

## FERTILIZACION DE RAULI EN VIVERO

Michael Bourke (\*)

Hans Grosse (\*\*)

### RESUMEN

Para lograr la regeneración y en especial el enriquecimiento en rodales empobrecidos, se requiere de la técnica de plantación.

Con el objetivo de preparar un material adecuado y de proyecciones económicas atractivas en menor tiempo, se realizaron ensayos de fertilización con plantas de raulí en vivero. Estos incluyen distintas combinaciones de los macroelementos nitrógeno, fósforo y potasio en distintas dosificaciones y aplicaciones de calcio.

Las plantas superaron en promedio los 50 cm de altura y 6 mm de diámetro del cuello después de una temporada en vivero bajo un 43% de luminosidad con la dosis de NPK más alta probada.

### ABSTRACT

*To guarantee regeneration and more so to increase the number of valuable timber species in impoverished stands, it's necessary to produce and plant quality plants. *Nothofagus alpina* was selected for this study as one of the most economically valuable alternatives. To produce quality material in a shorter period of time than the normal two years, it was decided to use fertilizers. Different combinations of nitrogen, phosphorus and potassium were applied at four distinct rates in combination with three application rates of lime.*

*A average height of more than 50 cm and an average shoot-diameter of more than 6 mm was obtained using available light of 43% after 6 months of growth in the nursery during the first year.*

---

(\*) Ingeniero Forestal. División Regional, Instituto Forestal.

(\*\*) Ingeniero Forestal Dr. División Regional, Instituto Forestal, Barros Arana 121. Concepción - Chile.

## INTRODUCCION

Actualmente grandes extensiones de áreas originalmente formadas en gran medida por valiosos ejemplares del género *Nothofagus*, se encuentran empobrecidas respecto a estas especies de gran calidad. En otras han regenerado por tocón después de explotaciones y quemas.

En ambos casos es necesario realizar plantaciones con las especies de mayor interés económico, enriqueciendo de esta manera los rodales. Una de las especies del género *Nothofagus* más atractivas para cumplir con este objetivo es el raulí. (GROSSE, 1987).

Por este motivo el Instituto Forestal se encuentra realizando experiencias, que tienen como finalidad preparar en forma óptima plantas de raulí para terreno.

En el presente estudio se analiza una parte de lo que comprende la preparación de plantas en vivero. Específicamente se prueba la incidencia de distintas combinaciones de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio como distintas dosis de éstos sobre el desarrollo de plantas de raulí.

## DESCRIPCION DEL LUGAR DE ENSAYO

El lugar de ensayo fue el vivero Quelén - Quelén, ubicado en la VIII Región del Bío-Bío, provincia de Arauco, comuna de Cañete, aproximadamente a los 37° 45' Lat. Sur y 73° 25' Long. y 45 m.s.n.m.

Los análisis de suelo tomados hasta 25 cm de profundidad arrojaron los siguientes antecedentes:

- pH	: 5,1
- Materia orgánica	: 1,54%
- Densidad específica	: 1,16 g/cm <sup>3</sup>
- Capacidad de intercambio catiónico	: 4,0 meq/100 g.
- N	: 12 ppm
- P	: 24 ppm
- K	: 102 ppm

La estructura del suelo es granular y su textura areno-francoso. El uso generalizado del vivero es la producción de plantas de *Pinus radiata*, para lo cual su drenaje y otras condiciones se consideran buenas.

Durante el período de crecimiento de las plántulas se registraron diariamente las temperaturas máximas y mínimas del aire (Figura 1).

Las máximas fluctuaron entre 15°C y 37°C, mientras que las mínimas lo hacían entre 1°C y 17°C.

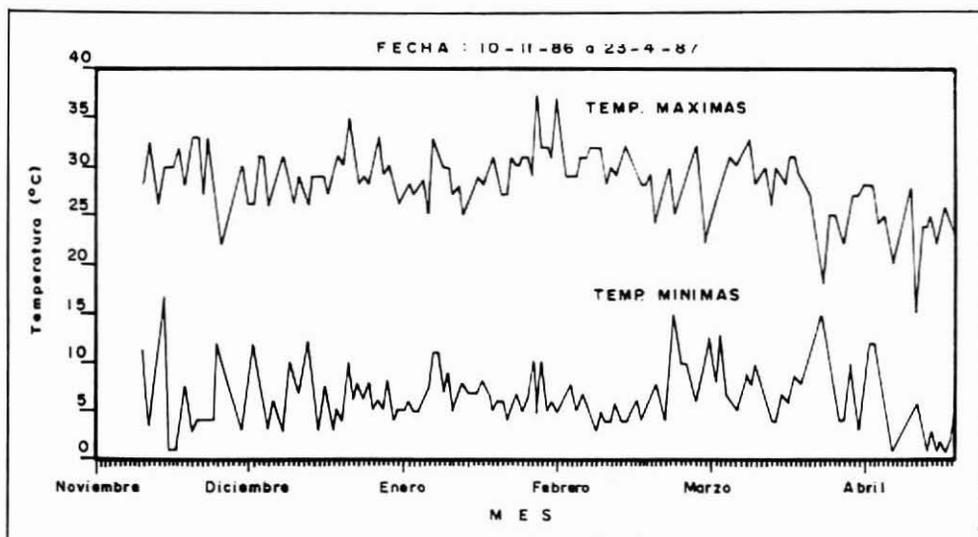
## ANTECEDENTES METODOLOGICOS

A continuación se describen los métodos aplicados para conocer la incidencia de aplicaciones de cal, y de dosis y combinaciones de nutrientes en forma de fertilizantes químicos.

### *Establecimiento del ensayo en terreno*

El ensayo se instaló en parcelas individuales por tratamiento. Cada una midió 0,84 m x 1,20 m. Para evitar la erosión de las platabandas, éstas se limitaron con tabloncillos de *Pinus radiata*, por sobre 8 cm sobre el nivel del suelo. Las parcelas se orientaron en 195° oeste, y su inclinación fue de 0-5°.

**FIGURA 1**  
**TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS DE NOVIEMBRE (1986) A ABRIL (1987)**  
**A 3 cm SOBRE EL SUELO (Vivero Quelén-Quelén)**



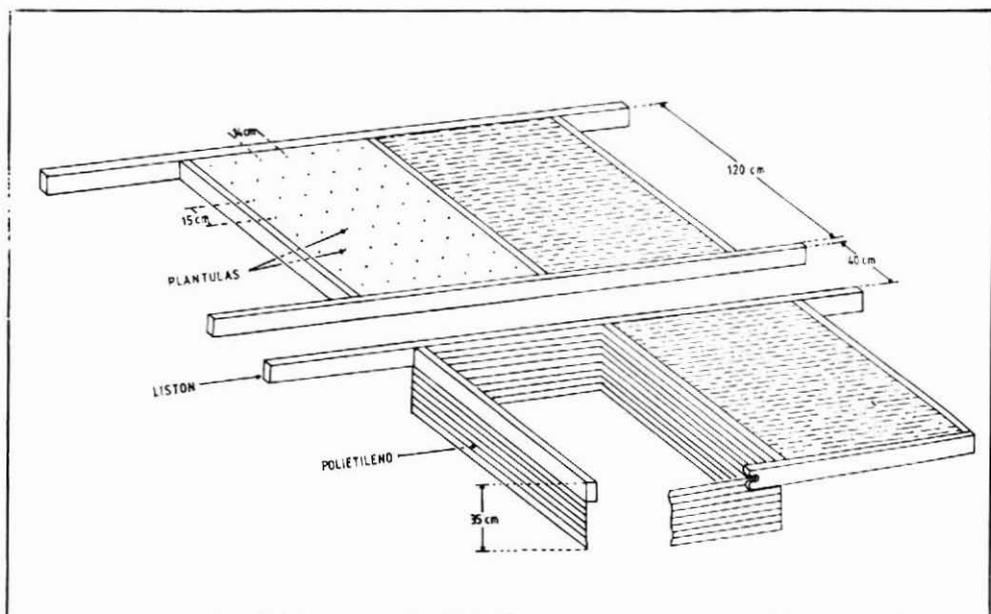
Para asegurar que la planta absorba solamente los nutrientes aplicados por tratamiento, se colocó un plástico hasta 35 cm de profundidad en todos los bordes de las parcelas (Figura 2).

En orden cronológico, las actividades posteriores a la preparación de parcelas y platabandas fueron:

- La siembra se realizó el 20.09.86 con semillas de Ralco-Colluco. (Altitud: 1.250 m.s.n.m.; latitud: 37° 53"S; fecha de recolección: Marzo de 1986).
- Al 27.10.86 había germinado el 90% de las semillas.
- El 01.11.86 se procedió a la aplicación de cal en forma de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Se probaron tres niveles de aplicación de  $\text{CaCO}_3$ : 0,0  $\text{g/m}^2$ , 150  $\text{g/m}^2$  y 250  $\text{g/m}^2$ . La cal fue harneada antes del pesaje; luego de éste se mezcló con el suelo hasta una profundidad de 25 cm.
- El 12.11.86 se repicaron las plantas, una vez que éstas presentaban dos pares de hojas verdaderas.
- Inmediatamente después del repique, las platabandas se cubrieron con una malla negra tipo Rach-50% como sombreadero. Según mediciones realizadas en el ensayo, esta malla dejaba pasar el 43% de luminosidad. La malla se retiró el 15.03.87.
- El día 29.01.87 se fertilizaron las plantas según lo establecido en el diseño del ensayo. Se trazó una línea entre las hileras de las platabandas de 2,5 cm de ancho, mezclando en ésta el fertilizante con el suelo hasta 2 cm de profundidad. El objetivo de esta metodología es concentrar los nutrientes en un sector, aumentando así la probabilidad de acceso de las raíces al potasio y fósforo (TISDALE y NELSON, 1975).
- El riego del ensayo se realizó cada día, hasta que las plantas se habían establecido después del repique. Posterior a esto se distanció a 2 o 3 días, manteniéndose la humedad a niveles cercanos a la capacidad de campo del suelo.

FIGURA 2

## ESQUEMA DE INSTALACION DE PARCELAS PARA EL ENSAYO DE FERTILIZACION DE RAULI

**Diseño experimental**

Metodológicamente en el ensayo se utilizó el experimento factorial, con un diseño completamente aleatorio incompleto. Una vez determinado el nivel de significancia de los factores, se aplicó, para conocer las diferencias entre los niveles de éstos, un Test no paramétrico de Student o Test de Fisher L.S.D.

El ensayo consideró 144 parcelas. Se aplicó un diseño completamente aleatorio incompleto con el objetivo de reducir el número de éstas.

El número de plantas por parcela fue de 80, considerándose 48 plantas útiles en el centro de ésta para futuras mediciones (Figura 3). Para el cálculo de las medias de las variables de estado de las plantas se utilizaron los 20 individuos más cercanos al centro de la parcela.

Los factores considerados en este ensayo son: el pH, con 3 niveles; el tipo de fertilizantes (en distintas combinaciones de macronutrientes), con dosis de fertilizantes con 5 niveles.

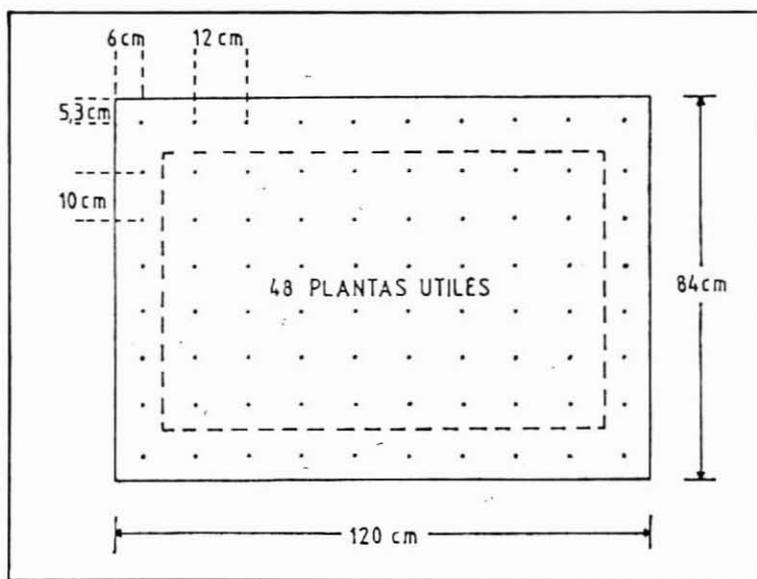
Los niveles del ensayo se detallan a continuación:

**Factor aplicación de cal:**

- |         |   |   |
|---------|---|---|
| Nivel 1 | : | sin aplicación de cal   |
| Nivel 2 | : | con 150 g de $\text{CaCO}_3/\text{m}^2$ (dosis standard en Quelén-Quelén) |
| Nivel 3 | : | con 250 g de $\text{CaCO}_3/\text{m}^2$ .                                 |

FIGURA 3

PARCELA DE ENSAYO DE FERTILIZACION PARA RAULI  
(Vivero Quelén - Quelén)

*Factor fertilizante:*

- Nivel 1 : testigo sin fertilizante  
 Nivel 2 : combinación fósforo - potasio (PK)  
 Nivel 3 : combinación nitrógeno - potasio (NK)  
 Nivel 4 : combinación nitrógeno - fósforo (NP)  
 Nivel 5 : combinación nitrógeno - fósforo - potasio (NPK)

*Factor dosis:*

- Nivel 1 : testigo sin dosis (\*) de fertilizante  
 Nivel 2 : 0,6 veces la dosis (0,6 D)  
 Nivel 3 : 1,0 veces la dosis (1,0 D)  
 Nivel 4 : 2 veces la dosis de PK más 1,5 veces la dosis de N.: (2 (PK) + 1,5 (N))  
 Nivel 5 : 4 veces la dosis de PK más 3 veces la dosis de N.: (4 (PK) + 3 (N))

(\*) La dosis unitaria consiste en la aplicación de:

- $\text{NH}_4\text{NO}_3$  con 0,238 g/pl; 20 g/m<sup>2</sup>
- $\text{K}_2\text{SO}_4$  con 0,388 g/pl; 33 g/m<sup>2</sup>
- $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$  con 0,238 g/pl; 20 g/m<sup>2</sup>

*Los fertilizantes utilizados fueron:*

- Nitrato de amonio:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ( de 33% de nitrógeno)



El producto se aplicó en forma de gránulos.

- Sulfato de potasio:  $K_2SO_4$  (de 50% de  $K_2O$ ).  
Aporta, además, un 17% de azufre. Se aplicó en una mezcla de granos y polvo.
- Superfosfato triple:  $CaH_4(PO_4)_2$  (de un 46% de  $P_2O_5$ ).  
Aporta, además, un 13% de calcio y posiblemente algo de azufre.  
El 80% del producto es soluble en agua. Se aplicó en forma de gránulos.

*Las variables de estado consideradas para la evaluación del ensayo fueron:*

- Altura total
- Diámetro del cuello
- Peso seco total
- Peso seco del tallo más hojas
- Peso seco de las raíces

Las plantas se midieron a mediados de abril de 1987, considerando para esto 20 plantas en el centro de la parcela.

La altura total fue medida con una precisión de 0,5 cm y el diámetro del cuello a 2 cm sobre el nivel del suelo con una precisión de 0,5 mm.

Cinco de estas plantas se extrajeron para realizar mediciones de peso seco del tallo, hojas y de la raíz en laboratorio. El proceso de secado se llevó a cabo durante 14 horas a una temperatura de 100°C. Para estimar el peso seco de la raíz se extrajo un cilindro con un contenido de 3.000 cm<sup>3</sup> de suelo y raíces para cada una de las plantas muestreadas. Se optó por este método dado que resultaba demasiado difícil seguir las raíces finas laterales sin destruirlas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los distintos niveles de acidez del suelo logrados con diferentes aplicaciones de cal no diferenciaron significativamente el crecimiento de las plantas. Esto, a pesar de que desde la aplicación hasta el momento de inicio del mayor desarrollo de las plantas durante el mes de febrero, transcurrieron 3 meses. Este período se considera suficientemente largo como para poder haber obtenido alguna reacción de las plantas frente a los distintos niveles de aplicación de cal.

### *La incidencia de las combinaciones de fertilizantes sobre el crecimiento*

Las distintas combinaciones de fertilizantes tuvieron efectos altamente significativos sobre el crecimiento de todas las variables de estado evaluadas, exceptuando el peso seco de las raíces (Cuadro 1).

Las dosis de fertilizantes también incidieron significativamente sobre el desarrollo de las variables de estado, llegando a un 99,99% para el caso de la altura total, el diámetro y la relación raíz: tallo. El peso seco total (tallo-hojas-raíz), tallo-hojas y el de las raíces se diferenciaron en un nivel de significancia entre un 71% a un 98% (Cuadro 1).

No hubo interacción entre las combinaciones y las dosis de los fertilizantes aplicados.

En términos generales y exceptuando el peso seco de las raíces, se puede observar una clara tendencia de crecimiento en función de la combinación de los fertilizantes utilizados. El desarrollo más bajo se obtuvo sin aplicar fertilizantes en la situación testigo. Aumentó en orden creciente al aplicar PK, NK, NP y NPK. (Cuadro 1).

Las alturas se duplicaron comparando los resultados obtenidos en la situación testigo y la situación con NPK. El promedio de altura de las plantas en esta última es de 50 cm, observándose un rango de 14 a 100 cm.

Deberemos considerar, sin embargo, que en una distribución normal, como la de la muestra, más del 50% de las plantas presentarían alturas mayores a 60 cm.

El gran desarrollo de la parte aérea de las plantas no fue seguido por el de las raíces, que más bien mantuvieron un peso seco constante. Con mayor claridad se aprecia esto en la relación raíz: tallo. Su valor más alto se obtuvo en la situación testigo con 0,64, reduciéndose a la mitad con la aplicación de NPK.

### *La incidencia de la dosis de fertilizantes sobre el crecimiento de las plántulas*

A medida que subía la dosis aplicada por parcela, desde la situación testigo hasta 3-4 (D), todas las variables de estado consideradas, exceptuando el peso seco de las raíces, aumentaron. La mayor diferencia se detectó para las alturas de las plantas que duplicaron su valor.

Igual que para distintas combinaciones de fertilizantes, las dosis de éstas no afectaron el desarrollo de las raíces significativamente. Sólo se detectó una tendencia que indica un desarrollo más alto con la aplicación de 1,0 (D).

### *Discusión de los resultados*

Los resultados obtenidos indican que no se produjeron cambios en el crecimiento radicular al aplicar distintas dosis de cal.

El factor limitante del suelo para el crecimiento de las plantas era la escasez de N, razón por la cual al aplicar éste su desarrollo aumentó considerablemente.

Según KNIGHT (1978) el nitrógeno es utilizado en plantas de vivero en forma más intensa por un período de 2 meses, lapso de tiempo que coincide con el de las propias experiencias. En éstas se observó que el crecimiento de las plantas no declinó durante este período.

La aplicación de fertilizantes no modificó la biomasa de las raíces, mientras que la parte aérea de las plantas incrementó fuertemente. WILL y KNIGHT (1968) señalan que los árboles deficientes tienen una masa de raíces proporcionalmente más alta a la masa aérea que los árboles no deficientes. Si la relación raíz: tallo es igual a un 24%, consideran que se trata de una planta vigorosa, mientras que con un 52% la califican como con poco vigor. Para las plantas ensayadas de raulí con mayores dimensiones la relación es igual a un 33%, ocupando una posición intermedia.

La luminosidad de un 43%, bajo la cual se desarrollaron las plantas, no permite maximizar su crecimiento, lo que se logró recién con un 60% (GROSSE Y BOURKE (1987). Experiencias de HUSS (1977) y HEINZE Y FIEDLER (1978) revelan que las plantas crecen más al aplicar fertilizantes, independientemente de la luminosidad disponible. Esto indica que bajo condiciones de luminosidad de un 60% se podrían esperar resultados aún superiores a los ya alcanzados.

Existe la tendencia a pensar que el raulí debe permanecer durante dos años en vivero, hasta alcanzar las dimensiones mínimas para establecer una plantación. Por este motivo, el hecho de producir una buena planta en tan solo un año, significa reducir los costos de producción. Posteriores ensayos en terreno, ya sea con o sin fertilizantes y en distintas condiciones ambientales, deberán demostrar la real aptitud del material seleccionado.

Según KOSLOWSKI y WARD (1957), es de vital importancia que las plantas tengan una abundante reserva de NPK al ser plantadas. Después de la plantación se produce la movilización

## CUADRO 1

**RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE RAULI CULTIVADO BAJO  
DISTINTAS COMBINACIONES DE FERTILIZANTES Y DOSIS DE ESTOS  
(Vivero Quelén-Quelén, Arauco; temporada 1986-1987)**

ENSAYO DE FERTILIZACION						
	Altura total (cm)	d <sub>0,02</sub> (mm)	Peso seco total (g)	tallo y hojas (g)	raíces (g)	raíz/ tallo
COMBINACIONES DE FERTILIZANTES						
Testigo	28,3 d	4,8 c	4,60 c	2,8 d	1,77 a	0,64 d
PK	33,9 c	5,3 b	5,40 c	3,5 c	1,91 a	0,54 c
NK	53,5 b	5,9 a	6,98 b	5,0 b	1,97 a	0,39 b
NP	54,4 ab	5,9 a	7,29 ab	5,4 ab	1,91 a	0,35 ab
NPK	57,9 a	6,1 a	7,95 a	6,0 a	1,98 a	0,33 a
Nivel de Significación	99,99%	99,99%	99,99%	99,99%	43,00%	99,99%
DOSIS						
Testigo	28,3 d	4,8 c	4,6 c	3,6 c	1,77 b	0,64 d
0,6 (D)	42,9 c	5,5 b	6,1 b	4,2 cb	1,93 ab	0,46 c
1,0 (D)	46,7 bc	5,7 b	6,8 ab	4,7 ab	1,99 a	0,41 cb
1,5 - 0,2 (D)	50,7 b	5,8 ab	7,0 a	4,8 ab	1,98 ab	0,40 b
3-4 (D)	55,7 a	6,0 a	7,2 a	5,3 a	1,85 ab	0,35 a
Nivel de Significación	99,99%	99,99%	84,00%	98,00%	71,00%	99,99%

**NOTAS:** No hubo interacción entre la combinación de fertilizantes y su dosis. Valores medios representados por letras minúsculas son significativos al 95%.

1,0 D : 20 g NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> , 20 g CaH<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> , 33 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .

1,5 - 2,0 D : (1,5(N) + 2(PK))

3 - 4 D : (3(N) + 4(PK))

ción de elementos, siempre y cuando no existan otras limitaciones del medio ambiente. (KNIGHT, 1978).

Las plantas producidas en este ensayo tienen una reserva nutricional supuestamente abundante. Su comportamiento referido a la sobrevivencia y desarrollo deberá observarse en futuras plantaciones. No sólo es de importancia conocer su reacción frente a la competencia, sino también deberán determinarse las dimensiones de raíz y tallo más apropiadas para maximizar su crecimiento.

## CONCLUSIONES

Los resultados del ensayo de fertilización son indicadores importantes para el viverista que trabaja con raulí. En términos generales permiten concluir lo siguiente:

- Para el vivero Quelén-Quelén, con un pH del suelo igual a 5,1 aplicaciones de cal aparentemente no afectan el desarrollo de plantas del raulí.
- Con la aplicación de NPK en la mayor dosis considerada se obtuvieron los crecimientos más altos para todas las variables de estado de la planta
- A medida que aumentaba el crecimiento de la parte aérea de las plantas, la biomasa de las raíces permanecía constante.
- Entre la aplicación del fertilizante y la medición de las plantas transcurrieron sólo 2 meses. Queda por probar si el crecimiento de los individuos puede aumentar si se prolonga el período con aplicaciones de fertilizantes.
- Las dimensiones medias alcanzadas por las plantas con una altura sobre 50 cm y un diámetro del cuello sobre 6 mm con las dosis de NPK probadas más altas, revelan un potencial de desarrollo sorprendente.
- El ensayo se planteó bajo un 43% de luminosidad. Es de suponer que al aumentar ésta a un 60%, el crecimiento de las plantas será aun mayor.
- Deberá comprobarse en terreno la reacción del material producido una vez plantado. Se deberá considerar para esto la incidencia de sus características fenotípicas, como la relación raíz: tallo, además de nuevas aplicaciones de fertilizantes y distintos regímenes de luminosidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GROSSE J. (1987). Desarrollo inicial de plantaciones de raulí. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR - Santiago. Chile. Vol. 1, N° 1. Págs. 49-56.
2. HEINZE, H. y FIEDLER, H.J. (1978). Der Einfluss von Strahlung, Wasser - und Nährstoffangebot auf Wachstum, Ernährung und Transpiration von Fichtensämlingen. Jena: Flora, Bd. 167, S. 65 - 79.
3. HUSS, J. (1977) . Vergleichende Ökologische Untersuchungen Über die Reaktionen junger Fichten auf Lichtenzug und Düngung im Freigelände und in Beschattungskästen. Göttingen: Inst. f. Bodenkunde; Göttinger Bodenkundliche Berichte, Bd. 51. 215 pp.
4. KNIGHT, P.J.(1978). Fertiliser practice in New Zealand forest nurseries N.Z. JI For. Sci. 8(1): 27 - 53.
5. KOSLOWSKY y WARD, R.C. (1957). Seasonal height growth of deciduous trees. Forest Science. 3(2): 168 - 174.
6. TISDALES, S.L. y NELSON, W.L. (1975). Soil Fertility and Fertilizers. 3rd. Edition, MacMillan Publishing Co., Inc. New York, 694 pp.
7. WILL, G. M. y KNIGHT, P.J. (1968). Pumice soils as a medium for tree growth 2. pot trial evaluation of nutrient supply. N.Z. Journal For. 13(1): 50-65.