

Factores edáficos y estado nutricional de plantaciones de *Pinus caribaea* en relación a la muerte regresiva, en Uverito, Estado Monagas

Edafic factors and nutritional status in Pinus caribaea plantations in relation to shoot die back in Uverito, Estado Monagas.

Márquez, O.¹, R. Hernández Gil¹, W. Franco¹ y F. Visaez²

¹ Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales. ULA, Mérida, Venezuela.

² CVG-PROFORCA, Uverito, Estado Monagas.

RESUMEN

Se evaluaron 14 parcelas de *Pinus caribaea*, en rodales donde se presentó el síndrome de muerte regresiva en 1988, en Uverito, Estado Monagas. Paralelamente al análisis físico-químico de los suelos, se fraccionaron las arenas; así mismo se realizaron análisis foliares de las acículas de pino, de individuos sanos y afectados.

En 1987 se presentó un déficit hídrico de 471 mm, lo que coincidió con la fructificación de las plantaciones de 7 años de edad. En las parcelas con árboles enfermos predominaron las arenas muy gruesas, gruesas y medias, con horizontes areno-francosos; mientras que en las parcelas con árboles sanos predominaron las arenas finas y muy finas, con horizontes argílicos, originando texturas Fa, a y Aa. Los sitios de muerte regresiva tienen un drenaje excesivo y muy baja capacidad de retención de humedad. Los suelos son fuertemente ácidos (pH 4.2-4.8), así mismo tuvieron contenidos bajos de materia orgánica, N, P, K, Ca y Mg.

Los contenidos de N, P y K son ligeramente más altos en las parcelas con árboles sanos.

Las concentraciones foliares de N, P, K, Ca, Mg, S y B son bajas tanto en parcelas con árboles sanos como afectados; aunque las plantas con muerte regresiva presentan valores menores que las sanas. El contenido foliar de B fue de 9.4 ppm en las plantas con el síndrome de muerte regresiva.

Palabras Clave: Muerte regresiva, *Pinus caribaea*, granulometría de suelo, análisis foliar, retención de humedad.

ABSTRACT

Fourteen plots of caribbean pine, which showed die back of shoots were evaluated in 1988 in Uverito, Mongas State. Physicochemical soil analysis were done along with a sand fractionation. Leaf analysis of pine needles of healthy and affected trees were performed in samples previously digested with a nitric and perchloric mixture. A water deficit of 471 mm was calculated during the flowering and fruiting processes in the 7 year old plantation.

Those plots with die back had sandy surface soils, mainly very coarse, coarse and medium sand, with a characteristic sandy-loam sub-surface horizon in the free-die back plots. Upper-soil texture was characterized by having fine sand with a clayed subsurface horizons ranging between Fa and Aa. Plots where die back occurred had an excessive drainage and very low water retention capacity. In general the soils were strongly acids (pH 4.2-4.8), with low contents of organic matter, N, P, K, Ca and Mg. However N, P and K were slightly higher in the plots with healthy trees. The leaf analysis in both kind of plots showed a very low concentration of the nutrients N, P, K, Ca, Mg, S and B. Nevertheless trees with die back had lower nutrient concentrations. The needles were very poor in boron (9.4 ppm).

Index words: Die back, *Pinus caribaea*, soil granulometry, leaf analysis.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela las plantaciones forestales industriales con fines de producción son de gran interés. Especialmente en los Estados Monagas y Anzoátegui, donde se han sembrado más de 350.000 ha de *Pinus caribaea* var. hondurensis. Los aspectos nutricionales que son de gran importancia, se subestiman al establecer plantaciones en suelos de baja fertilidad (Turner y Lambert, 1986). Vail et al., (1961) hallaron, en experimentos de campo, muerte regresiva en *Pinus radiata* y *Pinus patula* en Kenya, imputada a una deficiencia de boro. En plantaciones de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* en Nueva Zelandia, se encontró que la deficiencia de boro, produce daños a los tallos jóvenes después de un período de alargamiento normal (Stone y Will, 1965). Así mismo, Appleton y Slow (1966), demostraron que en suelos graníticos de Nueva Zelandia, el crecimiento del *Pinus radiata*, *Pinus contorta* y *Pinus ponderosa* estuvo limitado por una deficiencia de boro.

En Chile se reportaron también perturbaciones en el crecimiento de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster*, caracterizadas por la muerte regresiva del meristema apical (Tolenaar, 1969). Hernández Gil (1978) informaron por primera vez en los Andes Venezolanos de una deficiencia de boro en una plantación de *Pinus oocarpa* y *Pinus radiata*. En Madagascar, el *Pinus kesiya* sufre un desecamiento de la copa atribuido a la deficiencia de zinc (Rampanana et al., 1986). En un inventario realizado en Australia, se observó que los suelos ácidos derivados de material volcánico, lejos de la influencia oceánica, eran susceptibles de provocar deficiencias de boro en *Pinus radiata* (Lambert y Ryan, 1990). Zech (1990) notó una deficiencia de boro en *Pinus caribaea* durante la estación seca en suelos ricos en carbonatos de Filipinas.

En Uverito (Estado Monagas), el año 1987 se caracterizó por una baja precipitación que creó una situación de stress, provocando la muerte súbita de algunos lotes de *Pinus caribaea* de 7 años, durante el año 1988, la cual fue atribuida al ataque del hongo *Botryodiplodia theobromae* (Holmquist, 1990).

El presente trabajo establece una relación entre los factores edáficos y los análisis foliares de *Pinus caribaea* var. hondurensis, en rodales donde se presentó la muerte regresiva en el año 1988.

MATERIALES Y METODOS

Las plantaciones de pino caribe están ubicadas en la parte sur de los estados Monagas y Anzoátegui (Lat. 9° 10' y Long. 62° 30' W), donde los suelos se han desarrollado sobre la formación Mesa. Zinck y Urriola (1970) indicaron que los sedimentos de esta formación pueden provenir de materiales depositados por procesos aluviales, retomados de depósitos de origen eólico acumulados previamente. A consecuencia de ello, gran parte de los minerales primarios alterables desaparecieron y el manto de alteración se enriqueció en minerales resistentes y neoformados. La vegetación originaria antes de la plantación de pino corresponde a la zona de vida del bosque seco

tropical (b-st), cuya precipitación oscila entre 916 - 1203 mm y temperaturas medias anuales de 26.5°C. El área se caracteriza por poseer un período de lluvia localizado entre mayo y noviembre, siendo junio, julio y agosto los meses de mayor precipitación. La mayor parte de las lluvias son de corta duración, de alta intensidad y carácter localizado.

Se tomaron muestras de acículas del tercio superior de 54 árboles, atacados y sanos, en 14 parcelas de 25 x 25 m en un rodal de *Pinus caribaea*, donde se presentó la muerte regresiva en 1988. Además, en cada parcela se abrió una calicata que se caracterizó morfológica, física y químicamente.

Taxónomicamente, el suelo de las parcelas con árboles sanos fue Psamentic Haplustox; mientras que los de las parcelas con muerte regresiva eran Oxic Hplustults. Para los análisis químicos y físicos se usaron metodologías standard (Black, 1965, Jackson, 1970). El pH se determinó en agua, la materia orgánica por combustión húmeda, el fósforo por el método de Kurt-Bray 1, el N por Microkjeldahl, los elementos Ca, Mg, y K se extrajeron con acetato de amonio 1N, pH 7 y se midieron en un espectrofotómetro Perkin Elmer Mod. 303. A las muestras de suelos se les practicó un fraccionamiento de arenas, determinándose arenas muy gruesas, gruesas, medias, finas y muy finas. Las muestras foliares se secaron a 60 °C durante 72 horas, luego se pulverizaron en un molino Thomas Wiley " Laboratorio Mill Model 4". Alícuotas de polvo foliar fueron digeridas con una mezcla de HClO₄ - HNO₃ (1:1), para determinar los elementos Ca, K, Mg mediante un espectrofotómetro Perkin-Elmer 303. El N se precisó por Microkjeldahl, el azufre (S), por el método gravimétrico del sulfato de bario; el boro (B), después de la maceración seca de las muestras a 550°C, mediante la reacción colorimétrica de la curcumina. El fósforo se determinó colorimétricamente (Malavolta et al., 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zona en estudio se caracteriza por presentar promedios anuales de precipitación para el período de 1974 - 1988 entre 916.8 mm (estación Uverito 5) y 1203.4 mm (estación Uverito 1). Sin embargo, en 1987 se registró una precipitación de 624 mm, que lo caracterizó como un año seco (Barillas, 1989). Considerando las argumentaciones de Fassbender et al.(1979b), en las que se asume que para un valor de evapotranspiración diaria de 3 mm, se requieren aproximadamente 1095 mm de precipitación y debido que solamente se registraron 624 mm, se calcula un déficit hídrico de 471 mm; lo que coincidió con la época de fructificación de la plantación de siete años de edad, establecida en 1982.

En las plantaciones de Uverito predominan los suelos arenosos; encontrándose el horizonte argílico (Aa, FAa) a una profundidad que varía entre 40 y 140 cm (Fassbender et al, 1979a). El análisis granulométrico muestra que las arenas finas y muy finas son superiores en las parcelas con árboles sanos; mientras que los contenidos de arena muy gruesa, gruesa y media son mayores en las parcelas con árboles enfermos (Cuadro 1).

Los valores de limo y arcilla se incrementan en función de la profundidad, sin embargo en los perfiles que presentan árboles sanos, el aumento es mas evidente, originando horizontes B texturales que incrementan el contenido de arcilla a valores superiores al 30% a partir de 90 cm y de 49% a profundidades de 120 cm, llegando a generar horizontes FAa a Aa. En las parcelas con árboles enfermos se observa que el incremento de arcilla aparece discretamente a los 72 cm hasta los 230 cm, llegando a alcanzar valores de 10 a 13% respectivamente, resultando en horizontes con texturas areno-francosas. En los sitios con árboles enfermos la textura es arenosa hasta los 72 cm y luego areno francosa hasta 230 cm de profundidad, resultando en un drenaje excesivo y muy baja capacidad de retención de humedad en todo el perfil, lo que limitaría el desarrollo de las plantas. En los sitios donde se encuentran árboles sanos, el drenaje interno es excesivo y de muy baja capacidad de retención de humedad, en los primeros 60 cm, a partir de los cuales la permeabilidad se hace más lenta.

Cuadro 1. Análisis granulométrico

Profundidad (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	L	AR
Calicata representativa de suelos sin muerte regresiva								
0-10	4.9	12.8	37.0	33.0	5.1	92.8	4.0	3.2
10-60	3.7	6.7	36.0	39.0	7.2	92.6	3.0	4.2
60-90	4.5	9.0	34.0	32.0	7.2	86.7	6.0	7.2
90-120	2.4	6.0	25.0	15.0	12.0	60.4	8.0	31.2
120-160	1.4	4.0	18.0	15.0	7.0	45.4	5.0	49.2
Promedio perfil	-	-	-	-	-	-	-	-
Calicata representativa de suelos con muerte regresiva								
0-28	3.4	15.0	49.0	23.4	2.62	93.4	1.0	5.2
28-72	7.2	15.0	39.6	26.1	2.92	90.8	3.0	6.2
72-120	6.0	19.0	34.8	23.0	3.80	86.6	3.0	10.2
120-230	5.5	19.4	36.0	16.7	4.40	82.0	4.0	13.3

AMG= arena muy gruesa (2-1mm)
 AM= arena media (0.5-0.25 mm)
 AMF= arena muy fina (0.10-0.05)
 L= limo (0.05-0.002 mm)
 AG= arena gruesa (1-0.5 mm)
 AF= arena fina (0.25-0.10 mm)
 AT= arena total (%)
 AR= arcilla (<< 0.002 mm)

En condiciones similares de precipitación y años secos, los suelos dominados en más de un 50% por la fracciones de arenas muy gruesas, gruesas y medias presentan un excesivo drenaje y poca agua disponible. Mientras que, en suelos donde se presentan texturas franco arenosas a arcillo-arenosas, dependiendo de la profundidad y el grado de estructuración de estos horizontes, disminuyen relativamente la permeabilidad y percolación, aumentando la disponibilidad de agua.

Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio realizado por Fassbender et al. (1979a), en el que los suelos son arenosos superficialmente con 82% de arena, aunque en los estratos de 40 - 50 cm, se encuentran horizontes más arcillosos que permiten una mayor acumulación de agua.

Los análisis químicos mostrados en el Cuadro 2, indican que las diferencias son pequeñas en los perfiles estudiados, sin embargo, la

Cuadro 2. Características químicas de los suelos.

Profundidad (cm)	pH	MO %	N %	P ppm	CIC	Ca	Mg	K	Al
-	-	-	-	-	-	meq/100 g		-	-
Calicata representativa de suelos sin muerte regresiva									
0-10	4.2	0.7	0.004	2.0	1.5	0.06	0.02	0.01	1.9
10-60	4.3	0.7	0.03	2.2	1.5	0.04	0.08	0.05	2.7
60-90	4.4	0.5	0.01	1	1.5	0.01	0.09	0.01	2.2
90-120	4.2	0.5	0.01	1.0	1.4	0.21	0.27	0.04	3.2
120-160	4.6	0.05	0.01	1.0	3.0	0.18	0.18	0.05	3.4
Promedio perfil	4.3	0.6	0.2	1.4	1.8	0.10	0.13	0.03	2.7
Calicata representativa de suelos con muerte regresiva									
0-28	4.5	0.5	0.023	2.0	1.0	0.07	0.05	0.02	1.4
28-72	4.6	0.54	0.001	1.0	1.0	0.05	0.05	0.04	2.1
72-120	4.6	0.5	0.01	1.0	1.0	0.54	0.4	0.10	2.4
120-230	4.8	0.2	0.01	1.0	2.0	0.11	0.18	0.01	2.2
Promedio perfil	4.6	0.4	0.01	1.3	1.3	0.19	0.17	0.04	2.0

MO= Materia orgánica
P: Fósforo aprovechable
CIC: Capacidad de Intercambio
Catiónico
Ca, Mg, K, Al: Intercambiable

variación química entre los horizontes del mismo perfil son ligeramente mayores, lo que puede relacionarse a los cambios texturales en función de la profundidad. Los valores de pH (4.2-4.8) en ambos perfiles muestran que los suelos son fuertemente ácidos, aunque donde ocurrió la muerte regresiva en promedio el pH es 1.9 veces menos ácido.

En condiciones similares de precipitación y años secos, los suelos dominados en más de un 50% por la fracciones de arenas muy gruesas, Los contenidos de materia orgánica (0.2 - 0.7%), fósforo (1.0 - 2.0 ppm) y nitrógeno (0.01 - 0.04%) son muy bajos, pero los contenidos de estos elementos resultaron ligeramente más altos en las parcelas con árboles sanos, presentando diferencias significativas en los primeros 60 cm.

Los contenidos de calcio (0.19 meq/100g), magnesio (0.17 meq/100g) y potasio (0.04 meq/100g) resultaron ligeramente mas altos en las parcelas con árboles enfermos, que en las parcelas con árboles sanos (Ca 0.10; Mg 0.13 y K 0.03 meq/100g), lo que indicaría una menor absorción de nutrimentos al acentuarse el estrés hídrico en los suelos con predominio de fracciones gruesas.

La concentración de calcio, magnesio y potasio disminuye hasta los 90 cm en las parcelas con árboles sanos y luego se produce un aumento en los estratos de texturas mas finas, mientras que en las parcelas con árboles enfermos este incremento ocurre a 72 cm. Sin embargo, el contenido de calcio, magnesio y potasio es significativamente mas alto.

La baja concentración de calcio, magnesio y potasio en las parcelas con árboles sanos, podría atribuirse a que en estos suelos predominan las fracciones granulométricas mas finas, las que producirían un incremento en la reserva de agua, mejorando el flujo de nutrimentos hacia las raíces y su absorción; pero disminuyendo su concentración en el suelo.

En el Cuadro 3, se presentan las concentraciones foliares de macroelementos y del microelemento boro, tanto en *Pinus caribaea* con muerte súbita como en las plantas sanas. Las concentraciones normales de estos elementos en acículas de *Pinus spp.* de Brasil publicadas por Malavolta, et al. (1989), son en promedio 1.9 veces mas elevadas que las obtenidas en este estudio, lo que confirma los resultados obtenidos, de que las plantas con muerte regresiva siempre tienen valores menores que las sanas; aunque en ambos casos los contenidos de nutrimentos son bajos. Zech (1990) reportó la muerte regresiva de *Pinus caribaea* durante el período de sequía, con concentraciones foliares de boro de 4 a 5 ppm. Los resultados de este trabajo indican que el desbalance nutricional provocado por la pobreza de los suelos bajo condiciones de estrés hídrico, se manifiesta en los análisis foliares tal como ha sido reportado también por Fassbender et al. (1979b).

Cuadro 3. Concentración foliar de elementos en las acículas de *Pinus caribaea* de Uverito Edo Monagas.

Parcela		%						ppm
-	-	N	P	K	Ca	Mg	S	B
Sanos	Promedio	0.91	0.13	0.41	0.17	0.17	0.12	13.2
-	S	0.20	0.02	0.08	0.04	0.03	0.03	5.3
Con muerte	Promedio	0.70	0.08	0.34	0.12	0.14	0.07	9.4
Regresiva	S	0.12	0.02	0.14	0.02	0.02	0.03	3.9

N= 10

CONCLUSIONES

Las parcelas donde se presentó la muerte regresiva se caracterizaron por tener suelos con texturas gruesas en los horizontes superficiales y horizontes argílicos de textura más pesada (o kandicos) por debajo de 120 cm, condicionando una baja retención de humedad lo que aunado a la escasa precipitación registrada en 1987, desencadenó la muerte súbita en árboles de pino caribe; al limitar la absorción de los pocos nutrimentos disponibles en el suelo.

Las concentraciones foliares de los elementos N, P, K, Ca, S y B son en promedio 1.9 veces menores que en individuos de *Pinus caribaea* que crecían normalmente. El desbalance nutricional provocado por la pobreza de los suelos y los otros elementos predisponentes se reflejó en los análisis foliares de las plantas enfermas.

LITERATURA CITADA

- APPLETON E., J y L. J. SLOW. 1966. Nutritional disorders and fertilizer trials in *Pinus radiata* stands in Waimea County, Nelson . N. Z. J. For. 11(2); 185-201.
- BARRILLAS Z., I. 1989. Efectos de algunos factores predisponentes en la incidencia del síndrome de muerte súbita del *Pinus caribaea*, en Uverito, Estado Monagas. Tesis de Grado. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. 108 p.
- BLACK C.A. 1965,. Methods of soil Analysis. American Society of Agronomy. 1572 p.
- FASSBENDER N., W; J. A. COMERMA; P. BRITO y F. SALAS. 1979a. Retención y disponibilidad de agua en los suelos de las plantaciones de *Pinus caribaea* en el Oriente de Venezuela. Acta Científica Venezolana. 30:577-581.
- FASSBENDER N., W; J. A. COMERMA; P. BRITO y F. SALAS. 1979b. Estado nutricional de los suelos en la plantaciones *Pinus caribaea* en el Oriente de Venezuela. Acta Científica Venezolana. 30:582-585.
- HERNANDEZ Gil., R. 1978. Deficiencia de boro en una plantación de *Pinus radiata* y *Pinus oocarpa* situada en el Vergel-Mérida. Acta Científica Venezolana. Vol 29 (Suplemento 1):47.
- HERNANDEZ, Gil., R. 1989. Nutrición mineral. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales, 81p.
- JACKSON, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Omega Barcelona 658 p.
- HOLMQUIST, O. 1990. El síndrome de muerte súbita del Pino caribe. Celulosa y Papel de Venezuela 3:9-12.
- LAMBERT M., J y P. J. RYAN. 1990. Boron nutrition in *Pinus radiata* in relation to soil development and management. Forest Ecology and Management. 30:45-53.
- MALAVOLTA E; G. C. VITTI y S. A. OLIVEIRA. 1989. Avaliacao do estado nutricional das plantas. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba - SP. 201p.
- RAMPANANA, L; J. L. RAKOTOMANANA, D. LOUPPE y F. BRUNCK. 1986. Dessechement en cime du *Pinus kesiya* a Madagascar. Revue Bois et Forets des Tropiques. 214:23-47.
- STONE, L y G. M. WILL. 1965. Boron deficiency in *Pinus radiata* and *P. pinaster*. Forest Science. 11(4):425-433.
- TOLENAAR, H. 1969. Deficiencia de boro en plantaciones de pino en la zona central de Chile. Agric Tech. 29:85-88.
- TURNER, J y M. LAMBERT. 1986. Nutrition and nutritional relationships of *Pinus radiata*. Ann Rev Ecol Syst. 17:325-350.
- VAIL J., W., M. S. PARRY Y W. E. CALTON. 1961. Boron deficiency dieback in pines. Plant and Soil. 14(4): 393-398.
- ZECH, W. 1990. Mineral deficiencies in forest plantations of North-Luzon, Philippines. Tropical Ecology 31(1):22-31.
- ZINCK, A y P. URRIOLA. 1970. Origen y evolución de la formación Mesa. Un enfoque edafológico. Ministerio de Obras Públicas. Barcelona, Venezuela. 70 p.