INFLUENCIA DEL SISTEMA DESMONTE-REFORESTACION CON PINUS SPP SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS

Roberto A. Fernández

Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones C.C. 295 (3382). El Dorado Misiones (1).

RESUMEN

Se estudiaron las variaciones de algunas características edáficas ocurridas en suelos que luego del desmonte se destinaron al cultivo de *Pinus SPP*.

El muestreo se realizó en 10 pares bosque nativo-reforestación, edaficamente homogéneos, en inseptisoles de la Provincia de Misiones, República Argentina. Los volúmenes muestreados correspondieron a dos espesores y en ellos se determinó textura, pH en agua y en KCL, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo, y los valores S, H y T de Hissink.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el test de hipótesis sobre muestras apareadas

Se observó una disminución significativa al 0,05 de nivel de riesgo para ambos pH, carbono orgánico, magnesio y suma de bases intercambiables (valor S) en ambos espesores; mientras que para nitrógeno total, calcio y total de cationes intercambiables (valor T) se manifestó solo en superficie y para la relación C/N sólo en profundidad. Fósforo y acidez de cambio no se mostraron diferencias significativas.

Se discuten las posibles causas de estas variaciones.

Palabras claves: cambio en fertilidad, cultivo de Pinus SPP, desmonte, acidificación, inceptisol.

INFLUENCE OF THE CLEARCUTTING—REFORETATION SYSTEM OF PINUS SPP ON SOME CHEMICALS CHARACTETISTICS OF THE SOILS

ABSTRACT

Variations in soil characteristics were investigated. These soils were originally covered whit natural forest, they were clearcutted and used for the cultivation of *Pinus spp*.

The sampling consisted of ten pairs of native forest-reforestation, inseptisols of the Misiones Province in Argentina.

The volume sampling corresponded to two layers. Texture, water and KCL pH, organic carbon, total nitrogen, phosphorous, and S, H, and T values of Hissink were determined.

For the statistical analisis of date were utilized the test of hyphotesis on paired samples.

It was determined a diminishing, whit a 0,05 significance level in both pH, organic carbon, magnesium and sum of interchangeable bases (S values), in both layers of reforested soil; while for total nitrogen, and calcium and the total of interchangeable cations (T values) the diminishing was only whit statistical significance in the upper layer, and for the C/N relationship in the deepest layer. Phosphorous and interchangeable acidity (H values) did not show differences in both soils.

The possible causes of these variations are discussed.

Key word: changes in fertility, reforestation of *Pinus spp*, clearcutting, acidification, Inseptisol.

(1) Institución donde fue parcialmente realizado el trabajo. Actualmente técnico del INTA, AFR Montecarlo, CC Nr 4, (3384) Montecarlo, Misiones.

INTRODUCCION

La práctica de implantar especies forestales en zonas tropicales y subtropicales cobró un impulso notable en los últimos veinte años, lapso en que pasó de 6,7 a 27,5 millones de hectáreas. De este total casi el 34% está cubierto por especies del género *Pinus*, según proyecciones de Evans (1982).

En la Provincia de Misiones existen 171.024 Ha. implantadas con especies forestales, de las cuales 140. 464 Ha. pertenecen al género Pinus, Ferreyra (1987). Está práctica se realizó casi en su totalidad en tierras de bosques y un pequeño porcentaje en la zona de campo.

El impacto sobre la dinámica del suelo producido por el desmonte y por la implantación de masas puras de forestales exóticos, en especial coníferas, es objeto de estudio desde hace relativamente poco tiempo y en consecuencia se dispone de pocas investigaciones al respecto.

En ambientes subtropicales húmedos los aportes de materias orgánicas y la tasa de mineralización son significativamente mayores que los correspondientes a bosques de regiones templadas debido a la influencia de las variables climáticas. Como consecuencia del desmonte disminuyen drásticamente los aportes a la vez que se incrementa la tasa de mineralización, factores concurrentes que inducen a una disminución del contenido de materia orgánica.

Bajo condiciones de vegatación nativa el ciclo de nutrientes puede considerarse cerrado, y se caracteriza por tener dos volúmenes de almacenamiento de similar magnitud, la biomasa y el perfil edáfico. Al realizarse el desmonte se reduce drásticamente uno de ellos, la biomasa, activándose entonces los mecanismos de pérdida de nutrientes —volatilización, lixiviación y erosión— por cuanto saturada la capacidad de almacenamiento del suelo no existe otro mecanismo de retención. Transcurridos los primeros meses, en los cuales existe un aumento en el contenido de bases causado por las cenizas, se intensifica la lixiviación de las mismas. proceso que a su vez tiende a incrementar la acidificación.

Respecto de modificaciones edáficas en suelos cultivados con *Pinus* se destacan las siguientes referencias: Rolfe y Boggess (1973) en un trabajo realizado en Alfisoles, en Illinois, EEUU, observaron una disminución en el pH, materia orgánica, magnesio, potasio y calcio, en suelos de bosques de *Pinus* respecto de los de madera dura.

Tosin (1977) encontró que la sustitución del bosque nativo por bosque de *Pinus elliottii* produjo una disminución en los niveles de pH, de materia orgánica, calcio, magnesio, y potasio. El autor indica que estos cambios pueden ser resultantes de la calidad y cantidad de materia orgánica aportada al suelo, dado que las coníferas tienen un material pobre en sales minerales y bases que favorece el desarrollo de hongos además de implicar un aumento de la lixiviación por la acidificación del agua de percolación. Respecto de nitrógeno refiere a alteraciones en suelos de coníferas que se reflejan en una disminución de la microflora nitrificante y denitrificante y en el aumento de la amonificante, efecto que puede ser benéfico dado que el nitrógeno en la forma de amonio es menos lixiviado.

Paula Souza y Paula Souza (1981) comparando cacacteristicas edáficas, correspondientes al primer metro de profundidad de un Podsólico vermelho amarelo distrófico álico y un cambisol distrófico álico (correspondencia aproximada a U.S. Soil Taxonomy: Paleudult y Dystrochrept, respectivamente), ambos suelos bajo cultivo de *Pinus* y vegetación natural de pastizal—Municipio de Lapa, Paraná, Brasil— encontraron diferencias no significativas en el contenido de materia orgánica, potasio e hidrógeno de cambio, a la vez que observaron una disminución en el contenido de Ca+Mg; asímismo observaron mayor acidez en los suelos de bosques de *Pinus*.

Fernández, Imbach y Trumper (inédito) estudiaron las condiciones de algunas variables en ultisoles de bosques implantados en *Pinus* y de monte nativo, ubicados en la Provincia de Misiones, Argentina. Observaron una disminución significativa en los valores de pH, materia orgánica, nitrógeno, sumas de base de cambio, total de cationes de cambio, y un aumento en la acidéz de cambio en los suelos de bosques implantados, considerando dos espesores del perfil, 0–0,10 m. y 0,30–0,40 m.

El propósito de este trabajo es aportar información para evaluar las modificaciones en las principales propiedades químicas y fisico—químicas en inceptisoles, que luego del desmonte han sido cultivados con especies del género *Pinus*, a efectos de orientar la tendencia del futuro equilibrio.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y descripción del área

Las plantaciones en estudio se encuentran ubicadas

en el tercio norte de la Provincia de Misiones, República Argentina, entre los 27 y 28 grados de latitud sur y en alturas menores a 300 metros sobre el nivel del mar.

El clima de la región (Eibl, 1984, comunicación personal) se caracteriza por una temperatura media anual de 20–21° C, con una amplitud media anual de 11° C. Las precipitaciones oscilan alrrededor de los 1.700 mm anuales y su distribución es de tipo isohigro. El tipo y subtipo climático aproximado según Thortwaite es AB' 2ra, prehúmedo, mesotermal, nula o pequeña deficiencia de agua, con el 49% de la eficiencia térmica concentrada en enero, febrero y diciembre.

Las formas del relieve son onduladas, con lomadas alargadas o copuliformes, las pendientes oscilan desde el 10 al 20% o más de corta a mediana longitud y de forma compuesta.

Los suelos bajo estudio pertenecen al orden Inceptisol y forman parte de la Unidad Cartográfica denominada Complejo 6, Mancini et al (1964). Son poco o medianamente evolucionados, derivados del basalto alterado y fracturado hasta profundidad discreta (1–2 m), pedregosos y permeables. Esta Unidad representa aproximadamente 2/3 de la superficie provincial.

La cubierta vegetal nativa es un bosque higrofítico, irregular y heterogéneo (Volkart, 1984, comunicación personal).

Se trabajó con plantaciones de *Pinus Elliotii* y *Pinus taeda*, puras o mezcladas entre sí.

El desmonte practicado en todos los sitios muestreados fué del tipo manual: macheteada del sotobosque, corta y extracción de árboles de valor comercial, corta y troceo del resto de árboles y arbustos, apilado de ramas y quema de residuos.

La densidad de plantación osciló entre 2000 y 2200 árboles/ha. Los tratamientos silviculturales más importantes fueron el control de hormigas y de malezas. Se practicó un primer raleo a los 7–9 años y otro a los 12–14 años.

Metodología estadística

Debido al bajo grado de detalle de la información edafológica se seleccionó como técnica de análisis estadístico el test de hipótesis sobre muestras apareadas.

Como fuentes de variación a controlar se consideraron el tipo de desmonte empleado, la intensidad de explotación del bosque nativo, el manejo silvícola de la plantación, la pendiente, la exposición y que los suelos perteneceran a la misma Unidad Cartográfica.

La edad de las plantaciones osciló entre los 14 y 18 años, y en todos los casos fue el primer uso dado al suelo luego del desmonte.

En base a estos criterios de variabilidad se seleccionaron diez sitios con parcelas geográficamente cercanas de bosque nativo y reforestación, cuyos suelos demostraron un alto grado de similitud genética, para realizar los muestreos.

Medidas las variables edáficas para los diez pares seleccionados se calcularon las variables diferencias y los correspondientes estimadores muestrales.

Planteada la hipótesis núla, se utilizó como variable de verificación la "t" de Student y su correspondiente distribución de probabilidad.

Método de muestreo

Cada par se formó con una superficie de una hectárea de bosque nativo y una de implantado, en las cuales se tomaron las submuestras correspondientes a los espesores 0–0,10 m y 0,30–0,40 m de profundidad, considerando como cero el nivel superior del primer horizonte mineral.

El método empleado fue el de muestras compuestas. Cada muestra compuesta se formó con submuestras, las que fueron ubicadas en el terreno en forma irrestricta al azar mediante una cuadrícula y una tabla de números al azar.

La extracción y composición de muestras se realizó en el otoño de 1985.

Métodos de análisis de suelos

Los métodos utilizados fueron: textura, método de la pipeta; pH en agua, relación suelo—agua 1:2,5; pH en KCL 1 N, relación suelo: solución 1:2,5; carbono orgánico por Walkley y Black; nitrógeno total, por kjeldahl; bases de cambio, por extracción con acetato de amonio 1 N a pH 7 y cuantificación por fotometría de llama para Na y K, y por complejometría con EDTA a pH regulado para Ca y Mg; acidez de cambio, por el método de la trieta nolamina y determinación volumétrica, fósforo, por Bray—Kurst.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las medidas aritméticas y los intervalos de confianza para cada variable.

TABLA 1									
		confianza (P =	0,95) para cada	a serie de 10 muestras.					
Espesor: 0-0,1	0 m.								
		Monte			Pinar				
PH agua	5,95	+/_	0,18	5,66	+/ -	0,30			
PH KCL	5,04	+/ _	0,32	4,73	+/ _	0,35			
M.O. (%)	4,17	+/ -	0,51	3,39	+/	0,49			
٧ (%)	0,28	+/ -	0,03	0,20	+/ -	0,04			
C/N	8,66	+/ -	1,22	9,85	+/ -	1,65			
Ca (1)	7,47	+/ -	1,63	6,43	+/ -	1,12			
Mg (1)	1,85	+/ -	0,34	1,32	+/ -	0,36			
Va (1)	0,01	+/ -	0,01	0,02	+/ -	0,01			
(1)	0,03	+/ -	0,01	0,03	+/ -	0,01			
(1)	9,36	+/ -	1,60	7,80	+/ -	1,30			
H (1)	9,87	+/ -	1,42	9,58	+/ -	2,33			
(1)	19,22	+/_	1,72	17,38	+/ -	2,14			
7 (%)	48,65	+/_	6,71	44,91	+/ -	8,30			
Espesor: 0,30-	0,40 m.								
	Monte			Pinar					
H agua	5,79	+/_	0,38	5,37	+/ -	0,16			
	4,70	+/ -	0,42	4,15	+/	0,25			
H KCL									
H KCL 4.O. (%)	1,57	+/_	0,42	1,05	+/ -	0,38			
H KCL M.O. (%) M (%)	1,57 0,10	+/ -	0,42 0,02	1,05 0,11	+/ - +/ -	0,38			
OH KCL M.O. (%) N (%) C/N	1,57 0,10 9,13	+/ - +/ -							
OH KCL M.O. (%) N (%) C/N Ca (1)	1,57 0,10 9,13 5,02	+/ - +/ - +/ -	0,02 1,77 2,24	0,11	+/ -	0,01			
bH KCL M.O. (%) N (%) C/N Ca (1) Mg (1)	1,57 0,10 9,13 5,02 1,60	+/ - +/ - +/ - +/ -	0,02 1,77	0,11 5,55	+/ - +/ -	0,01 1,78 0,70			
bH KCL M.O. (%) N (%) C/N Ca (1) Mg (1) Na (1)	1,57 0,10 9,13 5,02 1,60 0,01	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,02 1,77 2,24	0,11 5,55 3,90	+/ - +/ - +/ -	0,01 1,78 0,70 0,29			
OH KCL M.O. (%) N. (%) C/N Ca (1) Mg (1) Na (1) C. (1)	1,57 0,10 9,13 5,02 1,60 0,01 0,02	+/ +/ +/ +/ +/	0,02 1,77 2,24 0,20	0,11 5,55 3,90 0,72	+/ - +/ - +/ - +/ -	0,01			
DH KCL M.O. (%) N (%) C/N Ca (1) Mag (1) Na (1) C (1) C (1)	1,57 0,10 9,13 5,02 1,60 0,01	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,02 1,77 2,24 0,20 0,02	0,11 5,55 3,90 0,72 0,02	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,01 1,78 0,70 0,29 0,02			
DH KCL M.O. (%) N (%) C/N Ca (1) Mg (1) Na (1) K (1) K (1) H (1)	1,57 0,10 9,13 5,02 1,60 0,01 0,02 6,64 7,13	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,02 1,77 2,24 0,20 0,02 0,01	0,11 5,55 3,90 0,72 0,02 0,02	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,01 1,78 0,70 0,29 0,02 0,01 0,81			
DH KCL M.O. (%) N (%) C/N Ca (1) Ma (1) K (1) K (1)	1,57 0,10 9,13 5,02 1,60 0,01 0,02 6,64	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,02 1,77 2,24 0,20 0,02 0,01 2,37	0,11 5,55 3,90 0,72 0,02 0,02 4,66	+/ - +/ - +/ - +/ - +/ - +/ -	0,01 1,78 0,70 0,29 0,02 0,01			

Con los datos analiticos se procedió a calcular las diferencias entre los valores de cada variable para cada par y espesor, creando así la columna de las variable en cuestión. Luego se determinó la media aritmética y la desviación estándar de las diferencias. A efectos del test de hipótesis se plantearon las siguientes:

HØ:
$$\mu D = 0$$
 y H1: $\mu D = 0$

 $\mu D = 0$ y H1: $\mu D = 0$ Para el proceso de verificación de la hipótesis nula (HØ) se utiliza como estadístico de prueba la variable t, obtenida según:

$$t H\emptyset = \frac{XD - \mu D}{SD} * \sqrt{n}$$

donde:

t HØ = estadístico para la hipótesis nula XD = media aritmética muestral de las diferencias

 μD = media aritmética poblacional de las diferencias

SD = desviación estándar de las diferencias

n = número de pares

Los valores de XD, SD y t HØ figuran en la tabla 2. Para aplicar la regla de decisión se trabajó al 0,05 de nivel de riesgo, resultando un valor de t = 1,83 para 9 grados de libertad y considerando el test unilateral de derecha.

Se observa entonces que los suelos bajo pinares manifiestan una disminución significativa en ambos pH, materia orgánica, magnesio y suma de bases intercambiables en ambos espesores. Para nitrógeno total, Calcio y total de cationes intercambiables dicha disminución se obervó solo en superficie; mientras que para la relación C/N solo en el espesor más profundo. El resto de las variables no manifestó diferencias significati-

Los valores correspondientes a textura no se incluyeron en el análisis. La misma no manifestó cambios, tal como era de esperar, y osciló entre franco-arcillosa y arcillosa con predominancia de esta última. Respecto a fósforo no se encontró diferencias dado de ninguna muestra superó los 3,5 ppm limite mínimo detectable en el laboratorio.

DISCUSION

La disminución en el pH y en el contenido de ma-

TABLA 2									
Medias aritméticas con intervalos de confianza (P = 0,95), desviaciones estándares muestrales de las diferencias y estadíti para la hipótesis nula (XD, SD y t HO respectivamente). Espesor: 0-0,10 m.									
H agua	0,29	+/	0,23	0,33	2,81 *				
H KCL	0,31	+/ -	0,20	0,27	3,59 *				
.O.N	0,77	+/ -	0,85	1,19	2,03 *				
N	0,07	+/ -	0,05	0,07	3,25 *				
C/N	- 1,19	+/ -	1,71	2,40	- 1,57 ns				
Ca	1,02	+/ -	1,25	1,75	1,85 *				
Mg	0,53	+/ -	0,36	0,51	3,28 *				
Na	- 0,01	+/-	0,01	0,02	-1,66 ns				
K	0,001	+/ -	0,014	0,02	0,19 ns				
S	1,55	+/ -	1,46	2,04	2,42 *				
H	0,30	+/-	2,30	3,22	0,29 ns				
T	1,86	+/-	2,18	3,06	1,92 *				
Espesor: 0,30-0),40.	2			-				
	XD	+/_	IC	SD	t HO				
pH agua	0,43	+/ _	0,25	0,36	3,82 *				
pH agua	0,55	+/-	0,32	0,45	3,86 *				
M.O.	0,40	+/ -	0,41	0,58	2,18 *				
N	- 0,006	+/ -	0,01	0,02	- 0,86 ns				
C/N	3,58	+/ -	3,41	4,78	2,37 *				
Ca	1,12	+/ -	1,99	2,79	1,27 ns				
Mg	0,88	+/ -	0,25	0,35	7,95 *				
Na	-0,01	+/ -	0,01	0,02	- 1,58 ns				
K	-0,002	+/ -	0,001	0,02	- 0,32 ns				
3	1,98	+/ -	1,99	2,79	2,13 *				
H	0,23	+/	1,96	2,74	0,26 ns				
Г	2,21	+/_	2,98	4,19	1,59 ns				

ns =no significativo.

ción con los testigos, los de bosque nativo coincide res a los correspondientes a las demás variables difecon lo observado por Tosin (1977) y Fernández et al (1984). La disminución en el valor S, valor T, y nitrógeno fue también observada en ultisoles misioneros en ambos espesores para las tres variables; mientras que encontraron, a diferencia de este trabajo, un auy diferencias no significativas en la relación C/N. Observaron asimismo disminución en el calcio, magnesio y potasio de cambio. No obstante ser una referencia gosos desde la superficie y con un intenso proceso de meteorización actual.

res para ambas coberturas y con tendencia a aumentar en los suelos bajo pinos, comportamiento que difiere del espesor superficial, donde se observó una disminución significativa en los pinares. Este comportamiento conjuntamente con el del carbono orgánico, el cuál disminuye en profundidad en mayor proporción en suelos de pinares que en los de monte, serían las razones de la disminución de la relación C/N observada en el espesor profundos de suelos de pinares. La concentración relativamente alta del nitrógeno en el espesor profundo de estos últimos puede tener relación con lo indicado po Tosin (1977) respecto al aumento de la microflora amonificante en relación a la nitrificante y denitrificante, con el consecuente incremento proporcional de la forma amonio, la cuál al ser menos lixiviada puede provocar un aumento relativo en el nitrógeno total. Asimismo las variaciones de la relación C/N pueden estar influenciadas por la calidad de la materia orgánica aportada por cada tipo de bosque, y por sus transformaciones y productos finales.

De las diferencias observadas en la concentración de las bases de cambio, la más relevante es la disminución del magnesio en ambos espesores de los suelos de pinares. Una comprensión acabada de la dinámica de estos cationes solo se tendrá en la medida que se estudien las características de sus ciclos geoquímicos (comunes, en principio, a ambas coberturas), y los biogeoquícos y bioquímicos correspondientes a cada tipo de bosque.

Respecto al valor H, acidez de cambio, se observa que las variables diferencias para ambos espesores manifiestan coeficientes de variación muy elevados resultando, en términos relativos, ser varias veces superio-

rencias. Esto podría deberse a la metodologia usada para su determinación.

Dado que los valores de dispersión obtenidos para por estos últimos, solo que en ese caso se manifestó las variables diferencias resultaron en algunoscasos notablemente altos (nitrógeno total 0,30-0,40 m, bases y acidez de cambio en general), debe considerarse la mento significativo en el valor H en ambos espesores conveniencia de aumentar el número de sitios de muestreo en oportunidad de realizar trabajos similares.

Tal como se desarrolló el trabajo las variaciones observadas deben adjudicarse al sistema desmonte-refodeben ser consideradas las diferencias entre los ultiso- restación y a las modalidades de manejo aplicadas. Meles, altamente evolucionados, y los inceptisoles, pedre- diante investigaciones específicas se podrá cuantificar la influencia del desmonte y la del sque implantado.

Varios investigadores han estudiado los efectos del Las medias aritméticas correspondientes a nitróge- desmonte observando tendencias semejantes a la de esno total para el espesor 0,30-0,40 m son muy simila- te trabajo para las mismas variables y en condiciones semejantes (Cunningham, 1963; Pritchett, 1979; Santos Filho, 1980; Sanchez et al, 1983; Fernández,

> Trabajos realizados para evaluar las modificaciones edáficas ocurridas en suelos que luego del desmonte se destinaron a agricultura concluyen en tendencias similares al presente, en particular la disminución de materia orgánica y de bases de cambio (Krebs et al, 1974; Fassbender, 1975; Cerri et al, 1983; Sanchez y Salinas, 1983).

> Los niveles de degradación edáfica observados en estos trabajos resultan preocupantes a la luz del manejo de sistemas de producción a largo plazo. Para el manejo a uso sostenido de estos suelos, en ambientes agresivos por clima y topografía, se debe disponer de mayor información, en especial acerca de su dinámica en la condición virgen, o sea sus relaciones con el monte nativo.

CONCLUSIONES

Al realizarse un desmonte e incorporar suelos del Complejo 6 al cultivo de Pinus elliotii o Pinus taeda se produce una disminución en el pH en agua y en KCL, en el contenido de carbono orgánico, y en el magnesio y la suma de bases de cambio, tanto en el espesor 0-0,10 m como en 0,30-0,40 m, respecto de los valores bajo monte nativo. Estas diferencias son significativas al 0,05 de nivel de riesgo.

El nitrógeno, el calcio y el total de cationes intercambiables, sufren una disminución significativa solo en superficie. Para el espesor 0,30–0,40 m se observó una tendencia al incremento del nitrógeno en suelos de pinares y una disminución significativa en la relación C/N.

Los valores de sodio, potasio y acidez de cambio no manifestaron diferencias significativas.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología de la Nación por el subsidio otorgado al proyecto del cual este trabajo forma parte.

A la Profesora Marta P. de Trumpler, a la Directora del laboratorio de suelos de la Provincia de Misiones, Ing. María D. Petri Flores, y a sus colaboradores, al alumno becario Héctor Ramos y a Karin Worbach.

REFERENCIAS

Cunningham, A. K. 1963. The effect of clearing a tropical forest soil. Journal of Soil Science. 14: 334-345.

Cerri, C: Volkoff, S.: Eduardo, B. 1983. Mudancas na materia orgánica do solo associadas com o desenvolvimento da floresta amazónica. Parte 1. Centro de energía nuclear na agricultura. Universidade de Sao Paulo.

Evans, J. 1982. Plantation forestry in the tropics. Londres. Oxford University Press. 472 p.

Fassbender, R. A. 1975. Química de suelos. IICA. San José. Costa Rica. 398 p.

Fernández, R.A. 1984. La habilitación de tierras en la selva misionera y sus consecuencias sobre la degradación de los suelos. Terceras jornadas técnicas sobre bosques implantados. Facultad de Ciencias Forestales. U. Na. M. Tomo I: 71-100.

Ferreyra, C. 1987. Utilización de la tierra. Mapa forestal. Convenio U.Na.M – Gobierno de la Provincia de Misiones.

Krebs, S.F.; Tan, K.H.; Golley, F.G. 1974. A comparative study on chemical characteristics of tropical soils from volcanics material under forest and agriculture. Comm. in Soil Science and Plant Analysis. 5; 574-596.

Mancini, F.; Sanesi, S.; Lasserre, S. 1964. Informe edafológico de la Provincia de Misiones. INTA – Ministerio de Asuntos Agrarios.

Paula Souza, D.M.; Paula Souza, M. L. 1981. Alteracoes provocadas pelo reflorestamento de *Pinus* na fertilidade de solos da regiao de Lapa. P.R. Floresta. 12; 36-52.

Pritchett, W.L. 1979. Properties and management of forest soil. Ed. John Wiley and Sons. 500 p.

Rolfe, G.L.; Boggess, W.R. 1973. Soil condition under old field and forest cover in souther Illinois. Soil Sci. Amer. Proc. 37; 314-318.

Sanchez, P.; Salinas, J.G. 1983. Suelos ácidos. Ed. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. 93p. Sanchez, P.; Villachica, J.H. 1983. Soil Fertillity dynamics after clearing a tropical rainforest in Perú. Soil Science Society of American Journal. 47; 1171-1178.

Santos Filho, A. 1980. As principais consequencias do desmantamento e uso do solo no Estado de Parana. Floresta. 11; 12-16.

Tosin, J.E. 1977. Influencia do Pinus elliottii da Araucaria angustifolia e da mata nativa sobre atividade da microflora do solo. Floresta. 8; 73-74.