

**EVALUACION PRELIMINAR DE LAS PRINCIPALES SERIES  
Y FASES DE SUELO EN RELACION AL INDICE DE SITIO  
DE PLANTACIONES DE *Pinus radiata* D. DON DE LA X REGION (\*)**

Samuel Francke C. (\*\*)  
Nelson Vergara R. (\*\*\*)  
Rolando Bennewitz B. (\*\*\*)

**RESUMEN**

En el área de mayor concentración de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, de la X Región de Chile, se estudió mediante una interpretación de antecedentes edáficos provenientes de bibliografía y cartografía preexistente, la relación entre índice de sitio y variables edáficas.

En relación al índice de sitio, al área pudo clasificarse en tres calidades: Sitios de baja calidad: representados por la Serie Hueicoya (23,4 m a los 20 años de edad). Sitios de calidad intermedia: representados por las Series Ulmos y Asociación Tres Cruces (27,2 m a los 20 años de edad). Sitios de buena calidad: representados por la Serie de Suelo Correltué (28,7 m a los 20 años de edad).

La interpretación de los perfiles modales de las Series de Suelo en relación al valor del índice de sitio, reveló que la pendiente, profundidad efectiva de suelo, textura, nitrógeno y pH, parecen ser las variables más relacionadas con la magnitud que puede alcanzar el índice de sitio en esta zona del país.

**ABSTRACT**

*In the area that concentrates most of the radiata pine plantations in the X<sup>th</sup> Region of Chile, a study aimed to predict site index using edaphic variables was carried out.*

*In relation to site index, three qualities were identified: Low quality sites, represented by Hueicoya soil serie (23,4 m at 20 years old). Intermediate quality sites, represented by Ulmos and Asociación Tres Cruces soil series (27,2 m at 20 years old). High quality sites, represented by Correltué soil serie (28,7 m at 20 years old).*

*The interpretation of the modal profiles of each soil serie revealed that slope, effective soil depth texture, total nitrogen content and pH seem to be the most related variables to site index in the X<sup>th</sup> Region of Chile.*

(\*) Corresponde a una parte del Proyecto "Análisis de Indices de Productividad de Sitio para Pino Radiata V y X Regiones", a cargo del Instituto Forestal.

(\*\*) Ingeniero Forestal, Dr. Ser. Silv. (RFA). Santiago - Chile.

(\*\*\*) Ingenieros Forestales. División Inventarios Forestales, Instituto Forestal. Huérfanos 554. Santiago - Chile.

## INTRODUCCION

Este trabajo se ha desarrollado a partir de una parte de los resultados del estudio. "Análisis de Índices de Productividad de Sitio para Pino Radiata, X Región", encargado al Instituto Forestal por la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción.

La alta pluviosidad del área de estudio, sumada a las particularidades de su medio edáfico —constituido por suelos predominantemente de origen volcánico— condicionan un marco físico muy variable que se refleja perfectamente en los índices de sitio de las plantaciones de interés. Precisamente por este hecho y porque el trabajo tiene un nivel de exploración regional, el estudio se constituye en un diagnóstico de la situación que enfrentan actualmente desde un punto de vista edáfico, las plantaciones de Pino Radiata de la Región. También se aborda preliminarmente la interpretación de las características modales de las principales series de suelos y su relación con el índice de sitio de las plantaciones.

Debido a la falta de antecedentes específicos, la investigación no es concluyente en señalar las condiciones bajo las cuales se produce una calidad de sitio en particular, por lo que la proyección de los resultados obtenidos hacia áreas locales no es válida. Ello lleva a recomendar la continuación de estudios en este tema, que consideren el establecimiento de calicatas para permitir el modelamiento de relaciones causa - efecto.

## OBJETIVOS

El estudio consistió en una recopilación de antecedentes de suelo y en una descripción y caracterización de las series y fases de suelo más representativas del área y, su relación con el índice de sitio de las plantaciones de Pino Radiata.

Paralelamente se dio cumplimiento a los siguientes objetivos específicos:

- Identificación, cuantificación de superficies y caracterización de las series y fases de suelo más representativas en donde se han establecido plantaciones de pino radiata en la Región.
- Establecimiento de bases cartográficas para identificar macrozonas según calidad de sitio, que más tarde faciliten la realización de otros estudios orientados a determinar a través de modelos matemáticos - estadísticos la explicación de la variación de la productividad de sitios de la especie en la Región.

## LIMITANTES DEL ESTUDIO

La investigación está basada solamente en antecedentes existentes provenientes de estudios temáticos de nivel regional.

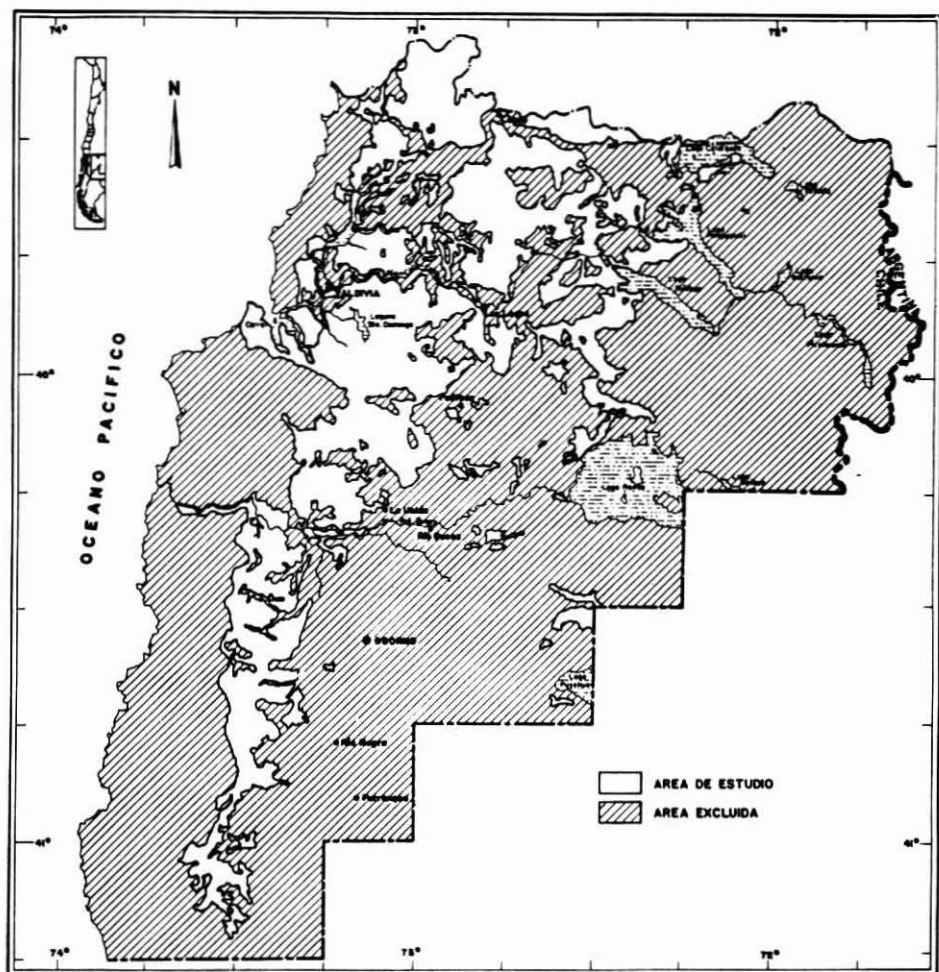
No se establecieron calicatas, ni se efectuaron actividades de terreno para comprobación de hipótesis o de resultados. En consecuencia el trabajo tiene un carácter fundamentalmente de "diagnóstico de la situación actual".

## AREA DE ESTUDIO

El estudio, comprendió una superficie total de 525.705 ha, que corresponde aproximadamente al 7,2% de la superficie total de la X Región, estimada en 7.292.800 ha (CONAF, 1985).

El área, localizada en la Figura 1, corresponde a terrenos de Clase de Capacidad de Uso VI y VII localizados bajo los 1.000 m.s.n.m., exceptuándose aquellos que en la actualidad están poblados por bosques naturales y matorrales arborescentes.

FIGURA 1  
CROQUIS DE UBICACION DEL  
AREA DE ESTUDIO



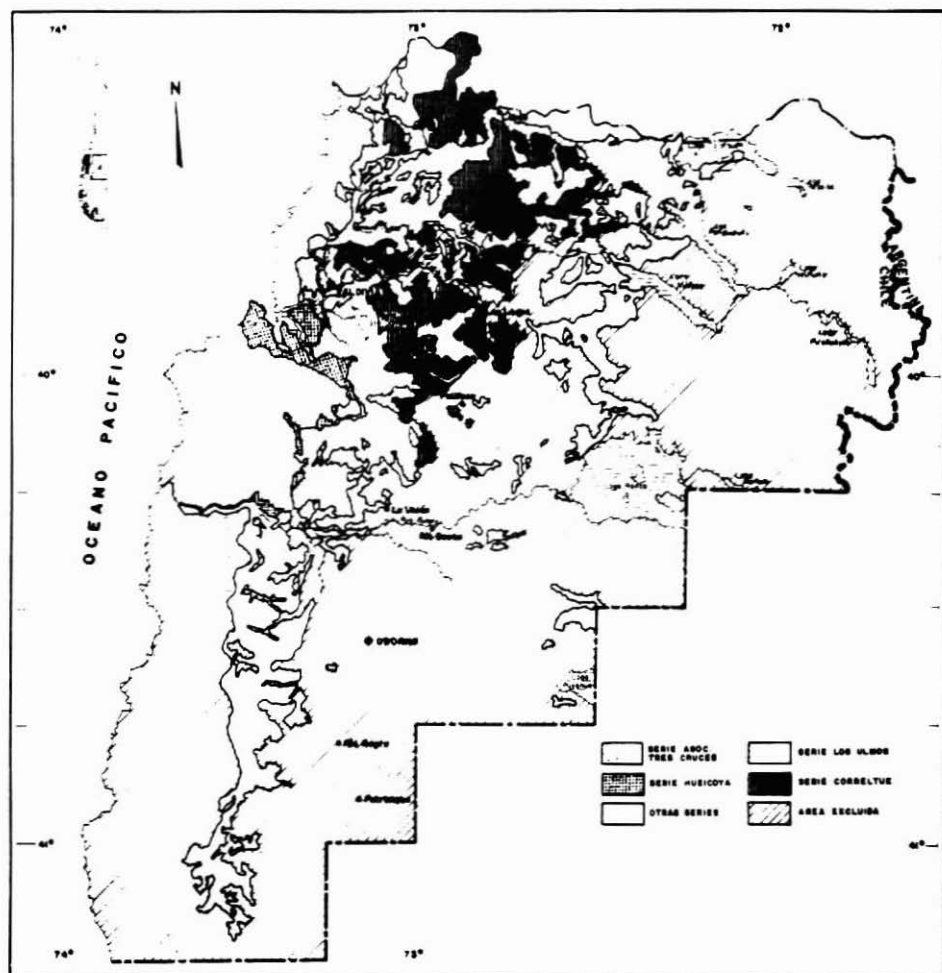
En términos generales, el área estudiada corresponde a los terrenos con aptitud para plantaciones forestales en las provincias de Valdivia y Osorno de la X Región. Una parte de esta superficie (aproximadamente 56.600 ha) está cubierta por plantaciones de Pino Radiata. (INFOR, 1986).

Por razones de extensión, el estudio fue orientado hacia las principales Series de Suelo existentes en el área. Los límites aproximados de estas Unidades se muestran en la Figura 2.



FIGURA 2

LIMITES APROXIMADOS DE LAS PRINCIPALES  
SERIES DE SUELO DEL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: ITEN-UACH, 1988. Suelos Provincia de Valdivia.

Según IREN-CORFO (1974) el clima de la X Región se caracteriza por su abundante precipitación, la que en general sobrepasa los 2.000 mm anuales, distribuida a lo largo de todo el año, concentrándose en los meses de invierno. Las variaciones climáticas están influidas especialmente por efectos orográficos y las temperaturas descienden de norte a sur, siendo más pronunciado el descenso de mar a cordillera.

## MATERIAL Y METODO

### *Material*

Este trabajo se basa fundamentalmente en la obtención de antecedentes a través de información bibliográfica y cartográfica relativa a series y fases de suelo del área de estudio.

La información mencionada está referida principalmente a los antecedentes y material cartográfico aportado por los siguientes estudios, según orden de importancia:

- Inventario de las plantaciones forestales de la X Región CORFO-INFOR 1986, con cartografía escala 1:50.000 y listados computacionales referidos a parámetros medios de las plantaciones.
- Estudio de suelos de la Provincia de Valdivia, realizado por IREN-CORFO/Universidad Austral de Chile, en 1978, que cuenta con cartografía de Series de Suelo. Escala 1:100.000.
- Estudio de Factibilidad Proyecto Industrial Sarao, ejecutado por terceros para CORFO, en el año 1976, que cubre la zona costera de las Provincias de Osorno y Llanquihue, con cartografía detallada escala 1:100.000.
- Descripción de Suelos del Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID-IREN, 1960 - 1963, con cartas de suelos escala 1:250.000.

También se utilizaron fotografías aéreas escala 1:30.000. SAF 1978-81, e imágenes satelitales Landsat, MSS de diciembre de 1985.

### *Método*

Para la ejecución del estudio se utilizó la siguiente metodología:

- a. *Recopilación de Información:* Se recopiló a partir de los estudios señalados en *Material*, todos los antecedentes necesarios para desarrollar el estudio. Posteriormente se procedió a una sistematización de estos antecedentes en archivos computacionales.
- b. *Homogenización de Información Cartográfica:* Se procedió a homogenizar la información cartográfica de suelos existentes para el área de estudio, para lo cual se elaboró previamente una base cartográfica en escala 1:250.000 del área, en base a la Carta de Uso Público del Instituto Geográfico Militar escala 1:250.000. En esta base se vaciaron los límites de las diferentes series de suelo aportadas por los estudios consultados.
- c. *Cálculo del Índice de Sitio Promedio por Serie de Suelo:* Para realizar esta labor se utilizaron los antecedentes de índice de sitio provenientes de la muestra de parcelas temporales establecidas por INFOR en 1984 - 1986, como parte de la ejecución del Inventario de Plantaciones Forestales de la X Región. Los valores de índice de sitio se enlazaron, a través de un proceso de superposición cartográfica, con las series de suelo del área de estudio. Posteriormente se obtuvieron promedios por series y fases de suelo. Inicialmente, esta labor se realizó sólo con puntos de muestra de edad comprendida entre 17 - 23 años, pero antes la reducida cantidad de puntos existentes en este rango de edad y el escaso cubrimiento geográfico de éstos, se optó por utilizar toda la muestra comprendida en el rango de edad 11 - 30 años.
- d. *Cuantificación de Superficie de Series de Suelo:* Para los efectos de caracterizar el área de estudio y orientar los esfuerzos hacia aquellas series de suelo más representativas, se cuantificó la extensión de las series de suelo en el área efectiva de estudio. La resultante de este proceso fue el acotamiento del análisis a cuatro series principales, que comprenden aproximadamente el 50% del área de estudio y sustentan el 76,2% de la superficie total de plantaciones de Pino Radiata del área efectiva de estudio.

También, y con el objeto de complementar el análisis de la estructura de superficies, se cuantificó la extensión total de las principales Series de Suelo según fase de suelo. Este proceso se realizó también para las plantaciones de Pino Radiata.

Según el estudio realizado por IREN-UACH (1978), el concepto de "fase de suelo" y su delimitación cartográfica considera las variables pendiente, profundidad, drenaje, erosión y depositación. Sin embargo la diferenciación por fase de suelo en aquellos terrenos que sustentan plantaciones forestales (fundamentalmente terrenos de Clase de Capacidad de Uso VII) sólo se realiza en base a la pendiente la que es clasificada en las siguientes categorías.

- D : Pendiente compleja de 4 - 15%, terreno moderadamente ondulado
- DE : Pendiente compleja de 5 - 20%, terreno moderadamente ondulado
- E : Pendiente compleja de 15 - 30%, terreno fuertemente ondulado.
- F : Pendiente compleja de más de 30%, terreno escarpado.

- e. *Relaciones entre Índice de Sitio y Características Edáficas:* Esta labor se realizó mediante la interpretación de las características modales, físicas y químicas de las series de suelo consideradas en el análisis. Fue posible constatar que internamente las series de suelo presentan una amplia variación en cuanto al índice de sitio. Ello indica el carácter preliminar de esta interpretación causa - efecto, la cual deberá chequearse a futuro mediante el establecimiento de una muestra de calicatas en las que se mida dicha asociación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Superficies

La cuantificación de superficies de las principales series de suelo del área de estudio y su respectiva ocupación por plantaciones de pino radiata, se expone en el siguiente Cuadro:

CUADRO I

### SUPERFICIE DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO Y DE PLANTACIONES DE PINO RADIATA DEL AREA DE ESTUDIO

Serie de Suelo (**)	Superficie de la Serie (ha)	%	Superficie de Plantaciones (ha)	%
Hueicoya (HEY)	21.194	4.0	4.097.1	7.2
Asociac. Tres Cruces (*) (ATC)	28.042	5.4	5.994.4	10.6
Ulmos (ULM)	73.922	14.0	12.443.5	22.0
Correltué (COR)	138.340	26.3	20.630.2	36.4
Otras Series	264.208	50.3	13.463.7	23.8
TOTAL	525.706	100.0	56.628.9	100.0

(\*) Corresponde a una unidad cartográfica formada por tres series de suelo: Hueicoya, Correltué y La Pelada.

(\*\*) Según IREN-UACH (1978).



Se desprende del Cuadro anterior, que casi el 50% de la superficie del área efectiva de estudio, está cubierta por las series de suelo Hueicoya, Asociación Tres Cruces, Ulmos y Correltué; las cuales concentran el 76,2% de la superficie de plantaciones de pino radiata de la misma área.

También, y con el objeto de conocer la distribución de superficies internamente en las Series de Suelos, según fases de suelo, se confeccionó el Cuadro 2.

## CUADRO 2

## DISTRIBUCION SEGUN FASES DE SUELO(\*), DE LA SUPERFICIE TOTAL DE SERIES DE SUELO Y PLANTACIONES DE PINO RADIATA

Serie Suelo (**)	Superficie Total Serie / Fase (ha)				Total (ha)	Superficie Total Plantaciones / Fase (ha)				Total (ha)
	D	DE	E	F		D	DE	E	F	
Hueicoya	1.500	-	3.187	16.506	21.194	351.7	410.8	229.2	3.516.2	4.097.1
Asoc. Tres Cruces	-	875	5.669	21.428	28.042	-	-	1.896.6	3.687.3	5.994.7
Ulmos	-	1.687	10.625	61.609	73.922	-	85.3	1.300.1	11.058.0	12.443.4
Correltué	-	-	12.794	124.546	138.340	-	-	582.7	20.047.5	20.630.2
TOTAL	1.500	2.562	33.275	224.159	261.498	351.7	496.1	4.008.6	38.309.0	43.165.4

(\*) Ver metodología, punto d).

(\*\*) Según IREN-UACH 1978.

Del análisis del Cuadro 2 se concluye que las superficies totales de las series de suelo, se concentran mayoritariamente en las fases de suelo E y F, que representan en conjunto aproximadamente el 98,4% de la superficie total que cubren las 4 series en estudio. Similarmente, las superficies de plantaciones de Pino Radiata, también se localizan en las fases de suelo mencionadas, en las cuales se concentra aproximadamente el 98% de la superficie total de plantaciones de Pino Radiata del área. Este resultado, aunque fue previsible, es especialmente importante en la X Región por el efecto que pueden tener las precipitaciones en relación con el manejo y conservación de suelos, toda vez que las fases de suelo E y F, corresponden a terrenos con pendientes complejas de 15-30% a más de 30% y de fuertemente ondulados a escarpados.

*Índice de Sitio por Serie de Suelo*

El índice de sitio promedio de las plantaciones de pino radiata a la edad de 20 años, según Serie de Suelo, se expone en el Cuadro 3. La distribución de frecuencias de índices de sitio por Serie de Suelo se presentan en las Figuras 3 y 4.

CUADRO 3

INDICE DE SITIO PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE PINO RADIATA,  
SEGUN SERIE DE SUELO

Serie de Suelo (**)	Símbolo	Indice de Sitio (m)	Desviación Estándar (m)	CV	Base Muestral (m)
Hueicoya	HEY	23,4	4,0	17,1	19
Ulmos	ULM	27,1	2,8	10,3	60
Asoc. Tres Cruces(*)	ATC	27,3	2,6	9,5	44
Correltué	COR	28,7	2,4	8,4	59

(\*) Corresponde a una unidad cartográfica formada por tres Series de Suelo: Hueicoya, Correltué y La Pelada.

(\*\*) Según IREN-UACH (1978)

Como puede apreciarse en el Cuadro 3, el rango entre el mayor y menor valor de índice de sitio (Series Correltué y Hueicoya respectivamente) alcanza a 5,3 m.

La Serie Hueicoya es la que presenta la mayor variación en el valor del índice de sitio, con un coeficiente de variación de 17,1%. Las restantes Series de Suelo presentan una variabilidad similar, con un coeficiente de variación del índice de sitio comprendido entre 8,4 y 10,3%.

FIGURA 3

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE INDICES DE SITIO PARA LAS SERIES DE SUELO HUEICOYA Y CORRELTUE

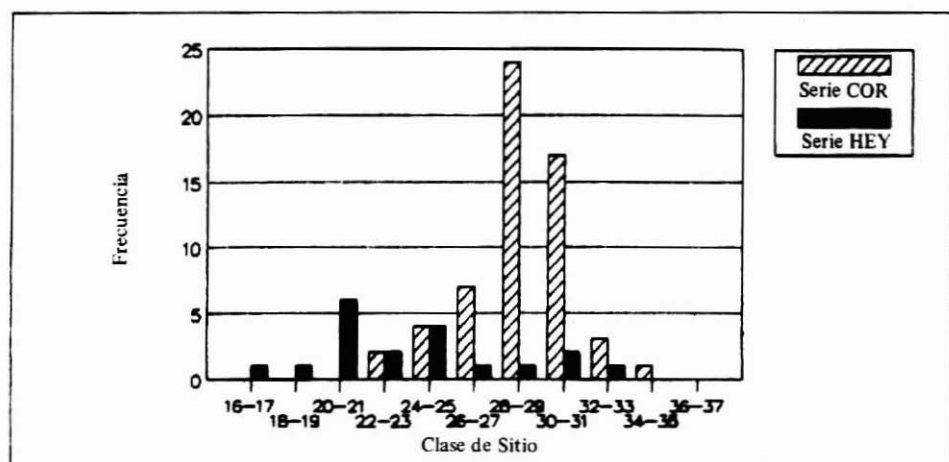
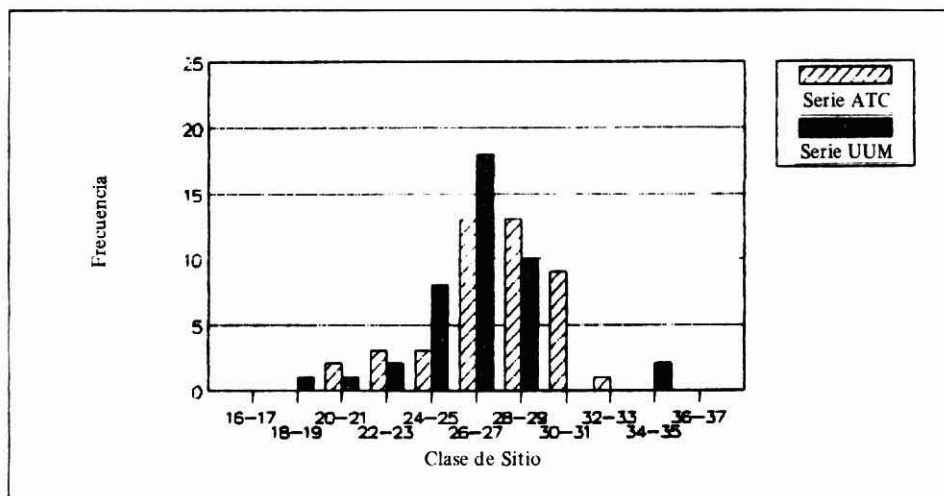




FIGURA 4

**DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE INDICES DE SITIO  
PARA LAS SERIES DE SUELO ASOCIACION TRES CRUCES Y LOS ULMOS**



Del análisis de las Figuras 3 y 4, se desprende que las distribuciones de frecuencia de índices de las series de Suelo Correltué, Ulmos y Asociación Tres Cruces presentan una acentuada normalidad y un fuerte traslape, lo que estaría indicando que pese a existir diferencias en el valor medio del índice de sitio, predominan en estas Series de Suelo condiciones de sitio relativamente similares.

La distribución de frecuencia de índice de sitio correspondiente a las Serie Hueicoya, a diferencia de las restantes, es prácticamente uniforme, con una Moda centrada en la clase de sitio 20-21 m.

Considerando los resultados obtenidos, el área de estudio se clasificó en tres Clases de Sitio:

- Sitio de Baja Calidad: Esta clase de sitio está representada por la Serie de Suelos Hueicoya.
- Sitios de Calidad Intermedia: Representados por las Series de Suelos Ulmos y Asociación Tres Cruces.
- Sitio de Buena Calidad: Representados por la Serie de Suelo Correltué.

#### **ANALISIS DE LAS FASES MODALES DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO**

Las características modales por fase, de las principales Series de Suelo consideradas en el estudio se exponen en el Cuadro 4.

CUADRO 4

## DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS MODALES DE LAS PRINCIPALES FASES DE SERIES DE SUELO E INDICE DE SITIO

Nombre Fase de Serie de suelo (*)	Textura Superficial (*)	Clase Profundidad (*)	Clase Drenaje (*)	Pendiente (%) (*)	Capac. de Uso (*)	Indice de Sitio (X) S N (**)		
Hueicoya - D	Franco arcilloso limosa	Moderadamente profundo a delgado	Imperfectamente drenado	4 - 15	VII d	20,1	1,56	8
Hueicoya - F	Franco arcilloso	Moderadamente profundo.	Excesivamente	+ 30	VII e	25,6	3,86	10
Los Ulmos - E	Franco arcillosa arenosa fina	Profundo	Bien a excesivamente drenado	15 - 30	VI e	25,1	2,79	7
Los Ulmos - F	Franco arcillosa arenosa fina	Moderadamente profundo.	Excesivamente drenado.	+ - 30	VII e	26,1	2,20	36
ATC - E (***) ATC - F (***)	Franco arcillosa Franco arcillosa limosa	Profundo Moderadamente profundo	Bien drenado Excesivamente drenado.	15 - 30 + - 30	VI e VII e	27,1 27,9	3,50 1,83	17 17
Correltué - F	Franco arcilloso	Profundo	Bien drenado	+ - 30	VII e	28,7	2,41	57

(\*) : Fuente: IREN-UACH 1978

(\*\*) : Fuente: INFOR 1986

(\*\*\*) : ATC: Asociación Tres Cruces

En general se aprecia para todas las fases E y F, tanto en clases de Capacidad de Uso VI y VII respectivamente, que el factor limitante es la erosión (e) con la excepción de la Serie Hueicoya (Fase D) en la cual la principal limitante está referida a un drenaje imperfecto.

También, se aprecia que existe una tendencia a que los índices de sitio de mayor magnitud se asocien con texturas superficiales franco arcillosa de tipo arenosa fina a limosa y suelos de moderada profundidad (fases tipo F) a profundos (fases tipo E). El tipo de drenaje en las fases de tipo F (exceptuando la serie Correltué) es "excesivo", en cambio en las fases de tipo E es "bien drenado".

La pendiente es aparentemente un factor relevante en sectores muy planos de drenaje insuficiente y en sectores de topografía muy accidentada. La fase D de la Serie Hueicoya es un claro ejemplo del efecto del drenaje imperfecto en el índice de sitio, el cual no supera los 20,1 m.

## ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EDAFICAS Y SU POSIBLE RELACION CON EL INDICE DE SITIO

El Cuadro 5 resume el conjunto de variables edáficas que presentaría una mayor relación con la variación de los índices de sitio registrados.

En general, es posible establecer que las tres calidades de Índice de Sitio señaladas en el punto "Índice de Sitio por Serie de Suelo" son concordantes con las variaciones que experimentan los suelos del área de estudio.

Los suelos de la Serie Correltué (Índice de Sitio 28,7 m) son los más profundos, los de la Serie Ulmos (IS = 27,7 m) moderadamente profundos y los de la Hueicoya (IS = 23,4 m) presentan grandes variaciones en espesor, predominando los moderadamente profundos, lo que indicaría a priori que una mayor profundidad de suelos podría estar asociado a un mayor índice de sitio; siendo este factor claramente limitante en la Serie de Suelos Hueicoya. Este factor fue comprobado también por VERA (1987) (citado por SCHLATTER y GERDING (1987)),

quien menciona además que los suelos de la Serie Hueicoya (derivados de micaesquistos) tienen en relación a los suelos derivados de cenizas volcánicas una menor fertilidad debido a una menor profundidad de arraigamiento, una proporción considerablemente menor de limo y mayor de arena gruesa, un horizonte A (mineral orgánico) más delgado y un pH más ácido. Tales características originan una menor capacidad de agua aprovechable e indican que las reservas y especialmente la disponibilidad de los elementos nutritivos son más limitados.

Otro aspecto que se deriva del análisis del Cuadro 5, es que las clases texturales presentes varían para las series desde moderadamente finas en superficie a finas en profundidad. Aunque aparentemente esta variable no guarda relación con los valores observados de índice de sitio, si podría tenerlas, siempre y cuando se dispusiera de antecedentes de granulometría textural para las diferentes fracciones granulométricas de los suelos del área. Al respecto cabe señalar que no fue posible contar con datos de esta naturaleza para el presente estudio.

### CUADRO 5

#### CARACTERISTICAS EDAFICAS RELEVANTES DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO MODALES DEL AREA DE ESTUDIO, PARA EL HORIZONTE SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL (\*)

Nombre Serie de Suelo	Profund. Total (cm)	Textura al Tacto	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Relac. CT/NT Hz. Sup.	pH (H, O)	C.I.C. (meg/100g)	(%) Saturación de bases	Fósforo Aprovech. (ppm)	Densidad Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	% Porosidad	I.S. (m)
Hueicoya	81	Fal/a	15.2/2.2	0.4/0.2	20.5	4.7/5.2	38/26	9.5/8.1	1.8/1.2	n.d.	n.d.	23.4
Los Ulmos	72	FaA/a	20.5/2.6	0.8/0.3	14.3	5.4/5.3	51/31	15.5/11.9	6.1/2.2	0.83	64	27.1
Correltué	120	Fa/a	15.6/3.2	0.7/0.3	12.2	5.4/5.5	54/38	10.2/8.9	6.7/5.6	0.69	69	28.7

n.d. = no determinada por el estudio citado.

(\*) FUENTE: IREN - UACH 1978.

Los niveles de materia orgánica disminuyen gradualmente en profundidad y presentan un tenor muy alto (Serie Los Ulmos) y alto (Hueicoya y Correltué) en los horizontes superficiales. No obstante, los contenidos de nitrógeno total en las series de suelo que presentan índice de sitio inferior son menores en relación a las series de calidad superior, lo que se traduce en una relación C/N de los primeros muy amplia y más estrecha en los últimos, por presentar éstos un alto tenor de nitrógeno.

Los valores de pH en solución acuosa, en los suelos de Hueicoya varían de muy fuertemente ácidos en el horizonte superficial a fuertemente ácidos en el horizonte subsuperficial. Las series de suelo Correltué y Ulmos muestran en tanto un pH constante en el perfil y un menor grado de acidez (fuertemente ácido) en los horizontes superficiales.

Los suelos presentan una alta capacidad de intercambio, especialmente en los horizontes superficiales de los suelos Correltué y Ulmos, lo que puede estar influenciado por la fracción arcillosa alofánica amorfa, rango de pH y altos contenidos porcentuales de materia orgánica. Estos suelos presentan además bajos porcentajes de bases cambiables reflejando un alto grado de lixiviación.

Dentro de los factores que inciden en fertilidad de los suelos volcánicos se encontraría la deficiencia de fósforo, la cual se debería a un proceso físico-químico conocido como "fijación", que se hace evidente cuando más del 70 al 80% del fósforo suministrado, desaparece de la solución de suelo no siendo disponible para las plantas (OPAZO, 1982 y GALINDO 1982).



La densidad aparente de los suelos volcánicos es baja en relación a otros suelos con *Pinus radiata* (HIDALGO, 1980); lo que se explica por el alto contenido de materia orgánica, prevalencia de minerales livianos y coloides inorgánicos, los cuales determinan una alta porosidad y capacidad de agua aprovechable, al ser considerada esta última como una variable significativa dentro de las variables hídricas.

Los factores de suelos indicados precedentemente deberían incluirse como variables de estudio básicas para explicar las variaciones que experimenta el índice de sitio de las plantaciones de *Pinus radiata* de esta región.

## CONCLUSIONES

### Superficies

Casi un 50% de la superficie del área efectiva de estudio, está cubierta por las Series de Suelo Hueicoya, Asociación Tres Cruces, Ulmos y Correltué; las cuales concentran el 76,2% (43.165,2 ha) de las plantaciones de pino radiata de la misma área.

Las superficies totales de las series de suelo, se concentran mayoritariamente en las fases de suelo E y F, que representan en conjunto aproximadamente el 98,4% de la superficie total que cubren las 4 series estudiadas. En estas fases también se localiza el 98% de las plantaciones de pino radiata del área. Este resultado, aunque previsible, es especialmente importante en la X Región por el efecto que pueden tener las precipitaciones en relación con el manejo y conservación de suelos, toda vez que las fases de suelo E y F, corresponden a terrenos con pendientes complejas de 15-30% a más de 30% y de fuertemente onduladas a escarpadas.

### Índice de Sitio por Serie de Suelo

- Al calcular el índice de sitio promedio por serie de suelo pudo constatarse que el rango entre el mayor y menor valor de índice de sitio (Series Correltué y Hueicoya respectivamente) alcanzó a 5,3 m.
- La Serie Hueicoya es la que presenta la mayor variación en el valor del Índice de Sitio, con un coeficiente de variación de 17,1%. Las restantes Series de Suelo presentan una variabilidad similar, con un coeficiente de variación del Índice de Sitio comprendido entre 8,4% y 10,3%.
- Las distribuciones de frecuencia de Índice de Sitio de las Series de Suelo Correltué, Ulmos y Asociación Tres Cruces presentan una acentuada normalidad y fuerte traslape, lo que estaría indicando que pese a existir diferencias en el valor medio del Índice de Sitio, predominan en estas Series de Suelo condiciones de sitio relativamente similares.
- En relación al Índice de Sitio, el área de estudio pudo clasificarse en tres calidades:
  - \* Sitios de baja calidad: representados por la Serie Hueicoya.
  - \* Sitios de calidad intermedia: representados por las Series de Suelo Ulmos y Asociación Tres Cruces.
  - \* Sitios de buena calidad: representados por la Serie de Suelo Correltué.

### Fases Modales de las Principales Series de Suelo

- Pudo apreciarse que en todas las fases E y F, tanto en Clases de Capacidad de Uso VI y VII respectivamente, que el factor limitante es la erosión (e) con la excepción de la Serie Hueicoya (Fase D) en la cual la principal limitante está referida a un drenaje imperfecto.

- La Pendiente es aparentemente un factor relevante para el índice de sitio en sectores muy planos de drenaje insuficiente y en sectores de topografía muy accidentada. La Fase D de la Serie Hueicoya es un claro ejemplo del efecto del drenaje imperfecto en el Índice de Sitio, el cual no supera los 20,1 m como promedio.

#### *Variables Edáficas y su Posible Relación con el Índice de Sitio*

- La profundidad efectiva del suelo se insinuó como una variable importante en la explicación del índice de sitio. En suelos profundos (Serie Correltué) el índice de sitio alcanzó como promedio 28,7 m en tanto que en los moderadamente profundos (Serie Ulmos) y en aquellos con grandes variaciones de espesor (Serie Hueicoya), el índice de sitio alcanzó a 27,7 m y 23,4 m respectivamente.
- No fue posible constatar una relación clara entre la textura y el índice de sitio, por no disponerse para las series en estudio de antecedentes de granulometría textural para las diferentes fracciones granulométricas.
- Los contenidos de nitrógeno total en las Series de Suelo que presentan índices de sitio inferior son menores en relación a las series de calidad superior.
- Los valores de pH en solución acuosa, en los suelos de la Serie Hueicoya (sitios de baja calidad) varían de muy fuertemente ácidos en el horizonte superficial a fuertemente ácidos en el horizonte subsuperficial. Las Series de Suelo Correltué y Ulmos (sitios de mejor calidad) muestran en tanto un pH constante en el perfil y un menor grado de acidez (fuertemente ácido) en los horizontes superficiales.

#### **RECONOCIMIENTOS**

La realización de la presente publicación se encuentra enmarcada en el proyecto nacional de estimación de la productividad de sitio para áreas potencialmente forestales con Pino Radiata, siendo este proyecto patrocinado y financiado por la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción y ejecutado por el Instituto Forestal.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen la participación de la Empresa Consultora de Ingeniería de Bosques y Mensura Ltda.; en especial el apoyo de los señores: Patricio González D., Sergio Cortés R., Juan Carlos Jerez T. y Carlos Bahamondez V.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1976. Estudio Factibilidad Proyecto Industrial SARAO. I Parte. Inventario Forestal. Sección A: Estudio de Geomorfología y Suelo.
2. CORPORACION NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1985. Antecedentes Técnicos para la Adopción de Acciones de Planificación Indicativa del Desarrollo Forestal entre la V y X Regiones. Preparado por la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de Silvicultura y Manejo. Informe de Avance N° 1. Santiago, Chile. 52 p.
3. GALINDO G. 1982. Propiedades Físicas, Químicas y Fisico-químicas de Suelos Volcánicos de Chile. En: Actas Primera Reunión de Especialistas en Suelos Volcánicos. Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p. 101-119.
4. HIDALGO D. 1980. Factores Edáficos Limitantes para el Desarrollo de *Pinus radiata* D. Don, en el Area de la Costa, Provincia de Cautín. Tesis Fac. Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 173 p.
5. INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES. 1964. Descripciones de Series de Suelo. Proyecto Aerofotogramétrico, Chile. O.E.A./B.I.D. Publicación N° 2, IREN, Santiago, Chile. 391 p.
6. -1978. Suelos, Provincia Valdivia. Publicación N° 22, IREN-CORFO y Universidad Austral de Chile. Santiago, Chile, 178 p.
7. INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES Y CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1974. Estudio Integrado de los Recursos Naturales Renovables. Provincia de Valdivia. Santiago, Chile. IREN-CORFO, Publicación N° 15. 195 p.
8. INSTITUTO FORESTAL. 1986. Inventario de las Plantaciones Forestales de la X Región. Santiago, Chile. CORFO, Gerencia de Desarrollo, Proyecto AF - 86/36, 192 p.
9. -1987 Análisis de Indices de Productividad de Sitio para Pino Radiata en la X Región. Santiago, Chile. CORFO-INFOR. Informe Final. 101 p.
10. OPAZO J. 1982. Evaluación de la Fertilidad de los Suelos Volcánicos Chilenos, Andepts. En: Actas Primera Reunión de Especialistas en Suelos Volcánicos. Fac. Cs. Agrarias Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile p: 151 - 165
11. SCHLATTER J. y GERDING, V. 1987. Relación entre Suelo y Crecimiento de *Pinus radiata* en la X Región. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Fac. de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Serie Técnica. 31 p.
12. VERA A. 1987. Relación entre los Factores de Sitio y el Índice de Sitio de *Pinus radiata* D. Don para la Zona de Valdivia. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 78 p. (en prensa).