

# ESTADO NUTRICIONAL DE *Pinus elliotti* Engelm EN DUNAS ARENOSAS SOBRE EL RIO URUGUAY.

LUIS SAYAGUÉS LASO  
TOMÁS TORRES

## RESUMEN

En el inicio de un programa para determinar los rango de concentraciones foliares de macro y micronutrientes en *Pinus elliottii* Eng. existentes en las plantaciones establecidas en Uruguay y posteriormente llegar a establecer niveles de deficiencia nutricional, se muestreó una plantación de 8 años sobre dunas arenosas costeras del Río Uruguay, en el Departamento de Colonia, Uruguay. Se eligieron cinco árboles con diferente crecimiento y aspecto del follaje, en los que se tomaron muestras de acículas a tres niveles de la copa (superior, medio e inferior) y en cuatro orientaciones (N., S., E. y W.) y se tomaron muestras del suelo alrededor de cada árbol. Las concentraciones foliares promedio de nutrientes fueron: N: 0,847%; P: 0,098%; K: 0,489%; Ca: 0,385%; Mg: 0,063%; Zn: 125 ppm; Cu: 32,5 ppm; B: 6,8 ppm y Fe: 12 ppm. Las concentraciones de P y K fueron decrecientes desde la parte superior hacia la inferior de la copa, mientras que las de N, Ca, Mg y Fe fueron crecientes hacia la base de la copa. No se encontró variación significativa de las concentraciones de Cu, Zn y B a lo largo de la copa. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre las orientaciones, en las concentraciones de N, P y K. Se recomienda la zona media de la copa para el muestreo de N, P, Zn y B y la base de la copa viva para el muestreo de K, Ca, Fe y Cu, ambas en la orientación Norte, debido a que son las zonas con menor variación en las concentraciones foliares en cada caso, en la plantación estudiada.

## 1. INTRODUCCION

Si bien los requerimientos nutritivos de los pinos son menores que los de los cultivos agrícolas y que muchos otros cultivos forestales, muchos de los suelos en que se plantan normalmente en Uruguay, marginales para la agricultura, ni siquiera cubren los requerimientos para un crecimiento adecuado de estas coníferas.

Dentro de los suelos de baja productividad, las dunas arenosas costeras constituyen los suelos más pobres y la producción más rentable que se puede establecer en ellos es la forestal. Estos suelos ocupan zonas costeras de ríos y arroyos en extensiones variables, así como las costas del litoral atlántico, al Este.

La información disponible en Uruguay sobre el estado nutricional de las plantaciones de pinos establecidas en esos suelos es nula. Por eso se eligió una plantación de *Pinus elliottii* Engelm ubicada en un suelo de dunas arenosas, sobre la costa del Río Uruguay, para realizar el muestreo, procurando determinar los niveles mínimos de concentraciones foliares de esta especie que se podrían encontrar en el país, en el inicio de un programa destinado a determinar los rangos de concentraciones foliares existentes y posteriormente llegar a establecer niveles de deficiencia de nutrientes para esta conífera, que es actualmente una de las especies exóticas más extensamente plantadas en Uruguay.

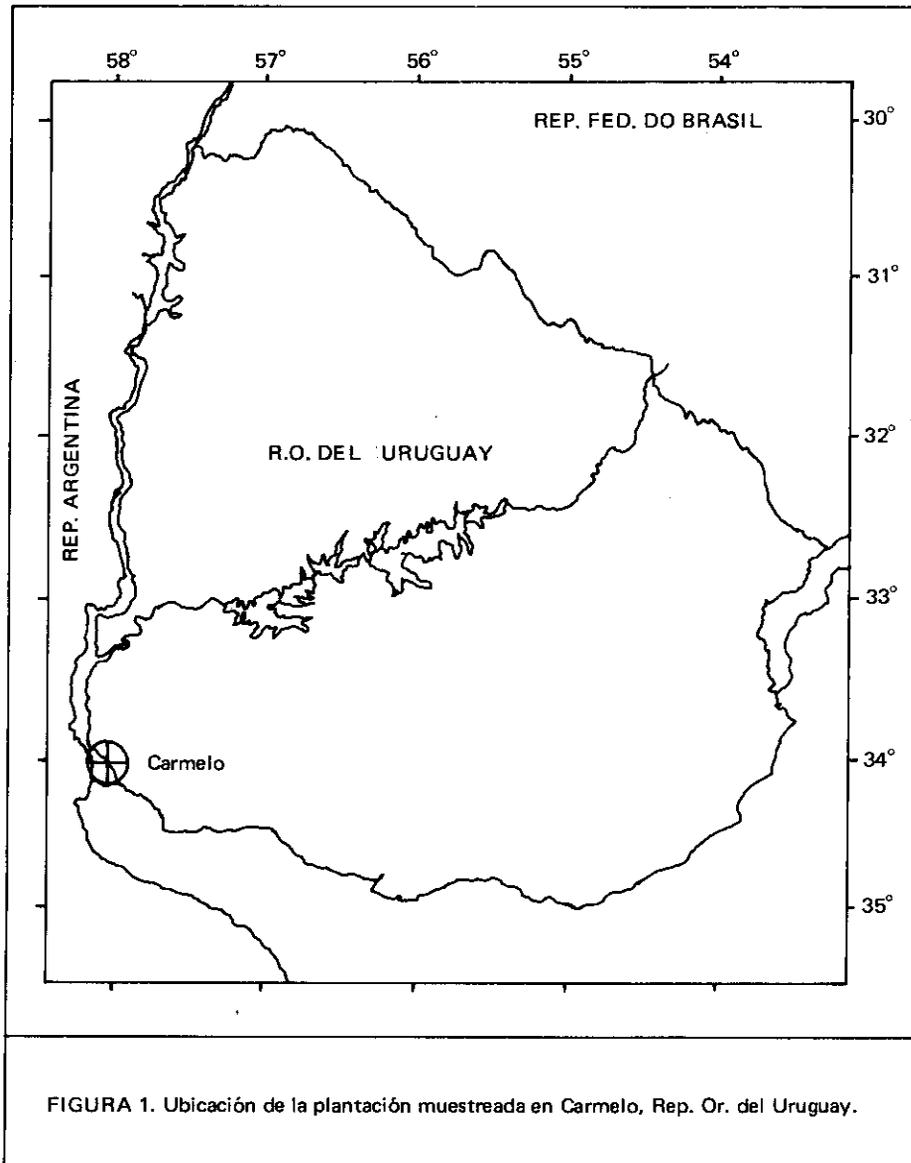
## 2. MATERIALES Y METODOS

La plantación estudiada de *P. elliottii* de 8 años abarca aproximadamente 100 ha y está establecida sobre dunas arenosas costeras, en las cercanías de la ciudad de Carmelo (Departamento de Colonia, Uruguay). En la FIGURA 1 se presenta la ubicación de la plantación.

El espaciamiento inicial fue de 6m x 6m, habiendo sufrido muchas pérdidas, principalmente por causa de la hormiga. En el momento del muestreo, fines del invierno de 1984, gran parte de los árboles presentaban una sintomatología consistente en amarillamientos generales del follaje, ápices necrosados y sinuosos, existiendo además una gran variación en el crecimiento no habiéndose producido aún el cierre de copas.

Se muestrearon 5 árboles con diferentes características de follaje, desde una apariencia sana, hasta decoloraciones severas del follaje. Dos de ellos presentaban el follaje completamente verde, existiendo entre ambos una pequeña diferencia de altura (árboles 1 y 2). El árbol 3 presentaba las acículas de la parte superior de la copa secas y el resto del follaje verde. El árbol 4 presentaba además de la misma sintomatología, un marcado amarillamiento en el extremo de todas las

acículas, a lo largo de la copa y especialmente en las orientadas hacia el Norte. El árbol 5 presentaba el menor desarrollo de todos los muestreados. Las acículas de un año, ubicadas en los 30 cm distales de las ramas estaban completamente verdes, mientras que las demás en dirección al fuste, mayores de un año, estaban completamente necrosadas formando contraste con las del extremo y muchas ya habían caído.



Los árboles muestreados se encontraban separados por más de 60 m dentro de la plantación. Se tomaron 12 muestras foliares de cada árbol, a

tres alturas de la copa (tercios superior, medio y bajo) y en 4 orientaciones (N., S., E. y W.) dentro de cada nivel de la copa. Se guardaron en heladera

en bolsas de polietileno hasta su traslado al laboratorio, donde se secaron a 65°C durante 24 h, se molieron con malla 20 y se secaron nuevamente de la misma forma. Sobre una toma de 0,5 g, digerida con ácido sulfúrico y perhidrol, llevada a volumen y destilada, se determinó N por Kjeldahl, P por método colorimétrico con ácido ascórbico y K con espectrofotómetro de llama. Se determinaron Ca, Mg, Fe, Zn y Cu por absorción atómica, previa calcinación. El B se determinó por método colorimétrico, usando curcumina.

Se tomó suelo alrededor de cada árbol (4-5 tomas) a una distancia de hasta 1 m y una profundidad de hasta 60 cm, para formar una muestra compuesta por cada árbol. No se encontró una diferenciación de horizontes hasta una profundidad de un metro y medio. Las muestras se secaron a 40 – 45°C y luego se tamizaron a malla 1 mm y a malla 2 mm. Con las muestras tamizadas a malla 2 mm se realizó el análisis mecánico por el método

Internacional y se determinaron el % de humedad y el factor a seco. En las muestras tamizadas a malla 1 mm se determinaron: P por el método Bray N°. 1; N por el método de Kjeldahl; materia orgánica por reducción de K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub> y valoración con sal de Mohr; Ca y Mg con espectrofotómetro de llama; Al por percolación con KCl 1,0 N y pH con peachímetro con KCl y en agua.

Con los resultados obtenidos de los análisis foliares se realizaron los análisis de varianza cuyos modelos y formas se presentan en la TABLA 1.

En la TABLA 2 se presentan los valores de las concentraciones foliares promedio por árbol y sus datos morfológicos. En la TABLA 3 se presentan los datos de análisis de las muestras de suelo correspondientes a los árboles muestreados. Los datos que son comunes a todas las muestras y aquellos cuya variación no es muy grande, se presentan en la TABLA 4.

**TABLA 1. a) Modelo y forma del análisis de varianza empleado para evaluar los datos de N, P y K.**

**Modelo:**  $Y_{ijk} = \mu + A_i + N_j + O_k + (AN)_{ij} + (AO)_{ik} + (NO)_{jk} + (AON)_{ijk}$

$\mu$  = Medía de la población  
 $A_i$  = Efecto del iésimo árbol  
 $N_j$  = Efecto del jésimo nivel en la copa  
 $O_k$  = Efecto de la k.ésima orientación  
 $(AN)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el iésimo árbol y el jésimo nivel en la copa  
 $(AO)_{ik}$  = Efecto de la interacción entre el iésimo árbol y la k.ésima orientación  
 $(NO)_{jk}$  = Efecto de la interacción entre el jésimo nivel en la copa y la k.ésima orientación  
 $(AON)_{ijk}$  = Efecto de la interacción entre el iésimo árbol, la k.ésima orientación y el jésimo nivel

$i = 1 - a$  = Número de árboles ( 5 )  
 $j = 1 - n$  = Número de niveles en la copa ( 3 )  
 $k = 1 - o$  = Número de orientaciones ( 4 )

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios esperados
Arboles	(a-1)	$Ve + jk Ka$
Niveles	(n-1)	$Ve + ik Kn$
Orientaciones	(o-1)	$Ve + ij Ko$
Arb. x Niv.	(a-1)(n-1)	$Ve + k Kan$
Arb. x Or.	(a-1)(o-1)	$Ve + j Kao$
Niv. x Or.	(n-1)(o-1)	$Ve + i Kno$
Arb. x Niv. x Or.	(a-1)(n-1)(o-1)	$Ve$
<b>Total</b>	<b>aon - 1</b>	

**b) Modelo y forma del análisis de varianza empleado para evaluar los datos de Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y B.**

**Modelo:**  $Y_{ij} = \mu + A_i + N_j + (AN)_{ij}$

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios esperados
Arboles	(a-1)	$Ve + j Ka$
Niveles	(n-1)	$Ve + i Kn$
Arb. x Niv.	(a-1)(n-1)	$Ve$
<b>Total</b>	<b>an - 1</b>	

Los efectos de Arboles, Niveles y Orientaciones son fijos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

Las características ya enumeradas del follaje de los árboles muestreados números 3 y 4, se encuadran dentro de los síntomas de deficiencias marcadas de N, P, K, Mg y Cu descritas por BAULE y FRICKER (1969) y STONE (1953).

En la TABLA 5 se presentan algunos datos sobre los niveles críticos de las concentraciones

foliares en *P. elliottii* a una edad aproximada a la de la plantación estudiada. Si bien en puede apreciar una importante variación entre los diferentes autores, la comparación con los valores obtenidos indica que corresponden a niveles de deficiencia para N, P y Mg, niveles adecuados para Ca, Fe, Cu y B, no quedando claramente definidos los casos de K y Zn. Inclusive los niveles foliares de los árboles que presentaban el follaje verde es bajo, y podrían corresponder a un estado de hambre oculta.

TABLA 2. Datos morfológicos y concentraciones foliares promedio de macro y microelementos (los datos de N, P y K corresponden a muestras tomadas de las 4 orientaciones y los restantes solo a la orientación Norte).

Arbol Nº.	DAP (om)	Alt. (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	N P K Ca Mg Fe Zn Cu B								
				N P K (%)			Fe Zn Cu B (ppm)					
1	14.0	6.0	0.06548	0.85	0.11	0.51	0.43	0.07	112	39	7	10
2	13.4	5.5	0.06572	1.05	0.10	0.44	0.46	0.08	119	39	6	7
3	15.0	6.0	0.08015	0.73	0.07	0.42	0.35	0.06	114	28	10	13
4	16.9	6.5	0.10571	0.75	0.10	0.62	0.20	0.04	180	23	5	12
5	10.8	5.0	0.03110	0.85	0.10	0.47	0.49	0.07	103	34	6	17

TABLA 3. Datos de análisis de los suelos correspondientes a cada uno de los árboles muestreados.

Arb. Nº.	Humedad 100-105 °C	Arena total %	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	P ppm	M.O. %	C %	N %	C/N
1	0.09	99.6	5.0	4.7	19	0.10	0.06	0.03	2.0
2	0.30	99.4	4.8	4.5	15	0.29	0.17	0.06	2.8
3	0.07	99.1	4.4	4.3	14	0.36	0.21	0.03	7.0
4	0.17	98.9	4.8	4.6	14	0.14	0.08	0.04	2.0
5	0.35	99.7	5.0	4.7	12	0.17	0.10	0.03	3.3

TABLA 4. Datos de análisis de suelo comunes a todas las muestras tomadas.

Fator a seco . . . . .	1,001 - 1,003
Limo fino (%) . . . . .	0,5 - 0,1
Arcilla (%) . . . . .	2,7 - 2,8
Ca (m.e./100 g) . . . . .	1,0
Mg (m.e./100 g) . . . . .	0,3
K (m.e./100 g) . . . . .	0,1
Bases totales (m.e./100 g) . . . . .	1,6 - 1,7
Ac. interc. (pH ?) . . . . .	1,0 - 1,8
Capacidad total (pH 7) (m.e./100 g) . . . . .	2,6 - 3,4
% de saturación (pH 7) . . . . .	47,1 - 72,7

Los datos de suelos obtenidos corresponden en general y desde el punto de vista agrícola, a suelos muy pobres, con poca capacidad de suministro de nutrientes, dada su textura arenosa y su muy baja capacidad de intercambio catiónico.

Es interesante notar que los análisis de los suelos correspondientes a los árboles 4 y 5, que fueron el de mayor y el de menor volumen respectivamente, no difieren en forma relevante en los niveles de N, P y K intercambiables, aunque sí difieren los niveles foliares de K y N. Al respecto, ARMSON (1973), señala que en general los inten-

tos por relacionar el crecimiento de los árboles con los análisis de nutrientes del suelo han sido menos productivos que aquellos que emplean la relación entre el crecimiento de los árboles y sus contenidos de nutrientes. Encuentra dos causas para esto: una es la dificultad de determinar valores significativos de disponibilidad de un nutriente en particular para una especie determinada; la otra es la variabilidad en la distribución de las raíces de los árboles, no solo entre los horizontes mayores (O, A, B, C), sino también a menudo dentro de los horizontes de un perfil, por lo cual se debe aún diseñar un muestreo adecuado.

TABLA 5. Niveles foliares críticos para *P. elliottii* según diversos autores.

Autor/es	Edad (años)	N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	B
Mergen & Voigt (1960)	8	1.07	0.11	0.33						
Brum (1979)	8	1.29	0.12	0.50	0.17	0.10	50	56	6	
Humphreys & Pritchett (1971)	7	0.86	0.04	0.16	0.11	0.09	37	17		4

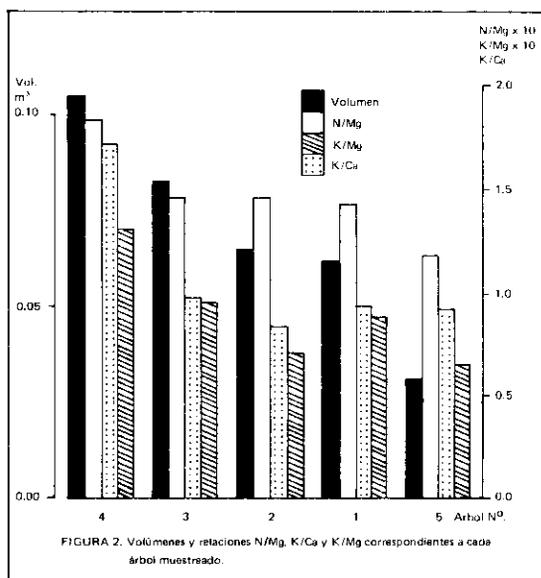
Las diferencias en crecimiento y concentraciones foliares pueden atribuirse a diferencias genéticas en la capacidad de asimilación de nutrientes por los árboles, muy marcadas por proceder de semilla sin selección.

Si bien el escaso número de árboles muestreados no justifica el estudio de correlaciones entre los parámetros foliares y de suelo con los parámetros de crecimiento, se puede notar en las TABLAS presentadas que no existe una relación apreciable entre ellos.

Sin embargo, el estudio de las relaciones entre los valores promedio de las concentraciones foliares de algunos elementos, como las relaciones N/Mg, Ca/K y Mg/K propuestas por algunos autores, resulta de interés. En la FIGURA 2 se presentan ordenados por volumen decreciente, los volúmenes totales y las relaciones mencionadas, para cada árbol. Para facilitar la apreciación, se han invertido las relaciones Ca/K y Mg/K.

Resulta llamativa la coincidencia entre los mayores volúmenes y las menores relaciones Mg/N, Mg/K y Ca/K. Al respecto, BAULE y FRICKER (1969), comentan que el crecimiento de especies resinosas puede ser satisfactorio para valores de Ca

intercambiable que no sean menores de 0,02 o/o (1,0 m.e./100 g) en el suelo y que en suelos ricos en el ión  $Ca^{+2}$ , la absorción de K se ve frenada. Existe la posibilidad de que el balance entre esos elementos esté afectando de alguna manera el crecimiento en los suelos estudiados, pero se requerirían estudios más específicos para extraer conclusiones al respecto.



La distribución promedio de macro y microelementos a lo largo de la copa siguió un orden decreciente desde la parte superior a la inferior en los casos de P y K y creciente en N, Ca, Mg y Fe. Esto coincide con lo observado por HUMPHREYS y KELLY (1962) y por WELLS y METZ (1963), aunque la variación en el contenido de N sea contraria a la encontrada por WHITE (1954) en *Pinus resinosa* Ait. y *Pinus strobus* L. Las concentraciones de Cu, Zn y B tuvieron un comportamiento a lo largo de la copa sin un patrón definido, no resultando significativas las diferencias entre los niveles de la copa en ninguno de los tres nutrientes.

Los análisis de varianza realizados con las concentraciones foliares de N, P y K, arrojaron diferencias significativas entre los árboles, los niveles en la copa y la interacción árboles-niveles también resultó significativa, pero no se encontraron diferencias entre las cuatro orientaciones (TABLA 6). En el caso del Mg, se encontraron diferencias significativas entre los niveles de la

copa, en B se encontraron diferencias entre los árboles y en los casos de Ca y Fe se encontraron diferencias entre árboles y entre niveles en la copa (TABLA 7).

Los contrastes realizados por el método de Scheffé mostraron que el árbol 3 poseía concentraciones de N foliar significativamente menores que los árboles 1, 2 y 5; concentraciones de P menores que los árboles 1 y 5 y concentraciones de K menores que el árbol 4. El árbol 4 además poseía niveles foliares de N menores que los árboles 1 y 2 y de K mayores que el árbol 2 y el árbol 5 poseía concentraciones de B significativamente mayores que el árbol 2. De esta forma, el árbol 4 que es el de mayor crecimiento, posee concentraciones foliares de N menores que los de menor crecimiento y lo mismo ocurre con el árbol 3 en cuanto a N y P. Sin embargo, el árbol 4 posee las mayores concentraciones foliares de K y la menor relación Ca/K, lo que sugiere que podría existir alguna relación entre la capacidad de absorción de K y el desarrollo de los árboles en estos suelos.

**TABLA 6. Resultados de los análisis de varianza realizados con las concentraciones foliares de N, P y K. Los asteriscos (\*\*) indican valores significativos a nivel de 1%.**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios (%N)	Cuadrados medios (%P)	Cuadrados medios (%K)
Arboles	4	0.1918**	0.0027**	0.0756**
Niveles	2	0.1295**	0.0042**	1.2456**
Orientación	3	0.0159	0.0001	0.0155
Arb. x Niv.	8	0.0286**	0.0015**	0.0724**
Arb. x Or.	12	0.0092	0.0001	0.0084
Niv. x Or.	6	0.0078	0.0001	0.0178
Residuo	24	0.0056	0.0001	0.0125
<b>Total</b>	<b>59</b>			

**TABLA 7. Resultados de los análisis de varianza realizados con las concentraciones foliares de Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y B. Los asteriscos indican valores significativos al 5% (\*) y al 1% (\*\*).**

Fuentes de variación	Grados de libertad	C. M. (%Ca x 10 <sup>-4</sup> )	C.M. (%Mg x 10 <sup>-5</sup> )	C.M. (ppm Fe)	C.M. (ppm Cu)	C.M. (ppm Zn)	C.M. (ppm B)
Arboles	4	40.00*	5.57	2911**	10.7	147	38.8*
Niveles	2	212.07**	9.80*	1971**	1.8	37	2.6
Residuo	8	9.39	2.97	160	2.9	45	8.8
<b>Total</b>	<b>14</b>						

Las concentraciones foliares de N y Ca fueron significativamente mayores en la base de la copa que en el medio y en la zona superior; y en la

zona media que en la superior. Las concentraciones de Fe fueron mayores en la base que en la parte superior. Las concentraciones de P y K fueron

significativamente mayores en la zona superior que en la zona media y que en la base. En la FIGURA 3 se presentan las concentraciones promedio de

N, P y K en las tres posiciones de copa y en la FIGURA 4 se presentan las interacciones árboles niveles.

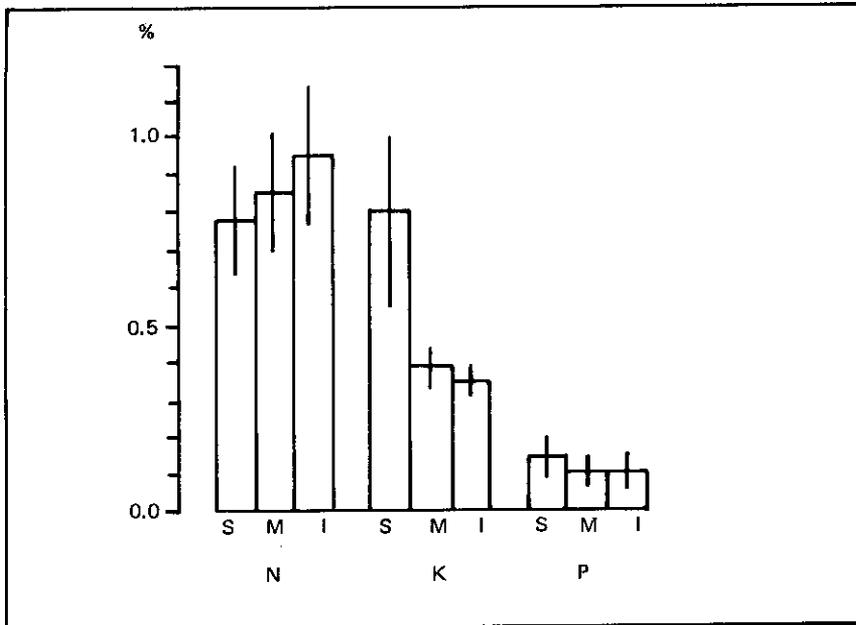


FIGURA 3. Concentraciones promedio de N, P y K a 3 niveles de la copa (S: superior; M: medio; I: inferior). Las líneas verticales indican  $\pm$  la desviación estándar.

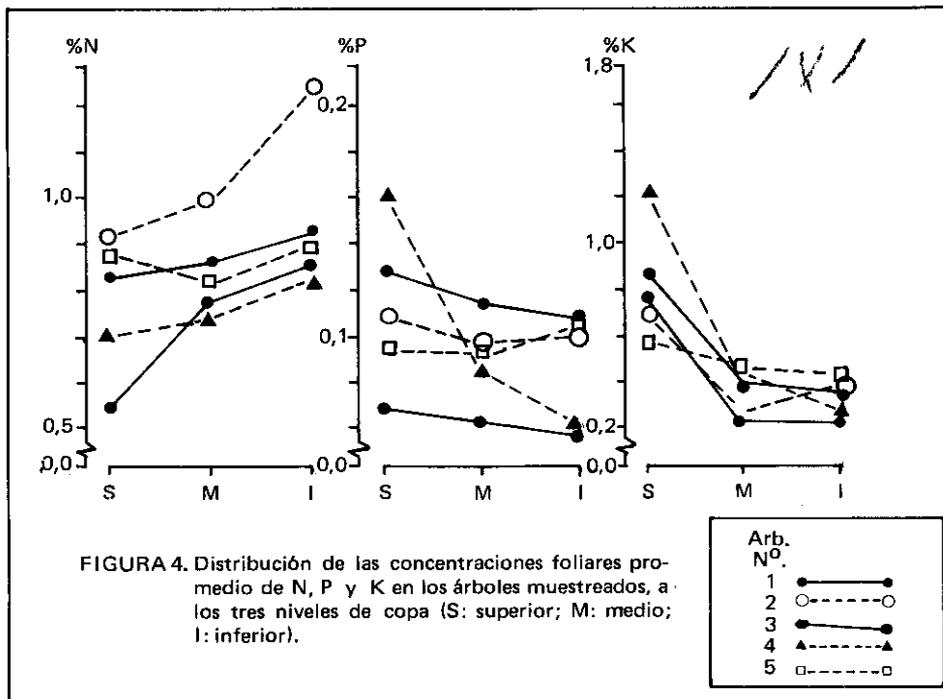


FIGURA 4. Distribución de las concentraciones foliares promedio de N, P y K en los árboles muestreados, a los tres niveles de copa (S: superior; M: medio; I: inferior).

La elección de una zona de muestreo foliar en la copa, que permita una estimación adecuada del estado nutricional de un árbol requiere de la disponibilidad de gran cantidad de datos, tomados en diferentes localidades y en diferentes épocas. Muchos autores han realizado estudios sobre el particular, llegando a resultados y sugerencias muchas veces contradictorias (WHITE, 1954; WELLS y METZ, 1963).

En la TABLA 8 se presentan los coeficientes de variación calculados para los 3 niveles de la copa. Si se toma como criterio para la elección de una zona para realizar el muestreo, el criterio de que la zona más adecuada es la que presenta la menor variación, convendría entonces la zona media de la copa para realizar la toma de muestras para la determinación de N, P, Mg, Zn y B y la

zona inferior para K, Ca, Fe y Cu. Al no haberse encontrado diferencias entre las orientaciones, resultaría indiferente elegir cualquiera de ellas para realizar el muestreo, pero a efectos de mantener una uniformidad de criterio con la mayor parte de la bibliografía consultada, que recomienda la zona más expuesta a pleno sol, se sugiere el muestreo de las acículas orientadas al Norte. Debe tenerse en cuenta sin embargo, que si bien se procuró seleccionar árboles que representaran los extremos en estado nutricional en la plantación, lo reducido del muestreo limita el alcance de cualquier recomendación que se realice a partir de él y vuelven necesaria una repetición del trabajo en otros suelos de prioridad forestal, con otro tipo de manejo y edades, para poder finalmente establecer una metodología estandarizada de muestreo foliar a nivel nacional.

TABLA 8. Coeficientes de variación (%) calculados para los 3 niveles de copa.

Ubicación en la copa	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	B
Superior	17.01	25.53	32.02	38.89	40.00	24.84	25.19	35.29	38.33
Media	16.40	16.37	22.86	34.03	16.66	29.67	12.86	38.92	29.18
Inferior	18.80	19.82	16.98	32.09	37.50	23.52	35.56	26.45	45.27

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la región del estudio, la zona media de la copa presentó la menor variación entre árboles en las concentraciones de N, P, Zn y B, por lo cual se la recomienda para la recolección de muestras foliares para evaluar las concentraciones de esos nutrientes. La zona de la base de la copa viva presentó las menores variaciones en las concentraciones de K, Ca, Fe y Cu siendo recomendada por ello para el muestreo que se realice para la determinación de sus concentraciones. Se recomienda además que las muestras sean tomadas de las acículas orientadas hacia el Norte, en la parte externa de la copa.

2. La pobre capacidad de suministro de nutrientes de los suelos muestreados se confirma por los bajos niveles foliares encontrados, casi todos correspondientes a estados de deficiencia nutricional según los datos de la bibliografía.

3. La necesidad de establecer los rangos de concentraciones foliares críticas para los diferentes nutrientes en el Uruguay, así como la posi-

bilidad de mejorar la implantación y el rendimiento de las plantaciones de coníferas en suelos muy deficientes, exige la realización de estudios más amplios en suelos de prioridad forestal y la instalación de ensayos de fertilización en plantación.

#### 5. RESUMO

No início de um programa dirigido à determinação das concentrações aciculares de macro e micronutrientes em *Pinus elliottii* Eng. nas plantações estabelecidas no Uruguai, e posterior determinação dos níveis de deficiências nutricionais, foi feita a amostragem de uma plantação de 8 anos sobre dunas de areia na costa do Rio Uruguai, no Departamento de Colonia, Uruguai. Foram escolhidas cinco árvores com diferente tamanho e aparência de folhagem, e retiraram-se amostras das acículas em três níveis na copa (superior, meio e inferior) e em quatro orientações (N., S., E. e W.) e coletaram-se amostras do solo próximo a cada árvore. As concentrações aciculares médias de nutrientes foram: N: 0,847%; P: 0,098%; K: 0,489%; Ca: 0,385%; Mg: 0,063%; Fe: 125 ppm; Zn: 32,5 ppm; Cu: 6,8 ppm e B: 12 ppm. As concentrações de P e K decresceram desde a cima até a base da

copa, em tanto que as de N, Ca, Mg e Fe cresceram em direção à base da copa. Não se achou variação significativa das concentrações de Cu, Zn e B entre os níveis da copa. Também não se encontraram diferenças significativas entre as orientações, nas concentrações de N, P e K. Recomenda-se a zona meia da copa viva para a amostragem de N, P, Zn e B, e a base da copa viva para a amostragem de K, Ca, Fe e Cu, as duas na orientação Norte, devido a que são as zonas com menor variação nas concentrações aciculares em cada caso, na planta-ção estudada.

## 6. SUMMARY

Beginning a program to determine both the range of macro – and micronutrient levels on needles of *Pinus elliottii* Eng. of uruguayan stands, and levels of deficiency, an 8-year-old stand on sandy coastal dunes of the Uruguay river in the Department of Colonia, Uruguay, was sampled. Five trees with different size and colour of foliage were choosed, and needle samples from three levels on the crown (Upper, middle and base) on four aspects (N., S., E., and W.) were taken from each tree, and soil samples were taken around each tree. The mean needle levels of macro – and micronutrients found were: N: 0,847%; P: 0,098%; K: 0,489%; Ca: 0,385%; Mg: 0,063%; Fe: 125 ppm; Zn: 32,5 ppm; Cu: 6,8 ppm, and B: 12 ppm. Needle levels of P and K decreased from the top to the base of the crown, and the N, Ca, Mg, and Fe levels increased from the top to the base. No significant variation along the crown was found for Cu, Zn, and B levels, and neither for N, P, and K levels among aspects. The middle of the crown is the recommended level for sampling, to determine needle N, P, Zn, and B levels, and the base of crown to determine needle K, Ca, Fe, and Cu levels, both in the Northern aspect, which showed

the least variation on needle nutrients level on each case, in this stand.

## 7. LITERATURA CITADA

1. ARMSON, K. A. Soil and plant analysis techniques as diagnostic criteria for evaluating fertilizer needs and treatment response. In Forest Fertilization Symp. Proc. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-3. North. For. Exp. Sta. p. 155-166. 1973.
2. BAULE, H. and FRICKER, C. La fertilization des arbres forestiers. Verlagsgesellschaft mbt., München. 255 p. 1969.
3. BRUM, E. T. Relações entre a altura dominante e fatores de sítio em povoamento de *Pinus elliottii* Eng. na região de Ponte Alta do Norte, S. C. Univ. Fed. do Paraná, Curitiba. Tese de Mestrado, 179 p. 1979.
4. HUMPHREYS, F. R. and KELLY, J. The variation of phosphorus content in *Pinus elliottii* foliage. Austr. Forestry 26(2). p. 78-86. 1962.
5. HUMPHREYS, F. R. and PRITCHETT, W. L. A soil-testing procedure for predicting phosphorus status of *Pinus elliottii* plantations. Plant and Soil 37 (3), 479-489. 1971.
6. MERGEN, F. and VOIGT, G. K. Effects of fertilizer applications on two generations of slash pine. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 407-408. 1960.
7. STONE, E. L.; HOLLIS, C. A. and BARNARD, E. L. Boron deficiency in southern pine nursery. South. Journal of App. For. 6 (2): 102-112. 1982.
8. WELLS, C. G. and METZ, L. J. Variation in nutrient content of loblolly pine needles with age, season, soil and position on the crown. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27(1):90-93. 1963.
9. WHITE, D. P. Variation in the nitrogen, phosphorus and potassium contents of pine needle with season, crown position and sample treatment. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 18:326-330. 1954.

## 8. AGRADECIMENTOS

Al Ing. Daniel Labuonora por la colaboración prestada en el procesamiento de los datos.

Al personal de la Dirección de Suelos y Fertilizantes del MAP, por su colaboración en el análisis de las muestras foliares y de suelo.