

ANÁLISIS DE ALGUNAS PROPIEDADES DE UN SUELO CON MONTE NATIVO, MODIFICADAS POR LA IMPLANTACIÓN CON *Pinus elliottii*¹

Analysis of some soil properties of native forest, modified by *Pinus elliottii* cultivation

Juan Prause², Humberto C. Dalurzo² y Arminda P. de Lifschitz²

SUMMARY

Modification of some properties of a soil classified as Kandiodult ródico were studied. The modifications were produced as consequence of the substitution of native forest by *Pinus elliottii* in Misiones Province, Argentina.

The experiment design consisted of two treatments: Native forest and *Pinus elliottii* forestation, each one had twenty plots distributed at random; samples of soil were taken 0-15 cm deep and in each one the following characteristics were determined: texture, bulk density (DA), aggregate stability (EA), pH, effective cation exchange capacity (CICE), organic matter (MO), total nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), exchangeable acidity (Ai), aluminium (Al).

An average difference test was carried out with two independent samples, finding statistical significance in EA, in DA and in MO at levels of 0.01%; in N at level of 0.04%; CICE at level of 2.11% and Ca at 2.85%. The substitution of native forest by *Pinus elliottii* produces an increase of DA and the decrease of EA, pH, MO, N, Ca, and CICE. Significant differences were not found among the studied sites for the rest of the analysed variables.

Key words: native forest, *Pinus elliottii*, soil properties, changes, Kandiodult ródico.

INTRODUCCIÓN

La conversión del bosque nativo en los trópicos húmedos americanos en sistemas de agricultura migratoria es un fenómeno altamente conocido y practicado por más de una centuria. La opinión que la exuberancia del bosque tropical obedece a un alto nivel de nutrimentos del suelo mineral, ha quedado hace mucho tiempo sin piso. Esta exuberancia se debe al ciclo cerrado de nutrimentos desde la hojarasca y los primeros centímetros del suelo mineral hacia la parte aérea del ecosistema forestal.

Al hablar de sustancias nutritivas, hay que entender que se encuentran en forma utilizable por las raíces y de que ocurra esto o no, queda expresado a través del valor de pH. Se utiliza el término de mantillo, por lo general, para designar a toda la materia orgánica sobre el suelo, entre ella, la hojarasca y las capas de

materiales orgánicos en descomposición, que descansan sobre la superficie del suelo mineral. Estas capas de materia orgánica y microflora característica, así como su fauna, constituyen la fase verdaderamente dinámica del ambiente forestal y representan el criterio más importante para distinguir los suelos forestales de los cultivados (Pritchett, 1986).

Sánchez (1981), considera que más de las dos terceras partes del sistema radical de los bosques adultos, se encuentran dentro de los 20-30 cm superiores del suelo. Aparentemente la naturaleza superficial de las raíces de los bosques y en especial los tropicales, proporcionan un medio efectivo de mantener el ciclo de nutrientes casi cerrado. Sin embargo, la absorción de nutrimentos del subsuelo puede ser del 20% del total contribuyendo así, a la eficiencia del sistema.

Según Deschamps (1987), la provincia de Misiones en Argentina, contaba con una gran proporción de su territorio ocupado por selvas de tipo subtropical que han sido intensamente eliminadas para habilitación de tierras agrícolas e intervenidas por el hom-

¹Recepción de originales: 16 de junio de 1997.

²Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Casilla de Correos 308, (3.400), Corrientes. Argentina.

bre desde principios del siglo XX. A través del tiempo se han ido extrayendo de sus bosques naturales, maderas de gran calidad. Debido a esa intensa actividad extractiva hoy los montes que quedan, se hallan empobrecidos. Los suelos típicos de la formación misionera son de constitución arcillo-arenosa y de coloración rojiza, pudiendo agruparse en tres tipos: profundos (más de 90 cm), semiprofundos (50 a 90 cm) y superficiales (menos de 50 cm). En todos ellos la materia orgánica, formada por la abundante y continua caída de hojas y restos vegetales, se descompone con facilidad, acelerándose dicho proceso por la elevada humedad y temperatura.

La actual política de sustitución de las especies nativas por las introducidas, puede originar problemas ecológicos significativos. En otras regiones del mundo se analizan las modificaciones sobre las propiedades físico-químicas y químicas del suelo, como consecuencia de la repoblación con pinos, respecto a las de otras vegetaciones nativas de menor importancia aún que la selva misionera (horst, 1984).

La forestación, en relación a la fertilidad del suelo, constituye uno de los capítulos más controvertidos de la relación entre el bosque de rápido crecimiento con aprovechamiento a turnos corto-medianos y el grado de fertilidad de los suelos donde están implantados. La información existente en la bibliografía forestal señala hacia una reducción de la fertilidad de los suelos, como consecuencia del cultivo de eucaliptos y por la sustitución del monte nativo por *Pinus elliotii* o *Pinus taeda* (Fernández, 1987).

El objetivo del presente trabajo fue analizar las principales modificaciones en las propiedades físicas, físico-químicas y químicas del suelo, como consecuencia de la sustitución del monte nativo por *Pinus elliotii* en la Provincia de Misiones, Argentina. Con el fin de contar con indicadores edáficos que adviertan sobre las alteraciones que se producen por tal cambio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre un suelo forestal con monte nativo (Sitio 1) y el mismo suelo forestado con *Pinus elliotii* (Sitio 2), ubicado en la localidad de Oro Verde en la Provincia de Misiones, Argentina.

Características del área: el suelo en estudio se clasifica como Kandiuult ródico, arcilloso fino, hipotérmico que integra el grupo de los suelos denominados "Tierra Colorada" y cubren una importante superficie de la Provincia de Misiones, Argentina. La secuencia de horizontes más característica es A,

AB, BD, B, BC. El A es un epipedón ócrico arcilloso, frecuentemente con menos del 50% de saturación de bases. Su textura es arcillosa, con incrementos graduales con la profundidad, hecho que, en algunos casos, puede permitir definir horizontes levemente texturales.

Son moderadamente estructurados de color rojo a rojo oscuro en todo el perfil y frecuentemente más friables en profundidad. Son bien drenados, profundos, fuertemente ácidos y con valores de aluminio intercambiable en profundidad que a veces superan los 2 cmol(+).kg⁻¹. Poseen baja dotación de nutrientes observables, en base a datos de bases intercambiables y a los de fósforo asimilable y buenas condiciones físicas para el desarrollo radical. La limitación más importante en función de la pendiente (3 a 8%), es moderada a severa susceptibilidad a la erosión hídrica, lo que asociada a la baja fertilidad, restringe la elección de los cultivos comunes. Presentan buena aptitud para los cultivos adaptados, como yerba mate, té, tung y son muy aptos para la forestación. De acuerdo a la clasificación por capacidad de uso de las tierras, se ubican en general, en la clase II e.

Trabajo de campo

Sitio 1: el monte nativo se usó como testigo, realizando el muestreo de suelos y una calicata para su caracterización. Se encontraron seis especies arbóreas dominantes como cedro misionero (*Cedrela tubiflora*), guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*), anchico colorado (*Piptademia rigida*), incienso (*Myrocarpus frondosus*), peterebí (*Cordia trichotoma*), timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), donde se observó abundante hojarasca proveniente de estas especies y de un tipo especial de vegetación que a veces se encuentra en esos montes, como el de las Bambúseas de los géneros *Guada*, *Chusquea* y *Merostachys*.

Sitio 2: se eligió una plantación de *Pinus elliotii* de 15 años de antigüedad, vecina al Sitio 1 en el cual se realizó el muestreo de suelo y calicata. El monte nativo era similar al del Sitio 1, con las mismas especies arbóreas, que debieron ser eliminadas para la implantación de la forestación, mediante un desmonte manual, extracción de árboles de valor forestal, apilado de ramas y quema de residuos. El tratamiento silvicultural más importante fue el control de malezas y hormigas, practicándose un raleo a los 7 años.

La posición de media loma y el relieve de ambos sitios coincidían, puesto que estaban separados apenas por un cerco divisorio, que en otras épocas sirvió para proteger a los árboles recién plantados.

Método de muestreo. En cada sitio se tomaron muestras de suelo al azar en 20 puntos diferentes para la determinación de la densidad aparente, con el cilindro de Copecky a una profundidad de 5 cm y con pala a la profundidad de 0 a 15 cm, separando cuidadosamente el mantillo, para las muestras a analizar en laboratorio.

Trabajo de laboratorio

Con las muestras se realizaron las siguientes determinaciones:

Físicas. Textura por Bouyouccos, densidad aparente (DA), en muestras inalteradas por el método del cilindro y estabilidad de agregados (EA) por alcohol-agua.

Físico-químicas. pH en agua y en KCl ambas relación 1:2,5. Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) con NaCl (Rhoades, 1982).

Químicas. Materia orgánica (MO) por Walkley-Black modificado (Jackson, 1964), fósforo asimilable (P) por Bray II (FNH4 0,03 N; CIH 0,5 N), (Dewis y Freitas, 1970). Nitrógeno total (Nt) por semimicrokjeldahl

(Bremmer and Mulvaney, 1982). Potasio (K) por fotometría de llama, calcio (Ca) y magnesio (Mg) por complejometría con EDTA (extractante NaCl), acidez (Ai) y aluminio (Al) intercambiables con KCl N y titulación con NaOH usando fenofaleína como indicador (Dewis y Freitas, 1970).

Análisis estadístico. Para las diferentes variables estudiadas, se aplicó un análisis de diferencia de promedios de dos muestras independientes, mediante prueba de T, tomando como muestras independientes de 20 componentes, a las observaciones provenientes de cada sitio.

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los valores obtenidos de los análisis químicos de los suelos del Sitio 1 para materia orgánica, pH, potasio, fósforo, calcio, magnesio, acidez y aluminio intercambiables, nitrógeno y capacidad de intercambio catiónico efectiva. En el Cuadro 2 se presentan los valores para el Sitio 2 correspondiente al *Pinus elliottii*, para los mismos análisis de suelos.

CUADRO 1. Propiedades químicas del sitio 1 con monte nativo

TABLE 1. Chemical properties of site 1 with native forest

Número de muestras	Materia orgánica (%)	N	P	K	Ca	Mg	Acidez	Al	CICE	pH	
		mg kg ⁻¹		cmol(+) kg ⁻¹						Agua	KCl
1	3,86	3.232	4,35	0,51	6,44	0,85	0,33	0,11	8,13	6,70	6,30
2	6,13	2.803	1,92	0,48	4,51	0,95	0,92	0,10	6,86	5,30	5,10
3	3,71	2.766	2,72	0,44	2,89	1,17	4,23	0,00	8,73	6,50	6,10
4	5,67	4.838	4,16	0,45	2,81	1,35	3,34	0,61	7,95	6,40	6,10
5	4,88	2.014	1,53	0,52	4,80	2,30	0,39	0,00	8,01	6,20	5,60
6	6,32	1.840	4,82	0,48	4,56	2,24	0,32	0,00	7,60	6,10	5,60
7	3,97	2.285	1,11	0,60	5,30	1,93	0,32	0,00	8,15	6,70	6,20
8	5,30	2.454	1,48	0,61	6,25	1,38	0,32	0,00	9,01	6,40	5,30
9	2,96	2.007	1,12	0,46	3,10	1,54	2,29	0,51	7,39	6,50	4,80
10	5,42	2.696	1,50	0,50	6,53	2,05	0,32	0,00	9,40	5,10	4,80
11	5,18	2.404	2,23	0,68	4,77	1,53	0,50	0,00	7,48	5,10	4,70
12	2,53	1.529	1,10	0,50	3,15	1,61	1,94	0,30	7,20	5,70	5,30
13	6,39	2.131	1,47	0,89	10,87	2,34	0,49	0,00	14,59	5,20	4,50
14	5,71	2.411	1,11	0,61	9,14	2,52	0,49	0,00	12,76	5,60	5,10
15	6,30	2.427	2,00	1,04	8,99	3,08	0,58	0,00	13,69	5,70	5,30
16	3,63	1.770	3,00	0,46	5,78	1,88	0,90	0,00	9,02	4,70	4,30
17	3,99	1.764	2,20	0,56	8,87	2,47	0,49	0,00	12,39	5,90	5,30
18	4,99	1.470	2,57	0,48	5,36	2,52	0,90	0,00	9,26	5,00	4,50
19	6,34	1.632	2,96	0,39	8,90	2,65	0,49	0,00	12,43	5,60	5,10
20	4,98	1.702	4,33	0,64	9,37	3,16	0,96	0,00	14,13	5,50	5,30
Promedio	4,91	2.309	2,38	0,57	6,12	2,00	1,03	0,30	9,71	5,79	5,26
Mínimo	2,59	1.470	1,10	0,39	2,81	0,85	0,32	0,00	6,86	4,70	4,30
Máximo	9,88	4.838	4,95	1,04	10,87	3,16	4,23	0,61	14,59	6,70	6,30

CUADRO 2. Propiedades químicas del sitio 2 con *Pinus elliottii*TABLE 2. Chemical properties of site 2 with *Pinus elliottii*

Número de muestras	Materia orgánica (%)	N	P	K	Ca	Mg	Acidez	Al	CICE	pH	
		mg kg ⁻¹			cmol(+) kg ⁻¹			Agua	KCl		
21	3,21	1.643	2,72	0,59	5,66	1,65	0,52	0,00	8,42	5,10	4,50
22	2,90	1.708	3,00	0,56	5,14	1,08	1,00	0,00	7,78	4,70	4,00
23	3,02	1.540	2,69	0,64	2,97	1,37	2,81	0,83	7,79	4,50	3,90
24	2,00	1.448	2,69	0,63	3,47	1,64	6,39	0,83	8,13	4,50	4,30
25	3,38	1.971	1,54	0,56	4,17	2,32	0,38	0,00	8,43	5,10	4,30
26	3,47	1.724	2,65	0,55	4,91	2,54	0,37	0,00	8,37	5,40	4,50
27	2,22	1.756	1,54	0,67	6,00	1,74	0,57	0,00	8,98	5,10	4,50
28	4,02	1.603	0,74	0,55	6,63	1,68	0,36	0,00	9,22	4,70	4,60
29	2,19	1.543	2,55	0,47	2,96	1,95	1,43	0,56	6,81	5,20	3,90
30	2,71	1.689	0,73	0,56	6,71	2,15	0,95	0,00	10,37	5,50	4,80
31	3,86	1.735	1,10	0,53	4,62	2,32	0,36	0,00	7,83	4,60	4,50
32	2,27	1.690	1,47	0,46	2,94	2,24	0,36	0,00	6,00	4,90	4,00
33	3,03	1.764	1,47	0,46	7,40	2,12	0,36	0,00	10,34	5,10	4,90
34	2,38	1.543	0,74	0,42	4,66	1,78	0,55	0,00	7,41	5,40	4,20
35	4,12	1.747	0,36	0,52	4,84	2,50	0,36	0,00	8,22	4,60	4,50
36	2,19	1.602	2,18	0,46	3,22	2,30	0,36	0,00	6,34	4,90	4,10
37	3,10	1.602	3,64	0,44	4,52	2,15	0,37	0,00	8,48	5,10	4,50
38	1,68	1.456	1,46	0,42	3,49	2,30	2,74	0,32	8,95	4,80	4,10
39	3,23	1.708	2,25	0,46	4,12	2,77	1,41	0,00	8,76	5,10	4,10
40	2,34	1.369	0,36	0,45	4,52	2,05	0,36	0,00	7,38	4,80	4,40
Promedio	2,87	1.642	1,79	0,52	4,70	2,03	0,95	0,12	8,20	4,96	4,33
Mínimo	1,68	1.369	0,36	0,42	2,94	1,08	0,36	0,00	6,00	4,50	3,90
Máximo	4,12	1.971	3,64	0,67	7,40	2,77	2,81	0,83	10,37	5,50	4,90

El Cuadro 3 muestra los valores obtenidos de los análisis de densidad aparente y estabilidad de agregados para tres tamaños de agregados (grandes: 8 a 4,76 mm; medianos: 4,76 a 3 mm; finos: 3 a 2 mm) del sitio correspondiente a monte nativo y el Cuadro 4 muestra los valores obtenidos de los mismos análisis realizados, para el Sitio 2, con forestación con *Pinus elliottii*.

Se encontró significación estadística en la estabilidad de agregados, para los tres tamaños de agregados analizados, para la densidad aparente y materia orgánica a niveles de 0,01%. Para nitrógeno al nivel del 0,04%; para la capacidad de intercambio catiónico efectiva al nivel del 2,11% y el calcio al nivel del 2,85% (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

En la reforestación con *Pinus elliottii* se encontró una considerable disminución de los porcentajes de MO, con diferencias significativas al nivel del 0,01% (cuadros 1, 2 y 5). Esto mismo pudo causar la pérdida de la estabilidad de agregados en los tres tamaños analizados en el Sitio 2, donde se lograron diferencias significativas del 0,01%, iguales que en den-

sidad aparente, verificándose una densificación en los primeros 15 cm del suelo (cuadros 1 al 5).

El aumento de materia orgánica influye favorablemente en los contenidos de nitrógeno total y en la capacidad de intercambio catiónico efectiva, los cuales fueron mayores en el monte nativo con diferencias significativas a niveles del 0,01 y 2% respectivamente (cuadros 1, 2 y 5). En la Provincia de Misiones, tanto en Ultisoles (Fernández, 1984; Fernández *et al.*, 1988) como en Inceptisoles (Fernández, 1987), observaron que esas propiedades edáficas siguieron las mismas tendencias en suelos de monte nativo, comparadas con los reforestados con *Pinus elliottii*.

Contenidos mayores de N se encontraron en la hojarasca del monte nativo, que prácticamente, duplicó a la del *Pinus elliottii* (Cuadro 6).

Si bien las bases cambiables, acidez y aluminio intercambiables presentaron algunas diferencias, la única con significación estadística correspondió al Ca, al nivel del 2,85%. Similares resultados con dicho catión, fueron logrados por Paula Souza y Paula Souza (1981).

CUADRO 3. Propiedades físicas del sitio 1 con monte nativo

TABLE 3. Physical properties of site 1 with native forest

Número de muestras	Densidad aparente g cm ⁻³	Estabilidad de agregados		
		Grande 8 - 4,76 mm	Mediano 4,76 - 3mm	Fino 3 - 2 mm
1	1,07	90 EX	80 MB	70 MB
2	0,87	80 MB	80 MB	70 MB
3	0,89	90 EX	80 MB	80 MB
4	0,79	80 MB	70 MB	80 MB
5	0,98	90 EX	90 EX	90 EX
6	1,13	100 EX	100 EX	100 EX
7	1,05	80 MB	90 EX	80 MB
8	0,99	100 EX	90 EX	90 EX
9	1,06	100 EX	100 EX	90 EX
10	0,70	100 EX	100 EX	100 EX
11	0,89	80 MB	80 MB	80 MB
12	0,92	90 EX	90 EX	90 EX
13	1,16	100 EX	90 EX	90 EX
14	0,96	100 EX	100 EX	90 EX
15	1,05	80 MB	90 EX	90 EX
16	0,86	90 EX	100 EX	90 EX
17	1,11	100 EX	90 EX	90 EX
18	1,16	100 EX	100 EX	100 EX
19	1,35	100 EX	90 EX	100 EX
20	1,29	90 EX	100 EX	90 EX
Promedio	1,01	92	90,5	88
Dispersión	0,7-1,35	80-100	70-100	70-100

EX: Excelente. MB: Muy Bueno. B: Bueno.

CUADRO 4. Propiedades físicas del sitio 2 con *Pinus elliottii*TABLE 4. Physical properties of site 2 with *Pinus elliottii*

Número de muestras	Densidad aparente g cm ⁻³	Estabilidad de agregados		
		Grande 8 - 4,76 mm	Mediano 4,76 - 3mm	Fino 3 - 2 mm
21	1,28	60 B	50 B	60 B
22	1,30	60 B	60 B	70 MB
23	1,38	60 B	50 B	60 B
24	1,33	50 B	60 B	60 B
25	1,46	60 B	70 MB	70 MB
26	1,49	60 B	60 B	60 B
27	1,27	60 B	60 B	60 B
28	1,28	60 B	60 B	70 MB
29	1,24	70 MB	70 MB	60 B
30	1,30	60 B	50 B	60 B
31	1,37	60 B	70 MB	70 MB
32	1,32	60 B	60 B	70 MB
33	1,42	50 B	60 B	70 MB
34	1,51	60 B	60 B	60 B
35	1,41	60 B	60 B	60 B
36	1,33	60 B	70 MB	70 MB
37	1,48	60 B	60 B	70 MB
38	1,42	60 B	60 B	60 B
39	1,44	60 B	50 B	60 B
40	1,51	60 B	60 B	60 B
Promedio	1,38	60 B	60 B	60 B
Dispersión	1,24-1,51	50-70	50-70	60-70

MB: Muy Bueno. B: Bueno. R: Regular.

CUADRO 5. Test de diferencias de medias entre monte nativo (MN) y *Pinus elliottii* (Pe)TABLE 5. Test of differences of averages between native forest (MN) and *Pinus elliottii* (Pe)

Propiedades	Sitio	Repeticiones	Medias	Desviación estándar	Variancia y probabilidad de "t"
Estabilidad de agregados ¹	MN	20	92,00	8,335	15,04
	Pe	20	60,00	4,588	0,01%
Estabilidad de agregados ²	MN	20	90,50	8,870	12,41
	Pe	20	60,00	6,489	0,01%
Estabilidad de agregados ³	MN	20	88,00	8,944	10,46
	Pe	20	64,00	5,026	0,01%
Densidad aparente	MN	20	1,01	0,162	-8,83
	Pe	20	1,38	0,087	0,01%
Materia orgánica	MN	20	4,91	1,186	6,65
	Pe	20	2,87	0,698	0,01%
Nitrógeno	MN	20	2.308,75	763,024	3,85
	Pe	20	1.642,05	137,119	0,04%
CICE	MN	20	9,71	2,570	2,41
	Pe	20	8,20	1,125	2,11%
Calcio	MN	20	6,12	2,464	2,28
	Pe	20	4,70	1,315	2,85%

¹De 8 a 4,76 mm.²De 4,76 a 3 mm.³De 3 a 2 mm.CUADRO 6. Análisis químico de la hojarasca (g kg⁻¹)TABLE 6. Chemical analysis of trash (g kg⁻¹)

Sitio	N	P	K	Ca	Mg
	<-----g kg ⁻¹ ----->				
Monte nativo	20,72	1,60	1,99	16,03	5,60
<i>Pinus elliottii</i>	13,33	1,60	1,84	6,41	5,80

La implantación con *Pinus elliottii* generó una acidificación del suelo, evidenciada en la disminución de los valores de pH detectados con este tratamiento, donde arrojó diferencias significativas al nivel del 1%. Dicha acidificación se atribuye a las características del material orgánico aportado por el pinar, especialmente pobre en calcio, en comparación con la hojarasca del monte nativo (Cuadro 6).

La disminución de la materia orgánica, el pH y del Ca fueron coincidentes con lo hallado por Rolfe y Boggess (1973) en Alfisoles de Illinois (EE.UU.), en suelos de bosques de pino, con respecto de los de

madera dura y por Tosin (1977), en Brasil al sustituir el bosque nativo por *Pinus elliottii*.

Los contenidos de P, K y Mg del suelo de cada tratamiento, no presentaron diferencias significativas en correspondencia a los valores encontrados para esos nutrientes en las hojarasca de ambos tratamientos.

La densidad aparente arrojó un promedio en el Sitio 2 de 1,38 g cm⁻³, superior al del Sitio 1 de 1,01 g cm⁻³ al nivel del 0,01%, indicando una mayor compactación para la forestación con pino respecto al del monte nativo.

Se registró una disminución de los índices de estabilidad de agregados, en el suelo reforestado con *Pinus elliottii*, especialmente para los agregados grandes (8 a 4,76 mm y 4,76 a 3 mm), con un promedio igual a 60, con respecto a los del monte nativo, cuyo promedio fue de 92. Estas diferencias encontradas en las propiedades físicas de ambos sitios, indicarían una clara densificación del suelo con *Pinus elliottii* y una pérdida de estabilidad de agregados de ese suelo, con referencia siempre al monte nativo.

Los cuadros 1 y 2 muestran los valores de pH en agua donde el promedio 5,79 del monte nativo es superior al de *Pinus elliottii* 4,96 al nivel del 1% y los de pH en cloruro de potasio donde el promedio del monte nativo 5,26 es superior al de la forestación con pino de 4,33 al nivel del 1%.

La materia orgánica se muestra en el Cuadro 5 donde hay diferencia significativa al nivel del 0,01%. El promedio para el Sitio 2 (2,87%) es inferior al del Sitio 1 (4,91%) (cuadros 1 y 2). Es evidente que existe una clara diferencia a favor del Sitio 1 correspondiente al monte nativo, diferencia que influye también a favor de una mayor compactación del suelo del sitio considerado. Los valores encontrados son coincidentes con los reportados en trabajos similares realizados para evaluar modificaciones edáficas ocurridas en los suelos, que luego del desmonte se destinaron a la agricultura, se mencionaron principalmente la disminución de los contenidos de materia orgánica y de bases de cambio (Fassbender y Bornnemisza, 1987; Fernández *et al.*, 1988). No se han encontrado citas con valores de densidad aparente y estabilidad de agregados que contribuyan al conocimiento de las propiedades físicas de estos suelos.

CONCLUSIONES

En el Sitio 1 de monte nativo se encontró una menor densidad aparente, comparado con el Sitio 2 reforestado con *Pinus elliottii*.

En el Sitio de *Pinus elliottii* con 15 años de implantado, disminuyeron las siguientes variables: estabilidad de agregados, pH, materia orgánica, nitrógeno, calcio y capacidad de intercambio catiónico efectiva, con respecto a los valores encontrados en el suelo con monte nativo.

No se encontraron diferencias significativas en fósforo, potasio, magnesio, aluminio y acidez intercambiable entre los sitios estudiados.

Las propiedades DA, EA, MO, N y pH son adecuadas en los Ultisoles subtropicales, para emplearlas como indicadores edáficos que adviertan sobre los riesgos de la pérdida de sustentabilidad de estos ecosistemas forestales.

RESUMEN

Se estudiaron las modificaciones sobre algunas propiedades de un suelo clasificado como Kandiuult ródico, producidas como consecuencia de la sustitución del monte nativo por *Pinus elliottii*, en la Provincia de Misiones, Argentina.

El diseño experimental constó de dos tratamientos: monte nativo y forestación con *Pinus elliottii*, cada uno con veinte puntos distribuidos al azar; tomándose muestras de suelo de 0-15 cm de profundidad en las que se determinaron: textura, densidad aparente (DA), estabilidad de agregados (EA), pH, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), materia orgánica (MO), nitrógeno total (N), fósforo asimilable (P) y potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), acidez (Ai) y aluminio (Al) intercambiables.

Se realizó una prueba de diferencias de medias de dos muestras independientes encontrándose significación estadísticas en EA, DA y MO a niveles de 0,01%; en N al nivel de 0,04%; la CICE al nivel del 2,11% y Ca al 2,85%. La sustitución del monte nativo por *Pinus elliottii* produjo un incremento de la DA y disminuciones de la EA, pH, MO, N, Ca y CICE. No se encontraron diferencias significativas entre los sitios estudiados, para el resto de las variables analizadas.

Palabras claves: monte nativo, *Pinus elliottii*, propiedades edáficas, cambios, Kandiuult ródico.

LITERATURA CITADA

BREMMER, A.E. and MULVANEY, C.S. 1982. Total nitrogen. In: A.L. Page *et al.* (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. ASA and SSSA, Madison, WI. p.: 595-624.

DESCHAMPS, J.R. 1987. IV Jornadas Tecnológicas. Bosques nativos degradados. Editado por Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina.

DEWIS, J. y FREITAS, F. 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín sobre suelos N° 10. FAO. 252 p.

FASSBENDER, M.W. y BORNEMISZA, E. 1987. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 420 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. Universidad Nacional de Misiones. Tomo I: 71-100.
- FERNÁNDEZ R., A. 1987. Influencia del sistema desmonte-reforestación con *Pinus* spp sobre algunas características químicas de los suelos. Ciencia del Suelo. 5(2): 123-129.
- FERNÁNDEZ R., A.; IMBACH, A.C.; TRUMPLER, M.P. 1988. Alteraciones en características químicas de Ultisoles destinados al cultivo *Pinus* spp respecto de su condición original bajo bosque nativo. Editado por VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Argentina. Tomo II: 345-347.
- GONZÁLEZ VIDAL, E. 1988. Manual de bosques implantados. Editorial Latingraf. Buenos Aires. Argentina. 139 p.
- HORST, V.F. 1984. Fomento del la Citricultura en la Provincia de Misiones. Editado por Convenio Argentino-Alemán. Montecarlo. Misiones. Argentina. 120 p.
- JACKSON, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, Segunda Edición. Cap. 9: 282-310.
- PAULA SOUZA, D.M. y PAULA SOUZA, M.L. 1981. Alteracoes provocadas pelo reflorestamento de *Pinus* na fertilidade de solos da regio de Lapa. P.R. Floresta 12: 36-52.
- PRITCHETT, W. 1986. Suelos Forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. Editorial Limusa. México. 634 p.
- RHOADES, J.D. 1982. Cation exchange capacity. In: A.L. Page et al. (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. ASA and SSSA, Madison, WI. p.: 149-158.
- ROLFE, G.L. and BOGGESS, W.R. 1973. Soil condition under old field and forest cover in Souther Illinois. Soil Science American Proceedings 37: 314-318.