

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

SINTOMAS POR DEFICIENCIA MINERAL EN PINUS PATULA
SCHL. ET CHAM. Y PINUS MONTEZUMAE LAMB.

T E S I S

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

p r e s e n t a

DAVID FLORES ROMAN

México, D. F.

1966

AL ETERNO RECUERDO DE MI MADRE

A MI PADRE

CON GRATITUD Y RESPETO A

MI DIRECTOR DE TESIS

Q.B.P. Y M.S. NICOLAS AGUILERA HERRERA

Deseo hacer patente mi agradecimiento
al Ing. Rafael Hernández Sánchez
por la ayuda y el apoyo tan
valiosos que prestó en
la elaboración de
esta tesis

Quiero externar también mi reconocimiento
al Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, principalmente a su Director
Ing. Roberto Villaseñor Angeles, quien
proporcionó los medios necesarios
y todas las facilidades para el
desarrollo experimental de
este trabajo

SINTOMAS POR DEFICIENCIA MINERAL EN

Pinus patula Schl. et Cham.

y Pinus montezumae Lamb.

C O N T E N I D O

- I - INTRODUCCION
- II - REVISION DE LITERATURA
- III - MATERIALES Y METODOS
- IV - RESULTADOS Y DISCUSION
- V - CONCLUSIONES
- VI - RESUMEN
- VII - BIBLIOGRAFIA
- VIII - APENDICE

I - INTRODUCCION

A ciertas especies forestales, particularmente los pinos, se les ha considerado capaces de desarrollar sus ciclos vegetativos con pocas necesidades de nutrientes minerales; no obstante esto, hay casos en los que faltan en el suelo -- uno o varios elementos nutritivos, que afectan el metabolismo de la planta y repercuten en manifestaciones patológicas externas. El conocimiento de tales manifestaciones nos permite elaborar un diagnóstico a simple vista con el cual es posible saber de que elementos nutritivos carece el suelo donde se desarrollan.

El presente estudio pretende ser un auxiliar en el diagnóstico de este tipo de enfermedades en plántulas de pino.

Se escogieron las especies Pinus patula --- Schl. et Cham. y Pinus montezumae Lamb. por te--

ner importancia maderable y por ser de las -
más estudiadas dentro del género Pinus en México.
En la actualidad, existen varios estudios relacio
nados con su ecología, las características de sus
formaciones micorrizales, la determinación de las
propiedades físicas y mecánicas de la madera, ---
etc. Asi, este trabajo constituye una pequeña --
aportación al conocimiento fisiológico de estos -
pinos, el cual ha sido muy poco estudiado.

II - REVISION DE LITERATURA

Martínez (1948), en su obra "Los Pinos Mexicanos, divide a la Familia de las Pináceas en --- tres subfamilias: Abietíneas, Taxodíneas y Cupresíneas; incluyendo en la primera de ellas al Género Pinus y dentro de éste las especies P. patula Sch. et Cham. y P. montezumae Lamb.; la descripción que hace de dichas especies, aunque más extensa, difiere muy poco de la realizada por Shaw (1909); tal descripción es la siguiente: Pinus -- patula Schl. et Cham, árbol de 10 a 25 m de altura (en el valle de México de 30 a 40 m); de corteza escamosa y roja, sobre todo en la parte superior del tronco; ramas colocadas irregularmente; ramillas rojizas y escamosas, con ligero tinte -- blanquecino en sus partes más tiernas; las hojas están en grupos de 3, a veces 4, rara vez 5 en algunos fascículos; miden por lo común alrededor de 20 cm; son delgadas y colgantes o algo extendidas; su color es verde claro brillante, con los -

bordes finamente aserrados y los dientecillos -- muy finos; tienen dos haces fibrovasculares aproximados y sus canales resiníferos son medios, -- ocasionalmente con uno o dos internos y en número de uno a 4, pero la cifra predominante es de 3; el hipodermo es algo grueso y uniforme, algunas veces inconspicuo, con una o dos hileras de células gruesas, sin entrantes en el clorénquima; las paredes exteriores de las células endodérmicas son delgadas; vainas persistentes, fuertes, algo cenicientas, de 10 a 15 mm; las yemas son amarillentas, largas y erguidas; conos largamente cónicos de 7 a 9 cm, a veces hasta 12; duros, sésiles, reflejados, algo encorvados, oblicuos y puntiagudos, por lo general agrupados en conjuntos de 3 a 6; su color es amarillo ocre, con tinte rojizo, lustroso; son muy persistentes y se abren parcialmente en diferentes épocas del año; las escamas son duras, casi uniformes, con el ápice redondeado; umbo deprimido con una punta oscura, muy pequeña, extendida; miden unos 30 mm de largo por 12 a 14 de ancho; la semilla es casi triangular, aguda, de color moreno, incluida hasta la mitad en una ala de 13 mm de largo, algo engrosada en la base, de color café claro con estrías oscuras; la madera es suave, débil, de color claro, ligeramente amarillento, -- con vetas moreno pálidas; es fácil para trabajar y poco resinosa, se emplea para la fabricación -

de cajas; la zona de vegetación del Pinus patula comprende los estados de Querétaro, Hidalgo, México, Puebla y Veracruz; se ve en lugares templados y semicálidos y de preferencia húmedos; frecuentemente se ve asociado con P. teocote. Pinus montezumae Lamb., árbol de 20 a 30 m, con la corteza moreno rojiza, gruesa, áspera y agrietada desde que el árbol es joven; ramas extendidas, frecuentemente bajas, que forman una copa irregularmente redondeada; ramillas morenas y muy ásperas, con las bases de las brácteas persistentes, abultadas, cortas y muy aproximadas, que comúnmente se descaman; hojas en grupos de 5, ocasionalmente 3-8 en algunos fascículos; son anchamente triangulares, de color verde oscuro; miden por lo general de 14 a 21 cm de largo, pero la cifra oscila entre 14 y 27, excepcionalmente de 30 y hasta 37; son medianamente gruesas y fuertes, extendidas o colgantes, flexibles, con los bordes aserrados y con estomas en las 3 caras; el hipodermo es delgado, casi uniforme, con pocas entrantes leves en el clorénquima; los haces fibrovasculares son dos, aproximados y bien distintos; las paredes externas de las células del endodermo son engrosadas; los canales resiníferos son de 2 a 6, más comúnmente 4 o 5, medios, ocasionalmente con uno o dos internos; vainas de 10 a 20 mm, a veces más, anilladas, de color castaño al principio y muy oscuras después; yemas-

largamente ovoides, morenas y vellosas; conos -- largamente ovoides, ovoide cónicos u oblongo cónicos; levemente asimétricos y algo encorvados - de 8.5 a 15 cm, más comunmente alrededor de 12.5; caedizos de color moreno; colocados por pares o en grupos de 3; extendidos o ligeramente colgantes, casi sésiles o sobre pedúnculos de 10 a 15-mm; escamas numerosas, gruesas, duras y fuertes, de 25 a 35 mm de largo por 13 a 17 de ancho; ápice anguloso o ligeramente redondeado; apófisis - levantada, subpiramidal, con quilla transversal-fuerte y una débil costilla perpendicular; semilla vagamente triangular; de unos 6 a 7 mm; ala-obscura de unos 20 mm de largo por 7 de ancho; - la madera es blanca, resinosa, fuerte y muy útil para construcciones; la zona de vegetación com--prende de Coahuila y Nuevo León, hasta Oaxaca y-Chiapas.

Moeller (1904) inició el estudio sobre síntomas por deficiencia mineral en coníferas; utilizando cultivos de arena estudió las deficien--cias de N, P, K, Mg y S en pino Scotch (P. syl--vestris) en los que usó plántulas de 1 y 2 años. Mitchell (1939) realizó experimentos sobre la nu-trición de brotes de pino blanco (P. strobus); - estudió deficiencia de N, P, K y Ca en cultivos-de arena; encontró que el nivel de deficiencia - para N y P fue de 0 a 50 ppm y el grado óptimo -

de 50 a 200 ppm para ambos; el nivel tóxico de N fue de 350 ppm o más y el de P de 400 ppm. ---- Hobbs (1944) estudió síntomas por deficiencia de N, P, K y Mg en P. rigida, P. resinosa, P. strobilus y P. echinata; obteniendo los siguientes resultados:

Tratamiento sin N. Clorosis general, manifestada por un color verde pálido y nunca por un color amarillo; detención del desarrollo, lo --- cual dio a las plantas un aspecto largo y delgado; hojas más cortas que las normales; la necrosis de las hojas no fue un síntoma típico; los - tratamientos de N no fueron uniformes al manifes- tar los síntomas, ya que P. strobilus presentó necrosis muy severa empezando en la parte terminal de las hojas inferiores, ascendiendo después; P. resinosa mostró un color rojo, esta condición em- pezó de un color rosado en los extremos de las - hojas.

Tratamiento sin P. Detención del desarrollo, no hay clorosis, necrosis marcada empieza en las hojas inferiores y progresa hacia arriba, antes- de morir las hojas adquieren un color rojizo o - rosado, después de la muerte adquieren un color- café; síntomas generalizados.

Tratamiento sin K. Detención del desarrollo

aunque es menor grado que en N y P, pero mayor - que en Mg; coloración verde azulosa; clorosis só lo ocasionalmente; hojas mas cortas; necrosis co mún, especialmente en hojas jóvenes y meristemos terminales, cuando esto ocurría las hojas adqui rían un color típicamente cobrizo; una de las ca racterísticas mayores fue la irregularidad en la medida de las plantas.

Tratamiento sin Mg. La detención del desa-- rrollo fue moderada, el síntoma más conspicuo -- fue clorosis en los ápices de las hojas, sobre -- todo en la parte superior de la planta; algunas-- veces la clorosis fue general, incluyendo hojas-- secundarias, pero típicamente los ápices fueron-- cloróticos; fue común observar 3 regiones en las hojas afectadas: la porción basal verde, la me-- dia clorótica y la terminal necrótica. Stone -- (1953) estudió la deficiencia de Mg en P. resino sa, P. strobus y P. banksiana en plantaciones jó venes reportando como síntomas mas visibles: co-- loración amarillo brillante en los ápices de las hojas mas superiores; cuando la deficiencia se -- acentuó, a la clorosis siguió la muerte del ápi-- ce; la reducción en grosor y crecimiento verti-- cal del brote, solamente se presentó bajo defi-- ciencias extremas o cuando la falta de Mg se --- acompañó de la de K. Walker, Gessel y Haddock - (1955) estudiaron las necesidades minerales de -

coníferas en invernadero; los cultivos se hicieron en arena y utilizaron brotes de cedro rojo - occidental (Thuja plicata); los síntomas que reportaron de los elementos estudiados son los siguientes:

NITROGENO. El follaje muy amarillo, los tallos se observan rojizos.

FOSFORO. Los tallos y las hojas más viejas muestran una coloración rojiza o púrpura durante el primer año, cambiando a café rojizo y llegando a la necrosis en los brotes más viejos, en los cuales el follaje muere pero no se quiebra, - el joven mantiene un color verde.

POTASIO. Tallos blandos, los cuales causan una apariencia de decaimiento con muchas de las hojas y ramas mas bajas, muertas y cafés.

CALCIO. Los extremos de las hojas de color café, el follaje más bajo mantiene un buen color verde.

MAGNESIO. Las plantas desarrollan bien en altura, el follaje permanece verde, pero las ramas más viejas se tornan amarillas o blancas, -- llegando a ser cafés en la necrosis y mostrando-

una tendencia marcada a quebrarse; otras deficiencias no parecen producir la etapa blanca o amarilla antes de la necrosis, lo cual es característico del magnesio.

AZUFRE. Follaje amarillo, siendo más perceptible en las regiones jóvenes, el follaje viejo presenta color verde un poco más pálido que el normal.

FIERRO. El follaje más joven muy amarillo, el más viejo verde; esta deficiencia fue mas notable cuando la planta adquirió más edad.

BORO. Se restringió el crecimiento en las regiones de desarrollo, tallos débiles; las partes superiores de la planta se doblan; las hojas más viejas parecen normales, las más jóvenes se tornan bronceadas en etapas avanzadas, raíces -- cortas con sus ramas bulbosas en sus extremos. -- Fowells y Krauss (1959) cultivaron plántulas de Pinus taeda y P. virginiana de un año, en cultivos de arena por 50 semanas, para estudiar su -- respuesta a varios niveles de N y P; los tratamientos fueron: para N, 1, 5, 25, 100, 200 y 400 ppm; para P, 0.1 y 0.5 ppm; un suplemento constante de 1 ppm de P, es adecuado para el desarrollo de los dos pinos; asimismo, crecieron mejor cuando el N se suplió en grado constante de 25 a

100 ppm; el % de N y P encontrado en el follaje de estos dos pinos, indican que la nutrición fue satisfactoria; pudo haber existido una translocación de P para lugares de crecimiento, lo cual evitó la presencia de color púrpura, frecuentemente observado en los ápices de las plántulas jóvenes deficientes en P; la presencia de micorrizas puede indicar una deficiencia de N o de P. Stoeckeler (1960) en su trabajo "Fertilidad del suelo en viveros forestales" inserta una tabla sobre síntomas visuales por deficiencia de nutrientes; para evitar repeticiones se omitirán los síntomas anteriormente descritos y que dicho autor también incluye en su tabla.

<u>ELEMENTO</u>	<u>SINTOMA</u>	<u>INVESTIGADOR</u>
Nitrógeno	Follaje amarillo verdoso en pino y abeto blanco de 0-2 y 0-3	Stoeckeler y Jones, 1957
	Follaje verde clorótico en Douglas fir	Gessel y Walker, 1958
Fósforo	Hojas de coloración púrpura en pino scotch	Stoeckeler y Jones, 1957
Potasio	Hojas amarillo cloróticas, pasando des-	Heiberg y White, 1951

ELEMENTOSINTOMAINVESTIGADOR

	pués a café en abeto- blanco y norway	
	Coloración café en -- las hojas de pino --- scotch	Nemec, 1936 b
	Hoja completamente -- amarilla en pino jack O ²¹	Stoeckeler y Jones, 1957
	Apices de las hojas - amarillos en pino cor sicon y scotch	Van Goor, -- 1956 b
	Decoloración de amari llo a café en las ho- jas de abeto norway	Björkman, -- 1953
Magnesio	Dorado en los ápices- de las hojas de pino- scotch	Becker - Dil linger, 1937
	Clorosis en el ápice- de pino scotch	Möerller, -- 1904
	Hojas cloróticas en - abeto norway	Wittich, 1950
Calcio	Amarillo en la parte- terminal de la hoja,- cambiando después a - café en pino jack	Voigt, 1958

ELEMENTOSINTOMAINVESTIGADOR

Acidez alta	Amarillo de las hojas en pino scotch	Nemec, 1938 b
	Amarillo de casi toda la hoja en pino jack de 0-1, 0-2 y pino rojo de 0-2 o de más edad	Stoeckeler, 1949 ----- y Jones, 1957
Alcalinidad alta	Hojas amarillas, cortas y pálidas; yemas cortas; desarrollo pobre de las ramas laterales en pino ponderosa 0-2, pino scotch 0-2; pino jack 0-2 y pino rojo 0-2; el pH del suelo era de 7.7 a 8.8	Björkman, 1953
Fierro	Clorosis en las hojas de pino jack, ponderosa y douglas-fir	Korstian, 1921
Deficiencia de micorrizas	Las extremidades del follaje se secan o se ponen cafés; yemas terminales cor-	Kayner, 1934 McComb, 1938 McComb, 1943 Stoeckeler y

ELEMENTOSINTOMAINVESTIGADOR

	tas; alta mortalidad en los semilleros en el 2° año; estos <u>sí</u> ntomas fueron observados en pino ponderosa, scotch y jack -- 0-2, pino virginia y abeto 0-3. Problema común en suelos de pradera y acentuado por los suelos de pH alto	Jones, 1957
Zinc	Formación de roseta o muerte regresiva en pino monterrey	Stoate, 1955
Azufre	Color amarillo en las hojas del follaje joven de cedro rojo occ.	Gessel y Walker, 1958 b
	Bronceado y formación de roseta en el follaje de cedro rojo occ.	Gessel y Walker, 1958 b

Ingestad (1960) desarrolló brotes de varias especies de pino, una de abeto y una de abedul -

en soluciones nutritivas con niveles variantes de N, P, K, Ca, Mg, S y Fe; reportando que los requerimientos del pino al desarrollo máximo, -- son menores que los de abedul; los síntomas por deficiencia encontrados por este autor son muy inespecíficos y no son aconsejables para diagnóstico, con excepción de fósforo y algunas veces -- magnesio. Sucoff (1961) estudió los síntomas -- por deficiencia de K, Mg y Ca en brotes de Pinus taeda y P. virginiana en cultivos de arena.

POTASIO. Decoloración y muerte de las hojas, reducción y muerte regresiva del meristemo terminal. Cuando la deficiencia fue severa en brotes de 2 cm de alto, las hojas adquirieron una coloración púrpura o café en el ápice; número reducido de hojas fasciculares antes de ocurrir la --- muerte regresiva, las hojas mas superiores adquirieron una coloración púrpura y se dispusieron -- en forma de espiral; cuando los brotes tenían de 15 a 70 cm de alto antes de que ocurriese la deficiencia de potasio, las hojas en el 3er. y 4º. internudo de la parte basal, se pusieron cloróticas, después cambiaron a café, púrpura y finalmente murieron; en los internudos de la parte al terminal no se desarrollaron síntomas.

MAGNESIO. Se caracterizó por el amarillo de las hojas, reducción del desarrollo y muerte re-

gresiva del meristemo terminal; el amarillo empezó en el ápice de las hojas; en este experimento las hojas más viejas fueron afectadas primero, - en otros solamente las más jóvenes se pusieron amarillas.

CALCIO. Solamente se observó en P. taeda, - mostrando exudación de resina y posteriormente - muerte de las yemas; también mostró una coloración verde-amarillo en forma de moteado, principalmente en la parte superior de la planta; las plantas deficientes en calcio tenían pocas hojas, más delgadas y más cortas que las normales; concluye Sucoff sosteniendo que cuando se usan - los síntomas por deficiencia en unión del análisis foliar, se pueden diagnosticar las enfermedades nutricionales. Ingestad (1962) en el capítulo VI de su trabajo⁸, señala los efectos de los factores nutritivos; los síntomas por deficiencia en dicho trabajo, están conectados con clorosis, con excepción de los de fósforo; esto es en concordancia con otros trabajos recientes.

NITROGENO. Los síntomas consisten de una -- clorosis difusa, hojas cortas y necrosis de las hojas más viejas; en el campo se caracterizan -- porque son cortas y en el caso del pino mueren -- pronto; en brotes de vivero todas las hojas son -- generalmente cloróticas y a menudo se encuentra-

uno que los brotes son mas verdes en el borde -- del almácigo que en el centro, lo cual es debido a la competencia.

FOSFORO. La clorosis encontrada en este trabajo, no ha sido observada en otras investigaciones; bajo otras condiciones, los brotes usualmente producen yemas terminales y detienen su crecimiento después de cierto tiempo; la coloración púrpura se encuentra en las hojas más viejas de abeto, pero no de pino.

POTASIO. Estos síntomas parecen variar con la edad en el abeto, así, en las plántulas más viejas, la clorosis se encuentra en las hojas -- más inferiores, pero en las más jóvenes, las partes terminales se colorean de amarillo o café;-- síntomas similares se encuentran en la deficiencia de calcio, lo cual esta de acuerdo también con otros trabajos.

MAGNESIO. Los síntomas estan lejos de ser característicos en brotes de coníferas, especialmente en abeto; los ápices de las hojas son amarillos brillantes; en deficiencias fuertes es pequeña la parte verde, el ápice de la hoja muere y toma una coloración café; los síntomas son muy semejantes a los reportados en trabajos anteriores.

AZUFRE. Clorosis de las hojas jóvenes es el síntoma más característico, este dato no se encuentra en todas las plántulas; Baumeister ----- (1958) menciona en su trabajo que los síntomas - por deficiencia de azufre típicamente son similares a los de nitrógeno.

III - MATERIALES Y METODOS

SEMILLA

Las semillas de ambas especies fueron colectadas en el estado de México, por los ingenieros Jesús Jasso y Othón Yañez, de la Sección de Semillas del I.N.I.F.; P. patula a la altura del Km-52 del trayecto Tlalnepantla-Villa del Carbón, - en enero de 1962, a una altitud de 2640 m; P. -- montezumae en San Rafael, en diciembre de 1959, - a una altitud de 2600 m; los ejemplares de herbario de estas especies, se encuentran en la Sección de Botánica del I.N.I.F. El porcentaje de germinación fue de 58 ° 60 y de 50, respectivamente. Antes de sembrar, las semillas se trataron con una solución de $HgCl_2$ 1:1000, durante 10 minutos.

ARENA Y TIESTOS

Se utilizó arena cuarzosa café, de río, lava

da y esterilizada en vapor durante 3 horas. Los tiestos fueron de barro cocido de 20 cm de alto y 16 de diámetro; se pintó el interior de negro y el exterior con pintura de aluminio, esterilizándose después de pintados con mezcla crómica - diluida al doble de su volumen y posteriormente lavados con agua destilada. La cantidad de arena para cada tiesto fue de 2.500 Kg; una vez que se suministró la arena, se sometieron a 130°C en horno, por espacio de 3 horas. Las partículas de arena fueron medidas de acuerdo con lo estipulado en el siguiente cuadro:

CUADRO N°. I - Tamaños y porcentajes de las partículas de arena por tiesto

Partículas retenidas por tamiz de 18 mallas (1 mm)	1 %
Partículas retenidas por tamiz de 20 mallas (840 micras)	3 %
Partículas retenidas por tamiz de 35 mallas (500 micras)	35 %
Partículas retenidas por tamiz de 40 mallas (420 micras)	16 %
Partículas retenidas por tamiz de 50 mallas (297 micras)	29 %
Partículas retenidas por tamiz de 60 mallas (250 micras)	6 %

Partículas retenidas por tamiz de 80 ma-
llas (177 micras)

10 %

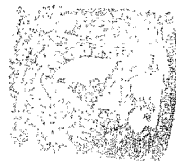
SOLUCIONES NUTRITIVAS

Las soluciones nutritivas fueron preparadas en base al trabajo de Walker, Gessel y Haddock.²⁷

CUADRO N°. II - Composición de las soluciones nutritivas
(g/l)

COMPUESTO	T R A T A M I E N T O S						
	Completo	Sin N	Sin P	Sin K	Sin Ca	Sin Mg	Sin S
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0.2300	-----	-----	0.2300	0.2300	0.2300	0.2300
KNO_3	0.2022	-----	0.2022	-----	0.2022	-----	0.2022
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.2361	-----	0.2361	0.2361	-----	0.2361	0.2361
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.2466	0.2466	-----	-----	-----	-----	-----
KH_2PO_4	-----	0.2723	-----	-----	-----	-----	-----
CaCl_2 (anhidro)	-----	0.1110	-----	-----	-----	-----	-----
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-----	-----	0.1320	0.1320	0.1320	0.1320	-----
$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	-----	-----	0.1592	0.1592	0.1592	-----	0.1592
KCL	-----	-----	-----	-----	-----	0.1117	-----

BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM



Los elementos menores se agregaron de la siguiente manera:

Fe; como $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0005
Zn; como ZnCl_2	0.0000125
Cu; como $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.000005
B; como H_3BO_3	0.000125
Mo; como $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.0000125
Mn; como $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.000125

A los tratamientos sin elementos menores única^umente se les suprimió el compuesto del elemento que carecían.

CUADRO N°. III - Niveles medios de N, P, K, y Ca

COMPUESTO	1/2 de N	1/2 de P	1/2 de K	1/2 de Ca
KH_2PO_4	0.2723	----	----	----
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.2945	0.2361	0.2361	0.1680
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.2466	0.2466	0.2466	----
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_2$	----	0.1150	0.2300	0.2300
KNO_3	----	0.2022	0.1011	0.2022
NH_4Cl	----	0.0535	----	----
NaNO_3	----	----	0.0651	----
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	----	----	----	0.1320
$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	----	----	----	0.1592

CUADRO N°. IV - pH de los tratamientos

Completo	5.0	Sin Zn	5.4
Sin N	5.3	Sin B	5.2
Sin P	5.8	Sin Mo	5.0
Sin K	5.2	Sin Mn	5.4;
Sin Ca	5.4	1/2 de N	5.0
Sin Mg	5.0	1/2 de P	5.2
Sin S	5.0	1/2 de K	5.2
Sin Fe	5.4	1/2 de Ca	5.5
Sin Cu	5.4		

ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Se establecieron 17 tratamientos para cada especie. Doce carentes de un elemento nutritivo cada uno.

Sin N , con P, K, Ca, Mg, S , Fe, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin P , con N, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin K , con N, P, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin Ca, con N, P, K, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin Mg, con N, P, K, Ca, S, Fe, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin S , con N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin Fe, con N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, B , Mo y Mn
 Sin Zn, con N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, B , Mo y Mn
 Sin Cu, con N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, B , Mo y Mn
 Sin B , con N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mo y Mn
 Sin Mo, con N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B , y Mn
 Sin Mn, con N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B y Mo

4 tratamientos con niveles medios de N, P, K y Ca

1/2 de N, con P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B, Mo y Mn

1/2 de P, con N, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B, Mo y Mn

1/2 de K, con N, P, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B, Mo y Mn

1/2 de Ca, con N, P, K, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B, Mo y Mn

1 tratamiento testigo con todos los elementos

N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B, Mo, Mn

Se dispusieron 4 repeticiones por cada tratamiento y 5 plántulas para cada repetición. El diseño experimental usado fue el de bloques al azar, en el invernadero del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. La temperatura media máxima en el verano fue de 28.5°C, la mínima de 14.5°C. En el invierno la media máxima de 23.5°C y la mínima de 8.7°C. La humedad relativa fue de 60 %.

La colocación de las semillas en el sembrado fue horizontal, cubriéndose con una capa de arena igual al grueso de las mismas. Se utilizó un sembrador para que la colocación fuera equidistante, acordándose 29 semillas para cada --- tiesto. La siembra se hizo el 16 de mayo, empezando a salir los brotes el día 22. Las soluciones nutritivas fueron suministradas a mano -

el día 12 de junio; observándose que seguían germinando semillas retardadas de las dos especies. La frecuencia con que se suministraron dichas soluciones fue de dos veces por semana, adicionando agua destilada en los intervalos.

En el transcurso del experimento se desarrolló una capa fungosa en la superficie de la arena en algunas repeticiones de todos los tratamientos, la cual fue combatida con una solución de Tersan. Los datos y observaciones se tomaron cada 15 días.

El experimento se concluyó a los 18 meses.-- Al cosechar se hizo un análisis de micorrizas en las raíces de todas las plántulas, tomándose los pesos secos de las partes aérea y radicular.

IV - RESULTADOS Y DISCUSION

1 - SINTOMAS POR DEFICIENCIA

Los síntomas por deficiencia mineral empezaron a notarse a las 7 semanas de haber emergido las plántulas. Siendo la especie P. monte--zuma la que empezó a manifestarlos.

NITROGENO. Los síntomas causados por la deficiencia de este elemento fueron los primeros en aparecer, se iniciaron por una decoloración del verde natural de las plántulas, tendiente a una coloración amarilla que se acentuaba en las hojas inferiores. Cuando la deficiencia se hizo más marcada, la coloración fue amarilla ligeramente verdosa, a excepción de las hojas más jóvenes que presentaban un color verde pálido^{6, 10, 12, 27}. La necrosis sólo se presentó en las hojas más inferiores, iniciándose en el ápice y terminando en la base, dando una coloración dorado-café; había plántulas que tenían las hojas completamente necróticas, has-

ta en una tercera parte de la superficie foliar del tallo. Aunque en mayor o menor grado, el carácter necrótico fue estable en todas las --- plántulas sujetas a este tratamiento. Otro síntoma característico fue la detención del desa-- rrollo, manifestándose por reducción en altura, diámetro del tallo, longitud de las hojas primarias y secundarias y del peso seco de toda la - plántula. Todos estos síntomas daban a la planta una apariencia larga y delgada¹⁰. Con res-- pecto al sistema radicular se observó muy delgado y poco ramificado, predominando la raíz primaria muy alargada. Todos los síntomas descri-- tos se manifestaron por igual en las dos espe-- cies. Este es uno de los elementos cuyos síntomas por deficiencia son más estables, ya que todos los trabajos realizados al respecto varían-- muy poco en sus resultados.

FOSFORO. La deficiencia de este elemento-- se empezó a manifestar a las 8 semanas de emer-- gidas las plántulas, observándose como síntomas característicos los siguientes: detención del - desarrollo en altura, diámetro, longitud de las hojas y disminución del peso seco total; coloración púrpura, iniciada en los ápices de las ho-- jas mas inferiores y continuándose hasta la parte terminal de la plántula a medida que se acen

tuaba la deficiencia, llegando a quedar solamente algunas que presentaban las hojas terminales-verdes; dicha coloración apareció antes de que muriera la porción afectada^{10, 19, 27}; la necrosis siempre fue antecedida por la coloración púrpura y, al igual que ésta, siguió la misma secuencia al manifestarse. Estos caracteres fueron constantes en las dos especies, siendo P. patula donde fueron mas rigurosos. El sistema radicular solamente presentó detención del desarrollo. En ninguna de las dos especies se presentó clorosis, en contraste con lo reportado -- por Ingestad¹¹ en hojas jóvenes de abeto.

POTASIO. En este tratamiento hubo diversidad de síntomas. Dentro de los encontrados se describen los siguientes: clorosis en las hojas inferiores de muchas plántulas, iniciándose en el ápice y terminando en la base^{19, 12}, en algunos casos después de la clorosis apareció necrosis, pero este fue un carácter que no se presentó en todas las plántulas cloróticas; coloración verde azulosa en todo el follaje¹⁰, acompañada de un decaimiento general, estos síntomas predominaron en P. montezumae; presencia de regiones cloróticas a lo largo de toda la hoja, dispuestas de una manera alternante con el tejido sano, empezando en el ápice para terminar en la base y

únicamente en las hojas más inferiores, fueron pocas las plántulas de las dos especies que manifestaron este carácter; por último, existió diversidad de tamaños¹⁰. En ningún caso hubo disminución del desarrollo. Hobbs¹⁰ y Sucoff²², por el contrario, reportan disminución del desarrollo. Este último autor encontró, además, -- muerte regresiva del meristemo terminal y coloración púrpura en el ápice de las hojas.

CALCIO. Los síntomas por deficiencia de este elemento no fueron muy claros al momento de efectuar la cosecha. Como únicos datos poco característicos, se encuentran los siguientes:-- aspecto rugoso en las agujas de los fascículos, dicha rugosidad disminuía hacia el ápice; clorosis en las hojas superiores, iniciándose en la base y disminuyendo hacia el ápice¹⁰; exfoliación de las vainas, dejando libres las agujas.-- No apareció en este tratamiento la exudación de resina y la reducción del número y diámetro de las hojas reportado por Sucoff²².

MAGNESIO. En las plantas sujetas a la carencia de este elemento, no se manifestaron los síntomas regularmente en las dos especies. P. patula presentó lo siguiente: dominancia del color verde azulado en todas las hojas y en la -- parte del tallo que comprende la superficie fo-

liar, donde presentaba un color más claro, en -- las hojas dicha coloración fue más notoria hacia la parte inferior de la plántula. En contradicción de todos los trabajos en los que se ha estudiado este elemento, no hubo clorosis; la producción de hojas secundarias sobrepasó el número -- promedio del tratamiento completo, sin que llegase a ser el más alto. P. montezumae mostró gran diversidad en los diámetros de los tallos, prevaleciendo una medida inferior a la del tratamiento completo, así como una disminución del peso seco de la parte aérea; en algunas plántulas apareció clorosis en las hojas jóvenes de la base hacia el ápice^{10, 19, 22, 12}; la coloración verde azulado fue muy reducida en esta especie.

AZUFRE. En este tratamiento la especie P. patula fue la que más resintió la deficiencia, encontrándose lo siguiente: reducción del diámetro del tallo; menor número de hojas secundarias, así como reducción en la longitud de éstas; peso seco de la parte aérea y radicular inferior al del tratamiento completo; la clorosis solo en -- unas plántulas se presentó y en estos casos fue en las hojas jóvenes, de la base hacia el ápice. En P. montezumae solo hubo reducción en la longitud de las hojas secundarias y del peso seco de la parte aérea; la clorosis se manifestó en la misma forma, pero en mayor número de plántulas.--

El carácter clorótico de las hojas jóvenes, es el síntoma por deficiencia más comunmente reportado en este elemento.

b). Elementos menores

De los elementos menores estudiados, solamente el Fierro, el Boro y el Molibdeno presentaron síntomas por deficiencia; ya que el Zinc, el Cobre y el Manganeso, no los manifestaron.

FIERRO. Los síntomas comunes a las dos especies fueron los siguientes: clorosis en las hojas jóvenes, de la base hacia el ápice²⁷, el follaje inferior mantiene el color verde, dicha clorosis también se manifestó en la misma forma en las hojas secundarias muy superiores; reducción del diámetro del tallo, de la longitud de las hojas secundarias y del peso seco de la parte aérea. En P. patula, además, se observó una gran diversidad de tamaño y reducción del peso seco de la parte radicular. El carácter clorótico fue semejante al manifestado por la deficiencia de azufre.

BORO. Fueron pocas las plántulas de las dos especies que manifestaron los siguientes -- síntomas: reducción del crecimiento, muerte de la parte terminal y posteriormente de toda la -

plántula, empezando por pérdida del verde natural de las hojas más jóvenes, las cuales adquirirían un color verde grisáceo, a la vez que empezaba a doblarse la parte terminal del tallo, a medida que se acentuaba la deficiencia el color grisáceo iba cubriendo el resto del follaje, apareciendo necrosis en las hojas más jóvenes, cuando la plántula murió daba el aspecto de una U invertida; no se presentó el carácter bulboso en los extremos de las ramas de las raíces, reportado por Walker, Gessel y Haddock²⁷.

MOLIBDENO. Los síntomas encontrados fueron constantes para las dos especies: reducción del desarrollo, manifestado en el diámetro del tallo en la longitud de las hojas secundarias y en el peso de la parte aérea y radicular.

c). Tratamientos con Niveles Medios

En general, los tratamientos sujetos a niveles medios de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio, respondieron a semejanza de los tratamientos carentes del elemento respectivo, sobre todo los de Potasio y Calcio; los de Nitrógeno y Fósforo manifestaron algunos síntomas que difieren de los encontrados en aquellos de carencia total.

$\frac{1}{2}$ DE NITROGENO. Como únicos datos característicos se observaron los siguientes: aumento - considerable en altura, mayor que el de los tratamientos completos y en el caso de P.patula se registró la más alta; aumentó el número de hojas secundarias.

$\frac{1}{2}$ DE FOSFORO. En este tratamiento solamente P. montezumae mostró caracteres diferentes: - aumento en altura, en producción de hojas secundarias y aumento del peso seco de la parte aérea y radicular.

En el siguiente cuadro se han resumido algunos datos relacionados con síntomas por deficiencia, tomados al final del experimento.

CUADRO N°. V - Valores medios de los resultados obtenidos
en síntomas por deficiencia

Trata- miento	Altura (cm)		Diámetro (mm)		N°. de Fascículos		Long. max. de Fascículos (cm)		Peso parte aérea (g)		Peso parte radic. (g)	
	p. pat.	p. mont.	p. pat.	p. mont.	p. pat.	p. mont.	p. pat.	p. mont.	p. pat.	p. mont.	p. pat.	p. mont.
Cpto.	13.4	9.5	2.6	5.4	24	31	9.1	17.0	3.6	4.8	2.1	2.2
Sin N	11.6	8.7	2.1	3.7	12	18	8.4	12.2	1.7	2.4	1.3	1.9
Sin P.	4.3	4.0	0.8	2.0	0	5	0	4.5	0.4	0.6	0.4	0.5
Sin K	14.8	12.6	3.1	5.6	26	34	10.1	13.4	3.8	5.3	2.0	2.8
Sin Ca	15.7	12.0	2.8	6.3	29	39	11.3	17.6	3.9	4.2	2.0	2.6
Sin Mg	17.8	12.4	2.9	5.1	39	32	9.2	18.3	3.7	4.4	2.0	2.5
Sin S	11.7	11.0	2.3	7.3	16	38	8.7	11.6	2.4	4.5	1.2	2.7
Sin Fe	13.7	11.7	2.5	4.4	23	30	7.4	13.6	2.9	4.3	1.3	2.3
Sin Zn	17.0	10.4	2.7	5.3	47	34	10.9	18.4	2.7	5.2	1.7	2.7
Sin Cu	14.5	11.7	2.7	5.0	35	35	7.3	18.5	3.4	5.5	1.9	2.4
Sin B	13.0	11.2	2.7	4.2	24	31	9.4	12.9	2.8	4.5	1.7	2.2
Sin Mo	14.2	10.0	2.4	5.0	34	31	7.2	15.5	2.4	4.7	0.7	2.1
Sin Mn	16.0	11.5	2.7	5.2	35	35	11.7	18.0	2.4	5.6	1.4	2.5
$\frac{1}{2}$ de N	20.0	10.4	2.5	5.1	54	33	10.0	16.4	3.1	4.4	1.8	2.1
$\frac{1}{2}$ de P	11.9	12.1	2.0	4.0	22	40	10.0	17.5	2.2	5.4	1.0	2.6
$\frac{1}{2}$ de K	18.3	8.2	2.8	5.7	46	44	11.6	19.9	3.7	6.1	2.1	2.5
$\frac{1}{2}$ de Ca	15.5	8.4	2.7	5.6	27	35	9.7	19.7	3.1	4.4	1.8	2.7

2 - METODO USADO

De acuerdo con el método usado se obtuvieron los siguientes resultados: a) Control del Damping off. Todas las plántulas pasaron por la etapa -- propensa a la infección, sin que ninguna hubiera sido afectada. b) Buenas condiciones. Las plántulas sujetas al tratamiento completo dieron una respuesta en desarrollo tres veces mayor que aquellas de la misma edad cultivadas en condiciones -- de vivero.

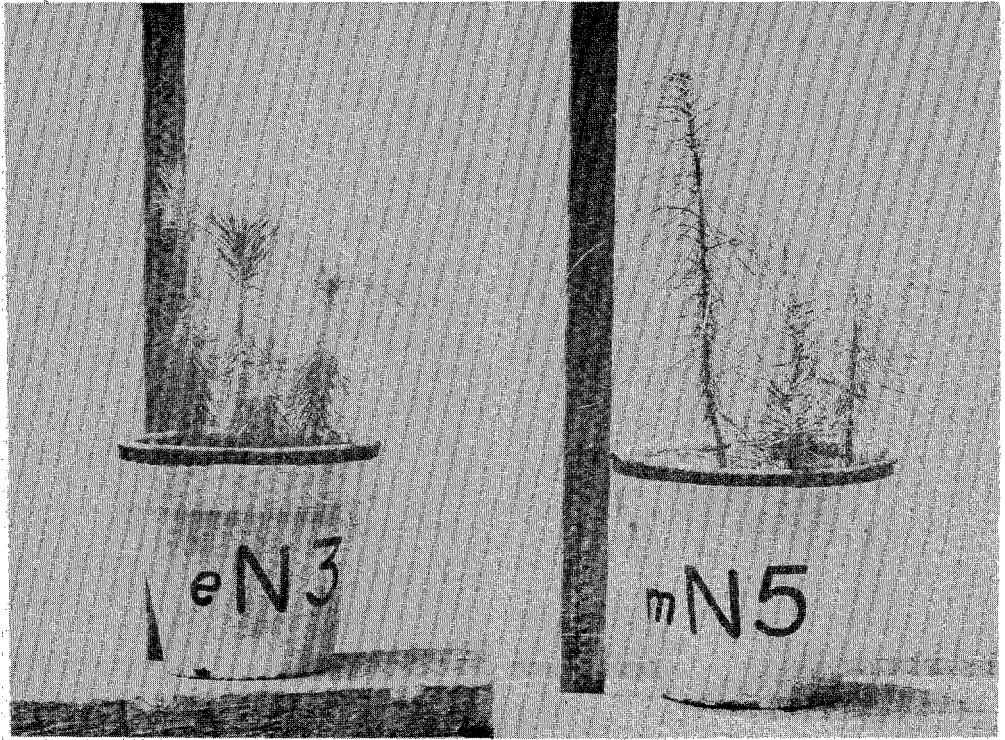
3 - PRESENCIA DE MICORRIZAS

En el análisis de micorrizas, se encontró -- que todas las plántulas presentaban dicha simbiosis. La forma de micorriza más frecuente fue la -- furcada, siguiendo después la nodular y, en menor grado, la simple; tales formas se presentaron indistintamente en todos los tratamientos.

4 - CLOROSIS

A las 5 semanas de haber emergido las plántulas, se presentó clorosis en todos los tratamientos de las dos especies, manifestándose en algunos casos muy rigurosa. En la generalidad solo -- afectó a las hojas de la parte terminal del tallo, de la base hacia el ápice y continuando hacia las

hojas inferiores en la misma forma a medida que avanzaba; solamente en las plantas menos vigorosas apareció necrosis. Dicha clorosis fue desapareciendo poco a poco a medida que las plántulas seguían creciendo, en ningún caso prevaleció hasta el final del experimento. En un principio se pensó que la humedad no era satisfactoria, -- por lo que se sacaron del invernadero las repeticiones N°. 1 de todos los tratamientos, para colocarlas en un lugar más húmedo, al poco tiempo manifestaron igualdad de síntomas; estableciéndose se que no era la humedad el factor causante de la clorosis. Debido a que fue disminuyendo poco a poco hasta extinguirse, no se continuó buscando la causa, quedando sin resolver dicho problema.

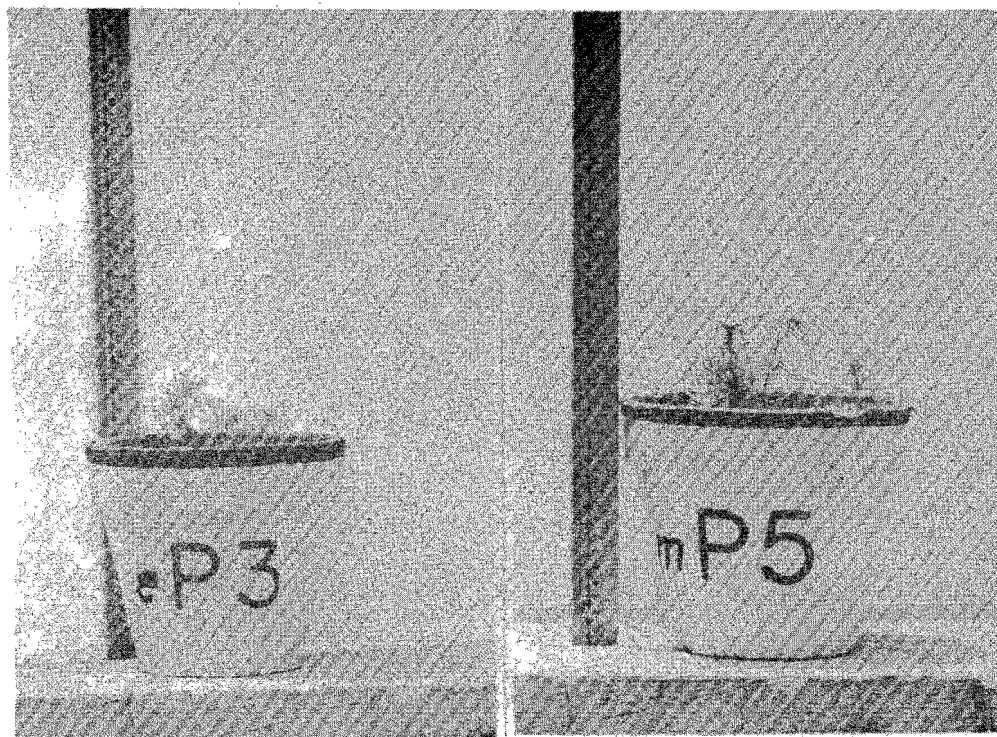


(Fig. 1)

(Fig. 2)

Fig. N°. 1 - Deficiencia de Nitrógeno en Pinus patula.

Fig. N°. 2 - Deficiencia de Nitrógeno en Pinus montezumae.



(Fig. 3)

(Fig. 4)

Fig. N°. 3 - Deficiencia de Fósforo en Pinus patula.

Fig. N°. 4 - Deficiencia de Fósforo en Pinus montezumae.

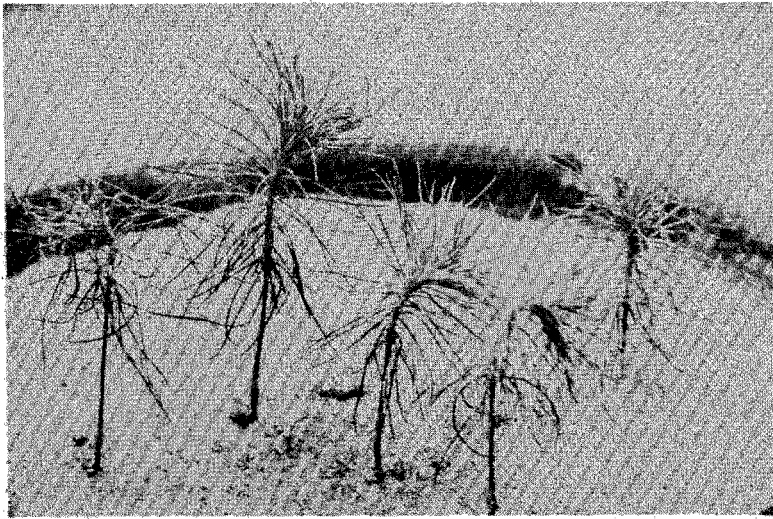


Fig. N°. 5 - Deficiencia de Fósforo en Pinus patula.



Fig. N°. 6 - Deficiencia de Fósforo en P. patula a mayor aumento.



(Fig. 7)

(Fig. 8)

Fig. N°. 7 - Deficiencia de Potasio en Pinus patula.

Fig. N°. 8 - Deficiencia de Potasio en Pinus montezumae.

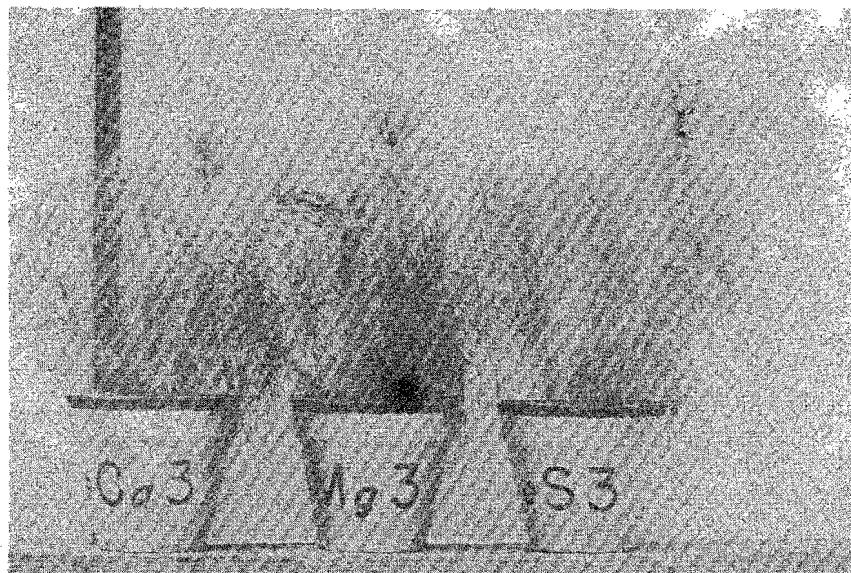


Fig. N°. 9 - Deficiencia de Calcio, Magnesio y Azufre en Pinus patula.

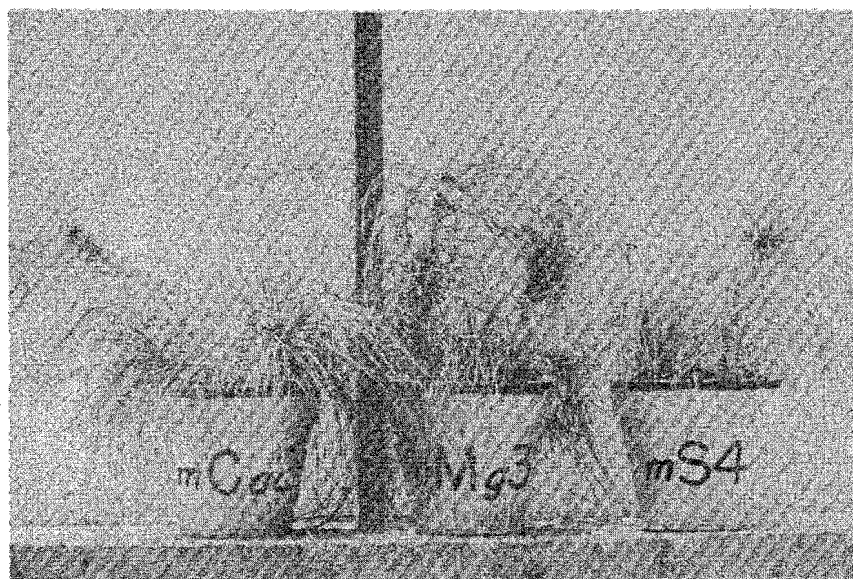


Fig. N°. 10 - Deficiencia de Calcio, Magnesio y Azufre en Pinus montezumae.

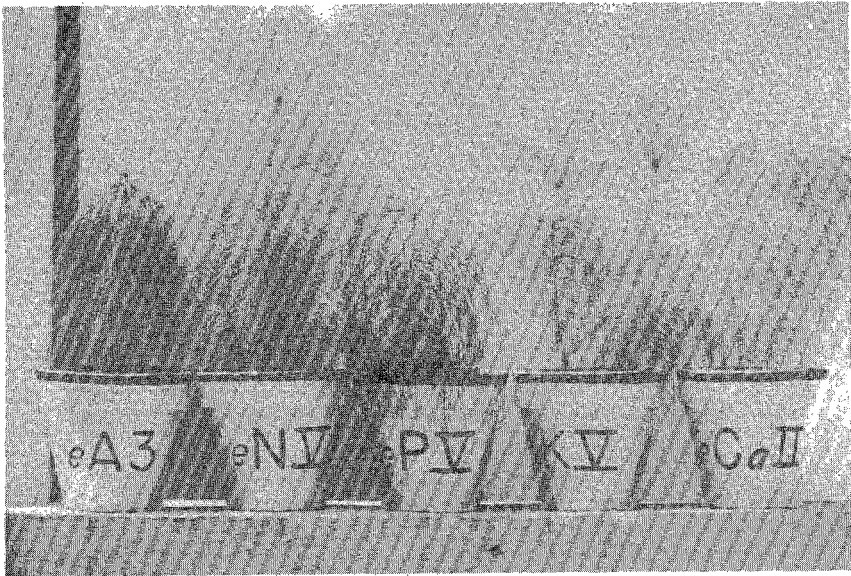


Fig. N°. 11 - Comportamiento de los niveles medios de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio en relación al - testigo (A3); Pinus patula.

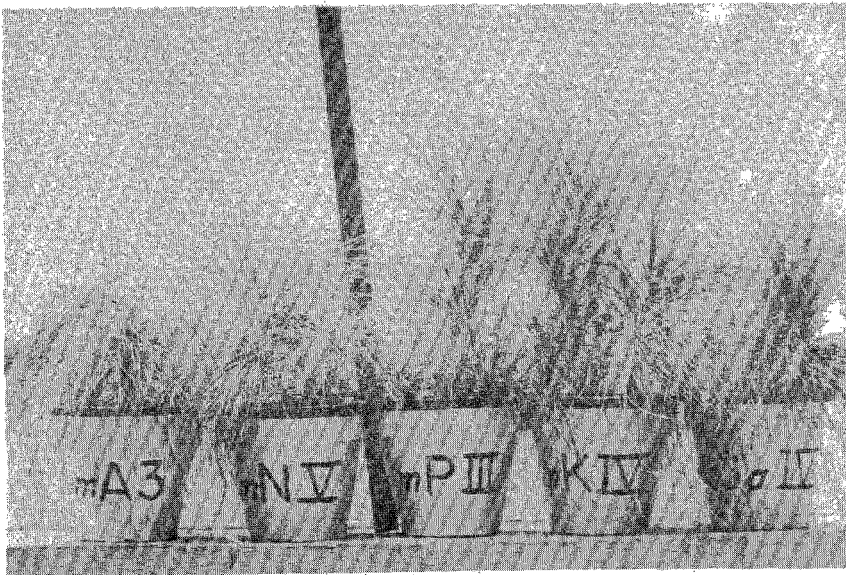


Fig. No. 12 - Comportamiento de los niveles medios de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio en relación al - testigo (A3); Pinus montezumae.

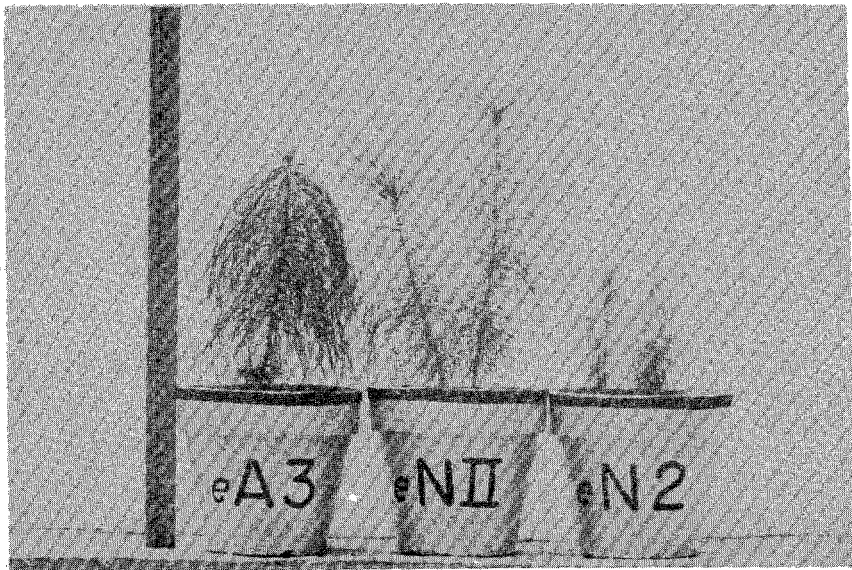


Fig. No. 13 - Relación de los siguientes tratamientos: testigo (A3), nivel medio de Nitrógeno (NII) y deficiente de Nitrógeno (N2); Pinus patula.



Fig. N°. 14 - Relación de los siguientes tratamientos: testigo (A3), nivel medio de Nitrógeno (NV) y deficiente de Nitrógeno (N5); Pinus montezumae.



Fig. N°. 15 - Relación de los siguientes tratamientos: testigo (A3), nivel medio de Fósforo (PIII) y deficiente de Fósforo (P3) Pinus montezumae.

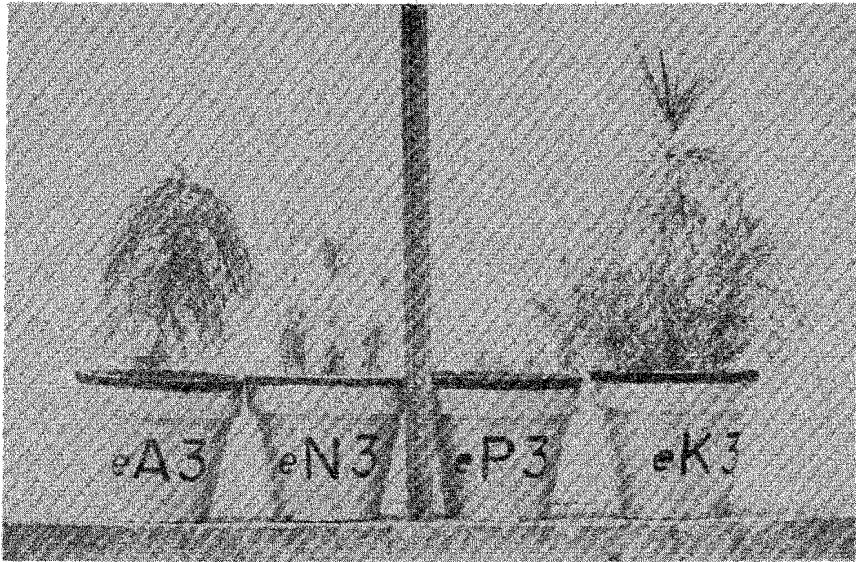


Fig. N°. 16 - Relación de los siguientes tratamientos: testigo (A3), deficiente de Nitrógeno (N3), deficiente de Fósforo (P3) y deficiente de Potasio (K3); - Pinus patula.



Fig. N°. 17 - Relación de los siguientes tratamientos: testigo (A3), deficiente de Nitrógeno (N5), deficiente de Fósforo (P5) y deficiente de Potasio (K5); Pinus montezumae.

V - C O N C L U S I O N E S

1) - De todos los tratamientos, los que respondieron más claramente fueron los de Nitrógeno y Fósforo, ya que las plántulas afectadas manifestaron muy notoriamente los síntomas causados por la deficiencia. En el caso de Potasio, la diversidad de síntomas encontrada, dificulta la identificación de plántulas enfermas por deficiencia de este elemento. Calcio y Magnesio no fueron muy específicos en la determinación de sus síntomas. Aunque en menor grado que Nitrógeno y Fósforo, el tratamiento sin azufre manifestó bien su deficiencia.

2) - De los síntomas encontrados en los tres elementos menores, solamente los de Fierro y Boro se pueden considerar como característicos, ya que Molibdeno presenta síntomas poco conspicuos.

3) - Los tratamientos con niveles medios

respondieron en la forma esperada, salvo algunos caracteres diferentes encontrados en Nitrógeno y Fósforo.

4) - El control del Damping-off y el método usado, dieron muy buenos resultados.

5) - La presencia de micorrizas fue estable para todas las plántulas, la forma en que se manifestaron ocurrió indistintamente en todos los tratamientos.

6) - La clorosis que afectó a las plántulas al principio del experimento fue transitoria, solamente las plántulas más débiles fueron afectadas, no se encontró la causa de dicha clorosis.

7) - Los resultados de muchas investigaciones son muy divergentes aún dentro de la misma especie estudiada. Las causas de esto ya han sido discutidas en trabajos anteriores, concluyendo que son las condiciones experimentales los factores que delimitan la divergencia.

VI - RESUMEN

Fueron estudiadas las respuestas de plántulas de pino a diferentes tratamientos de nutrientes minerales, en cultivos de arena y condiciones de invernadero.

Se establecieron 17 tratamientos para cada especie: 12 carentes de un elemento nutritivo cada uno; 4 con niveles medios de N, P, K y Ca; 1 tratamiento testigo. El experimento se concluyó a los 18 meses, obteniéndose los siguientes resultados:

Nitrógeno. Clorosis, necrosis, detención del desarrollo, apariencia larga y delgada.

Fósforo. Detención del desarrollo, coloración púrpura, necrosis. La deficiencia fue más rigurosa en P. patula.

Potasio. Diversidad de síntomas: clorosis,

necrosis, coloración verde azulosa, decaimiento general, regiones cloróticas a lo largo de las hojas inferiores, diversidad de tamaños, no hubo disminución del desarrollo.

Calcio. Síntomas poco conspicuos: aspecto rugoso de las hojas secundarias, clorosis en -- las hojas jóvenes y exfoliación de las vainas.

Magnesio. Irregularidad en la presencia de los síntomas en las dos especies; P. patula: coloración verde azulosa, mayor número de hojas secundarias; P. montezumae: coloración verde -- azulosa en menor grado, diversidad de desarrollo, clorosis en las hojas jóvenes.

Azufre. Reducción del desarrollo y clorosis en las hojas jóvenes.

Fierro. Reducción del desarrollo y clorosis en las hojas jóvenes.

Boro. Reducción del desarrollo, muerte de la parte terminal y posteriormente de toda la plántula, coloración grisácea.

Molibdeno. Reducción del desarrollo.

Niveles medios. Manifestaron en menor gra-

do los mismos síntomas de aquellos de carencia - total, salvo Nitrógeno y Fósforo que se comportaron diferente.

Con base en el método usado, se obtuvo buen control del Damping-off; las condiciones edáfi--cas y ambientales resultaron ser óptimas; buen - desarrollo de micorrizas en todos los tratamien--tos.

Presencia de clorosis en todas las plántu--las a las 5 semanas de emergidas, solo afectó a-- las más débiles, desapareció poco a poco y en -- ningún caso prevaleció hasta el final. Este problema no se resolvió.

VII - BIBLIOGRAFIA

- 1 - Aldrich Blake R. N., 1932. The influence of nutrition on the relative root and shoot - development of forest tree seedlings. Forestry 6: 40.
- 2 - Bengtson G. W., Voigt G. K., 1962. A greenhouse study of relations between nutrient-movement and conversion in a sandy soil -- and the nutrition of slash pine seedlings. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 26: 609-612.
- 3 - Bensend D. W., 1943. Effect of nitrogen on-growth and drought resistance of Jack pine seedlings. Tech. Bull. Minn. Agr. Expt. - Sta. 163: 1.
- 4 - Day G. M., Robins W. R., 1950. Observations on the growth of red spruce in sand culture. Journal of Forestry.

- 5 - Dunlap A. A., 1939. The sand culture of seedlings and mature plants. Circular 129, Agricultural Experiment Station, New Haven Conn.
- 6 - Fowells H. A., Krauss R. W., 1959. The inorganic nutrition of loblolly and virginia pines, with special reference to nitrogen and phosphorous. Forestry Sci. 5: 92-112.
- 7 - Gómez N. M. S., Yañez M. O., 1963. Damping-off en Pinus montezumae Lamb. y su combate. Inst. Nal. de Invest. Forest. S. A. G. Mex. Bol. Tec. N°. 7.
- 8 - Heiberg S. O., White D. P., 1951. Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in northern New York. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 15: 369-76.
- 9 - Heiberg S. O., Letton L. and Loewenstein H., 1959. Influence of Potassium fertilizer level on red pine planted at various spacings on a Potassium deficient soil. For. Sci. 5, 142-53.
- 10 - Hobbs C. H., 1944. Studies on Mineral de-

ficiency in pine. Plant Physiol 19: 590-602.

- 11 - Ingestad T., 1960. Studies on the nutri---
tion of forest tree seedlings. III Mine-
ral nutrition of pine. Physiologia Plan-
tarum Vol. 13, 513-33.
- 12 - Ingestad T., 1962. Macro Element Nutrition
of Pine, Spruce and Birch seedlings in nu-
trient solutions. Meddelanden Fran Sta--
tens Skogsforskningsinstitut Band 51. NR7
Stockholm.
- 13 - Leyton L., 1948. Mineral nutrient relation
ships of forest trees. For. Abstr. 9: --
399-408.
- 14 - Martínez M., 1948. Los Pinos Mexicanos. --
Ediciones Botas, México.
- 15 - Mitchell H. L., 1939. The growth and nutri-
tion of white pine (P. strobus L.) seed-
lings in cultures with varying N, P, K and
Ca. Black Rock Forest Bul. 9, 135 pp ----
illus.
- 16 - Rennie P. J., 1955. The uptake of nutrients
by mature forest growth. Plant and Soil -

- 17 - Robbins W. R., 1946. Growing plants in -- sand cultures for experimental work. New Jersey, Agricultural Experimental Sta--- tion.
- 18 - Roth E. R. and Copeland O. L., 1957. Up-- take of nitrogen and calcium by fertiliz ed shortleaf pine. Jour. Forestry 55: - 281-84.
- 19 - Shear C. B., Crane H. L., and Myers A. T., 1948. Nutrition element balance: apli-- cation of the concept to the interpreta-- tion of foliar analysis. Proc. Amer. -- Soc. Hort. Sci. 51: 319-26.
- 20 - Stoeckeler J. H., 1960. Soil fertility in forest nurseries. Lake states Forest Ex periment Station. U. S. Departament of - Agriculture, St. Paul Minnesota.
- 21 - Stone E. L., 1953. Magnesium Deficiency - in some Northeastern Pines. Soil. Sci. - Soc. Amer. Proc. 17: 297-300.
- 22 - Strong F. C., 1952. Damping-off in the fo

rest tree nursery and its control. Repr.-
Quar. Bul. Mich. Agric. Exp. Sta. 34 (3):
285-296.

- 23 - Sucoff E.I., 1961. Potassium, Magnesium -
and Calcium Deficiency Symptoms of lo---
blolly and Virginia Pine seedlings. Sta.
paper 164, Northeastern Forest Experimen-
tal Station. Forest Service U.S.D.A.
- 24 - Swan H. S. D., 1960. The mineral nutrition
of nitrogen, phosphorus, potassium and --
magnesium deficiencies on the growth and-
development of white spruce, black spruce,
jack pine and western hemlock seedlings -
grown in a controlled environment. Tech.-
Rep. Pulp. Pap. Res. Inst. Can. N°. 168.
- 25 - Switzer G. L. and Nelson L. E., 1956. The-
effect of fertilization on seedlings ----
weight and utilization of N, P, K by lo--
blolly pine grown in the nursery. Proc. -
Soil Sci. Soc. Amer. 20: 404-408.
- 26.- Vail J. W., Parry M. S. and Calton W. E., -
1961. Boron-deficiency die-back in pines.
Plant and Soil 14 (4), 393-8.
- 27 - Walker R. C., 1956. Foliage symptoms as in

dicators of potassium deficient soils. -
For. Sci. 2: 113-120.

- 28 - Walker R. B., Gessel S. P., Haddock P. G.,
1955. Greenhouse studies in Mineral re-
quirements of conifers. For. Sci. 1: 51-
60.
- 29 - White D. P., 1958. Foliar analysis in ---
tree nutrition research. Inst. N. Amer.
For Soils Conif. Mich. State Univ. East.
Lansing, Michigan 49-52.
- 30 - Wilde S. A., 1958. Diagnosis of nutrient-
deficiencies by foliar and soil analysis-
in silvicultural practice. Inst. N. Amer.
For. Soils Conif. Mich. State Univ. East
Lansing, Michigan. 138-140.
- 31 - Wilde S. A., Persidsky D. J., 1956. Effect
of biocides on the development of ecto--
trophic mycorrhizae in Monterrey pine --
seedlings. Soil Sci. Proc. Amer. Vol. 20
N°. 1: 107-110.
- 32 - Withrow R. B., Biebel J. P., Eastwood T. -
M., 1943. Nutrient solution culture of-
greenhouse crops. Ind. Agric. Exp. Sta.-
Circ. N°. 277.

VIII - APENDICE

DISPOSICION DE LOS TIESTOS EN EL INVERNADERO

<u>Pinus patula</u>					<u>Pinus montezumae</u>				
Sin Mo	Sin S	Sin Mg	Sin Mn	Sin Cu	Sin K	Test.	Sin Mn	Sin Mo	Sin S
Sin Mn	Sin Cu	Sin S	Sin P	Sin Zn	Sin Mo	Sin P	Sin K	Sin Ca	Sin Mn
Sin N	Sin K	Sin Fe	Sin Mg	Sin Mon	Sin Mg	Sin K	Sin S	Sin Ca	Sin Fe
Sin P	Test.	Sin P	Sin Mo	Sin Mg	Sin N	Sin Zn	Sin Zn	Sin N	Sin K
Sin Ca	Sin B	Sin Zn	Sin Zn	Sin Fe	Test.	Sin N	Sin N	Sin Fe	Sin Ca
Sin Mg	Sin Mg	Sin K	Sin Ca	Sin Ca	Sin B	Sin Cu	Sin Ca	Test.	Sin N
Sin Fe	Sin Ca	Test.	Sin Ca	Sin Mo	Sin Mn	Sin Mo	Test.	Sin K	Test.
Test.	Sin Mn	Sin B	Test.	Sin B	Sin Fe	Sin Fe	Sin B	Sin P	Sin Mo
Sin B	Sin Zinc	Sin Cu	Sin N	Sin K	Sin Cu	Sin Mg	Sin Mg	Sin Mn	Sin B
Sin Zn	Sin P	Sin Ca	Sin K	Sin P	Sin Ca	Sin B	Sin P	Sin S	Sin Mg
Sin Cu	Sin Fe	Sin N	Sin B	Sin S	Sin Zn	Sin Ca	Sin Mo	Sin Mg	Sin Cu
Sin S	Sin Mg	Sin Mn	Sin Fe	Sin N	Sin S	Sin S	Sin Cu	Sin B	Sin Zn
Sin K	Sin N	Sin Mo	Sin S	Test.	Sin P	Sin Mn	Sin Fe	Sin Zn	Sin P
Medio P	Medio N	Medio Ca	Medio P	Medio K	Medio P	Medio Ca	Medio N	Medio P	Medio N
Medio Ca	Medio P	Medio K	Medio K	Medio Ca	Medio K	Medio N	Medio P	Medio N	Medio K
Medio N	Medio Ca	Medio P	Medio Ca	Medio N	Medio N	Medio K	Medio K	Medio Ca	Medio P
Medio K	Medio K	Medio N	Medio N	Medio P	Medio Ca	Medio P	Medio Ca	Medio K	Medio Ca
I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V

