

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
Departamento Silvicultura



ANALISIS DEL ESTATUS NUTRICIONAL DE PLANTACIONES JOVENES  
DE *Pinus radiata* D. Don EN LA VIII REGION, UTILIZANDO EL  
SISTEMA DRIS



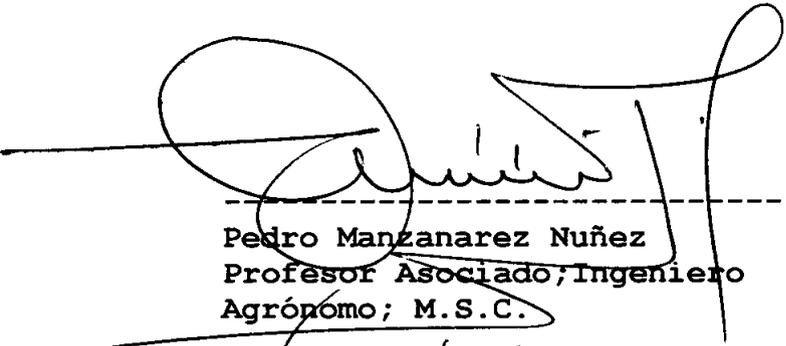
MARIA VERONICA GUAJARDO NOCETTI

MEMORIA PARA OPTAR AL  
TITULO DE INGENIERO  
FORESTAL

CONCEPCION - CHILE  
1998

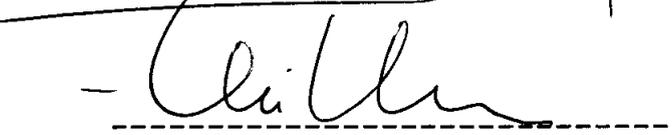
ANALISIS DEL ESTATUS NUTRICIONAL DE PLANTACIONES JOVENES DE  
*Pinus radiata* D. Don EN LA VIII REGION, UTILIZANDO EL  
 SISTEMA DRIS

Profesor Asesor



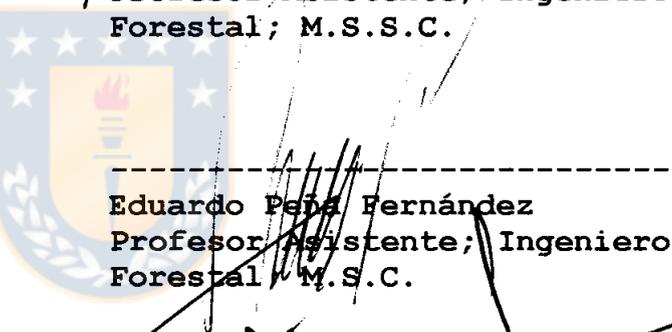
-----  
 Pedro Manzanarez Nuñez  
 Profesor Asociado; Ingeniero  
 Agrónomo; M.S.C.

Profesor Asesor



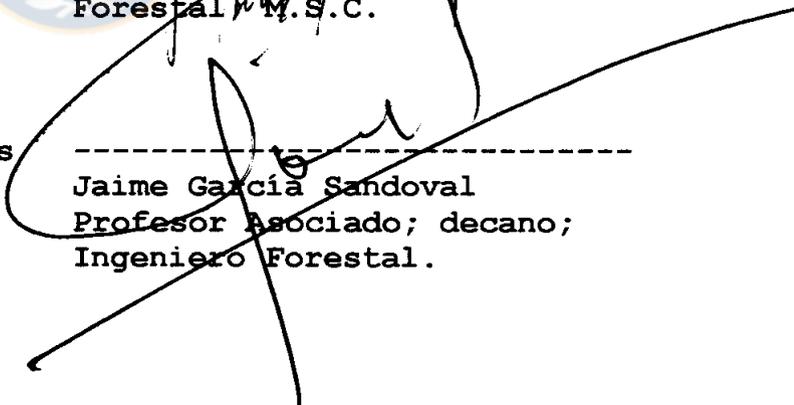
-----  
 Jorge Cancino Cancino  
 Profesor Asistente; Ingeniero  
 Forestal; M.S.S.C.

Director Departamento de  
 Silvicultura



-----  
 Eduardo Peña Fernández  
 Profesor Asistente; Ingeniero  
 Forestal; M.S.C.

Decano Facultad de Ciencias  
 Forestales



-----  
 Jaime García Sandoval  
 Profesor Asociado; decano;  
 Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Pedro Manzanarez Nuñez : Noventa y seis puntos  
 Jorge Cancino Cancino : Noventa y dos puntos



A Dios, a mi madre, padre, esposo, bebé  
y familia.  
Gracias por su amor y apoyo.

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Métodos que se emplean para identificar deficiencias minerales.....	3
2.2 Métodos que se emplean para evaluar la condición nutricional de las plantaciones usando el análisis foliar.....	4
III MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1 Materiales.....	12
3.1.1 Descripción del muestreo.....	12
3.2 Métodos.....	13
3.2.1 Comparación con niveles de referencia recomendados por Will (1978).....	13
3.2.2 Índices DRIS y Orden de requerimiento nutricional (ORN) .....	14
3.2.3 Predicción de la altura a partir de los índices DRIS.....	17
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
4.1 Situación nutricional de las plantaciones de pino radiata, según la pauta de Will y el sistema DRIS.....	18
4.2 Orden de requerimiento nutricional por grupo de series de suelos (ORN).....	19
4.3 Ecuación de regresión lineal múltiple por grupo de suelos de la VIII región.....	21
V CONCLUSIONES.....	24

VI RESUMEN.....25  
SUMMARY.....25  
VII BIBLIOGRAFIA.....27  
VIII APENDICE.....32



## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Superficie (ha) plantada con pino radiata a diciembre de 1998 y número de predios seleccionados para el muestreo foliar, por serie de suelo de la VIII región.....	13
2 Estado nutricional de pino radiata según niveles de nutrimentos en el follaje (Will, 1978).....	14
3 Normas DRIS desarrolladas para pino radiata en la VIII región (Salazar, 1996).....	15
4 Porcentaje de rodales de pino radiata en las categorías nutricionales establecidas por Will.....	18
5 ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata de la VIII región, según el método DRIS, para todos los suelos estudiados.....	19
6 Resumen del ORN por grupo de suelos de la VIII región.....	20
7 Ecuaciones de regresión lineal múltiple altura promedio del rodal/índices DRIS del pino radiata por grupo de suelos de la VIII región...	22
8 Estadísticos de las ecuaciones.....	22
<u>En el Apéndice</u>	
1A Resultado de los análisis foliares de las plantaciones jóvenes de pino radiata del Proyecto Suelos Forestales de la VIII región.....	33
2A Índices DRIS, ORN, altura promedio e IDN para pino radiata joven en 14 series de suelos de la	

VIII región.....	38
3A ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos arenosos. VIII región.....	41
4A ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos graníticos. VIII región.....	42
5A ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos metamórficos. VIII región.....	43
6A ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos sedimentarios marinos. VIII región.....	44
7A ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos rojo arcillosos. VIII región.....	45
8A ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos trumaos. VIII región.....	46

## I INTRODUCCION

El 41.47% de la superficie total de la Octava Región es de aptitud preferentemente forestal, parte de la cual ha sido plantada con la especie *Pinus radiata* D. Don (pino radiata). La superficie de plantaciones incrementa año a año, sustentando una industria sobresaliente a nivel nacional.

Debido a la importancia del sector silvícola, las investigaciones actuales apuntan a mejorar el desarrollo y calidad de las plantaciones. Una forma de lograrlo es mediante la fertilización, actividad para la cual se requiere determinar la condición nutricional de las plantaciones. Para ello puede utilizarse el análisis foliar, que ha demostrado ser efectivo en el diagnóstico de deficiencias nutricionales y proporciona datos útiles para realizar una adecuada fertilización.

En Chile, el procedimiento de interpretación más usado para evaluar el estatus nutricional en pino radiata es la comparación de los valores obtenidos en el análisis foliar con los niveles de referencia recomendados por Will(1978). El método, sin embargo, no ha sido completamente satisfactorio, ya que investigadores chilenos discrepan respecto a la condición nutricional que según esa pauta tendrían algunas plantaciones de la región. En este estudio se empleó el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación(DRIS) como método de evaluación alternativo. Este hace un diagnóstico integrado en cualquier estado de desarrollo del árbol e indica el orden probable en que los nutrimentos limitan el rendimiento. El objetivo general del estudio fue evaluar

el estatus nutricional de las plantaciones de pino radiata de la VIII región, cuyas edades a diciembre de 1988 fluctuaban entre 1 a 5 años. Los objetivos específicos fueron: i) determinar la condición nutricional de esas plantaciones, utilizando el Sistema DRIS y los niveles de referencia recomendados por Will; y ii) ajustar funciones predictoras de la altura a partir de los índices DRIS por grupo de suelos.



## II REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Métodos que se emplean para identificar deficiencias minerales.

Existen seis métodos que se utilizan para identificar deficiencias minerales en la producción vegetal. Esas técnicas son útiles en un programa de fertilización forestal como un medio para asegurar el uso más efectivo de los fertilizantes (Pritchett, 1991). Los ensayos en maceta, ensayos en terreno, el análisis de síntomas visuales de deficiencia, las plantas indicadoras, el análisis de suelo y el análisis foliar son las técnicas que se usan en Chile y en otros países con ese objetivo (Schlatter et al. 1993).

El análisis foliar ha sido exitoso en Australia y Nueva Zelanda como método de diagnóstico para identificar o confirmar deficiencias, así como para evaluar la persistencia de respuestas en rodales fertilizados (Ballard, 1977; citado por Adam, 1979).

El árbol es el mejor integrador de todos los factores que afectan su estado nutricional, por lo que el análisis foliar generalmente correlaciona mejor con el crecimiento o con respuestas a la fertilización que el análisis de suelo (Adam, 1979), y ha demostrado ser efectivo para diagnosticar deficiencias de nutrimentos en los árboles (Powers, 1984; citado por Rathfon y Burger, 1991).

Según Schlatter et al. (1989), la toma de las muestras para análisis foliar debe establecerse en forma estandarizada, debido a que la concentración de los elementos nutritivos

varía considerablemente con la edad, posición en la copa, tipo de follaje, grado de exposición a la luz y estado de desarrollo del árbol; también depende de las condiciones climáticas, posición fisiográfica del rodal, tipo de suelo y su estado actual de fertilidad.

Muestrear en distintas épocas del año puede incidir en los resultados, pues si se realiza el muestreo cuando la mayoría de los nutrimentos no permanecen cuantitativamente estables, es posible que las diferencias se deban a fluctuaciones de la concentración de los nutrimentos debido a cualesquiera de los factores señalados y no a variaciones reales del estado nutrimental del árbol (Rodríguez, 1974 ; Kosche, 1977). Mead y Will (1976) sugieren un período de muestreo entre enero y marzo para pino radiata en Nueva Zelanda; en cambio, Ferrada (1982) recomienda muestrear en Chile entre el 23 de agosto al 19 de septiembre, para el diagnóstico nutricional de Ca, K, Mg, Na, N y P y desde el 17 de octubre al 28 de noviembre para Cu, Fe, Mn y Zn.

## **2.2 Métodos que se emplean para evaluar la condición nutricional de las plantaciones usando el análisis foliar.**

Existen varios métodos para evaluar la condición nutricional de las plantaciones mediante el análisis foliar. El más común es la comparación de la concentración de elementos con niveles de referencia que representan distintos estados nutricionales para la especie en estudio (Schlatter et al. 1989). Ya que esos valores son definidos en un período fisiológico particular, el muestreo debe realizarse oportunamente (Sumner, 1977b), lo cual podría ser considerado como una desventaja del método; además, si más de un nutrimento es diagnosticado como deficiente por el sistema,

no es posible establecer cuál es más limitante en términos de rendimiento (Sumner, 1977a).

En Chile se utilizan los niveles propuestos por Will para pino radiata en Nueva Zelandia, debido a la similitud de los ecosistemas en que crece la especie en ambos países y a la ocurrencia de problemas nutricionales comunes. Sin embargo, el método tiene algunas limitaciones para su uso ya que no señala la época de muestreo ni edad de los árboles, y no es sensible a los elementos cobre y fósforo. La pauta al parecer sólo sería aplicable a algunos elementos (González et al. 1983).

El Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) es un método alternativo para el diagnóstico nutricional. El método fue desarrollado por Beaufils en el año 1973 y representa una aproximación integral para la nutrición mineral de los cultivos (Sumner, 1986).

El sistema DRIS se basa en un conjunto de normas o valores estándar que son relaciones entre dos nutrimentos y que se pueden expresar como cuocientes y/o productos de la concentración de ellos en el tejido. Estas normas están constituidas por los valores de las concentraciones medias y coeficientes de variación de las relaciones seleccionadas de una población de alto rendimiento, con los cuales, siguiendo la metodología se obtienen los Indices DRIS (Walworth y Sumner, 1987). El valor del Índice DRIS se obtiene para cada nutrimento, valor que si es negativo indica deficiencia del nutrimento y si es positivo suficiencia o exceso relativo (Davee et al. 1986). El índice señala la intensidad con la que la planta requiere de un nutrimento, pero no indica la

cantidad que debe ser agregada al suelo, ya que la respuesta de la planta está en función de las propiedades del suelo y de la reacción de éste a los tratamientos (Sumner, 1977a).

A partir de los índices DRIS se obtiene el Orden de Requerimiento Nutricional (ORN) y el Índice de Desbalance Nutricional (IDN) (Medina, 1991). El ORN, indica el orden en que los nutrimentos son requeridos por la planta y se establece ordenando los índices DRIS de menor a mayor. El IDN es la suma de los valores absolutos de los índices DRIS de todos los nutrimentos de la muestra; mientras mayor sea este valor, mayor es el desbalance y, por lo tanto, se esperaría un menor rendimiento (Davee et al. 1986), pues el crecimiento y producción óptimos del cultivo no sólo dependen del contenido de nutrimentos sino también del balance entre ellos (Walworth y Sumner, 1987).

Para desarrollar las normas DRIS, para una región dada, se debe usar una muestra aleatoria representativa de un gran número de sitios, bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo (Sumner, 1986). Las normas basadas en un gran volumen de datos son más representativas si éste cubre un amplio espectro de variabilidad en la población (Letzsch, 1984). Se recomienda un tamaño de muestra grande (varios miles), con al menos un 10% de observaciones en sitios de alto rendimiento (Letzsch y Sumner, 1984).

Para obtener las normas se requiere que los datos foliares de la muestra original se estratifiquen en dos subpoblaciones, de alto y bajo rendimiento. Kopp y Burger (1990), señalan que en el ambiente forestal se pueden usar variables de respuesta en el árbol (diámetro a la altura del pecho,

diámetro basal, altura total, índice de sitio o volumen a una determinada edad) para separar la población. Esta división debe ser establecida de tal forma que las normas que se obtengan sean confiables y exactas (Letzsch y Sumner, 1984). Para ello es necesario disponer de un gran volumen de datos y realizar una adecuada selección de la variable respuesta; ésta debe ser la más sensible a la nutrición en la especie. Una vez realizada la selección se fija el valor de corte de la variable elegida para dividir la población en alto y bajo rendimiento. La división puede realizarse mediante el método de Cate y Nelson (1971) (citado por Salazar, 1996), el cual consiste en ordenar los valores de la variable respuesta elegida de menor a mayor. Luego, el segundo valor de la lista se escoge como nivel crítico tentativo, y se establece una regresión lineal simple entre la variable elegida y la variable X, que toma el valor 1 cuando el valor de la variable es mayor que el nivel crítico y 0 cuando es menor que éste. Este procedimiento se realiza en forma iterativa, incluyendo en cada iteración el siguiente valor de la lista como valor crítico tentativo. Aquel valor con mayor coeficiente de determinación es el que separa la población en alto y bajo rendimiento.

En cada población se calcula la media, la varianza ( $S^2$ ) y el coeficiente de variación (C.V.) de cada razón y/o producto (N/P, P/N, N/K, Ca.N, etc.). Luego se obtiene la razón de varianza entre la población de bajo y alto rendimiento de cada expresión en que intervienen los mismos nutrimentos; la razón de varianza mayor es la que determina la norma con valores de media y C.V. de la población de alto rendimiento (Medina, 1991).

Uno de los aspectos más importantes en DRIS es que reconoce que algunas relaciones de nutrimentos son determinantes del rendimiento del árbol mientras que otras tienen escasa influencia o no la tienen. Ya que las relaciones importantes deben aproximarse a valores óptimos para alcanzar altos crecimientos, se asume que los parámetros importantes son aquellos en que la varianza de la población deseable (alto rendimiento) es significativamente menor que la de la población no deseable (Jones, 1981).

Según Davee et al. (1986), existen tres criterios más que generalmente se usan para seleccionar las normas; una relación de nutrimentos es importante cuando su promedio o varianza difieren significativamente entre las poblaciones de alto y bajo rendimiento, o tienen una correlación positiva con el rendimiento. Si al usar cualesquiera de estos criterios quedaran seleccionadas ambas razones (ej. P/N y N/P), la razón con mayor significancia estadística será usada como norma.

Jones (1981), recomienda el uso de la media y de la varianza para determinar las normas; con ello aumenta el número de relaciones seleccionadas, lo que es esencial cuando el tamaño de las dos subpoblaciones es pequeño. Al contar con un mayor número de normas, aumenta la probabilidad de usar igual número de ellas al calcular los índices DRIS para cada nutrimento individual, lo que según Davee et al. (1986), es muy importante si uno desea tener índices DRIS simétricos (suma igual a cero).

El sistema DRIS hace un diagnóstico más completo y exacto que los métodos convencionales (Sumner, 1977b; Jones y Bowen,

1981; Elwali y Gascho, 1984; Elwali et al., 1985; Drechsel y Zech, 1994) debido a las siguientes cinco características:

1. Puede realizar diagnósticos en cualquier estado de desarrollo de la especie (Sumner, 1977a). Uno de los problemas más persistentes en la interpretación del análisis de tejido, para fines de diagnóstico, es el cambio de la composición del tejido muestreado con la edad.

Al usar Valores de Referencia, es obligatorio que la muestra sea tomada en la edad precisa para que ésta sea comparable con el diagnóstico estandar. Este requerimiento genera una pérdida considerable de flexibilidad del muestreo. El DRIS minimiza el efecto de la edad sobre el diagnóstico al utilizar razones y/o productos de nutrimentos (Sumner, 1986).

Madgwick y Mead (1990), señalan que la concentración de los nutrimentos N, P y K, expresados sobre la base de materia seca, disminuye con la edad del tejido, en cambio Ca y Mg aumentan. Sumner (1986), indica que, en el primer caso, la materia seca se acumula antes que el N, P y K; en cambio, en el segundo, Ca y Mg se acumulan antes que la materia seca. Así, si dos nutrimentos aumentan o disminuyen con la edad, una relación entre ellos debe resultar en un cociente mucho más constante con la edad y si divergen con el tiempo, el camino para reducir el efecto de la edad es usar un producto de ellos.

2. Categoriza los nutrimentos en orden de importancia como elementos limitantes del rendimiento (Sumner, 1986). Esta es una de las grandes ventajas del DRIS comparado con el método de Valores de Referencia, ya que los índices DRIS de varios

nutrimentos son directamente comparables, quedando establecido mediante el ORN aquellos que son más limitantes del rendimiento (Jones, 1981).

3. Detecta excesos relativos (Sumner, 1986).

4. Hace el mismo diagnóstico, independiente de la posición de la hoja (Sumner, 1986) y de la parte de la hoja que se utilice como muestra (Sumner, 1977c).

5. Es capaz de determinar el tratamiento de fertilización más apropiado. El tratamiento más apropiado es el que permite que aquellos nutrimentos que eran deficientes (índice DRIS negativo) dejen de serlo, con el correspondiente aumento en el rendimiento de la especie (Sumner et al., 1983).

Si bien la aplicación del DRIS ha sido más común para diagnosticar deficiencias de nutrimentos mediante el análisis foliar, el método ha sido aplicado exitosamente con análisis de suelo (Walworth y Sumner, 1987). Shumway y Chappell (1995), señalan que el DRIS aplicado a suelos parece entregar un método para identificar limitaciones de nutrimentos, respuesta a la fertilización con nitrógeno y puede ser un mecanismo para recomendar algún tratamiento de fertilización.

Este sistema, así como otros métodos, puede solamente pretender mejorar la probabilidad de obtener un alto rendimiento de la especie en un determinado sitio, ya que existe la posibilidad de que uno de los factores no controlables llegue a ser el factor limitante en un período dado. Alto rendimiento se puede obtener cuando todos los factores controlables y no controlables que afectan el

crecimiento sean favorables u óptimos. Cuando uno o más de ellos sean desfavorables, el rendimiento de la especie disminuirá a pesar de que los factores nutricionales se encuentren en un nivel adecuado (Sumner, 1977a).



### III MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales.

Los antecedentes que se utilizaron en este estudio son los resultados de 131 análisis foliares de plantaciones de uno a cinco años de pino radiata (TABLA 1 A), del Proyecto Suelos Forestales de la VIII región, realizado por el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción (Carrasco y Millán, 1990).

**3.1.1 Descripción del muestreo.** Se elaboró un mapa regional con la superficie de cada una de las 14 series de suelo de la VIII región. Luego, con la información proporcionada por CONAF, CIREN-CORFO y las principales empresas forestales de la región, se estableció en el mapa la superficie plantada con pino radiata en cada serie de suelo por clase de edad. Posteriormente fueron separados del listado de predios aquellos que a diciembre de 1988 tenían plantaciones de 1 a 5 años de edad siendo replanteados sobre el mapa para iniciar el muestreo. Cada combinación clase de edad/serie de suelo fue considerado como un estrato y se aplicó el muestreo probabilidad proporcional al tamaño (P.P.T), para seleccionar los predios que constituirían la muestra (TABLA 1). En cada predio se eligió el rodal que representaba mejor la situación local de la serie; allí se ubicó como un conglomerado de tres parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10\*10 m). En estas parcelas se midió la altura total de todos los árboles; de 11 árboles ubicados en la primera parcela se tomaron muestras de acículas para el análisis foliar. El muestreo lo realizaron durante todo el año. Posteriormente las muestras fueron debidamente identificadas y refrigeradas para su traslado al Laboratorio

del Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. En el laboratorio se determinó la concentración (base peso seco) de los siguientes nutrimentos: N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y B. Los métodos fueron : N con el método Kjeldahl, P con digestión ácida y colorimetría, K con fotometría de llama, Ca, Mg, Cu, Zn y Mn con espectroscopía por absorción atómica con llama, y B con azometina H.

TABLA 1. Superficie (ha) plantada con pino radiata a diciembre de 1988 y número de predios seleccionados para el muestreo foliar, por serie de suelo de la VIII región.

Serie de Suelo	Superficie Plantada (ha)	Nº de Predios
Santa Teresa	2300	6
Coreo	40000	7
Dunas	16000	5
Arenales	12000	9
San Esteban	65000	35
Cauquenes	18000	9
Nahuelbuta	70000	13
Curanilahue	13000	5
Curanipe	26000	12
Constitución	11500	3
Mininco	3000	3
Collipulli	9000	9
Santa Bárbara	30000	10
Colico	9400	5
<b>Total</b>	<b>325800</b>	<b>131</b>

### 3.2 Métodos.

3.2.1 Comparación con niveles de referencia recomendados por Will (1978). Los resultados de los 131 análisis foliares de

las plantaciones jóvenes de pino radiata se compararon con los niveles de referencia establecidos por Will(1978) para Nueva Zelandia. Las clases de estado nutricional propuestas por Will se presentan en la TABLA 2.

TABLA 2. Estado nutricional de pino radiata según niveles de nutrimentos en el follaje (Will, 1978).

	Estado nutricional del elemento		
	Bajo (menor que)	Marginal	Satisfactorio (mayor que)
	% materia seca		
Nitrógeno	1.20	1.20 - 1.50	1.50
Fósforo	0.12	0.12 - 0.14	0.14
Potasio	0.30	0.30 - 0.50	0.50
Calcio	0.10	0.10	0.10
Magnesio	0.07	0.07 - 0.10	0.10
	ppm materia seca		
Boro	8.0	8.0 - 12.0	12.0
Cobre	2.0	2.0 - 4.0	4.0
Zinc	10.0	10.0 - 20.0	20.0
Manganeso	10.0	10.0 - 20.0	20.0

Fuente: Will (1978)

### 3.2.2 Índices Dris y Orden de Requerimiento Nutricional (ORN).

Para la obtención de los índices DRIS de los nueve elementos, en cada rodal, y posterior establecimiento del ORN, se utilizaron las normas desarrolladas y validadas por Salazar (1996), las que se muestran en la TABLA 3.

TABLA 3. Normas Dris desarrolladas para pino radiata en la VIII región (Salazar, 1996).

Razón de nutrimentos	Media	C.V. (%)	Razón de nutrimentos	Media	C.V. (%)
N/P	13.4800	34.4	Mg/Zn	0.0039	46.3
N/K	1.8000	30.8	Mg/B	0.0173	91.4
N/Mn	0.0064	107.8	K/Zn	0.0233	37.9
N/Zn	0.0400	43.1	K/B	0.0957	65.2
B/N	8.5460	58.1	P/K	0.1400	31.9
Ca/N	0.1300	54.0	P/Zn	0.0032	40.7
Ca/P	1.6800	54.7	P/B	0.0143	86.6
Ca/K	0.2400	64.9	Cu/N	3.9000	33.7
Ca/Cu	0.0400	56.6	Cu/P	51.2600	45.6
Ca/Mn	0.0008	116.9	Cu/K	6.9100	42.9
Ca/Zn	0.0052	78.6	Cu/Zn	0.1570	54.7
Ca/B	0.0213	87.3	Cu/Mn	0.0260	117.8
Mg/N	0.1000	38.3	Mn/P	4242.570	85.3
Mg/P	1.2500	30.5	Mn/K	567.0700	91.0
Mg/Cu	0.0274	33.8	Mn/Zn	13.0390	113.0
Mg/Mn	0.0007	132.8	Mn/B	44.1860	81.2
Mg/K	0.1770	43.2	B/Cu	2.2660	55.8
Mg/Ca	0.9270	50.6	B/Zn	0.3570	126.5

Con base en estas normas se calculó, en primer lugar, el valor de la función de cada una de las expresiones nutricionales seleccionadas (TABLA 3). La función es un valor numérico que se obtiene al comparar una relación de nutrimentos de una muestra foliar con su respectiva norma, utilizando los siguientes modelos:

1. Si  $V/M > X_{V/M}$ , entonces  

$$f(V/M) = 100 [ ((V/M) / X_{V/M}) - 1 ] * k / CV_{V/M}$$
2. Si  $V/M < X_{V/M}$ , entonces  

$$f(V/M) = 100 [ 1 - ( X_{V/M} / (V/M) ) ] * k / CV_{V/M}$$

Donde  $f(V/M)$  es el valor de la función de la expresión nutricional,  $V/M$  es el valor de la expresión nutricional de

los elementos V y M de la población en estudio (TABLA 1 A),  $X_{V/M}$  es el valor de la norma correspondiente, obtenida de la población de alto Índice de Sitio,  $CV_{V/M}$  es el coeficiente de variación de la norma y k una constante que se usa para asegurar que los valores tanto de la función como del índice sean enteros (usualmente y en este caso  $k=10$ ).

La función expresa el porcentaje de exceso (cuando su valor es positivo) o de déficit (cuando es negativo) de la expresión nutricional respecto de la norma, por unidad de variación.

El cálculo de los índices DRIS y el orden de requerimiento nutrimental (ORN) se hizo con la metodología propuesta por Beaufils (1973), citado por Medina (1991). El índice DRIS de cada elemento es el promedio del valor de las funciones de todas aquellas razones que contienen al nutrimento. Si el nutrimento está en el numerador de la razón se le da el signo positivo al valor de la función, pero si está en el denominador se le da el signo negativo (Walworth y Sumner, 1987); por ejemplo:

Serie Santa Teresa, Rodal 83.

$$DRIS_N = ( f(N/P) + f(N/K) - f(Ca/N) - f(Mg/N) - f(Cu/N) + f(N/Mn) + f(N/Zn) - f(B/N) ) / i.$$

$$DRIS_N = ( -1+4+8-7+11+19+1+12 ) / 8 = +5.875, \text{ o } +6.$$

Donde  $DRIS_N$  es el valor positivo o negativo del índice DRIS del N,  $f(N/P)$ ,  $f(N/K)$ ,  $f(Ca/N)$ , etc. son los valores de las funciones de las razones que contienen al elemento N, e i es el número de razones en las que interviene el nutrimento (para este caso  $i=8$ ).

Para hacer más fácil el cálculo de las funciones y de los índices DRIS se utilizó un programa en lenguaje basic. Ordenando los índices de menor a mayor se obtuvo el ORN por rodal en cada serie de suelo (TABLA 2 A). Finalmente, como no se observó una tendencia del ORN por serie de suelo, los datos fueron analizados utilizando porcentaje de rodales, obteniendo el ORN por grupo de suelos.

### 3.2.3 Predicción de la altura a partir de los índices DRIS.

Se analizó la posible existencia de una relación lineal entre la altura promedio del rodal y los índices DRIS ya calculados de los nutrimentos N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn y B, utilizando el siguiente modelo de regresión lineal múltiple:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_iX_i \quad ; \quad i: 1 \dots 9$$

donde:

Y : altura promedio del rodal (m)

a : constante

$b_i$ : coeficiente de la variable predictora

$X_i$ : índice DRIS de los nutrimentos

Se trabajó con el software SAS obteniendo las funciones por grupo de suelos, exceptuando los suelos rojo arcillosos y trumaos en los que no se disponía de información sobre altura promedio de los rodales. Se usó el método stepwise para seleccionar aquellos nutrimentos que mejor se correlacionan con la variable dependiente.

#### IV RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Situación nutricional de las plantaciones de pino radiata, según la pauta de Will y el sistema DRIS.

El estado nutricional de las plantaciones de pino radiata de la VIII región, según la pauta Will(1978) se entrega en la TABLA 4.

TABLA 4. Porcentaje de rodales de pino radiata en las categorías nutricionales establecidas por Will (1978).

Nutrimento	Porcentaje por nivel			Total
	Bajo	Marginal	Satisfactorio	
N	9.2	33.5	57.3	100
P	48.9	29.0	22.1	100
K	1.5	22.9	75.6	100
Ca	12.2	17.6	70.2	100
Mg	0.0	38.9	61.1	100
Cu	0.0	26.7	73.3	100
Zn	0.0	0.8	99.2	100
Mn	0.0	0.0	100.0	100
B	60.3	21.4	18.3	100

Independientemente del grupo de suelos se observa que los elementos B y P son los más deficientes, alcanzando el B tal condición en un 60.3% de los rodales, seguido por el P en un 48.9% (TABLA 4). En el nivel Satisfactorio se encuentran la mayoría de los nutrimentos, principalmente Mn y Zn.

Al utilizar el DRIS como herramienta de diagnóstico nutricional el Orden de Requerimiento Nutricional es: B>Mn>Mg>Ca>K>P>Cu>N>Zn (TABLA 5). Los nutrimentos más requeridos son el B, Mn, Mg y Ca en el 81, 65, 60 y 53% de

los rodales respectivamente. Los nutrimentos que se encuentran en condición de suficiencia son el Zn y N.

TABLA 5. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata de la VIII región, según el método DRIS, para todos los suelos estudiados.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(% de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	3	2	9	9	23	2.3	17
P	5	7	14	18	44	3.8	33
K	19	16	16	16	67	14.5	51
Ca	17	16	23	14	70	13.0	53
Mg	14	27	19	19	79	10.7	60
Cu	1	5	10	21	37	0.7	28
Zn	0	1	6	5	12	0.0	9
Mn	33	22	18	13	86	25.2	65
B	39	35	16	16	106	29.8	81
Suma	131	131	131	131		100.0	
ORN : B > Mn > Mg > Ca > K > P > Cu > N > Zn							

#### 4.2. Orden de Requerimiento Nutricional por grupos de series de suelos (ORN).

El ORN para cada grupo de suelos y las correspondientes series, se presentan en las TABLAS 6 y 2A, respectivamente.

TABLA 6. Resumen del ORN por grupo de suelos de la VIII región.

Grupo de suelos	ORN
Arenosos	Mn>Ca>K>B>Mg>N>Zn>P=Cu
Graníticos	B>Mn>Mg>Ca>K>Cu>P>N>Zn
Metamórficos	Ca=Mg=B>Mn>P=K>Cu>N>Zn
Sedimentarios marinos	Mg=B>Ca>P>K>Mn>Cu>N=Zn
Rojo arcillosos	B>K>P=Cu=Mn>N=Ca=Mg>Zn
Trumaos	Mg=Mn=B>K>Cu>Ca>P=Zn>N

La gran variabilidad de los resultados obtenidos para el ORN tanto a nivel de grupo como de series, reafirma que la ocurrencia de diferencias importantes, en cada categoría de suelos, (son el producto de condiciones o factores relacionados, en mayor o menor grado, con la fertilidad del suelo. Probablemente esas diferencias están relacionadas con características como la profundidad del suelo, pendiente, fertilidad natural, etc.

Con la Pauta de Will y el Sistema DRIS el B es el nutrimento más deficiente en las plantaciones de pino radiata de la región y coinciden también en la suficiencia de Zn y N, no así en lo referente a las deficiencias de Mn, Mg y Ca determinadas por el DRIS. Según la pauta de Will tales nutrimentos ocurrirían a nivel satisfactorio en el 100, 70.2 y 61.1% de los rodales respectivamente. Respecto al P, tampoco existe concordancia, pues el DRIS lo ubica en el sexto lugar de requerimiento nutricional antecediéndole los elementos B, Mn, Mg, Ca, K ; mientras que según la pauta de Will el P es el nutrimento más requerido después del B.

González et al. (1983), mencionan que el Mn se presenta en condición de suficiencia incluso a nivel nacional utilizando la pauta de Will como método de diagnóstico nutricional.

Carrasco y Millán (1990), señalan que en rodales de los suelos arenosos y rojo arcillosos en los cuales nunca se ha detectado deficiencia de Mg se han observado síntomas de clorosis, descrito en la literatura como signo de carencia; lo que podría significar que el síntoma está mal descrito y/o que la pauta de Will no es apropiada para calificar el estatus nutricional de las plantaciones, respecto del Mg.

Dado que la materia orgánica aporta la totalidad del N disponible para las plantas en el suelo y que la mayoría de los suelos de la región tienen un bajo contenido de ella, era de esperar reafirmar lo señalado por Carrasco (1989) y por Carrasco y Millán (1990) de que sólo escapa a la deficiencia de tal elemento el grupo de los suelos trumaos, que es el de mayor potencial productivo. Por el contrario, ambos métodos no detectaron una deficiencia generalizada del nivel de N en los rodales estudiados. Ante esta situación, surge la necesidad de determinar cuán eficaces son ambos procedimientos considerando la importancia que tiene en la productividad de las plantaciones el estatus nutricional de ellas.

#### **4.3 Ecuación de regresión lineal múltiple por grupo de suelos de la VIII región.**

Las ecuaciones de regresión lineal múltiple por grupo de suelos y general se presentan en la TABLA 7.

TABLA 7. Ecuaciones de regresión lineal múltiple altura promedio del rodal/índices DRIS del pino radiata por grupo de suelos de la VIII región.

Grupo de suelos	n	Ecuación
Arenosos	15	$Y=1.4536-0.1667IN+0.0918IP$
Graníticos	36	$Y=2.7306+0.0321IMg+0.0913IMn$
Metamórficos	13	$Y=2.7735+0.059IK-0.1935IB$
Sed.Marinos	22	$Y=3.1123+0.0482ICa$
General	86	$Y=3.6297+0.0279ICa-0.0291ICu$ $+0.0363IMn+0.0685IB$

TABLA 8. Estadísticos de las ecuaciones

Grupo de suelos	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> parcial	EEE (m)
Arenosos	0.51	0.17 (N) ; 0.34 (P)	0.78 (NS, *)
Graníticos	0.46	0.04 (Mg) ; 0.42 (Mn)	1.01 (NS, *, **)
Metamórficos	0.67	0.20 (K) ; 0.47 (B)	1.02 (NS, *, **)
Sed.Marinos	0.13	0.13 (Ca)	1.55 (NS)
General	0.25	0.04 (Ca) ; 0.07 (Cu) 0.09 (Mn) ; 0.05 (B)	1.28 (NS, *, **)

N.S :no significativo ( $\alpha=0,15$ )

(\*) :significativo ( $\alpha=0,05$ )

(\*\*) :altamente significativo ( $\alpha=0,01$ )

Para todos los grupos de suelos, y en base a los datos de altura promedio e índices DRIS de 86 rodales (TABLA 2 A), se logra una explicación de un 25% de la variación de la altura ( $R^2=0,25$ ), con un error estándar de 1,28 m (TABLA 8).

El porcentaje de explicación aumenta a un 46% en los suelos graníticos, a 51% en los suelos arenosos y a 67% para los metamórficos, si la ecuación se ajusta por grupo de suelos.

Estos porcentajes son significativos y pueden mejorar si se considera que existen variables fisiográficas, edáficas y climáticas que no fueron incorporadas al modelo y que, según Carrasco y Millán (1990), influyen en el crecimiento en altura de un rodal.

La ventaja de utilizar los índices DRIS de los macro y micro elementos en el modelo y no los contenidos nutricionales directamente es que el período de muestreo no influye en los resultados que se obtienen al utilizar las ecuaciones para predecir la altura, pudiendo éste ser realizado en cualquier época del año. Cabe señalar que una restricción para su uso es el hecho de que es indispensable que exista la especie de interés creciendo en el área.

Otros modelos matemáticos, al igual que las interrelaciones nutricionales, deben ser analizados si se desea determinar la mejor ecuación predictora de la altura a partir de los índices DRIS.

## V CONCLUSIONES

1. Según la evaluación del DRIS, las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don de la VIII región, cuyas edades a diciembre de 1988 fluctuaban entre 1 a 5 años, tienen mayor deficiencia de B, Mn, Mg y Ca y suficiencia de los nutrimentos Zn y N.
2. La pauta de Will detectó deficiencia de B y P y suficiencia de la mayoría de los elementos principalmente Mn y Zn.
3. La pauta de Will y el Sistema DRIS coinciden en una deficiencia generalizada de B y suficiencia de Zn y N.
4. Es necesario determinar cuán eficaces son ambos métodos en la interpretación nutricional de los resultados de los análisis foliares del pino radiata en el país.
5. Existe una correlación lineal significativa entre altura promedio del rodal e índices DRIS, en todos los grupos de suelos estudiados.

## VI RESUMEN

Se analizó el estatus nutricional de las plantaciones de Pinus radiata D. Don, cuyas edades a diciembre de 1988 fluctuaban entre 1 a 5 años, distribuidas en 14 series de suelo de importancia forestal de la VIII región. Se utilizaron dos métodos de diagnóstico foliar: los Valores de Referencia recomendados por Will y el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS).

Ambos métodos coincidieron en una deficiencia generalizada de boro y suficiencia de zinc y nitrógeno en las plantaciones; respecto de otros elementos los resultados difieren entre métodos. Con el DRIS se detectó mayor deficiencia de boro, manganeso, magnesio y calcio y suficiencia de los nutrimentos zinc y nitrógeno, en cambio con los Valores de Referencia se determinó deficiencia de boro y fósforo y suficiencia de la mayoría de los elementos principalmente manganeso y zinc.

Existencia una correlación lineal significativa entre altura promedio del rodal y los índices DRIS en la mayoría de los grupos de suelos.

### SUMMARY

It was analyzed the nutritional status of plantings of Pinus radiata D. Don whose ages at december to 1988 they were fluctuating between one and five years distributed among fourteen series of grounds to forestry importance in the eighth region, using two methods of foliar diagnostic: the Values of Reference recommended by Will for pine radiata and the Diagnostic and Recommendation Integrate System (DRIS).

Both methods coincided in a generality deficiency of boron and a sufficiency of zinc and nitrogen in the plantings. Anyhow the results obtained with their individually were diferents.

With the DRIS it's detected a major deficiency of boron, manganese, magnesium and calcium and a sufficiency of zinc and nitrogen, but with the Values of Reference it's determined deficiency of boron and phosphorus and sufficiency to the majority of elements, mainly, manganese and zinc.

There is a significative lineal correlation between height-average of stand and the DRIS indexes at the majority to the groups of groups.



## VII BIBLIOGRAFIA

- 1 Adams, J.A. 1979. Fertilización en plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile. Doc. de Trabajo N°19. Investigación y desarrollo forestal, CONAF/FAO. Santiago, Chile.58p.
- 2 Carrasco, P.P.1989. Suelos Forestales de la VIII región. Doc. Técnico N°41. Chile Forestal N° .
- 3 Carrasco, P. y J. Millán. 1990. Proyecto Suelos Forestales de la VIII región. Informe final. Universidad de Concepción. Fac. Cs. Agrop. y Fores., Minis. de Agric. y FIA. Chillán, Chile.121p.
- 4 Davee, D.; T. Righetti; E. Fallahi ; R. Scott. 1986. An Evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitations on yield in "Napolean" sweet Cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6): 988-993.
- 5 Elwali, A.M.O ; G.J. Gascho. 1984. Soil testing, foliar analysis and DRIS as guide for sugarcane fertilization. Agron. J. 76(3):466-470.
- 6 Elwali, A.M.O.; G.J. Gascho ; M.E. Sumner. 1985. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. Agron. J. 77(3):506-508.
- 7 Ferrada, R. 1982. Evolución estacional de nutrientes minerales en Pinus radiata D. Don. Tesis de

grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. Agrop. y Fores. Chillán, Chile.

- 8 González, G.; C. González; J. Millán ; R. Escobar. 1983. Estudio de fertilización en plantaciones de Pinus radiata D. Don. Primeros resultados. Investigación y desarrollo forestal. CONAF/PNUD/FAO, FO:DP/CHI/76/003 Doc. de Trabajo N°51. Santiago, Chile. 159p.
- 9 Jones, C.A. 1981. Proposed modifications of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. Commun. in Soil. Sci.Plant Anal. 12(8):785-794.
- 10 Jones, C.A. ; J.E. Bowen. 1981. Comparative DRIS and Crop Log Diagnosis of sugarcane tissue analyses. Agron. J. 73(6):941-944.
- 11 Kopp, V.A ; J.A. Burger. 1990. Applying Diagnosis and Recommendation Integrated System to Fraser Christmas trees. Soil. Sci. Soc. Amer. J. 54:453-456.
- 12 Kosche, R. 1977. Evolución estacional y movilidad interna de los nutrientes minerales en plántulas de Pinus radiata D. Don. Tesis de grado. Universidad de Chile, Fac. Cs. Químicas. Santiago, Chile.
- 13 Letzsch, W.S. 1984. Standarized diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) data. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 15(7):841-848.

- 14 Letzsch, W.S.; M.E. Sumner. 1984. Standardized diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) data banks. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 15(9):997-1006.
- 15 Madgwick, H.A.I ; D.J. Mead. 1990. Variation in nutrient concentrations within Pinus radiata trees and their relationship to tree size. *N.Z.J. For. Sci.* 20(1):29-38.
- 16 Mead, A. ; G. Will. 1976. Seasonal and between-tree variation in the nutrient levels in Pinus radiata D. Don foliage. *N.Z.J.For Sci* 6(1):3-13.
- 17 Medina, M. 1991. Desarrollo de las normas DRIS para nogal pecanero en la Comarca Lagunera. *Terra.* 9:69-77.
- 18 Pritchett, W. 1991. Suelos Forestales. Propiedades, Conservación y Mejoramiento. Ed. Limusa. S.A. México.
- 19 Rathfon R.A ; J.A. Burger. 1991. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) nutrient norms or Fraser fir Christmas trees. *For. Sci.* 37(4):998-1010.
- 20 Rodríguez, J. 1974. Diagnóstico foliar. Principios y prácticas. Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía. Publicación N°13. Santiago, Chile.

- 21 Salazar, P. 1996. Desarrollo de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantaciones de Pinus radiata D. Don. Tesis de grado. Universidad de Concepción, Fac. Cs. Fores. Concepción, Chile.65p.
- 22 Schlatter, J.; R. Grez ; V. Gerding. 1989. El análisis foliar y el análisis de suelos, métodos de diagnóstico en el sector forestal. Doc. Técnico N°36. Chile Forestal N° 158.8p.
- 23 Schlatter, J.; V. Gerding ; J. Toro. 1993. Actualización sobre fertilización forestal y demandas nutritivas en plantaciones forestales. Serie Técnica, Secretaría de Extensión y Difusión Forestal. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. Fores. Valdivia, Chile.91p.
- 24 Shumway, J.S ; H.N. Chappell. 1995. Preliminary DRIS norms for coastal Douglas-fir soils in Washington and Oregon. Can. J. For. Res. 25:208-214.
- 25 Sumner, M.E. 1977a. Preliminary NPK foliar diagnosis norms for wheat. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 8(2):149-167.
- 26 Sumner, M.E. 1977b. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. Soil Sci. Plant Anal. 8(3):251-268.
- 27 Sumner, M.E. 1977c. Effect of corn leaf sampled on N,P,K,Ca and Mg content and calculated DRIS

indices. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 8(3):269-280.

- 28 Sumner, M.E.; R.B. Reneau; E.E. Schulte ; J.O. Arogum. 1983. Foliar diagnostic norms for sorghum. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 14(9):817-825.
- 29 Sumner, M. 1986. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. Ext. Bull N°231. Food and Fertilizer Technology Center. Georgia, USA.21p.
- 30 Walworth, J.L.; M.E. Sumner. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system(DRIS). Advances in Soil Sci. (6): 149-188.
- 31 Will, G. 1978. Nutrient deficiencies in Pinus radiata D. Don in New Zealand. N. Z. J. For. Sci. 8:4-14.

A P E N D I C E



TABLA 1 A. Resultado de los análisis foliares de las plantaciones jóvenes de pino radiata del Proyecto Suelos Forestales de la VIII región.

Rodal	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B
<b>Serie Sta. Teresa</b>									
83	1.56	0.12	0.77	0.14	0.20	4.4	37.2	78.4	7.9
85-10	1.59	0.15	0.57	0.18	0.16	5.2	42.0	147.2	8.0
83-2	1.66	0.15	0.77	0.13	0.14	5.2	30.4	41.2	12.9
85-10	1.98	0.12	0.67	0.19	0.19	4.8	36.4	109.6	75.7
87	1.53	0.13	0.61	0.16	0.16	6.4	34.4	86.8	63.4
84-6	1.65	0.16	0.74	0.11	0.13	6.0	34.4	84.0	6.5
<b>Serie Coreo</b>									
83-3	1.72	0.15	0.92	0.16	0.14	5.6	34.8	95.2	5.6
83-2	1.57	0.14	0.82	0.16	0.11	5.2	24.0	62.4	41.6
83-6	1.48	0.13	0.62	0.09	0.10	5.2	27.6	62.4	16.2
87-8	1.27	0.09	0.53	0.15	0.16	6.8	32.4	56.8	4.4
87-3	1.56	0.12	0.74	0.15	0.16	5.6	33.2	90.8	4.5
87	0.97	0.10	1.35	0.23	0.14	5.2	34.8	128.0	4.1
87	0.96	0.11	1.16	0.23	0.14	5.2	41.2	112.0	3.6
<b>Serie Dunas</b>									
83-5	1.45	0.14	0.80	0.12	0.11	5.2	31.2	49.2	37.2
83-5	1.35	0.11	0.65	0.11	0.13	4.4	26.4	83.6	23.1
83-1	1.78	0.18	0.60	0.21	0.20	6.4	51.6	184.0	18.2
83-2	1.81	0.20	0.50	0.35	0.20	6.0	43.6	186.0	6.5
87	1.87	0.15	0.89	0.38	0.17	7.6	53.6	208.0	13.5
<b>Serie Arenales</b>									
83-4	1.45	0.15	0.89	0.10	0.15	5.6	36.4	78.4	11.2
84-1	1.96	0.15	0.74	0.20	0.15	4.8	30.4	108.0	16.0
83-2	1.85	0.20	0.69	0.21	0.16	4.4	44.4	110.0	29.8
87	2.04	0.22	0.95	0.25	0.15	7.2	48.8	152.0	10.2
86	1.49	0.11	0.64	0.29	0.13	4.8	40.4	64.8	4.9
87	1.23	0.18	0.78	0.11	0.21	6.0	29.6	69.0	8.2
85	1.38	0.20	0.71	0.38	0.17	4.0	29.6	70.0	10.8
84	1.20	0.11	0.68	0.29	0.15	5.6	28.0	152.0	125.0
83	1.37	0.12	0.71	0.23	0.24	4.8	28.8	45.2	19.5

Serie San Esteban									
84-1	1.50	0.07	0.74	0.11	0.07	4.8	65.0	346.0	6.5
83	1.52	0.14	0.78	0.17	0.15	5.2	40.0	252.0	3.9
83-1	1.72	0.14	0.89	0.18	0.14	6.0	83.0	274.0	6.4
87	1.59	0.14	1.13	0.09	0.13	6.0	52.0	174.0	14.1
86	1.38	0.16	1.02	0.13	0.13	4.4	54.0	193.09	4.2
84	1.29	0.10	0.97	0.09	0.10	3.2	30.0	169.0	4.5
84	1.42	0.15	0.98	0.12	0.15	5.6	53.0	244.0	14.0
87	1.96	0.13	1.03	0.08	0.09	7.2	59.0	272.0	7.7
87	1.97	0.13	1.01	0.09	0.10	5.6	46.0	144.0	3.8
86	1.75	0.13	0.84	0.15	0.12	4.8	50.0	214.0	6.5
85	1.27	0.12	1.01	0.14	0.08	4.4	36.0	406.0	14.5
86	1.72	0.16	0.74	0.16	0.09	5.2	88.0	168.0	4.4
86	1.63	0.14	0.70	0.06	0.10	5.2	53.0	144.0	2.9
86	1.91	0.14	1.04	0.16	0.09	5.2	54.0	144.0	3.9
87	0.59	0.13	0.92	0.27	0.10	5.6	48.4	228.0	6.6
85	1.52	0.17	0.86	0.12	0.09	6.4	39.2	199.6	4.4
86	1.62	0.11	0.80	0.29	0.17	5.6	46.0	241.2	4.0
86	1.67	0.14	0.90	0.20	0.15	5.6	46.4	186.0	32.1
85	1.33	0.10	0.51	0.23	0.15	4.4	35.6	279.2	9.8
86	1.65	0.07	0.70	0.16	0.12	4.4	37.2	260.0	61.0
84	1.87	0.18	0.70	0.19	0.14	6.0	43.6	324.0	3.0
87	1.65	0.07	0.70	0.15	0.12	3.6	30.8	266.0	56.7
84	2.16	0.11	0.55	0.29	0.18	4.8	38.0	466.0	8.9
84	1.26	0.10	0.56	0.30	0.14	3.2	38.0	208.0	5.9
84	1.42	0.13	0.51	0.27	0.17	3.6	49.2	436.0	2.2
84	1.45	0.16	0.58	0.29	0.19	3.6	56.8	620.0	11.5
83-1	1.52	0.11	0.38	0.27	0.21	3.6	38.8	226.0	2.8
86-9	2.22	0.21	0.82	0.20	0.11	6.0	47.6	250.0	4.5
86-4	2.16	0.18	0.89	0.19	0.11	6.0	60.4	188.0	6.2
86-3	2.21	0.21	0.86	0.20	0.13	6.4	51.2	198.0	4.8
86-4	1.90	0.16	0.70	0.24	0.16	6.4	57.2	190.0	4.8
83-2	2.07	0.11	0.58	0.16	0.14	6.5	51.2	284.0	6.1
83-1	2.09	0.15	0.80	0.13	0.14	5.6	44.0	254.0	4.9
86	1.35	0.08	0.39	0.26	0.17	4.4	44.4	448.0	2.5
87	1.33	0.09	0.56	0.43	0.25	3.6	54.4	376.0	46.7

Serie Cauquenes									
83-1	1.37	0.16	0.87	0.13	0.11	3.6	71.0	356.0	6.1
86	1.07	0.09	1.00	0.17	0.14	2.4	34.0	238.0	5.4
83	1.15	0.12	0.72	0.35	0.13	2.8	73.0	1028.0	7.0
85	1.57	0.12	0.93	0.20	0.15	4.0	54.0	296.0	9.3
84-1	2.05	0.13	0.59	0.24	0.20	5.6	48.0	308.0	5.9
87	1.36	0.10	0.81	0.26	0.14	2.0	52.0	324.0	2.6
84	1.32	0.11	0.83	0.20	0.14	4.0	30.0	320.0	6.1
83	1.01	0.07	0.45	0.25	0.18	3.6	33.6	344.0	2.4
87-1	1.29	0.10	0.52	0.11	0.12	4.4	43.0	322.0	6.4
Serie Nahuelbuta									
84	1.87	0.13	0.93	0.14	0.10	5.2	32.0	133.0	13.0
83	1.65	0.08	0.88	0.15	0.09	6.8	44.0	258.0	8.2
83	1.34	0.09	0.73	0.14	0.15	4.8	46.0	147.0	6.2
83	1.40	0.09	0.77	0.07	0.07	4.8	72.0	412.0	12.1
83	1.43	0.08	0.51	0.16	0.15	5.6	30.4	476.0	7.0
87	1.68	0.13	0.49	0.19	0.14	10.0	46.0	360.0	11.3
84	1.22	0.10	0.65	0.10	0.10	5.6	26.0	152.8	5.5
84	1.55	0.10	0.62	0.11	0.08	6.4	30.4	170.4	9.8
85	1.78	0.11	0.85	0.09	0.10	8.0	49.2	140.4	16.9
84	1.89	0.12	0.58	0.20	0.10	6.4	38.4	632.0	4.6
84	1.28	0.08	0.42	0.17	0.11	5.6	34.8	656.0	4.3
87	2.25	0.10	1.11	0.17	0.10	8.8	41.2	151.6	17.9
85	1.63	0.09	0.38	0.15	0.11	3.6	36.8	298.0	40.1
Serie Curanilahue									
84	1.43	0.09	0.95	0.08	0.09	4.4	28.0	368.0	5.5
84	1.39	0.07	0.66	0.06	0.09	4.0	22.4	464.0	7.3
85	1.54	0.06	0.61	0.09	0.08	4.8	28.8	492.0	7.9
85	1.35	0.11	0.80	0.15	0.10	4.4	50.4	672.0	5.4
85	1.64	0.08	0.62	0.19	0.14	6.8	49.6	368.0	7.3
Serie Curanipe									
85	1.62	0.14	1.07	0.09	0.11	4.4	49.0	144.0	9.0
85	1.85	0.14	0.70	0.12	0.14	4.4	65.0	80.0	21.5
83	1.31	0.09	0.81	0.08	0.10	5.2	49.0	296.0	7.9

Continúa.....

86	1.43	0.07	0.67	0.15	0.18	5.2	47.2	316.0	6.4
83	1.04	0.09	0.71	0.39	0.16	4.0	44.8	612.0	8.7
86	1.88	0.10	1.04	0.13	0.11	2.4	38.8	176.4	6.5
84	1.47	0.10	0.83	0.06	0.09	6.4	33.6	296.0	3.8
86	1.20	0.14	0.88	0.13	0.14	30.4	42.8	304.0	9.0
86	1.86	0.07	0.59	0.11	0.10	5.2	32.8	360.0	5.5
83	1.80	0.09	0.70	0.20	0.09	7.6	42.0	494.0	9.0
85	1.11	0.08	0.32	0.23	0.17	4.0	26.4	292.8	3.2
85	1.08	0.08	0.59	0.18	0.17	3.6	40.4	233.2	5.3
<b>Serie Constitución</b>									
85	1.53	0.10	0.54	0.39	0.15	4.4	30.4	242.4	6.6
85	1.68	0.19	0.92	0.30	0.15	4.8	45.6	254.8	9.6
87	1.76	0.12	0.73	0.27	0.16	5.2	48.4	177.2	6.7
<b>Serie Mininco</b>									
85	0.83	0.10	1.02	0.20	0.15	5.2	46.0	224.0	2.5
86	2.01	0.15	0.85	0.19	0.14	6.4	44.0	260.0	6.3
86	1.25	0.13	0.70	0.20	0.14	6.8	39.2	208.0	3.0
<b>Serie Collipulli</b>									
86	0.76	0.07	0.92	0.20	0.14	4.8	37.6	116.0	2.7
87	1.50	0.09	0.62	0.22	0.14	5.2	35.6	296.0	3.2
84	1.59	0.13	0.63	0.21	0.17	4.4	38.8	372.0	7.0
85	1.76	0.10	0.75	0.23	0.17	5.6	47.6	320.0	10.2
83	1.37	0.09	0.81	0.25	0.20	3.2	42.4	312.0	3.0
85	1.46	0.09	0.41	0.21	0.14	3.2	28.0	328.0	7.6
85	1.67	0.11	0.65	0.23	0.20	5.6	46.0	316.0	4.8
83	1.07	0.08	0.58	0.26	0.20	6.8	42.8	180.0	3.9
84	1.28	0.09	0.27	0.29	0.23	4.0	28.4	344.0	4.9
<b>Serie Santa Bárbara</b>									
85	2.32	0.12	0.82	0.25	0.09	6.0	43.6	274.0	10.9
85	2.77	0.18	1.13	0.14	0.11	6.8	46.8	122.0	9.9
86	2.47	0.12	0.80	0.21	0.09	6.4	38.0	86.0	10.0
86	2.37	0.15	1.13	0.23	0.08	5.6	39.2	110.0	6.5
86	2.32	0.13	1.10	0.09	0.10	5.6	34.0	176.0	6.3
83	2.18	0.12	0.86	0.22	0.08	5.2	40.0	232.0	9.3
83	2.26	0.11	0.75	0.45	0.08	4.8	29.6	338.0	4.9
Continúa.....									

85	1.76	0.10	0.59	0.26	0.11	7.2	38.0	220.0	16.3
85	1.67	0.13	0.60	0.16	0.10	12.4	47.6	148.0	4.6
85	1.79	0.12	0.62	0.36	0.17	5.6	44.0	330.0	5.1
<b>Serie Colico</b>									
86	1.54	0.07	0.88	0.07	0.08	6.0	50.0	334.0	8.2
85	1.45	0.05	0.50	0.10	0.07	4.8	40.0	332.0	6.1
83	1.27	0.09	0.68	0.12	0.11	4.8	35.2	552.0	8.1
84	1.32	0.08	0.40	0.11	0.09	5.2	28.0	366.0	12.2
83	1.28	0.07	0.29	0.14	0.08	4.8	19.2	344.0	7.4

Concentración : (%) : N,P,K,Ca,Mg  
 (ppm): Cu,Zn,Mn y B.



TABLA 2 A. Indices DRIS, ORN, altura promedio e IDN para pino radiata joven en 14 series de suelo de la VIII región.

R o d a l	Indices DRIS									Orden de Requerimiento Nutricional	H (m)	IDN
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	B			
Serie Santa Teresa												
87	-5	3	-21	-12	-4	53	0	-72	57	Mn>K>Ca>N>Mg>Zn>P>Cu>B		227
84-6	9	22	3	-11	-2	7	6	-31	-4	Mn>Ca>B>Mg>K>Zn>Cu>N>P	2.7	96
83	6	9	5	-5	13	2	7	-33	-4	Mn>Ca>B>Cu>K>N>Zn>P>Mg	1.1	83
85-10	4	13	-10	-1	2	4	7	-14	-5	Mn>K>B>Ca>Mg>N>Cu>Zn>P	1.3	62
83-2	11	30	11	-5	2	13	6	-81	13	Mn>Ca>Mg>Zn>N=K>Cu>B>P	2.3	172
85-10	2	-6	-22	-11	-1	72	-2	-63	30	Mn>K>Ca>P>Zn>Mg>N>B>Cu	0.8	209
Serie Coreo												
83-3	8	16	9	-2	-1	3	3	-27	-9	Mn>B>Ca>Mg>Cu>Zn>N>K>P	1.3	78
83-2	3	17	4	-6	-12	41	-7	-79	40	Mn>Mg>Zn>Ca>N>K>P>B>Cu	1.9	208
83-6	9	21	1	-15	-7	20	3	-47	14	Mn>Ca>Mg>K>Zn>N>B>Cu>P	1.4	136
87-8	6	6	-2	1	10	13	9	-37	-6	Mn>B>K>Ca>N=P>Zn>Mg>Cu	0.3	39
87-3	8	10	4	-2	6	4	4	-24	-11	Mn>B>Ca>K=Cu>Zn>Mg>N>P	0.3	73
87	-11	0	29	7	1	1	4	-16	-15	Mn>B>N>P>Mg=Cu>Zn>Ca>K		34
87	-11	5	22	8	1	1	10	-20	-17	Mn>B>N>Mg=Cu>P>Ca>Zn>K		95
Serie Dunas												
83-5	2	21	6	-13	-10	38	4	-97	48	Mn>Ca>Mg>N>Zn>K>P>Cu>B	2.5	240
83-5	3	8	-1	-11	1	24	0	-37	12	Mn>Ca>K>Zn>Mg>N>P>B>Cu	3.4	37
83-1	1	13	-13	-2	3	12	8	-16	0	K>Mn>Ca>B>N>Mg>Zn>Cu>P		72
83-2	5	20	-24	12	5	0	5	-12	-11	K>Mn>B>Cu>N=Mg=Zn>Ca>P	2.6	34
87	-0	2	-4	9	-4	8	6	-13	-3	Mn>K=Mg>B>N>P>Zn>Cu>Ca		50
Serie Arenales												
83-4	3	19	10	-15	3	11	6	-38	3	Mn>Ca>N=Mg=B>Zn>K>Cu>P	3.6	106
84-1	10	13	-2	0	-1	10	-2	-28	-1	Mn>Zn=K>Mg=B>Ca>N=Cu>P		67
83-2	4	23	-11	-2	-3	23	6	-40	1	Mn>K>Mg>Ca>B>N>Zn>P>Cu	2.3	113
87	4	20	-1	1	-8	5	4	-21	-5	Mn>Mg>B>K>Ca>N=Zn>Cu>P		69
86	8	10	1	16	0	2	13	-39	-9	Mn>B>Mg>K>Cu>N>P>Zn>Ca		37
87	-4	30	5	-13	14	9	0	-43	0	Mn>Ca>N>Zn=B>K>Cu>Mg>P		118
84	-23	-19	-33	-2	-16	111	-14	-64	64	Mn>K>N>P>Mg>Zn>Ca>B>Cu		350
83	0	13	4	7	20	17	2	-81	19	Mn>N>Zn>K>Ca>P>Cu>B>Mg		163
85	-2	34	-1	20	3	0	-2	-49	-3	Mn>B>Zn=N>K>Cu>Mg>Ca>P		115
Serie San Esteban												
84-1	9	-11	3	-9	-22	5	29	4	-8	Mg>P>Ca>B>K>Mn>Cu>N>Zn	2.4	99
83	5	9	1	-1	1	-1	5	-3	-17	B>Mn>Ca=Cu>K=Mg>N>Zn>P	4.3	43
83-1	2	3	-2	-4	-6	0	25	-5	-12	B>Mg>Mn>Ca>K>Cu>N>P>Zn	4.6	59
87	2	8	11	-23	-5	12	11	-15	0	Ca>Mn>Mg>B>N>P>Zn=K>Cu	0.4	37
86	1	15	11	-8	-3	-4	15	-9	-17	B>Mn>Ca>Cu>Mg>N>K>Zn=P	1.3	83
84	7	6	18	-11	-3	-4	4	-6	-13	B>Ca>Mn>Cu>Mg>Zn>P>N>K	3.4	71
84	-3	8	4	-14	-2	9	9	-7	-4	Ca>Mn>B>N>Mg>K>P>Cu=Zn	4.0	60
87	12	7	9	-27	-20	12	16	-3	-6	Ca>Mg>B>Mn>P>K>Cu=N>Zn	0.4	111
87	19	11	14	-17	-11	3	13	-14	-18	B>Ca>Mn>Mg>Cu>P>Zn>K>N	0.3	119
86	8	6	2	-5	-6	0	11	-7	-10	B>Mn>Mg>Ca>Cu>K>P>N>Zn	1.1	54
85	-2	6	10	-6	-20	11	3	5	-6	Mg>B=Ca>N>Zn>Mn>P>K>Cu	1.6	68
86	8	16	-4	-4	-21	-2	38	-14	-18	Mg>B>Mn>K=Ca>Cu>N>P>Zn	1.2	124
86	18	20	4	-30	-6	4	24	-11	-22	Ca>B>Mn>Mg>K=Cu>N>P>Zn	1.0	140
86	15	12	12	-2	-18	-1	16	-15	-19	B>Mg>Mn>Ca>Cu>P=K>N>Zn	1.0	111
87	-37	12	11	12	-10	8	15	-4	-7	N>Mg>B>Mn>Cu>K>P=Ca>Zn	1.9	117
85	6	21	6	-9	-16	7	6	-7	-13	Mg>B>Ca>Mn>K=Zn=N>Cu>P	2.4	90
86	5	-1	0	9	3	-1	8	-4	-19	B>Mn>Cu=P>K>Mg>N>Zn>Ca	1.4	51
86	-2	2	-3	-4	-6	24	4	-19	2	Mn>Mg>Ca>K>N>B=P>Zn>Cu	1.2	67
85	1	0	-11	5	3	5	4	-1	-7	K>B>Mn>P>N>Mg>Zn>Cu=Ca	1.3	38
86	1	-25	-13	-11	-12	65	2	-15	9	P>Mn>K>Mg>Ca>N>Zn>B>Cu	1.1	153
84	13	17	-5	0	-3	-1	7	1	-28	B>K>Mg>Cu>Ca>Mn>Zn>N>P	3.3	75

Continúa.....

87	4	-23	-11	-11	-9	70	-2	-12	-5	P>Mn>Ca=K>Mg>B>Zn>N>Cu	0.4	147
84	13	-3	-16	7	4	-1	1	4	-10	K>B>P>Cu>Zn>Mg=Mn>Ca>N	3.9	58
84	2	2	-6	15	3	-6	7	-4	-12	B>K>Cu>Mn>N=P>Mg>Zn>Ca	3.2	57
84	9	10	-12	14	9	-13	16	10	-42	B>Cu>K>N=Mg>Mn>P>Ca>Zn	2.4	135
84	-4	9	-17	6	5	-5	11	9	-13	K>B>Cu>N>Mg>Ca>P>Mn>Zn	4.4	79
83-1	13	6	-24	14	20	-10	10	-2	-29	B>K>Cu>Mn>P>Zn>N>Ca>Mg	2.1	127
86-9	15	22	-3	-1	-15	-1	7	-6	-12	B>Mg>Mn>K>Cu=Ca>Zn>N>P	1.1	38
86-4	12	15	0	-2	-15	1	14	-12	-12	Mg>Mn=B>Ca>K>Cu>N>Zn>P	0.8	84
86-3	13	21	-2	-2	-10	0	8	-11	-17	B>Mn>Mg>K=Ca>Cu=Zn>N>P	1.4	84
86-4	8	10	-8	3	-1	1	13	-10	-16	B>Mn>K>Mg>Cu>Ca>N>P>Zn	2.7	70
83-2	14	0	-12	-4	-2	5	11	-2	-10	K>B>Ca>Mg=Mn>P>Cu>Zn>N	2.9	60
83-1	14	10	-1	-9	-3	0	6	-4	-15	B>Ca>Mn>Mg>Cu>K>Zn>P>N		61
86	9	-6	-21	14	12	-4	16	10	-31	B>K>P>Cu>N>Mn>Mg>Ca>Zn		123
87	-13	-21	-28	17	15	44	10	-5	-20	K>P>B>N>Mn>Zn>Mg>Ca>Cu		175
Serie Cauquenes												
83-1	-1	14	2	-9	-10	-8	24	2	-14	B>Mg>Ca>Cu>N>Mn=K>P>Zn	2.6	84
86	-2	0	17	2	6	-13	5	-1	-15	B>Cu>N>Mn>P>Ca>Zn>Mg>K		62
83	-12	0	-6	15	-8	-22	25	27	-10	Cu>B>N>Mg>K>P>Ca>Zn>Mn	5.3	136
85	1	1	3	-0	-1	-2	11	-2	-11	B>Mn>Cu>Mg>Ca>P>N>K>Zn	2.1	31
84-1	11	2	-14	3	6	-1	7	-2	-13	K>B>Mn>Cu>P>Ca>Mg>Zn>N	1.7	58
87	10	3	9	15	6	-33	21	5	-36	B>Cu>P>Mn>Mg>K>N>Ca>Zn		138
84	1	2	4	3	1	-1	-1	1	-11	B>Cu=Zn>N=Mg=Mn>P>Ca>K		26
83	0	-7	-9	16	19	-7	9	7	-28	B>K>P=Ca>N>Mn>Zn>Ca>Mg		102
87-1	3	3	-8	-8	0	4	11	3	-8	K=Ca=B>Mg>N=P=Mn>Cu>Zn		48
Serie Nahuelbuta												
84	10	9	8	-6	-12	10	0	-18	-1	Mn>Mg>Ca>B>Zn>K>P>N=Cu	3.2	75
83	7	-8	6	+4	-14	11	9	-2	-4	Mg>P>Ca=B>Mn>K>N>Zn>Cu	5.2	66
83	2	-2	2	-4	4	3	12	-11	-7	Mn>B>Ca>P>N=K>Cu>Mg>Zn	5.3	48
83	4	-3	2	-28	-25	12	32	7	-2	Ca>Mg>P>B>K>N>Mn>Cu>Zn	4.1	116
83	4	-6	-10	-2	5	7	1	3	-6	K>P=B>Ca>Zn>N>Mg>Cu>Mn	3.3	43
87	2	3	-22	-3	-5	19	6	0	0	K>Mg>Ca>Mn=B>N>P>Zn>Cu	0.5	61
84	4	7	3	-8	-4	10	0	-7	-5	Ca>Mn>B>Mg>Zn>K>N>P>Cu	4.1	49
84	9	5	-2	-8	-15	16	2	-8	0	Mg>Ca=Mn>K>B>Zn>P>N>Cu	1.7	65
85	8	2	3	-22	-14	22	12	-20	9	Ca>Mn>Mg>P>K>N>B>Zn>Cu	1.3	111
84	13	4	-10	1	-14	4	4	13	-16	B>Mg>K>Ca>P=Cu=Zn>N>Mn	4.2	79
84	4	-4	-15	1	-4	6	7	13	-13	K>B>P=Mg>Ca>N>Cu>Zn>Mn	3.6	70
87	12	-8	9	-6	-19	20	3	-19	7	Mg=Mn>P=Ca>Zn>B>K>N>Cu	0.7	101
85	8	-6	-35	-7	-9	48	6	-5	-1	K>Mg>Ca>P>Mn>B>Zn>N>Cu	2.1	124
Serie Constitución												
85	5	-1	-11	21	2	-1	-1	-3	-10	K>B>N>Mn>P>Zn=Cu>Mg=Ca		55
85	0	14	0	6	-5	-1	3	-7	-10	B>Mn>Mg>Cu>N=K>Zn>Ca>P		46
87	6	2	-4	6	1	0	9	-10	-10	Mn=B>K>Cu>Mg>P>N=Ca>Zn		48
Serie Curanilahue												
84	9	1	14	-17	-8	4	0	7	-9	Ca>B>Mg>Zn>P>Cu>Mn>N>K	3.4	69
84	12	-3	6	-25	-4	8	-2	14	-5	Ca>B>Mg>P>Zn>K>Cu>N>Mn	3.1	78
85	13	-11	1	-13	-11	10	3	13	-4	Ca>Mg=P>B>K>Zn>Cu>Mn=Ca	1.5	78
85	0	2	2	-5	-11	-2	12	16	-14	B>Mg>Ca>Cu>N>P=K>Zn>Mn	1.6	64
85	5	-10	-8	0	-1	8	11	2	-7	P>K>B>Mg>Ca>Mn>N>Cu>Zn	2.0	52
Serie Curanipe												
85	6	13	14	-18	-8	3	13	-16	-6	Ca>Mn>Mg>B>Cu>N>P=Zn>K	2.0	97
85	9	13	-5	-13	-3	16	25	-49	7	Mn>Ca>K>Mg>B>N>P>Cu>Zn	1.6	140
83	2	-1	5	-19	-7	8	15	1	-5	Ca>Mg>B>P>Mn>N>K>Cu>Zn	3.8	65
86	3	-14	-3	-4	10	3	11	1	-8	P>B>Ca>K>Mn>N=Cu>Mg>Zn	0.8	57
83	-13	-8	-4	19	2	-3	7	11	-11	N>B>P>K>Cu>Mg>Zn>Mn>Ca	5.7	78
86	3	-10	5	-17	-23	60	-1	-13	-3	Mg>Ca>Mn>P>B>Zn>N>K>Cu	1.3	136
84	12	6	10	-29	-9	12	6	4	-13	Ca>B>Mg>Mn>P=Zn>K>N=Cu	3.0	101
86	-25	-2	-9	-24	-19	95	-3	-5	1	N>Ca>Mg>K>Mn>Zn>P>B>Cu	1.0	173
86	19	-8	-3	-8	-6	6	4	5	-9	B>Ca=P>Mg>K>Zn>Mn>Cu>N	0.9	68
83	8	-6	-4	1	-18	13	5	6	-4	Mg>P>K=B>Ca>Zn>Mn>N>Cu	5.6	66
85	5	-1	-23	13	17	-1	2	4	-17	K>B>Cu=P>Zn>Mn>N>Ca>Mg	2.1	82
85	-2	-5	-3	3	11	-2	10	-2	-11	B>P>K>Cu=N=Mn>Ca>Zn>Mg	2.5	49

Serie Colico												
86	10	-10	10	-25	-16	14	17	4	-3	Ca>Mg>P>B>Mn>N=K>Cu>Zn	7.2	109
85	14	-16	-4	-7	-14	10	16	6	-6	P>Mg>Ca>B>K>Mn>Cu>N>Zn	2.0	93
83	0	-2	0	-8	-5	5	4	12	-7	Ca>B>Mg>P>N=K>Zn>Cu>Mn	5.7	43
84	7	-1	-15	-7	-7	16	2	6	1	K>Mg=Ca>P>B>Zn>Mn>N>Cu	2.7	63
83	12	0	-22	2	-7	14	-3	7	-2	K>Mg>Zn>B>P>Ca>Mn>N>Cu	5.4	69
Serie Mininco												
85	-15	2	17	6	6	0	14	-3	-27	B>N>Mn>Cu>P>Mg=Ca>Zn>K		90
85	9	7	-1	-2	-5	3	4	-5	-11	B>Mg=Mn>Ca>K>Cu>Zn>P>N		45
86	1	9	0	4	1	5	7	-5	-21	B>Mn>K>Mg=N>Ca>Cu>Zn>P		52
Serie Collipulli												
86	-13	-7	20	9	3	2	13	-13	-20	B>Mn=N>P>Cu>Mg>Ca>Zn>K		105
87	9	-2	-3	7	3	0	5	2	-21	B>K>P>Cu>Mn>Mg>Zn>Ca>N		51
84	4	5	-7	2	4	-2	3	2	-10	B>K>Cu>Ca=Mn>Zn>Mg=N>P		39
85	4	-6	-4	2	2	5	6	-1	-7	B>P>K>Mn>Ca=Mg>N>Cu>Zn		37
83	5	-5	5	10	15	-15	10	2	-28	B>Cu>P>Mn>K=N>Zn=Ca>Mg		36
85	9	1	-15	6	6	-1	1	3	-10	K>B>Cu>Zn=P>Mn>Mg=Ca>N		52
85	6	-2	-7	3	8	0	7	0	-15	B>K>P>Cu=Mn>Ca>N>Zn>Mg		42
83	-6	-9	-7	10	14	7	11	-7	-14	B>P>K=Mn>N>Cu>Ca>Zn>Mg		84
84	6	-1	-41	17	28	-2	1	4	-12	K>B>Cu>P>Zn>Mn>N>Ca>Mg		113
Serie Santa Bárbara												
85	15	1	-2	4	-21	7	5	-4	-6	Mg>B>Mn>K>P>Ca>Zn>Cu>N		64
85	20	17	9	-11	-17	7	6	-27	-4	Mn>Mg>Ca>B>Zn>Cu>K>P>N		118
86	22	8	3	3	-19	10	6	-33	0	Mn>Mg>B>K=Ca>Zn>P>Cu>N		105
86	20	15	15	5	-27	3	5	-26	-10	Mg>Mn>B>Cu>Zn=Ca>K=P>N		124
86	22	9	14	-19	-12	5	1	-10	-9	Ca>Mg>Mn>B>Zn>Cu>P>K>N		101
83	16	4	3	3	-23	5	4	-5	-7	Mg>B>Mn>K=Ca>P=Zn>Cu>N		71
83	22	0	-2	28	-26	-3	-4	-2	-13	Mg>B>Zn>Cu>K>P>Mn>N>Ca		104
85	6	-3	-11	6	-11	16	3	-3	2	K>Mg>Mn>P>B>Zn>Ca=N>Cu		67
85	7	3	-10	-4	-17	23	12	-13	-10	Mg>Mn>K=B>Ca>N>P>Zn>Cu		109
85	7	0	-11	14	2	-1	5	0	-15	B>K>Cu>Mn>P>Mg>Zn>N>Ca		55

TABLA 3 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos arenosos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(% de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	0	1	5	3	9	0.0	33
P	0	0	0	3	3	0.0	11
K	2	6	3	4	15	7.4	55
Ca	0	8	5	4	17	0.0	63
Mg	0	2	6	5	13	0.0	48
Cu	0	0	0	3	3	0.0	11
Zn	0	1	3	3	7	0.0	26
Mn	25	2	0	0	27	92.6	100
B	0	7	5	2	14	0.0	52
Suma	27	27	27	27		100.0	
ORN : Mn > Ca > K > B > Mg > N > Zn > P = Cu							

Suelos Arenosos. Comprende las series Santa Teresa (TR), Coreo (CO), Dunas (DU) y Arenales (AR).

TABLA 4 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos graníticos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(%) de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	1	0	2	6	9	2.3	20
P	2	2	4	2	10	4.5	23
K	6	5	4	5	20	13.6	45
Ca	5	3	9	4	21	11.4	48
Mg	5	7	4	9	25	11.4	57
Cu	1	4	5	9	19	2.3	43
Zn	0	0	1	0	1	0.0	2
Mn	1	12	10	7	30	2.3	67
B	23	11	5	2	41	52.2	93
Suma	44	44	44	44		100.0	

ORN : B > Mn > Mg > Ca > K > Cu > P > N > Zn

Suelos Graníticos. Comprende las series San Esteban (ET) y Cauquenes (CQ).

TABLA 5 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos metamórficos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(% de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	0	0	1	0	1	0.0	6
P	0	1	3	4	8	0.0	50
K	5	0	2	1	8	31.2	50
Ca	3	1	4	4	12	18.8	75
Mg	2	6	3	1	12	12.5	75
Cu	0	0	0	2	2	0.0	12
Zn	0	0	0	0	0	0.0	0
Mn	4	3	1	1	9	25.0	56
B	2	5	2	3	12	12.5	75
Suma	16	16	16	16		100.0	
ORN : Ca = Mg = B > Mn > P = K > Cu > N > Zn							

Suelos Metamórficos. Integrado por las series Nahuelbuta (NA) y Constitución (KT).

TABLA 6 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos sedimentarios marinos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(%) de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	2	0	0	0	2	9.0	9
P	3	2	4	6	15	13.7	68
K	3	1	3	3	10	13.7	45
Ca	8	4	4	0	16	36.4	73
Mg	2	7	6	3	18	9.0	82
Cu	0	0	1	2	3	0.0	14
Zn	0	0	1	1	2	0.0	9
Mn	1	1	1	1	4	4.5	18
B	3	7	2	6	18	13.7	82
Suma	22	22	22	22		100.0	

ORN : Mg = B > Ca > P > K > Mn > Cu > N = Zn

Suelos Sedimentarios Marinos. Conformado por las series Curanilahue (CHE), Curanipe (CPE) y Colico (CLO).

TABLA 7 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos rojo arcillosos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(% de rodales)	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	0	1	1	0	2	0.0	17
P	0	2	3	2	7	0.0	58
K	2	3	3	0	8	16.7	67
Ca	0	0	0	2	2	0.0	17
Mg	0	1	0	1	2	0.0	17
Cu	0	1	3	3	7	0.0	58
Zn	0	0	0	1	1	0.0	8
Mn	0	2	2	3	7	0.0	58
B	10	2	0	0	12	83.3	100
Suma	12	12	12	12		100.0	

ORN : B > K > P = Cu = Mn > N = Ca = Mg > Zn

Suelos Rojo Arcillosos. Constituido por las series Mininco (MI) y Collipulli (CL).

TABLA 8 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos trumaos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(% de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	0	0	0	0	0	0.0	0
P	0	0	0	1	1	0.0	10
K	1	1	1	3	6	10.0	60
Ca	1	0	1	0	2	10.0	20
Mg	5	4	0	0	9	50.0	90
Cu	0	0	1	2	3	0.0	30
Zn	0	0	1	0	1	0.0	10
Mn	2	2	4	1	9	20.0	90
B	1	3	2	3	9	10.0	90
Suma	10	10	10	10		100.0	
ORN : Mg = Mn = B > K > Cu > Ca > P = Zn > N							

Suelos Trumaos. Constituido por la principal serie que es Santa Bárbara (BA).

TABLA 8 A. ORN de las plantaciones jóvenes de pino radiata, según el método DRIS. Suelos trumaos. VIII región.

Nutrimento	Número de rodales				Suma	(% de rodales	
	Orden de requerimiento					Orden1	Suma
	1	2	3	4			
N	0	0	0	0	0	0.0	0
P	0	0	0	1	1	0.0	10
K	1	1	1	3	6	10.0	60
Ca	1	0	1	0	2	10.0	20
Mg	5	4	0	0	9	50.0	90
Cu	0	0	1	2	3	0.0	30
Zn	0	0	1	0	1	0.0	10
Mn	2	2	4	1	9	20.0	90
B	1	3	2	3	9	10.0	90
Suma	10	10	10	10		100.0	
ORN : Mg = Mn = B > K > Cu > Ca > P = Zn > N							

Suelos Trumaos. Constituido por la principal serie que es Santa Bárbara (BA).