

VALORACION PRELIMINAR DE LA INFLUENCIA DE LOS FERTILIZANTES MINERALES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN UNA PLANTACION DE *Pinus caribaea* VAR. *caribaea*

MARTA JIMENEZ*Y GRISEL HERRERO'

RESUMEN

La demanda creciente de madera en el mundo, ha hecho que aumente el uso de la fertilización como una vía para incrementar el crecimiento de las especies maderables. La respuesta a la fertilización obviamente varía con la especie y las condiciones del suelo. En nuestro país la experiencia al respecto es escasa.

En el presente trabajo se evalúa la influencia de los fertilizantes minerales NPK sobre el crecimiento y desarrollo de una plantación de *Pinus caribaea* var. *caribaea* de doce años de edad establecida en un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo.

Los fertilizantes se aplicaron como fórmula completa y en combinaciones de dos elementos durante los tres primeros

Manuscrito recibido 24 de julio de 1984

*Centro de Investigación Forestal. Ministerio de la Agricultura,
Ciudad de La Habana, Cuba

años de la plantación. Se observó una mejor respuesta a la fertilización cuando se aplicó la fórmula completa NPK en dosis de 50 y 100 kg/ha y se obtuvo un incremento en volumen de madera de 60,16 y 73,11 m³/ha respecto al testigo, siendo el fósforo el elemento que ejerció mayor influencia sobre el desarrollo y crecimiento de los árboles.

Se valoró el contenido nutrimental mediante el análisis foliar, el que se correlacionó con la altura. Se concluye, además, que las propiedades hidrofísicas del suelo son determinantes para la toma de nutrientes y, por consiguiente, influyen en el desarrollo del Pinus caribaea var. caribaea.

INTRODUCCION

Con el desarrollo de la ciencia forestal, el uso de las coníferas ha despertado gran interés en los últimos años, debido a su fácil manejo y a sus altos rendimientos en varias partes del mundo en distintas condiciones de suelo, altitudes, procedencias y variedades, resultando ser poco exigentes a algunos factores ecológicos (Teuscher y Alders, 1976). Además, se afirma que los bosques de pinos se encuentran usualmente sobre los suelos más pobres, su capa húmica es muy fina y el horizonte arenoso es fuertemente ácido, con un pH de 4 o menos. Sin embargo, esto no quiere decir que los pinos no puedan crecer en suelos más ricos o ecotopos menos extremos; ellos pueden prevalecer sin la intervención del hombre en la competencia con las latifolias (Materna y Samek, 1967; Awan, 1972).

La explotación de la madera y de sus productos significa una elevada inversión que repercute en el presupuesto nacional, por lo que se impone el desarrollo de plantaciones de pino que permitan elevar la producción de madera a sus niveles más altos. Esto puede lograrse de dos maneras por la ampliación del área productiva de los bosques o mediante la intensificación de tratamientos silviculturales, tales como el empleo de fertilizantes, riegos, el mejoramiento genético de la especie, etc. (Samek, 1967).

Según Millar (1967), algunos científicos consideran de modo general, que un suelo fértil y productivo tiene que suministrar, en cantidades razonables y en equilibrio adecuado, las fracciones minerales y orgánicas de los nutrientes que una planta necesita y, además, estar localizado en una zona climática que proporcione la humedad, luz y calor suficientes para el buen desarrollo de las plantas, como es el

caso de Topes de Collantes y Cajalbana (Cuba, Ministerio de la Agricultura, Centro de Investigación Forestal, 1975), donde se observa el mejor desarrollo de esta especie en Cuba.

Los autores (Alban, 1972; Vlamis y Biswell, 1974; White, et al., 1974), han encontrado respuestas positivas en el crecimiento del Pinus caribaea var. hondurensis en suelos Rojo Tropical cuando se han aplicado fertilizantes fosfatados o combinaciones donde están presentes éstos.

El presente trabajo valora la influencia de los fertilizantes minerales aplicados a un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo, muy poco fértil, a partir de los resultados obtenidos del análisis de suelo y foliar interrelacionado con los parámetros de altura y diámetro.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación geográfica y clima

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Forestal de Viñales en la provincia de Pinar del Río. La estación se encuentra ubicada en el km 22 de la carretera que va de Pinar del Río a Viñales entre los 22°37' latitud Norte y los 83°43' longitud Oeste según las coordenadas de Lambert y una elevación de 150 msnm..

Los valores de temperatura más cercanos son los de la Estación Meteorológica de la ciudad de Pinar del Río según los cuales la temperatura media anual es de 24,7°C, la máxima diaria de 28,7°C, la mínima diaria de 20,4°C y la mínima absoluta de 16,2°C (Awan y Frías, 1970).

El promedio de lluvia caída en 24 años, registrado en el Central "Sanguily" ubicado a 30 km NE. del sitio es de 1 437 mm, el 85 % de la cual cae entre los meses de mayo y octubre (Awan y Frías, 1970).

Tipos de suelo y vegetación

Los suelos de la estación son derivados de rocas esquistosas y pizarrosas que pueden tener colores rojizo, gris oscuro y amarillo, estando las mismas generalmente veteadas en cuarzo. según la clasificación genética utilizada por el Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias (1979), los suelos que se encuentran son: Ferralítico Cuarcítico Amarillo y Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado. El subsuelo es firme y el drenaje deficiente; son suelos muy ácidos, bajos en materia orgánica con contenido medio en magnesio y bajos en fósforo, potasio y calcio (Tabla 1).

TABLA 1. Análisis químicos del suelo.

Perfil	Procedencia	Profundidad (cm)	MO	Nutrientes aprov. meq/100 g				pH				Contenido de base meq/100 g				CCB meq/100 g
				M	N	P	K	H ₂ O	KCl	FA	Ca	Mg	Na	A	MB	
I	Bloque I	0 - 10	3,697 0	5,545 0	0,200	0,22	B	4,90	4,05	5,62	1,85	0,13	7,82			
	Parcela I	10 - 30	2,139	3,208 6	-	0,09	MB	4,90	3,85	3,12	1,23	0,11	4,55			
II	Bloque II	0 - 10	1,533 1	2,299 6	0,132	0,22	B	3,80	3,10	1,25	0,62	0,15	2,24			
	Parcela 2	10 - 30	1,242 3	1,863 4	-	0,2	MB	3,90	3,30	1,25	0,00	0,10	1,55			
III	Bloque III	0 - 10	2,690 6	4,035 9	0,100	0,16	B	3,95	3,20	0,62	0,00	0,15	0,93			
	Parcela 3	10 - 30	3,363 3	5,044 9	0,482	0,21	MB	4,00	3,40	1,25	2,10	0,11	3,67			

FA - Fuertemente ácido

MFA - Muy fuertemente ácido

A - Alto

B - Bajo

M - Mediano

MA - Muy alto

MB - Muy bajo

La composición florística de esta zona está formada principalmente, por dos especies de pinos: el Pinus tropicalis Morelet (pino hembra) y el Pinus caribaea var. caribaea Barret y Golfari (pino macho). Además, hay otras especies como el Byrsonima crassifolia L. (peralejo), Aristida erecta Hitch (pajón), Quercus virginiana L. (encino), Andropogon sp. Syzygium iambos (pomarrosa).

Las posturas utilizadas en este ensayo fueron obtenidas en el vivero de producción de Malas Aguas, en bolsas estándares, solamente con suelo.

El área de plantación era un monte degradado, ondulado, que se desbrozó en forma manual y más tarde se roturó con arado de vertedera; luego se marcó el sitio y se plantó con pico, a un marco de plantación de 3 m x 3 m para un total de 36 árboles por parcela y 24 árboles por parcela Útil, en octubre de 1967.

En los primeros años de plantado se detectaron ataques de Dioryctria, que fueron neutralizados con una aplicación general de Dipterex. Recientemente aparecieron nuevos ataques de esta plaga Dioryctria horneana, aunque sólo en unas 70 plantas, lo cual representa el 2 % de afectación.

Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el de bloques aleatorizados **con** tres réplicas, integrados por seis parcelas de 325 m² cada una y correspondientes a los seis tratamientos de fertilizantes minerales. Estos fueron aplicados en el momento de la plantación y sucesivamente durante los tres años posteriores, en las dosis que se muestran en la Tabla 2.

Muestreo y análisis de suelo

Las muestras de suelos fueron tomadas en la zona de estudio en diciembre de 1979, siguiendo las técnicas y metodologías establecidas por el Laboratorio de Suelos y Foliar del Centro de Investigación Forestal (Cuba, Ministerio de la Agricultura, Centro de Investigación Forestal, 1976).

Se abrieron calicatas de 1,50 m de longitud, 0,80 m de ancho y 1,00 m de profundidad, y se tomó una muestra de suelos de 0 a 10 cm y la otra de subsuelo de 10-30 cm, a las cuales se les determinó: cationes cambiabiles utilizando acetato de amonio pH 7; materia orgánica por el método de Walkley y Black, a partir de la cual se calculó el contenido de nitrógeno asimilable; fósforo por el método de Bray and Kurtz; el

TABLA 2.

Tratamientos	Fertilizantes (dosis kg/ha)	Cantidad equivalente (granos/planta) *
A	$N_0 P_0 K_0$	Testigo
B	$P_{50} K_{50}$	45
C	$N_{50} K_{50}$	45
D	$N_{50} P_{50}$	45
E	$N_{50} P_{50} K_{50}$	45
F	$N_{100} P_{100} K_{100}$	90

Los fertilizantes utilizados fueron urea con una concentración de 46 % de N, superfosfato triple con 46 % de P_2O_5 y cloruro de potasio con 60 % de K_2O .

pH en cloruro de potasio 1 N en agua utilizando la relación 1:2,5. Además, se determinó la composición mecánica del suelo (textura) mediante el método de la pipeta simiautomática, empleando como agente dispersante pirofosfato de sodio 0,4 N; la capacidad de campo, el agua aprovechable y no aprovechable fueron calculadas a partir del análisis textural utilizando el programa de computación existente en el CIF, que emplea la fórmula empírica de Gardner y Briggs.

Muestreo y análisis foliar

De los 36 árboles de cada parcela se midió el DAP y la altura comercial a los 24 árboles que forman la parcela útil. Se seleccionó el árbol representativo atendiendo a su configuración general en cada parcela con el fin de tomar las muestras foliares (200 g por cada uno), para lo cual se escogieron las acículas que habían terminado su crecimiento (un año de edad, aproximadamente) en la parte apical del árbol y en las cuatro direcciones NSEO; luego se secaron en la estufa a una temperatura constante de 65°C durante 72 horas y se sometieron a digestión con ácido sulfúrico al 98 % y peróxido de hidrógeno al 30 %.

El fósforo foliar se determinó colorimétricamente con molibdato de amonio y estaño metálico como reductor; en la determinación de nitrógeno se empleó la técnica del indofenol; para el potasio y el sodio se utilizó el método de fotometría de llama; el calcio y el magnesio se determinaron por el método de la valoración complexométrica utilizando versenato de sodio (EDTA) (Cuba, Ministerio de la Agricultura, Centro de Investigación Forestal, 1976).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza según el diseño empleado para la altura, DAP y volumen promedio de cada parcela y dódima de Duncan para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

La aplicación de fertilizantes minerales ejerció un efecto muy positivo sobre el crecimiento del Pinus caribaea var. caribaea en los suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillos de Viñales, los que presentan muy bajos contenidos de cationes cambiables, elementos nutritivos y materia orgánica (Tabla 1). El contenido de arcilla es igualmente bajo, por lo que la capacidad de almacenamiento de agua también es baja (Tabla 3). Producto de la escasa fertilidad de estos suelos su respuesta ante la fertilización es notable: además, como los árboles pueden tomar pocos nutrientes, la reincorporación de ellos al suelo a partir del aporte de biomasa es también pequeño.

Los tratamientos que difieren significativamente del testigo en cuanto al DAP, altura y volumen y en los cuales hay una respuesta mayor son los que corresponden a la fórmula completa en dosis de 50 y 100 kg/ha (Tabla 4). En orden consecutivo le sigue a esos dos tratamientos el D (NP) el cual no se diferencia significativamente de los dos Últimos, pero tampoco del testigo. A pesar de ello la respuesta es apreciable pues se obtiene un incremento de 40,75 m³/ha respecto al testigo. También hay una respuesta al tratamiento B (P K). No ocurre lo mismo para el tratamiento C (NK) donde no se aplica el P. De acuerdo con estos resultados se puede concluir que el P fue el elemento fundamental para esta especie en los suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillos en las condiciones de este experimento.

Son muchos los investigadores que han llegado a este resultado con diferentes especies de coníferas (Pritchett y Smith, 1972; Vlamis y Biwell, 1974; Ballard y Pritchett, 1975; Kushla y Fisher, 1980).

TABLA 3. Análisis físico de los perfiles.

Perfil	Procedencia	Profundidad (cm)	Almacén de agua %		Análisis textural %				Arcilla < 0,02 mm	Textura
			Cap. de campo	Agua aprovech.	Agua no aprovech.	Arena > 0,2 mm	Limo 0,2-0,002 mm			
I	Bloque I	0 - 10	14,44	6,59	7,95	56,50	30,50	13,00		Loam arenoso
	Parcela I	10 - 30	11,15	5,45	6,49	64,00	26,50	9,50		Loam arenoso
II	Bloque II	0 - 10	12,48	5,81	7,88	60,50	29,00	10,50		Loam arenoso
	Parcela 2	10 - 30	7,94	3,62	4,31	81,00	13,00	6,00		Areno loamoso
III	Bloque III	0 - 10	29,90	13,65	16,25	22,00	38,00	40,00		Loam arcilloso
	Parcela 3	10 - 30	16,57	7,56	9,00	59,50	35,50	15,00		Loam arenoso

TABLA 4. Análisis de varianza para la altura, el diámetro y el volumen de madera según los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Altura (m)	DAP (cm)	V (m ³ /ha)	Incremento del volumen respecto al testigo
F (NPK) 100	9,64 ^a	17,66 ^a	128,27 ^a	73,11
E (NPK) 50	9,84 ^a	16,62 ^a	115,32 ^a	60,16
D (NP) 50	8,77 ^{ab}	16,17 ^{ab}	95,91 ^{ab}	40,75
B (PK) 50	7,50 ^{ab}	14,91 ^b	75,93 ^{ab}	20,77
A (testigo)	6,40 ^b	13,40 ^b	55,16 ^b	
C (NK) 50	6,54	13,25	50,74	- 4,58

a, b, c Medias con igual letra no difieren a $P < 5\%$.
Prueba de rangos múltiples de Duncan.

Comparando los volúmenes de madera obtenidos con los tratamientos B, D y el E donde se aplica la misma cantidad de P y variando en los mismos los elementos K y N se puede observar que el N es el elemento que le sigue en importancia al P (Bonneau, 1963; Will, 1971; Kushla y Fisher, 1980; Kea y Ballard, 1982) y que la aplicación de K sin P no ejerce ninguna influencia sobre el desarrollo del Pinus caribaea var. caribaea en el suelo estudiado, sino que por el contrario actúa negativamente sobre la producción de madera (Tabla 4). Cameron et al. (1981), obtuvieron similares resultados en experimentos con Pinus caribaea var. hondurensis en suelos Rojos Tropicales y concluyen que una respuesta a los nutrientes que no sean el P sólo se produce cuando la necesidad de dicho elemento se ha satisfecho. En el presente experimento este hecho se confirma cuando se compara el tratamiento E que usa la fórmula completa con el C, ambos con la misma cantidad de cantidad de N K.

La aplicación de P, aunque ejerce una acción satisfactoria sobre el desarrollo de los pinos, no es suficiente por sí sola para obtener un rendimiento máximo (Bonneau, 1973). La fertilización con uno solo de

los macronutrientes pueden engendrar desequilibrios nutrimentales y producir efectos indeseables sobre las plantas, como es el caso del gran crecimiento de las ramas cuando se fertiliza con N solamente (Bonneau, 1965; Will, 1971), lo cual impide un desarrollo mayor del tronco.

El efecto residual del fertilizante fosfórico puede ser explicado por la capacidad que tienen los suelos Ferralíticos de fijar el P en forma de fosfato de hierro y aluminio (Ballard y Pritchett, 1974), los que pueden ir pasando lentamente a formas solubles por acción de la micorriza (Lamb, 1973) y la materia orgánica (Herrero et al., 1982), con lo cual se encontrarán asequibles a las plantas.

Awan (1972) encontró los mismos resultados para esta plantación a los tres años de edad, de lo cual es posible inferir, con cierto grado de aproximación, que no son necesarios muchos años para predecir la respuesta a una fertilización. La adición de N tiene una influencia positiva cuando se aplica con los otros dos elementos juntos o con fósforo; sin embargo, con el K (Tabla 4) ejerce un efecto depresivo sobre la absorción de K por las plantas, al parecer debido a un antagonismo entre ambos elementos. El análisis foliar (Tabla 5) asevera este hecho. Puede observarse que para el tratamiento NK, la absorción de K es más baja incluso que la del testigo; sin embargo, en el caso de la de N no se ve afectada, o sea, que el N deprime la absorción de K por las plantas, no ocurriendo el fenómeno inverso.

TABLA 5. Contenidos promedios de NPK en la acículas.

Tratamientos	%		
	N	P	K
A	0,550	0,062	0,341
B	0,522	0,070	0,346
C	0,618	0,050	0,263
D	0,632	0,087	0,351
E	0,677	0,107	0,358
F	0,560	0,116	0,352

Si se compara el contenido de nutrientes foliares para los tratamientos D y B, se puede deducir que la absorción de P por las plantas se ve más favorecida por el N que por el K. Con el uso de la fórmula completa, la absorción de P es mayor, no ocurriendo lo mismo para I o otros dos macronutrientes (cameron et al., 1981). El análisis foliar corrobora los resultados de la fertilización discutidos anteriormente, o sea, que el P es el elemento fundamental para el Pinus caribaea var. caribaea; que el N favorece la nutrición y que la aplicación de uno o dos elementos solos, puede ocasionar desbalances nutrimentales por lo que son recomendables fórmulas completas de fertilizantes minerales. Hay otro aspecto que resaltar en el análisis foliar y es el contenido, en general, en las acículas y para todos los tratamientos.

Con el objetivo de esclarecer algunos aspectos relacionados con el crecimiento de los árboles se realizaron regresiones lineales entre las alturas y los contenidos de macronutrientes foliares. Solamente se encontró correlación entre la altura y el contenido de K foliar, lo que sugiere que este elemento es necesario para el buen crecimiento del pino en estos suelos (Meady Pritchett, 1971). Al parecer este resultado es contradictorio. No obstante, ese mismo autor explica la ausencia de correlación entre el crecimiento expresado como altura y el P foliar, por la capacidad del suelo de fijar P, que es el caso de los suelos Ferralíticos.

Las propiedades hidrofísicas se determinaron para estudiar alguna posible variación de las mismas en el área de estudio (Tabla 3) y para explicar cualquier diferencia entre los bloques. El análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre bloques.

Acalizando los índices físicos expuestos (Tabla 3) y las mediciones epidométricas correspondientes a cada uno de los bloques (Tablas 6, 7, 8), puede observarse que el bloque I presenta, en general, alturas, diámetros y volúmenes de madera mayores y que la textura del suelo es loam arenosa. El contenido de agua aprovechable de dicho bloque es mayor que la del bloque II que posee una textura semejante. Al parecer, lo que limita el crecimiento del pino en el bloque III es la textura. El contenido mayor de arcilla en ese bloque puede provocar también mayor fijación de los fertilizantes y, por ende, menor respuesta a los mismos.

TABLA 6. Parámetro medido: Altura (m) hasta 6 cm de diámetro (promedios).

Bloque				
Tratamiento	I	II	III	
A : Testigo	8,74	6,32	4,14	
B: P₁K₁ 50 kg/ha	9,10	5,37	8,03	
C: N₁K₁ 50 kg/ha	8,30	5,03	6,28	
D: N₁P₁ 50 kg/ha	7,82	9,67	8,83	
E: N₁P₁K₁ 50 kg/ha	10,42	10,47	8,62	
F: N₁P₁K₁ 100 kg/ha	10,43	10,43	8,06	

Tabla 7. Parámetro medido: Diámetro a la altura del pecho (DAP-cm) (promedios).

Bloque				
Tratamiento	I	II	III	
A: Testigo	16,84	13,04	10,32	
B: P₁K₁ 50 kg/ha	18,27	11,94	14,53	
C: N₁K₁ 50 kg/ha	15,41	11,43	12,91	
D: N₁P₁ 50 kg/ha	16,09	17,45	14,96	
E: N₁P₁K₁ 50 kg/ha	18,00	17,40	14,47	
F: N₁P₁K₁ 100 kg/ha	19,84	17,67	15,46	

TABLA 8. Característica medida: Volumen a los 12 años de edad. (Total) (m3/ha).

Tratamiento \ Bloque	Bloque		
	I	II	III
A: Testigo	102,68	44,52	18,27
B: P ₁ K ₁ 50 kg/ha	125,84	31,71	70,23
C: N ₁ K ₁ 50 kg/ha	81,65	27,22	43,36
D: N ₁ P ₁ 50 kg/ha	83,87	121,99	81,87
E: N ₁ P ₁ K ₁ 50 kg/ha	139,87	131,33	74,77
F: N ₁ P ₁ K ₁ 100 kg/ha	170,09	134,91	79,81

Análisis económico

Como entre los tratamientos E y F **no** hubo diferencias significativas en cuanto al volumen de madera producida, se realizó un análisis económico sencillo para justificar la recomendación de una u otra dosis. Para ese cálculo no se tuvo en cuenta el transporte ni la mano de obra, sino solamente el costo de los fertilizantes aplicados y el de la madera producida (Tabla 9).

TABLA 9.

Fertilizantes	Costo/ha
Dosis	Pesos
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	248,64
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	494,60

La diferencia en costo por concepto del fertilizante fue de **245,96** pesos, y el costo de 1 m³ de madera de Pinus caribaea en pie fue de 12,10 pesos.

Las diferencias de volúmenes de madera entre ambos tratamientos y el testigo aparecen en la Tabla 4.

La ganancia por concepto de volumen de madera producida con respecto al testigo es de 479 y 389 pesos para los tratamientos **N₅₀P₅₀K₅₀** y **N₁₀₀OP₁₀₀K₁₀₀**, respectivamente, lo que representa un beneficio económico de 90 pesos favorables a la dosis mhs baja.

Este pequeño análisis justifica aplicar la dosis **N₅₀P₅₀K₅₀**, lo cual se recomienda a partir de los resultados obtenidos en este experimento.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo respuesta significativa a la aplicación de fertilizantes minerales excepto el tratamiento que utiliza nitrógeno y potasio sin fósforo.
2. Los mejores tratamientos corresponden a aquellos que utilizan las fórmulas **N₅₀P₅₀K₅₀** y **N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀**, entre los cuales no existen diferencias significativas en cuanto a la producción de madera.
3. El macronutriente fundamental para el desarrollo y crecimiento del Pinus caribaea var. caribaea es el fósforo, y le sigue en importancia el nitrógeno, lo cual fue corroborado por la respuesta al fertilizante y al análisis foliar.
4. La aplicación de nitrógeno favorece la absorción del fósforo por las plantas, mientras que deprime la de potasio.
5. Se encontró correlación entre el crecimiento expresado en altura y el potasio foliar, no ocurriendo lo mismo para los otros macronutrientes.
6. Es recomendable utilizar fórmulas completas de fertilizantes minerales para no provocar desbalances nutrimentales y para obtener mayores rendimientos.
7. Las propiedades hidrofísicas influyen en la respuesta a los fertilizantes de esta especie, siendo en las parcelas con suelo de textura loam arenosa donde se obtuvieron mejores resultados. En las parcelas con textura semejante se determinó el mayor contenido de agua aprovechable.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de la fórmula completa en dosis de $N_{50}P_{50}K_{50}$, ya que reporta 90 000 pesos por hectarea por encima de la dosis de $N_{100}P_{100}K_{100}$ en cuanto a la producción de madera, en los suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillos.
2. Realizar ensayos de fertilizantes minerales y orgánicos aplicando los elementos por separado y en diferentes dosis.
3. Para dar una recomendación de fertilización deben realizarse previamente ensayos en las condiciones ecológicas de la región donde se vayan a aplicar. Los resultados obtenidos de una región no deben extenderse a otra sin previa investigación.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los compañeros Aurelio García del IIAMS y Leyla Alvarez del CIF por su apoyo en la realización de los análisis estadísticos y dibujos.

ABSTRACT

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF A *Pinus caribaea* VAR. *caribaea* PLANTATION

The growing demand of wood in the world has made it possible to increment the use of fertilization as a way to increase the growth of the woody species. The response to the fertilization obviously varies with the species and the soil conditions. In our country the experience in this respect is very scarce.

In the present paper the influence of the mineral fertilizers NPK on the growth and development of a *Pinus caribaea* var. *caribaea* plantation is evaluated in twelve year old trees established in Yellow Cuarcitic Ferrallitic soil.

The fertilizers were applied as complete formula and in combinations of two elements during the first three years of the plantation.

A better response to the fertilization was observed when the complete NPK formula was applied in quantities of **50** and **100** kg/ha obtaining an increment in volume of wood of **60, 16** and **73**, $11 \text{ m}^3/\text{ha}$ in respect to the control, being phosphorus the element which had the most influence on the development and growth of the trees.

The nutritional content was evaluated by means of a foliar analysis which was correlated with the height. In addition it was concluded, that the hydrophysical properties of the soil are determinative for the taking of nutrients and consequently influence the development of Pinus caribaea var. caribaea.

BIBLIOGRAFIA

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. **1979**. III Clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Academia de Ciencias de Cuba.
- ALBAN, D. H. **1972**. The relationship of Red Pine Site Index to soil phosphorus extracted by several methods. Soil Sci. Soc. Am. Proc. **36 (4): 664 - 666**.
- AWAN, A.B. **1972**. Condiciones del suelo que afectan el desarrollo y crecimiento del pino en Cuba. Memorias Especiales de Cuba al XII Congreso Forestal Mundial. La Habana, INDAF.
- AWAN, A.B. y G. FRIAS. **1970**. Los suelos de la Estación Experimental Forestal de Viñales. P. del Río. Rev. Baracoa **2 (1): 19-30**.
- AWAN, A. B., F. HORSTEN, MARTA JIMENEZ, J. VAN LEM'EN y R. CARRALERO. **1973**. El método de diagnóstico foliar aplicado al pino en Cuba. La Habana, CIF.
- BALLARD, R. and W.L. PRITCHETT. **1974**. Phosphorus retention in coastal plain forest soils: II significance to forest fertilization. Soil Sci. Soc. Am. Proc. **38 (2): 363-368**.

- BALLARD, R. and W.L. PRITCHETT. 1975. Utilization of soil and phosphorus compounds by slash pine seedlings in relation to their solubility. Soil Sci. Soc. Am. J. 39 (3): 537-540.
- BONNEAU, M. 1963. Premiers resultats d'une experience de fertilization sur P ir Laricio de Corse au Forest de Moulieres. Annales de N Ecole Nationale des Eaux et Foret et de la Sation de Recherches et Experiences. Tomo XX, Fascicule 3.
- BONNEAU, M. 1965. Premiers resultats d'essais de fertilization de l'epicea a houte altitude dans de Massif Central. Annales de Sciences Forestieres. Tomo 11, Fascicule 3.
- BONNEAU, M. 1973. Quelques resultats d'essai de fertilization sur Douglas dans l'ovest du Massif Central. Technique et Fore't 15 (1): 35-40.
- CAMERON, D.M., S.J. RANCE y E.R. WILLIAMS. 1981. Respuesta a los fertilizantes de P. caribaea var. hondurensis sobre un suelo Rojo. Tropical Australian Forestry Research 2 (1): 35-45.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, CENTRO DE INVESTIGACION FORESTAL. 1975. Caracteristicas de los suelos sabanosos sobre rocas ultra basicas que afectan el establecimiento del P. caribaea var. caribaea y otras especies en Cuba. La Habana.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA, CENTRO DE INVESTIGACION FORESTAL. 1976. Técnicas de laboratorio de suelos y foliares. La Habana.
- HERRERO, G., R. FERNANDEZ, R. SCULL y A. GONZALEZ. 1982. Interacción de un suelo Ferralitico Rojo con fosfato de aluminio. Resumen. VII Seminario CNIC.
- KEA, R. and R. BALLARD. 1982. Predicting loblolly pine growth response from N fertilizer using soil availability indices. Soil Sci. Soc. Am. J. 46 (5): 1096-1098.
- KUSHLA, J.D. and R.F. FISHER. 1980. Predicting slash pine response to N and P fertilization. Soil Sci. Soc. Am. J. 44 (6): 1303-1306.

- LAMB, A. 1973. P. caribaea. Fast growing Timber tress of the lowland tropics. Univ. Oxford. Dep. Forestry. v. 1, No. 6, p. 253.
- MATERNA, J y V. SAMEK. 1967. Análisis foliares de pinos cubanos. Serie Forestal 2.
- MEAD, G. J. and W. L. PRITCHETT. 1971. A comparison of tree responses to fertilizers in field and pot experiments. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35 (2):346-350.
- MILLAR, C. E. 1967. Fertilidad del suelo. La Habana, Edición Revolucionaria.
- PRITCHETT, W. L. and W. H. SMITH. 1972. Fertilizer responses in young pine plantations. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36 (4): 660-663.
- SAMEK, V. 1967. Panorama general de la silvicultura de los pinares de Cuba. Rev. Agricultura 1 (2).
- TEUSCHER, H. y R. ALDERS. 1976. El suelo y su fertilidad. 3. ed. España, Continental,
- VLAMIS, J. and H. H. BIWELL. 1974. Growth and phosphorus uptake by pine seedlings grown on phosphate-deficient and phosphate-fixing soils. Soils science 118 (6): 374-376.
- WHITE, E. M., F. R. GARTNER and W. W. THOMPSON. 1974. Content and adsorption of phosphorus in Black Hills Prairie and Forest Soils. Soil. Sc. Am. Proc. 38 (6): 965-967.
- WILL, G. M. 1971. Nitrogen supply, apical dominance and branch growth in Pinus radiata. Plant and Soil 34 (2): 515-517.