestó la menor concentración de potasio en raíces (Figura 5).

Los rangos observados en las concentraciones de calcio, magnesio y potasio para los tres tejidos examinados resultan comunes a los reportados por Montagnini et al. (1991) y Montagnini y Sancho (1994).

A su vez, comparando la distribución de nutrientes en los tejidos para una misma especie, en este caso el Loro Blanco (Figura 6), se observa que el nitrógeno, magnesio y potasio se encuentran en mayor concentración en hojas, lo cual sugiere un buen potencial para la recirculación de estos nutrientes. Por otro lado, se observa que las concentraciones de calcio y fósforo resultan semejantes en hojas, ramas y raíces, lo cual podría implicar un potencial similar tanto para la retención como para la recirculación de estos nutrientes.

Figura 2. Concentración de fósforo en biomasa.

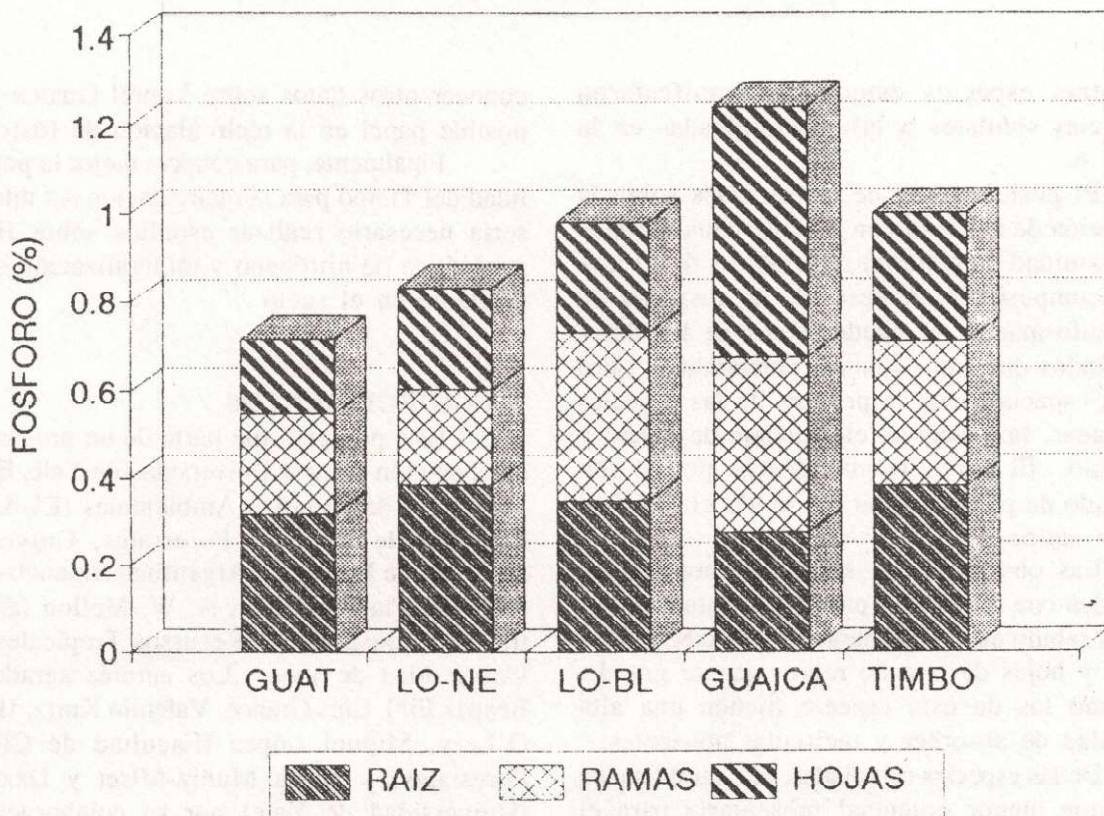
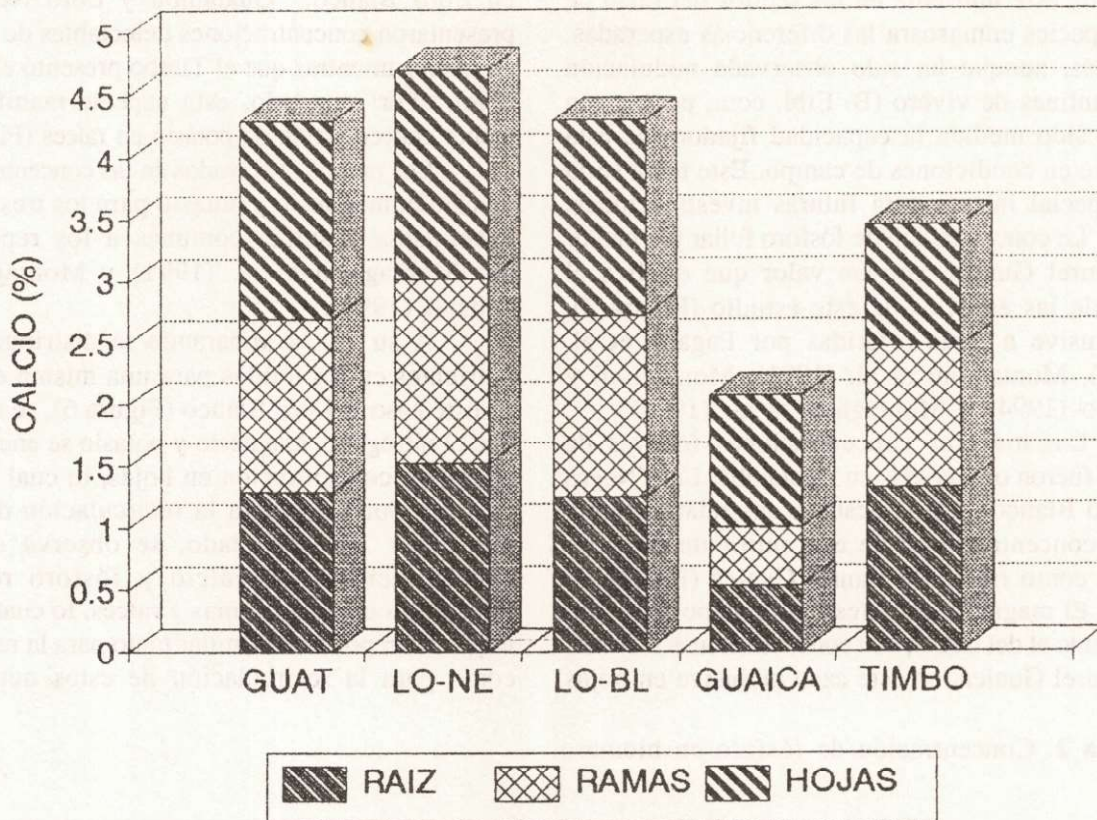




Figura 3. Concentración de calcio en biomasa.



Las otras especies estudiadas manifestaron tendencias similares a las ejemplificadas en la Figura 6.

El posible papel de las especies sobre la circulación de nutrientes en el ecosistema depende de la cantidad de material reciclable y de su tasa de descomposición. A pesar de no disponer de dicha información se puede inferir de los datos presentados que Loro Blanco, Guatambú y Loro Negro, especialmente la primera de las especies nombradas, favorecerían el reciclaje de calcio y magnesio. El Loro Blanco, además, por su alto contenido de potasio foliar facilitaría el reciclaje de este catión.

Las observaciones sobre el Loro Blanco coinciden con el carácter pionero de esta especie, pues es sabido que las pioneras, con su crecimiento rápido y hojas de tamaño relativamente grande, tal como las de esta especie, tienen una alta capacidad de absorber y recircular nutrientes.

De las especies estudiadas, el Laurel Guaicá es la que menor potencial presentaría para el reciclaje de cationes. Sin embargo, sería interesante

conocer otros datos sobre Laurel Guaicá por su posible papel en la recirculación de fósforo.

Finalmente, para conocer mejor la potencialidad del Timbó para la recirculación del nitrógeno sería necesario realizar estudios sobre fijación simbiótica de nitrógeno y mineralización de este nutriente en el suelo.

#### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue parte de un programa de colaboración entre la Universidad de Yale, Escuela Forestal y de Estudios Ambientales (EUA), y la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (Argentina), financiado con fondos de la Fundación A. W. Mellon (EUA) a través del Instituto de Recursos Tropicales de la Universidad de Yale. Los autores agradecen a Beatriz Eibl, Luis Grance, Valentin Kurtz, Horacio O'Lery, Miguel López (Facultad de Ciencias Forestales) y Nuria Muñoz-Miret y Dazhi Du (Universidad de Yale) por su colaboración en diferentes etapas de este proyecto.



Figura 4. Concentración de magnesio en biomasa.

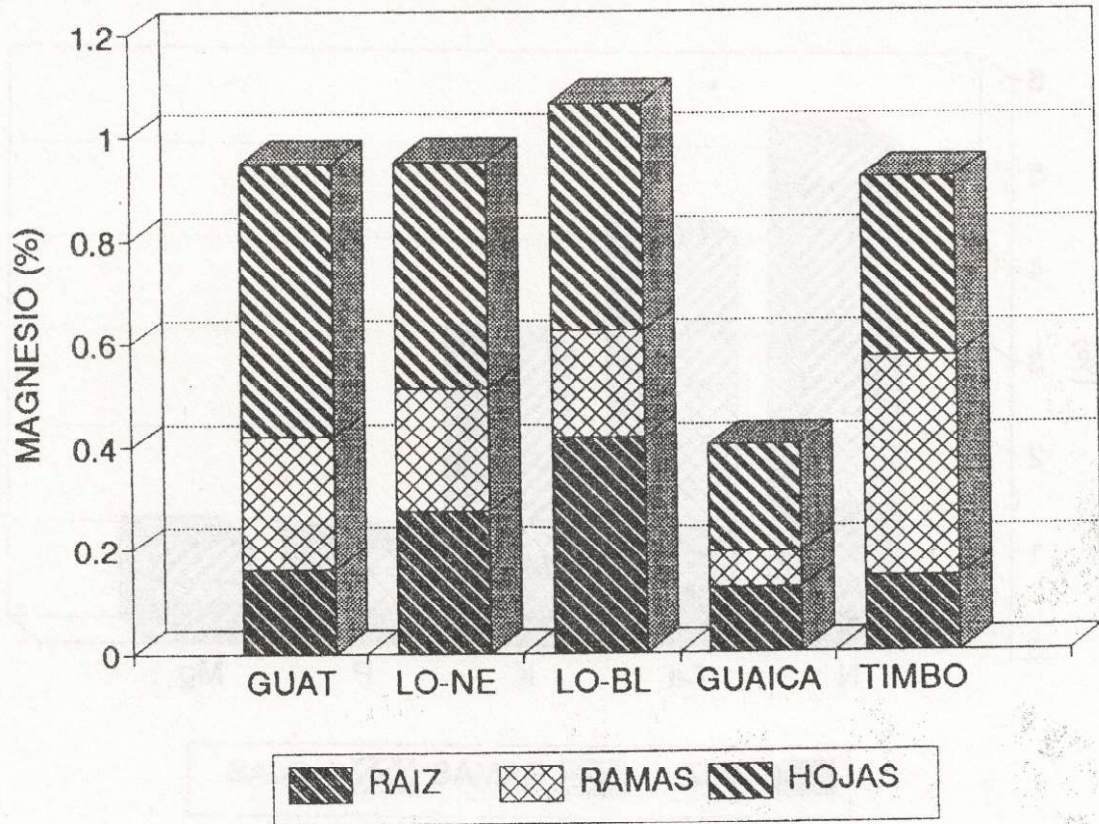


Figura 5. Concentración de potasio en biomasa.

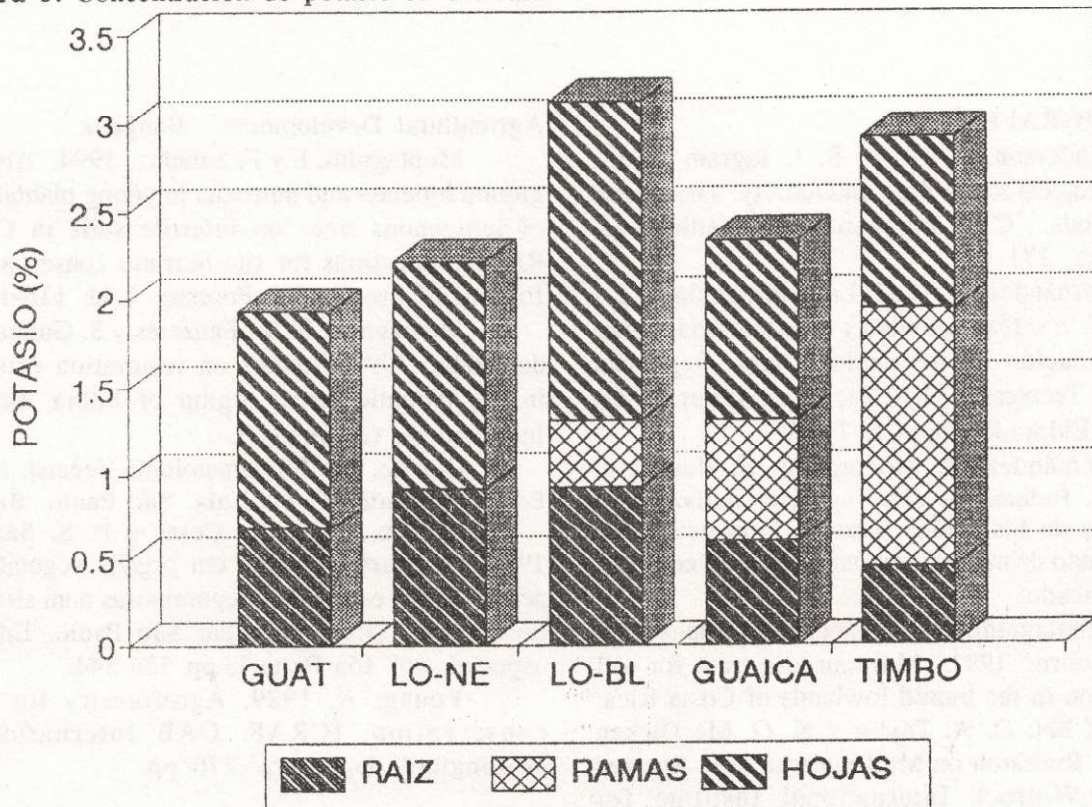
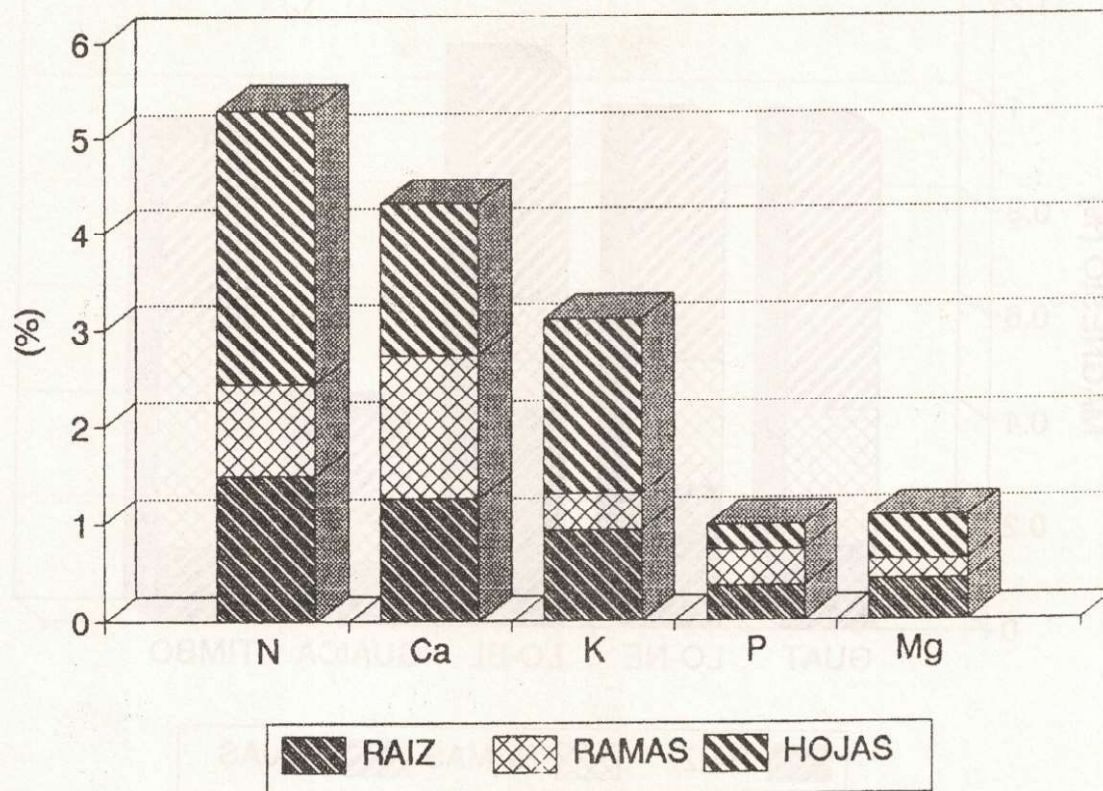




Figura 6. Concentración de elementos en biomasa en Loro Blanco.



## BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J. M. y S. I. Ingram (eds.). 1989. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. CAB International. Wallingford, Inglaterra, 171 pp.
- Fernández, R. 1984. La habilitación de las tierras en la selva misionera y consecuencias sobre la degradación de los suelos. Actas Segundas Jornadas Técnicas XXXX, Fac Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado Tomo I: 71-99.
- Fernández, R; Montagnini, F; Hamilton, H. 1994. Relaciones entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 2. Influencia sobre el contenido de nutrientes y otras variables edáficas. No publicado.
- Montagnini, F., F. Sancho, K. Ramstad y E. Stijfhoorn. 1991. Multipurpose trees for soil restoration in the humid lowlands of Costa Rica. pp.41-58 EN: D. A. Taylor y K. G. Mc Dicken (EDS.). Research on Multipurpose Tree Species in Asia. Winrock International Institute for Agricultural Development. Bangkok.
- Montagnini, F. y F. Sancho. 1994. Above-ground biomass and nutrients in young plantations of indigenous trees on infertile soils in Costa Rica: implications for site nutrient conservation. Journal of Sustainable Forestry 1(4): 115-139.
- Montagnini, F., A. Fanzeres y S. Guimaraes da Vinha. 1994. Studies on restoration ecology in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. Interciencia. (en prensa).
- Ometto, J.C. Bioclimatología Vegetal. 1981. Ed. Agronómica Ceres Ltda. Sao Paulo. Brasil.
- Pagano, S. N., O. Cesar y P. S. Santos. 1982. Compartimentacao em orgaos vegetativos aereo em tres especies de leguminosas num sistema de cerrado. Silvicultura em Sao Paulo. Edicao especial, vol 16a Parte I, pp 536-544.
- Young, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. ICRAF. CAB International, Wallingford, Inglaterra, 276 pp.