

CAMBIOS INDUCIDOS EN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS, POR LAS PLANTACIONES DE PINO EN EL ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA.

**José Lozada; Leonardo Lugo;
Julien Carimentrand.**

RESUMEN

Según diferentes investigaciones, las plantaciones de Pino se adaptan muy bien a terrenos arenosos y poco fértiles, que tienen muy poca productividad en el uso agropecuario. Sin embargo, las operaciones de plantación y la fisiología de la planta generan impactos como la compactación y la acidez del suelo, que hacen discutible la sostenibilidad de estos proyectos. El Pino es el árbol más plantado en Venezuela y el mundo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar los cambios que este árbol genera, en algunas características de suelos que antes poseían cultivos o sabanas. Como método, se evaluaron tres calicatas en plantaciones de Pino de 13 años de edad y 3 calicatas en pastizales (tomadas como testigo). En cada calicata se describió la profundidad, color y estructura de los horizontes y se tomaron muestras entre 0-30 y 30-60 cm de profundidad para determinar la textura, el contenido de materia orgánica, el pH, el contenido de nutrientes y la compactación. Los resultados indican que se encontraron efectos (estadísticamente significativos) en una disminución del contenido de limo (que no se puede atribuir a la plantación) y un aumento de la conductividad eléctrica y del cobre (tal vez relacionado con el uso de agroquímicos). Se concluye que 13 años de plantaciones con Pino, es muy poco tiempo para que aparezcan abundantes cambios, estadísticamente significativos, favorables o desfavorables en el suelo y se confirma la tendencia a disminuir el pH, que se ha encontrado en otros estudios.

Palabras clave: Pino, Impacto en el Suelo, Portuguesa.

INDUCED CHANGES IN SOME SOIL CHARACTERISTICS, BECAUSE OF THE PINE PLANTATIONS IN THE PORTUGUESA STATE, VENEZUELA.

ABSTRACT

According to different investigations, the plantations of Pine adapt very well to sandy and not very fertile lands, which have very little productivity in the agricultural use. However, the plantation operations and the physiology of the plant generate impacts in the soil like more compactness and the acidity, which make debatable the sustainability of these projects. The Pine is the most planted tree in Venezuela and the world. Therefore, the objective of this research was to determine the changes that this tree generates, in some characteristics of soil that cultivations or savannas possessed before. As a method, three soil plots were evaluated in 13 years old plantations of Pine and 3 soil plots in pasture (taken as control plots). In each soil plot, depth, color and structure of the horizons was described and samples between 0-30 and 30-60 cm of depth, were taken to determine texture, content of organic matter, pH, content of nutritious and the density. The results indicate that there were effects (statistically significant) in a decrease of the slime content (that cannot be attributed to the plantation) and an increase of the electric conductivity and copper (perhaps related to the agro-chemical products use). We conclude that 13 years of plantations with Pine, is very little time so that abundant changes appear, statistically significant, favorable or unfavorable in the soil and the tendency of decrease the pH is confirmed, that has been found in other studies.

Key words: Pine, Soil Impact, Portuguesa.

INTRODUCCIÓN.

Las plantaciones con el género *Pinus* son de las más extendidas en el sector forestal. En el mundo abarcan un 20% y un 45% de las realizadas en Sur América. Venezuela posee unas 863.000 ha plantadas, de las cuales un 80% corresponden a este género (FAO, 2000).

El proyecto de *Pinus caribaea* se inició en Venezuela, en 1961, con el objeto de autoabastecer al país de pulpa para papel (Paredes, 1991). Sin embargo, nunca se construyó una planta de pulpa de alta capacidad y, en 1989, comenzó la explotación para aserrío. Actualmente, en los lotes tumbados en Uverito y Chaguaramas, se dedican los individuos más gruesos al aserrío y los más delgados a la pulpa. De esta manera, el pino aporta en estos momentos un 47% de la madera en rola que se produce en el país (MARN, 2001).

En los Estados Lara, Portuguesa y Cojedes, la empresa "SMURFIT Cartón de Venezuela" posee plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), Pino (*Pinus caribaea*) y Gmelina (*Gmelina arborea*), con el objetivo de aportar materia prima para la fabricación de pulpa y papel en la planta procesadora de Mocarpel en el Estado Yaracuy. Estas plantaciones se han establecido en áreas donde hace poco existían rastrojos, sabanas, pastizales o bosque semi deciduo ralo.

En total, las parcelas de Pino por lo menos sufren 13 pases de maquinaria. Los terrenos a plantar se preparan de forma mecanizada con un "big-rome" (herramienta con discos) que mejora la estructura del suelo rompiendo uniformemente los terrones hasta una profundidad de 30 a 40 cm. Luego se aplica una "rastra" (con discos más pequeños) que rompe las estructuras gruesas, uniformiza la estructura superficial hasta una profundidad de 20 a 30 cm, permitiendo, además, la incorporación de restos vegetales. Posteriormente se hace un "encamellonado" que consiste en voltear someramente la tierra y acumular montículos lineares cada tres metros siguiendo la pendiente.

Después de una etapa de aplicación mecanizada de herbicidas químicos, las plantas, producidas en el vivero central de la finca El Hierro, son plantadas manualmente sobre el camellón cada tres metros, lo que hace una plantación de tres por tres. El proceso de fertilización consiste en la aplicación manual de abonos NPK (160 g) de manera puntual a cada planta, después de un mes de plantación. Esta operación se repite una vez al año hasta que el lote cumpla tres años de edad. Para mantener la plantación, se realizan pases de tractor con

segadora entre las hileras, y aplicación mecanizada de herbicidas sobre el camellón. En el caso del Pino, la operación se realiza dos veces al año (antes de la época de la lluvia y al final de esta época) hasta que los árboles cumplen cuatro años.

En muchos lugares del país, el Pino también se ha utilizado con fines de protección y recuperación de áreas degradadas. Sin embargo, al ser un monocultivo, depositar acículas en el suelo y considerar las operaciones de plantación, estos proyectos generan impactos ambientales que deberían ser controlados.

Por lo antes expuesto, el objeto de este trabajo fue determinar el efecto que las plantaciones de Pino están generando sobre algunas características de los suelos de las Fincas de la Empresa Smurfit Cartón de Venezuela, en el Edo. Portuguesa.

ANTECEDENTES.

En general, Zimmermann (1992) señala como impactos negativos de los proyectos de plantaciones forestales, la mayor pérdida de agua por transpiración, el cambio en el pH, agotamiento de nutrientes y cambios en la microbiología del suelo, mayor peligro de incendios, nuevos patógenos, eliminación de especies o comunidades autóctonas, contaminación por exceso de fertilizantes y monotonía del paisaje. Como efectos positivos se destacan la mayor infiltración y menor escorrentía superficial, reducción de la erosión, menor microtemperatura, mayor humedad relativa, mayor contenido de materia orgánica y mejor estructura en el suelo, nuevo hábitat para la fauna y suministro de productos secundarios para las poblaciones humanas.

El *Pinus caribaea* var. *hondurensis* muestra buen comportamiento en cualquier clima húmedo tropical. El óptimo crecimiento se obtiene en suelos con buen drenaje interno y profundidades de dos metros o más. En estos sitios, forma una raíz pivotante larga y gruesa. Sin embargo, esta especie puede crecer moderadamente bien en suelos de poca profundidad, o en suelos saturados durante seis meses del año. En estas condiciones, el árbol produce raíces laterales que se extienden a distancias grandes fuera del radio de la copa. Las copas de los árboles maduros llegan raramente a una condición cerrada y la misma se presenta en los mejores sitios. La profundidad de suelo disponible a

las raíces es más importante que la fertilidad. Los pinos pueden crecer bien en suelos casi sin nitrógeno y la adición de abonos nitrogenados a tales suelos raramente es beneficiosa. Hay una reacción a la aplicación de potasio y una reacción mayor a la aplicación de fosfatos. Aunque el pino puede crecer en suelos con solamente 2 o 3 ppm de fosfato, la adición de abono fosfático normalmente resulta en una reacción espectacular (Wolffsohn, 1983).

Khanna y Ulrich (1984) destacan que los cationes (K, Ca, Mg, Mn, Na) que sirven para la nutrición de las plantas son los que están en forma soluble o intercambiable. El calcio es la base cambiante más común y representa más de 80 % de las bases cuando el pH supera el valor de 6, se vuelve deficiente en los suelos ácidos bajo sistemas de plantaciones intensivas y esta condición frecuentemente se acompaña de una toxicidad de Al. En el Pino, una disminución de la relación Ca/Al produce una inhibición de las raíces finas. Además, en suelos arenosos y calcáreos también ocurren deficiencias en potasio, las cuales afectan al Pino cuando el contenido de K es inferior a 0.05 meq/100 g de suelo.

McCull y Powers (1984) indican que las actividades de plantación, mantenimiento y aprovechamiento producen una perturbación de la capa de materia orgánica y una compactación de los horizontes superficiales. Reportan que en la región del Gambier en Australia del Sur, las plantaciones extensivas que no sufren de compactación en un suelo arenoso tienen una densidad (entre 10 y 40 cm) de 1.35 g/cm³. Una densidad de 1.6 g/cm³ ocurre en suelos extremadamente compactados, y densidades de 1.48 g/cm³ son comunes en plantaciones. En suelos poco fértiles, la disponibilidad en nutrientes se reduce. Si el suelo es capaz de proveer suficiente aire, agua y nutrientes, no se notan pérdidas de rendimiento. Los suelos pobres en materia orgánica son más sensibles a la compactación, y por esto, es importante mantener un nivel de materia orgánica suficiente en el suelo durante el aprovechamiento y otras operaciones. En silvicultura, las acciones sobre el terreno son mucho menos frecuentes, por los turnos más largos, y los problemas persisten durante mucho tiempo. El tiempo para que los suelos vuelvan a un estado de compactación original es muy largo, y puede ser imposible para los suelos arenosos si no se incorpora materia orgánica. La solución más efectiva, todavía, es evitar los pases de máquinas pesadas, sobretodo en condiciones de suelos arenosos y húmedos.

En India, Singh et al, (1990) hicieron un estudio comparando los suelos bajo una plantación de *Pinus roxburghii* y los suelos de una parcela cercana de trigo y maíz. La relación C/N observada bajo las plantaciones fue alta, por la descomposición lenta de las acículas. Constataron que los contenidos de carbono orgánico y de nitrógeno fueron dos a tres veces más importantes en las plantaciones. El calcio y magnesio intercambiables, aumentaron en las plantaciones de pino. Por el contrario, el contenido de potasio disponible fue tres a cuatro veces más importantes en los suelos agrícolas.

En Venezuela (Edo. Monagas), el Pino mostró una pequeña tendencia a aumentar la acidez de los suelos superficiales en las plantaciones más viejas. Este cambio de pH puede deberse a la producción de ácidos orgánicos, polifenoles, etc. Estos compuestos también influirían sobre el complejo de cambio produciendo una remoción de bases alcalinas y alcalinotérricas y una mayor sustitución de H en el complejo coloidal. Comparando con suelos de una sabana natural, los contenidos de hierro y de aluminio aumentaron en las plantaciones. Hubo una pequeña pérdida del calcio intercambiable. La explicación radica en la sustitución en el complejo de cambio de los bajos niveles de calcio cambiante por el hidrógeno y aluminio cambiante. El aumento de hierro y aluminio podría inducir una limitación de los niveles de molibdeno y fósforo disponibles (López Hernández y Pomenta, 1985).

Otro estudio, en los Estados Táchira, Mérida y Barinas, comparando suelos bajo pinares y suelos bajo una vegetación latifoliada, también mostraron que los Pinos tienen una tendencia a aumentar la acidez, aumentar el contenido de cationes cambiables y a disminuir los contenidos de aluminio e hidrogeno en los primeros centímetros del suelo (Ochoa y Oballos, 1995).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El estudio se realizó en la Finca El Hierro de la empresa Smurfit Cartón de Venezuela, la cual está ubicada en el límite entre el piedemonte andino y los llanos occidentales, Municipio Ospino, en el Estado Portuguesa. Se ubica entre las coordenadas 09° 10' 00" y 09° 28' 00" de latitud norte y entre 69° 20' 00" y 69° 25' 00" de longitud oeste. Igualmente, se escogieron 3 sitios en propiedades vecinas (Familias Escalona y Padilla) a la Finca El Hierro, donde se tomaron las parcelas testigo.

La precipitación media anual es de 1715 mm. Se observa un período lluvioso que va de Mayo a Noviembre siendo el mes de junio el de mayor precipitación, y un periodo seco de Diciembre a Marzo, ocurriendo la menor precipitación en el mes de Enero. La temperatura media anual es de 26,5 °C, con una temperatura máxima en el mes de Marzo de 28 °C, y mínima en el mes de Julio de 25.5 °C.

La vegetación natural ha desaparecido casi en su totalidad, exceptuando pequeñas manchas de bosque secundario ubicadas principalmente en áreas cercanas a los caños. Según el sistema de clasificación bioclimático de Holdridge, la zona pertenece al Bosque Seco Tropical.

Debido a la antigüedad de los sedimentos, en esta región existe una gran diversidad de suelos. La empresa ha realizado las plantaciones de pinos y eucaliptos sobre terrazas aluviales antiguas (Q₃ y Q₄). Las de melina se encuentran sobre sedimentos recientes que conforman actualmente la parte distal del abanico (Q₂). En ambos casos, la geomorfología de la zona es producto de los procesos de sedimentación y erosión por parte de los ríos provenientes de la cordillera de Los Andes durante el cuaternario. Así mismo, se utiliza una clasificación local fisiográfica que distingue entre Llano Alto (con una altura aproximada de 200 msnm, corresponde a terrazas más altas y antiguas) y Llano Bajo (con alturas entre 160 y 170 msnm, corresponde a abanicos recientes).

METODOLOGÍA.

Dentro de los lotes plantados con Pino (*Pinus caribaea*), se seleccionaron 3 calicatas ubicadas opináticamente en sitios representativos, es decir, alejados de eventuales caños, hacia el centro del lote para minimizar los efectos de borde, sobre el camellón (realizado con maquinaria al momento de preparar el terreno) y entre dos árboles consecutivos en la línea de plantación.

También se evaluaron 3 calicatas testigo, en fincas vecinas, sin plantación (con sabanas o pastizales) y con la misma posición fisiográfica.

En cada sitio de observación, se describieron las siguientes variables pedomorfológicas: profundidad de los horizontes, color, textura y estructura. Adicionalmente, se tomaron dos muestras por calicata con 0-30 y 30-60 cm de

profundidad para los respectivos análisis de laboratorio. Posteriormente, se tomaron tres cilindros de 100 cm³ de suelo, para cada estrato, para la determinación de la densidad aparente y espacio poroso.

En el Laboratorio UCV-Maracay se realizaron los siguientes análisis físico-químicos:

- Textura, por el método de Bouyoucos.
- pH : pH en H₂O 1:1.
- Conductividad eléctrica en H₂O 1:1.
- Materia orgánica: combustión húmeda, método de Walkley y Black.
- Fósforo disponible: Método de extracción en FNH₄ y HCl. Procedimiento Bray-Kurtz.
- Bases intercambiables (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): acetato de amonio 1 N y pH 7
- Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn): extracción con la solución "Carolina del Norte", doble ácido.

En el laboratorio de suelos ULA-INDEFOR se realizó el análisis de densidad aparente, usando el método del cilindro de Ulhan. Los tres cilindros de cada horizonte fueron secados al horno durante 24 horas a 105 °C, y pesados con precisión al décimo de gramo.

El Espacio poroso (Ep) se determinó mediante la siguiente relación:

$$Ep (\%) = (1 - Da / 2.65) * 100$$

(Da = densidad aparente; 2.65 = densidad promedio del cuarzo)

Todos los resultados que se presentan, son las medias de las tres calicatas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Descripción de los suelos bajo plantaciones de Pino.

Como consecuencia de los camellones, la profundidad del horizonte Ah varía entre 18 y 23 cm. En la superficie se presentan colores marrón amarillento y luego marrón o marrón oscuro. La estructura es blocosa subangular. Según los resultados indicados en la Tabla 1, se pueden señalar las siguientes características generales:

- La textura de estos suelos es franco arcillosa, con tendencia a aumentar el contenido de arcilla con la profundidad.
- La densidad aparente tiene una cierta tendencia a aumentar con la profundidad.
- Son suelos extremadamente ácidos.
- La conductividad eléctrica presenta valores bajos, tiende a disminuir con la profundidad, pero permite el cultivo de cualquier especie.
- La materia orgánica tuvo valores muy pobres, con tendencia a disminuir con la profundidad.
- Muchos elementos tienen la tendencia a disminuir con la profundidad. Tal es el caso de P, K, Cu y Zn que en general presentan valores bajos y Fe y Mn que presentan contenidos altos.
- Los niveles de Na son bajos, pero aumentan ligeramente con la profundidad.
- Los valores Ca y Mg son muy heterogéneos. Sin embargo, se observa una cierta tendencia del Ca a disminuir con la profundidad y del Mg a aumentar.

Descripción de los suelos bajo chaparral y pastizales (testigo del Pino).

El horizonte Ah posee entre 7 y 12 cm de espesor y el color varía de marrón a rojo. La estructura es blocosa subangular. De acuerdo a los valores presentados en la Tabla 2 se puede resumir lo siguiente:

- La textura es franco arcillosa y en profundidad, los suelos se vuelven un poco más arcillosos.
- La densidad aparente y la conductividad eléctrica tienden a disminuir con la profundidad.
- Son suelos extremadamente ácidos.
- En general la materia orgánica tiene valores bajos y más aún en la profundidad.
- El P, K, Ca, Mg, Cu y Zn en general presentan valores bajos y disminuyen con la profundidad.
- El contenido de Na también es bajo, pero aumenta con la profundidad. Al contrario, el Fe es elevado y disminuye con la profundidad.
- El Mn presenta valores muy heterogéneos y un ligero aumento con la profundidad.

Diferencias entre los suelos bajo Pino y los testigos.

Los resultados de los análisis de varianza se encuentran en la Tabla 3. Las diferencias para cada parámetro, entre el suelo bajo plantación y los testigo, son estadísticamente significativas cuando $p < 0.05$.

Sólo se encontraron diferencias significativas para el contenido de limo y la conductividad eléctrica en la zona de 30-60 cm y el contenido de Cu en ambas profundidades.

El nivel de limo disminuye en la plantación, pero esto no se puede atribuir al efecto de los árboles, sino a la variación espacial de los suelos.

La densidad aparente es mayor para el testigo en los primeros 30 cm de profundidad, pero en el horizonte 30-60 cm, es la plantación quien tiene una densidad ligeramente superior. El trabajo que se hace para la preparación del terreno y la protección ofrecida por los árboles permite obtener una densidad menor en superficie pero no en el horizonte 30-60 cm. En este último horizonte, la densidad es relativamente alta, y los suelos pueden presentar problemas por compactación.

Existe una tendencia del pH a disminuir bajo las plantaciones de Pino en ambos horizontes. Aunque esta disminución del pH no resultó estadísticamente significativa, la tendencia es evidente y estos resultados ya han sido reportados en esta especie. Algunos autores sugieren que este efecto se debe a los ácidos orgánicos y polifenoles producidos durante la descomposición de la materia orgánica de este género.

La materia orgánica muestra un aumento bajo las plantaciones de Pino, en ambos horizontes. La cantidad de desechos vegetales que se incorpora anualmente al suelo mineral es mayor, comparado con los testigo y se descompone lentamente.

Existe un aumento en los niveles de Ca y Mg en ambos horizontes, lo que parece contradictorio con las tendencias observadas en los valores de pH. Sin embargo, esto puede tener su origen en la mayor incorporación de materia orgánica, en la plantación, que permite favorecer el incremento de estas bases cambiables.

Diferencias entre los suelos bajo Pino y los testigos.

Los resultados de los análisis de varianza se encuentran en la Tabla 3. Las diferencias para cada parámetro, entre el suelo bajo plantación y los testigo, son estadísticamente significativas cuando $p < 0.05$.

Sólo se encontraron diferencias significativas para el contenido de limo y la conductividad eléctrica en la zona de 30-60 cm y el contenido de Cu en ambas profundidades.

El nivel de limo disminuye en la plantación, pero esto no se puede atribuir al efecto de los árboles, sino a la variación espacial de los suelos.

La densidad aparente es mayor para el testigo en los primeros 30 cm de profundidad, pero en el horizonte 30-60 cm, es la plantación quien tiene una densidad ligeramente superior. El trabajo que se hace para la preparación del terreno y la protección ofrecida por los árboles permite obtener una densidad menor en superficie pero no en el horizonte 30-60 cm. En este último horizonte, la densidad es relativamente alta, y los suelos pueden presentar problemas por compactación.

Existe una tendencia del pH a disminuir bajo las plantaciones de Pino en ambos horizontes. Aunque esta disminución del pH no resultó estadísticamente significativa, la tendencia es evidente y estos resultados ya han sido reportados en esta especie. Algunos autores sugieren que este efecto se debe a los ácidos orgánicos y polifenoles producidos durante la descomposición de la materia orgánica de este género.

La materia orgánica muestra un aumento bajo las plantaciones de Pino, en ambos horizontes. La cantidad de desechos vegetales que se incorpora anualmente al suelo mineral es mayor, comparado con los testigo y se descompone lentamente.

Existe un aumento en los niveles de Ca y Mg en ambos horizontes, lo que parece contradictorio con las tendencias observadas en los valores de pH. Sin embargo, esto puede tener su origen en la mayor incorporación de materia orgánica, en la plantación, que permite favorecer el incremento de estas bases cambiables.

Por otra parte, se estima que el significativo aumento del contenido de Cu en las plantaciones, puede ser consecuencia de la aplicación de agroquímicos en estas áreas.

CONCLUSIONES.

En posición geomorfológica baja (160 -170 msnm), correspondiente a sedimentos recientes, la textura es franco arcillosa y el pH es extremadamente ácido. La mayoría de las bases cambiables presentan contenidos bajos y disminuyen con la profundidad. Pero, la fertilidad natural se considera moderada, por lo que la plantación de Pino constituye una buena alternativa de uso de la tierra.

Aunque el aumento de la densidad aparente no resultó significativo, los resultados obtenidos en la plantación de Pino (entre 30 y 60 cm) indican que estos suelos pueden presentar problemas por compactación, lo que puede influir sobre los procesos de respiración, por disminución del espacio poroso en este horizonte.

Se confirma la tendencia encontrada en otros estudios, relacionada con la disminución del pH bajo las plantaciones de Pino. En este trabajo no resultó estadísticamente significativa, pero su descenso fue evidente.

La materia orgánica muestra un aumento, no significativo, bajo las plantaciones de Pino. Esto proviene de la hojarasca que se incorpora al suelo mineral y puede ser la causa del ligero aumento encontrado en los niveles de Ca y Mg.

Resulta evidente que 13 años de plantaciones con Pino, es muy poco tiempo para que aparezcan cambios estadísticamente significativos favorables o desfavorables en el suelo, a excepción del contenido de limo que disminuyó y el cobre y la conductividad eléctrica que aumentaron ligeramente bajo la plantación de pino.

Se estima que el significativo aumento del contenido de Cu en las plantaciones está vinculado a la aplicación de agroquímicos en estas áreas.

AGRADECIMIENTOS.

Al programa de intercambio
ALFA METSA
por permitir la pasantía
del Ing. Julien Carimentrand.

A la Gerencia, personal técnico y obrero de la
Empresa Smurfit Cartón de Venezuela y a
los Señores Escalona y Padilla (fincas particulares)
por el apoyo brindado
durante los levantamientos de campo.

BIBLIOGRAFIA

1. FAO. 2000. Evaluación de Recursos Forestales. En: http://www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp?lang_id=3.
2. Khanna, P y Ulrich, B. 1984. Soil characteristics influencing nutrient supply in forest soils. En: Nutrition of plantation forests (Bowen, G y Nambiar, E., editores). Academic Press. London. 516 p.
3. López Hernández y Pomenta. 1985. Chemical changes induced in the Uverito savanna (Monagas, Venezuela) by *Pinus caribaea* plantations. Turrialba. 35 (1): 77-83.
4. MARN. 2001. Boletín Estadístico Forestal No. 3 – Año 2000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Dirección General del Recurso Forestal. Caracas. 76 p.
5. McColl, J y Powers, R. 1984, Consequences of forest management on soil-tree relationships. En: Nutrition of plantation forests (Bowen, G y Nambiar, E., editores). Academic Press. London. 516 p.
6. Ochoa, G y Oballos, J. 1995. Algunas variaciones que sufren los suelos en los Estados Mérida, Táchira y Barinas, al introducir plantaciones de Pinos. Revista Geográfica Venezolana 36(2): 123 – 135.
7. Paredes, L. 1991. Las plantaciones forestales en Venezuela – Reseña Histórica. MARNR. Caracas. Mimeografiado, 14 p.
8. Singh, R., Singh, RK y Singh, K. 1990. Effect of different plant cover on soil characteristics. Indian Forester 116 (10): 795-802.
9. Wolffsohn. 1983. *Pinus caribaea var hondurensis*: estudios sobre su manejo en sitios nativos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Corporación de Desarrollo Forestal. Honduras. Serie Miscelánea N°3, 66 p.
10. Zimmermann, R. 1992. Impactos ambientales de las actividades forestales. Guía FAO de Conservación No. 7. Roma. 80 p.

Tabla 1. Características más importantes de los suelos bajo plantaciones de Pino.

Variable	media	mínimo	máximo	Desviación Estándar
Zona Superficial: 0-30 cm				
Arcilla (%)	24.66	16	30	7.57
Limo (%)	36	36	36	0
Arena (%)	39.33	34	48	7.57
Densidad aparente (g/cm ³)	1.3	1.25	1.35	0.05
Espacio poroso (%)	51	49	53	2
PH	4.15	3.92	4.49	0.3
Cond. Eléctrica (dS/m)	0.06	0.04	0.08	0.02
Materia orgánica (%)	1.07	0.88	1.34	0.23
P (ppm)	1.66	1	2	0.27
K (ppm)	17.66	12	26	7.37
Ca (ppm)	61	1	146	75.66
Na (ppm)	6.66	3	10	3.51
Mg (ppm)	81.66	17	202	104.30
Fe (ppm)	40.66	33	46	6.80
Mn (ppm)	83.66	79	86	4.04
Cu (ppm)	1.03	0.8	1.4	0.32
Zn (ppm)	0.9	0.4	1.4	0.5
Zona Profunda: 30-60 cm.				
Arcilla (%)	34.66	28	38	5.77
Limo (%)	30.66	28	32	2.31
Arena (%)	34.66	30	44	8.08
Densidad aparente (g/cm ³)	1.48	1.4	1.55	0.07
Espacio poroso (%)	44.66	42	48	3.05
PH	4.22	3.89	4.66	0.39
Cond. Eléctrica (dS/m)	0.043	0.03	0.05	0.011
Materia orgánica (%)	0.653	0.46	0.85	0.195
P (ppm)	1	1	1	0
K (ppm)	11.33	8	17	4.93
Ca (ppm)	45.33	1	129	72.5
Na (ppm)	8	4	12	4
Mg (ppm)	100.66	13	275	150.97
Fe (ppm)	16.33	14	20	3.21
Mn (ppm)	63.66	29	92	31.97
Cu (ppm)	0.43	0.4	0.5	0.05
Zn (ppm)	0.5	0.4	0.6	0.1

Tabla 2. Características más importantes de suelos bien drenados, llano bajo, en pastizales y chaparrales.

Variable	media	mínimo	máximo	Desviación Estándar
Zona Superficial: 0-30 cm				
Arcilla (%)	30.66	28	34	3.05
Limo (%)	34.66	34	36	1.15
Arena (%)	34.66	32	38	3.05
Densidad aparente (g/cm ³)	1.46	1.35	1.55	0.1
Espacio poroso (%)	45	42	49	3.60
PH	4.43	4.26	4.72	0.24
Cond. Eléctrica (dS/m)	0.033	0.03	0.04	0.0057
Materia orgánica (%)	1.023	0.74	1.25	0.259
P (ppm)	1.33	1	2	0.577
K (ppm)	20	7	30	11.78
Ca (ppm)	4.66	1	9	4.04
Na (ppm)	8.66	6	11	2.51
Mg (ppm)	18.33	155	22	3.51
Fe (ppm)	27.33	19	36	8.5
Mn (ppm)	32	66	82	43.31
Cu (ppm)	0.26	0.1	0.4	0.152
Zn (ppm)	0.43	0.4	0.5	0.057
Zona Profunda: 30-60 cm				
Arcilla (%)	40	38	44	3.46
Limo (%)	36.66	34	38	2.31
Arena (%)	23.33	18	28	5.03
Densidad aparente (g/cm ³)	1.41	1.33	1.5	0.104
Espacio poroso (%)	47	44	51	3.605
PH	4.58	4.38	4.88	0.264
Cond. Eléctrica (dS/m)	0.0166	0.01	0.02	0.0057
Materia orgánica (%)	0.596	0.54	0.65	0.055
P (ppm)	1	1	1	0
K (ppm)	9.66	5	14	4.51
Ca (ppm)	2	1	4	1.73
Na (ppm)	10.66	5	22	9.81
Mg (ppm)	14.33	12	18	3.21
Fe (ppm)	17.33	10	31	11.84
Mn (ppm)	42	2	71	35.79
Cu (ppm)	0	0	0	0
Zn (ppm)	0.33	0.3	0.4	0.057

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza, para las variables edáficas, entre la plantación de Pino y el testigo.

Variable	Media de la plantación	Media de los testigos	MS_ERROR	F	P
Zona Superficial: 0 – 30 cm					
ARCILLA	24.66	30.66	33.333	1.620	0.272
LIMO	36	34.66	0.667	4.000	0.116
ARENA	39.33	34.66	33.333	0.980	0.378
Densidad Aparente	1.3	1.46	0.007	6.250	0.067
Espacio Poroso	51	45	8.500	6.353	0.065
pH	4.15	4.43	0.076	1.625	0.271
Cond. Eléctrica	0.06	0.033	0.000	5.786	0.074
Materia orgánica	1.07	1.023	0.062	0.060	0.818
P	1.66	1.33	0.333	0.500	0.519
K	17.66	20	96.667	0.084	0.786
Ca	61	4.66	2870.667	1.658	0.267
Na	6.66	8.66	9.333	0.643	0.468
Mg	81.66	18.33	5446.333	1.105	0.353
Fe	40.66	27.33	59.333	4.494	0.101
Mn	83.66	32	946.167	4.232	0.109
Cu	1.03	0.26	0.063	13.921	0.020 #
Zn	0.9	0.43	0.127	2.579	0.184
Zona Profunda: 30 – 60 cm					
ARCILLA	34.66	40	22.667	1.882	0.242
LIMO	30.66	36.66	5.333	10.125	0.033 #
ARENA	34.66	23.33	45.333	4.250	0.108
Densidad Aparente	1.48	1.41	0.008	0.800	0.422
Espacio Poroso	44.66	47	11.167	0.731	0.441
pH	4.22	4.58	0.113	1.687	0.264
Cond. Eléctrica	0.043	0.0166	0.000	12.800	0.023 #
Materia orgánica	0.653	0.596	0.021	0.235	0.653
P	1	1	0.000		

K	11.33	9.66	22.333	0.187	0.688
Ca	45.33	2	2629.667	1.071	0.359
Na	8	10.66	56.167	0.190	0.685
Mg	100.66	14.33	11402.333	0.981	0.378
Fe	16.33	17.33	75.333	0.020	0.895
Mn	63.66	42	1151.667	0.611	0.478
Cu	0.43	0	0.002	169.000	0.000 #
Zn	0.5	0.33	0.007	6.250	0.067

#: diferencia significativa.

