

ARTICULOS

## **Método de clasificación de sitios para la producción forestal, ejemplo en Chile**

A method of site classification for forestry production: A Chilean example

C.D.O.: 181.2; 181.3; 114.4

JUAN E. SCHLATTER, VICTOR GERDING

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

### SUMMARY

This paper discusses a site classification system based on forest productivity in Chile. The system makes use of the following environmental factors, arranged in order of decreasing importance in forest productivity; macroclimate, local climate, soil physical properties, and finally, soil chemical-nutritive properties. Based on previous analyses, climatic factors are most important in determining forest productivity up to a scale of 1:500.000, with soil becoming the decisive factor at finer scales. Accordingly, Chile was divided into six well-differentiated macroclimatic regions, each one further divided into growth zones (based on climate), growth districts (climate), and growth areas (based on both climate and soil at a scale of 1:250.000). More detailed subdivisions are based on soil physical properties. The resulting classification system functions as a forest-planning tool, and provides information about the causal relationships of forest productivity. Its applications may also include the management of information related to soil nutrient surveys and soil management.

### RESUMEN

El trabajo presenta un sistema de clasificación de sitios con el fin de elaborar un ordenamiento de la tierra basado en la productividad forestal. El sistema se fundamenta en factores ambientales, ponderados según su grado de incidencia en la productividad, es decir, primeramente en el macroclima, luego en el clima local, el suelo en sus características y propiedades físicas y finalmente en sus características y propiedades químico-nutritivas. Los criterios utilizados se apoyan en la literatura correspondiente, las investigaciones propias en Chile y en la experiencia acumulada en trabajos de terreno.

De acuerdo a lo anterior el clima es el factor con principal ponderación en la definición de una clasificación territorial hasta una escala de 1:500.000. El suelo pasa paulatinamente a ser el factor decisivo a nivel más detallado. De acuerdo a ello Chile se subdivide en 6 regiones macroclimáticas bien diferenciadas. Cada una de ellas se subdivide (1:250.000) en zonas de crecimiento (clima), distritos de crecimiento (clima) y áreas de crecimiento (clima y suelo). Subdivisiones más detalladas deberán basarse principalmente en características y propiedades físicas de los suelos.

El sistema de ordenamiento de la tierra así logrado es una herramienta para la planificación forestal, que entrega información sobre las relaciones causales de la producción. Su aplicación también está prevista para la programación y el manejo de información en prospecciones nutritivas y estrategias de manejo del suelo.

### INTRODUCCION

La planificación del uso de la tierra para fines forestales requiere de un ordenamiento o un sistema de clasificación de la tierra, que se fundamente

en la productividad de ésta. Sin embargo, por la gran variabilidad y manejabilidad de la cubierta vegetal, es menos práctico actualmente ocupar los bosques residuales o plantados para este ordenamiento. Es más lógico fundamentar un sistema de

clasificación en las causas primarias de la productividad, es decir, el clima y el suelo, lo que por cierto tiene la ventaja de conocer el origen de su variabilidad.

En el mundo se han desarrollado distintos sistemas de clasificación de la tierra, adaptados a las diferentes condiciones geográficas locales. Europa Central, por su variado desarrollo cultural, es una región en que se elaboró un mayor número de sistemas. Pero gracias a las constantes reuniones de intercambio científico, con participación de personas e instituciones, ellos han podido aproximarse, en las últimas décadas, a los criterios de clasificación para desarrollar un sistema común.

Los fundamentos del sistema de clasificación indicado fueron presentados en Chile por Moll (1978). Posteriormente este sistema fue expuesto en Brasil (Moll y Schlatter, 1979) y dio paso a un trabajo experimental en un predio en Valdivia, Chile, a escala 1:50.000 (Schlatter e Hidalgo, 1982).

Los trabajos anteriormente citados, las investigaciones logradas sobre sitio y su productividad y las experiencias acumuladas a través de la asistencia técnica a empresas e instituciones forestales, permitieron perfeccionar un sistema, adaptado a las condiciones particulares en Chile (Schlatter, Gerding y Adriaola, 1994; Schlatter, Gerding y Huber, 1995). El requisito fue que este sistema se fundamentara en relaciones lógicas y fuera suficientemente flexible como para complementarse con otros sistemas de clasificación (por ejemplo taxonomía, capacidad de uso y uso actual del suelo), y además permitiera su mejoramiento a medida que se perfeccionara la base de datos. El presente trabajo sintetiza los fundamentos de este sistema de clasificación de la tierra, adaptado a Chile y desarrollado para Chile Central y Sur.

## FUNDAMENTOS METODOLOGICOS

El clima es, sin duda, el factor principal en la superficie terrestre, que determina el nivel o ritmo de producción anual (Larcher, 1973). También define qué especies vegetales pueden desarrollarse en determinado lugar (Holdridge, 1947, cit. por Hardy 1970; Schmithüsen, 1956; Hueck, 1978). En consecuencia, este es el factor principal en un sistema de clasificación que busque lograr una ordenación territorial. En la mayoría de los sistemas de clasificación en el mundo se ha recurrido

directamente a este factor como fundamento, o indirectamente a través del resultado que de él se obtuvo. Por tal motivo el clima es el factor que, para los primeros niveles de clasificación, ocupa principal ponderación.

Sin embargo, a mayor escala, el clima va disminuyendo su variabilidad, destacando en forma creciente el suelo como factor decisivo en el nivel de producción. El suelo representa un sistema complejo de características y propiedades físicas y químicas, factores que a su vez tienen diferente ponderación en el efecto sobre el crecimiento.

Laatsch (1967) ordenó en forma ponderada los factores ambientales para efectuar diagnósticos del estado de vigor de los árboles, que esquematizó de la siguiente forma:

a) macroclima, b) clima local, c) suelo: c.1. características y propiedades físicas, c.2. características y propiedades químico-nutritivas.

Los estudios que relacionan el crecimiento de árboles y los factores del medio han ido ratificando la anterior secuencia (Jackson y Gifford, 1974; Steinbrenner, 1979; Schlatter, Gerding y Bonnefoy, 1982; Hunter y Gibson, 1984; Caldentey, 1989; Gerding, 1991), como una secuencia lógica, constituyéndose así en un adecuado fundamento para un sistema de clasificación territorial.

## METODO DE CLASIFICACION DESARROLLADO

Schlatter e Hidalgo (1982) ocuparon los fundamentos de clasificación anteriormente indicados y procedieron en dividir al territorio chileno en seis regiones macroclimáticas, ordenadas latitudinalmente (figura 1).

La división presentada en figura 1 ocupa en primer lugar criterios netamente climáticos, en base a la clasificación hecha por Fuenzalida (1965), y además considera la actual división administrativa del país, para así lograr un ordenamiento territorial práctico. Las regiones macroclimáticas así distinguidas y sus características se presentan a continuación.

Los gráficos climáticos presentados no descansan en los sistemas conocidos para relacionar la precipitación y la temperatura, sino que consideran una relación temperatura: precipitación de 1:4, para definir el balance hídrico en un determinado mes. Esta forma representa una mejor aproximación de la realidad climática de Chile, especialmente de Chile Centro y Norte.

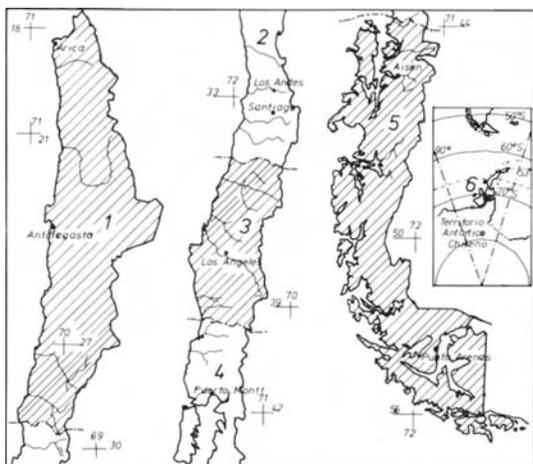


Figura 1. Regiones macroclimáticas distinguidas en Chile para un ordenamiento territorial con fines de planificación forestal. Basado en Fuenzalida (1965) y la actual división administrativa del país. 1: Norte, 2: Centro-Norte, 3: Centro, 4: Sur, 5: Austral, 6: Antártida. Macroclimatic regions in Chile used for a site classification that aids in forest planning. From Fuenzalida (1965) and the current administrative divisions of the country. 1: North, 2: North-central, 3: Central, 4: South, 5: Austral, 6: Antártida.

**Región macroclimática 1, NORTE** (figura 2). Región con insuficiente pluviometría durante todo el año, impidiendo la formación de una cubierta vegetal continua. Se extiende por las regiones administrativas I, II y III.

**Región macroclimática 2, CENTRO NORTE** (figura 3). Región con una baja pluviometría, concentrada en menos de 5 meses invernales y de cantidad insuficiente para permitir la formación de bosques cerrados. Se extiende por las regiones administrativas IV, V, VI y Metropolitana.

**Región macroclimática 3, CENTRO** (figura 4). Región que se distingue por un clima con suficiente pluviometría para permitir el desarrollo de una cubierta forestal continua, pero con un período estival seco, de 3 a 7 meses, el que afecta principalmente la productividad. Se extiende por las regiones administrativas VII, VIII y IX.

**Región macroclimática 4, SUR** (figura 5). Región con suficiente pluviometría durante todo el año, aun cuando la mayor parte se concentre en otoño-invierno. La cubierta forestal es continua y de alta productividad. La temperatura es gradualmente un factor limitante de importancia, que en la parte sur de la región es selectiva y afecta el crecimiento de los árboles.

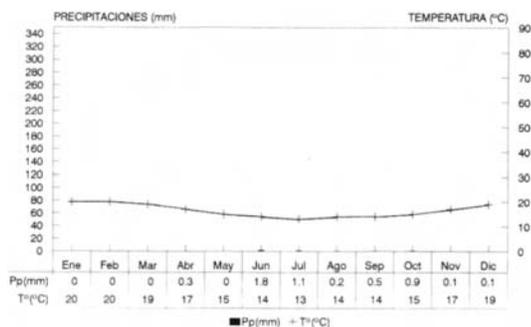


Figura 2. Características climáticas correspondientes a la ciudad de Antofagasta, 23° 39' S.

Climatic characteristics corresponding to the city of Antofagasta, 23° 39' S.

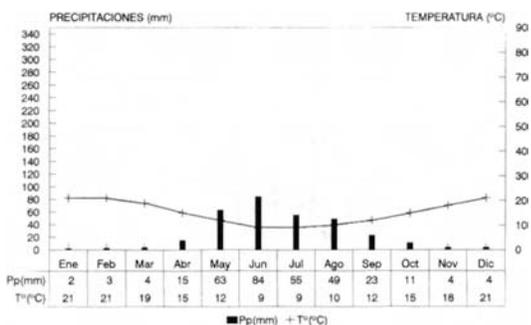


Figura 3. Características climáticas correspondientes a la ciudad de Los Andes, 32° 50' S.

Climatic characteristics corresponding to the city of Los Andes, 32° 50' S.

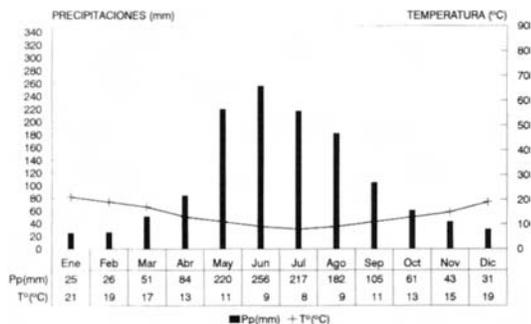


Figura 4. Características climáticas correspondientes a la ciudad de Los Angeles, 37° 28' S.

Climatic characteristics corresponding to the city of Los Angeles, 37° 28' S.

**Región macroclimática 5, AUSTRAL** (figuras 6 y 7). Región con suficiente pluviometría todo el año, bien distribuida, pero con condiciones de temperatura que impiden la presencia de muchas es-

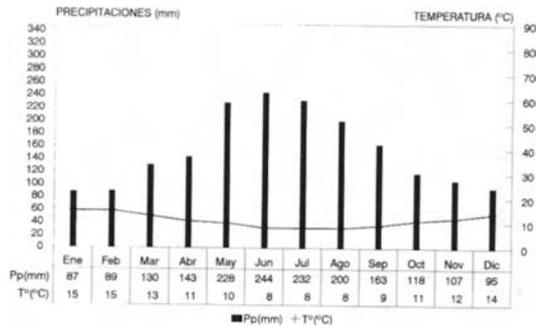


Figura 5. Características climáticas correspondientes a la ciudad de Puerto Montt, 41° 26' S.  
Climatic characteristics corresponding to the city of Puerto Montt, 41° 26' S.

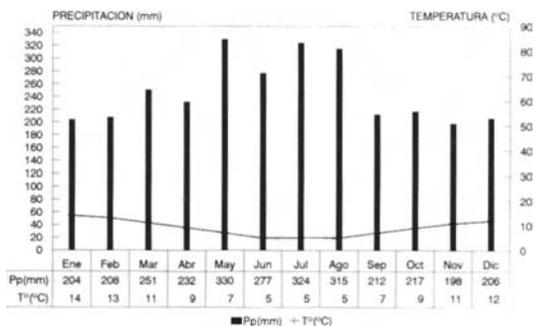


Figura 6. Características climáticas correspondientes a la ciudad de Pto. Aysén, 45° 24' S.  
Climatic characteristics corresponding to the city of Puerto Aysen, 45° 24' S.

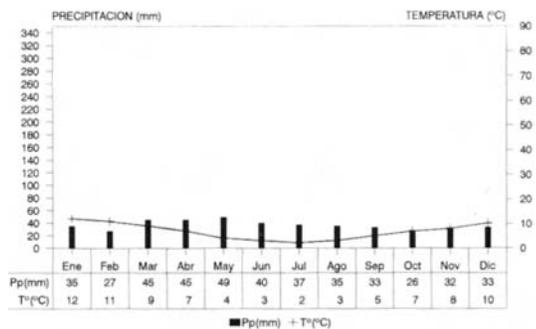


Figura 7. Características climáticas correspondientes a la ciudad de Pta. Arenas, 53° 10' S.  
Climatic characteristics corresponding to the city of Punta Arenas, 53° 10' S.

pecies forestales y que limita el nivel de productividad vegetal. En sectores de la estepa patagónica la cantidad pluviométrica es limitante.

Región macroclimática 6, ANTARTIDA (figura 1). Región que por su limitada temperatura y por

su cubierta casi permanente de nieve y/o hielo impide el desarrollo de vegetales superiores.

Lo anterior deja muy claras las diferencias climáticas de Chile en sentido latitudinal y explica la causalidad primaria con respecto al desarrollo vegetal. Los factores determinantes para definir las macrorregiones son, en consecuencia, la cantidad de agua de lluvia anual y su distribución y la temperatura anual y su fluctuación. Es decir, la combinación higrotérmica macroclimática es determinante para definir la posibilidad del desarrollo vegetal, el tipo de vegetación y su nivel de producción.

Sin embargo, en Chile también existe una alta variación climática en sentido transversal (longitudinal), que afecta al balance hídrico del sitio y su régimen de temperatura. Desde el litoral hacia la alta cordillera disminuye claramente la humedad relativa del aire, especialmente en el período más caluroso o estival. La cantidad pluviométrica fluctúa de acuerdo a la geomorfología y su efecto orográfico. Disminuye el período libre de heladas y aumenta el número de días con heladas y su intensidad. Estos cambios son relevantes para los vegetales en su presencia y desarrollo. La figura 8 ilustra la variación de los factores climáticos señalados y presenta la subdivisión territorial resultante en la región macroclimática Centro.

La subdivisión transversal constituye la primera división dentro de cada región macroclimática, procediéndose así al ordenamiento territorial dentro de cada una de éstas y definiendo las zonas de crecimiento (Schlatter, Gerding y Adriaola, 1994; Schlatter, Gerding y Huber, 1995). Las zonas de crecimiento representan una subdivisión que permite explicar lo siguiente: las causas climáticas de los cambios en composición botánica de los bosques, selección de especies forestales y/o diferencias de productividad.

Los límites geográficos de una zona con otra se fundamentan en los factores indicados en la figura 8 y en los cambios de la geomorfología, expresados a través de niveles elevacionales o unidades geomorfológicas mayores (valles de grandes ríos, serranías), con influencia en sus factores climáticos. El límite entre la zona 3 y 4 fue definido como el nivel elevacional aproximado a la centena más cercana que representa una temperatura anual promedio de 7.0°C

La segunda división en cada región macroclimática es en sentido latitudinal, pues los cambios climáticos son todavía de importancia en esa di-

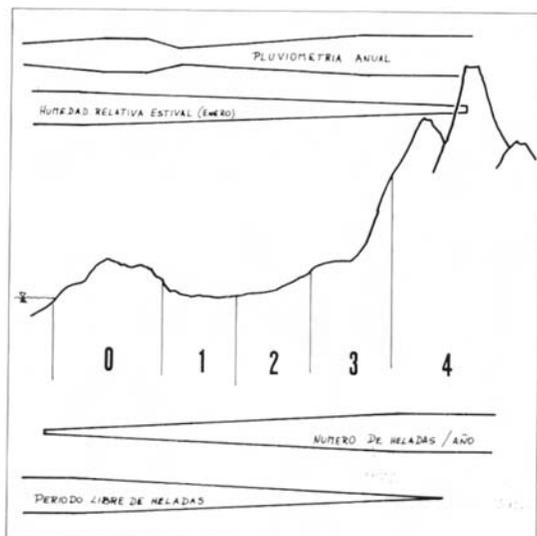


Figura 8. Variación climática en un corte geomorfológico transversal de Chile Central, base para la subdivisión territorial en zonas de crecimiento: 0: Vertiente occidental de la Cordillera de la Costa, 1: Secano interior, 2: Depresión Intermedia, 3: Precordillera andina, 4: Alta cordillera andina.

Climatic variation in the transverse geomorphological cross-section of central Chile, the base of territorial subdivisions in growth zones. 0: Western slope of the Coastal Range, 1: Dry Interior, 2: Intermediate Depression, 3: Andean Foothills, 4: High Andes.

rección. En efecto, existe una gradación pluviométrica y de temperatura caracterizada por el aumento de las lluvias y una disminución de la temperatura hacia el Sur, mejorando en esta dirección el balance hídrico para los vegetales. En la región macroclimática del Centro de Chile, tal cambio latitudinal se manifiesta además como un acortamiento del período seco. Los límites trazados fueron en base a distancias latitudinales similares entre distritos y adaptados a la configuración geomorfológica del paisaje, con influencia en las características climáticas locales. La figura 9 muestra el resultado de la aplicación práctica de los criterios señalados, para la región macroclimática 3 o Centro de Chile.

Se logra así completar una división territorial, en base a criterios climáticos, que permite a una escala 1.500.000-1:1.000.000 la planificación forestal regional en: definición de áreas de protección y de producción preferentes, selección de especies forestales a establecer y elaboración de diseños experimentales para ensayos, como por ejemplo ensayos de introducción de especies for-

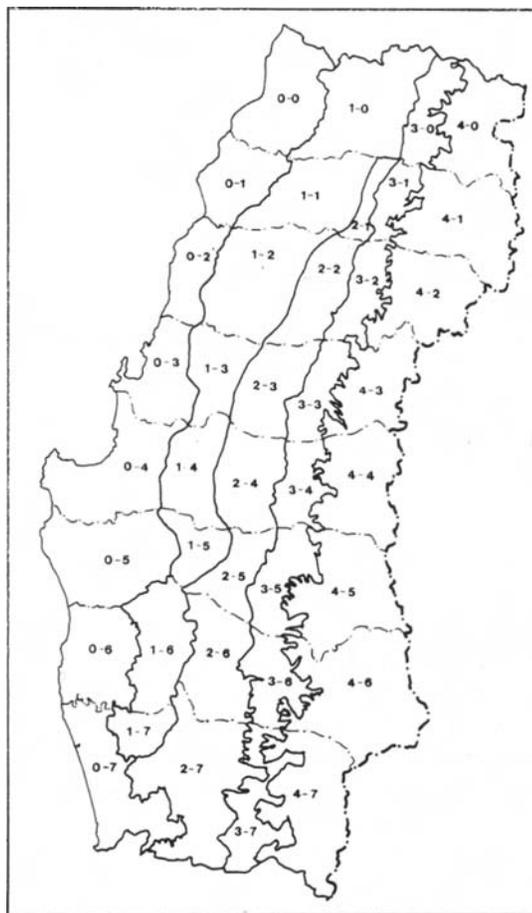


Figura 9. Zonas y distritos de crecimiento en la región macroclimática Centro.

Zones and growth districts in the central macroclimatic region.

restales o sus procedencias. Además, precisa los efectos climáticos en los cambios florísticos y productivos.

Las zonas de crecimiento se subdividen en consecuencia en *distritos de crecimiento* (segundo dígito), como se observa en la figura 9. Estas subdivisiones siguen estrictamente las variaciones climáticas que están dadas por los criterios anteriormente explicados.

El nivel de subdivisión, que sigue a los aquí presentados, está previsto para ser utilizado a una escala de 1:250.000 y considera tanto al suelo, como también al clima, como factores de igual ponderación en la producción forestal.

El clima presenta aún cambios importantes en el sentido altitudinal. A mayor elevación aumentan las precipitaciones y baja la temperatura. En base a las experiencias europeas y propias en el

país se ha definido como un cambio climático decisivo el que se produce cada 400 m de altitud. La temperatura disminuye en ese rango en alrededor de 2°C en el promedio anual y además aumentan sus fluctuaciones. En Chile se han medido aumentos en el nivel pluviométrico por cada 400 m de elevación, que son del orden de 500 mm anuales, en cambio prácticamente no varía la distribución pluviométrica para una misma latitud.

El cambio climático en altura modifica el balance hídrico y la intensidad de la lluvia y el viento. Aumenta en consecuencia la erosividad del medio y los suelos son entonces gradualmente más erosionados, de menor profundidad y de diferente evolución, característico para climas de menor temperatura y más húmedos, en desmedro de su fertilidad.

El suelo como factor de clasificación destaca en primer lugar por su material de origen y/o la constitución morfológica del perfil, expresado a través de la profundidad y el drenaje.

El material de origen del suelo es un criterio de clasificación válido en Chile por la juventud de su geomorfología. Un estudio de Gerding (1991), a través de un análisis de componentes, así lo demuestra, como se puede observar en figura 10. En ella se demuestra claramente que los suelos de Chile Central se diferencian en sus características agrupándose en: A: arenales y dunas, C: cenizas volcánicas holocénicas, R: rojo arcillosos o volcánicos más antiguos, G: derivados de rocas graníticas, M: derivados de rocas metamórficas antiguas, S: derivados de sedimentos marinos, los que por las características indicadas y otras, permiten identificar factores que favorecen y/o limitan la productividad.

Los suelos de origen volcánico holocénico, ocupan una extensión muy amplia en el Centro y Sur de Chile. Por tal motivo, para ellos se aplicaron criterios de clasificación adicionales: la profundidad promedio de la ceniza hasta la roca base, el tipo de roca subyacente y el drenaje.

El material de origen del suelo y la elevación como expresión climática son, en consecuencia, los criterios para subdividir los distritos de crecimiento en *áreas de crecimiento*. Este nuevo nivel de división territorial constituye una valiosa herramienta para la planificación forestal y es el fundamento para una subdivisión más detallada. A este nivel se posibilita definir: distinción territorial según el nivel de productividad esperado, selección de especies forestales y sus procedencias, defini-

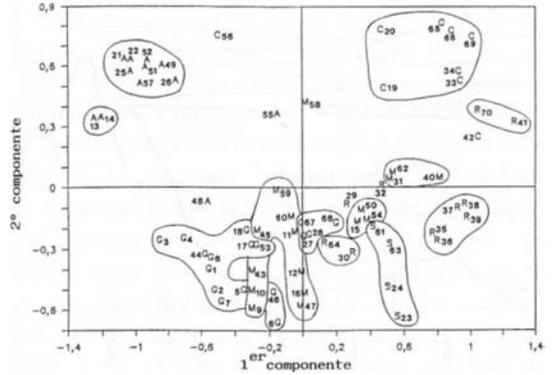


Figura 10. Diferenciación de los suelos de Chile Central (33°- 40°30'S), en base a su material de origen y características derivadas: densidad aparente (1° componente); magnesio intercambiable y contenido de arcilla del subsuelo (2° componente), según Gerding (1991). Differentiation of soils in central Chile (33°- 40°30'S) based on parent material and the derived characteristics of apparent density (first component) and interchangeable magnesium and clay content of subsoil (second component), according to Gerding (1991).

ción de objetivos de producción y esquemas silviculturales, así también esquemas de explotación maderera, decisiones de compra de terrenos y planes de inversión y diseño experimental para ensayos y prospecciones.

El conocimiento de las causas primarias que llevan a un determinado resultado en la producción forestal sustenta las decisiones indicadas y permite identificar el potencial cambio que se puede lograr en la productividad, al mejorar el suelo.

Una nueva subdivisión de las áreas de crecimiento en sitios debiera ponderar en primer lugar como variables a los siguientes factores, en regiones con déficit hídrico anual o estacional: profundidad arraigable, drenaje y capacidad de agua aprovechable del suelo. Estas últimas dos variables como producto de las características texturales y estructurales del suelo.

En regiones de alta caída pluviométrica y bien distribuida, vuelven a ponderarse en primer lugar la profundidad arraigable y el drenaje, pero destaca además el grado de desarrollo y el nivel nutritivo del horizonte A (Schlatter e Hidalgo, 1982; Contreras y Peters, 1982; Hunter y Gibson, 1984; Schlatter y Gerding, 1984; Gerding 1991, Schlatter, 1991).

## CONCLUSIONES

1. Los estudios sobre relaciones causales sitio-crecimiento demuestran que los factores con efecto en la producción vegetal presentan diferente ponderación. En consecuencia, como en el sector forestal los cultivos deben adaptarse a las condiciones naturales del medio, la secuencia lógica para una clasificación de la tierra está dada de la siguiente forma: a) macroclima, b) clima local, c) suelo: c.1. características y propiedades físicas, c.2. características y propiedades químico-nutritivas.
2. Chile fue subdividido macroclimáticamente en 6 regiones en sentido latitudinal, donde la pluviometría y su distribución anual como también la temperatura son decisivas para su definición.
3. Cada región macroclimática, por separado, es subdividida en zonas de crecimiento basado en la variación longitudinal del clima, que en Chile es muy influido por la geomorfología. Los factores de mayor ponderación aquí considerados son la cantidad pluviométrica, la humedad relativa estival, el período libre de heladas y el número de días con heladas y su intensidad.
4. Las zonas de crecimiento son subdivididas en distritos de crecimiento que se fundamentan en la variación latitudinal del clima, como un aumento paulatino de la pluviometría anual, una disminución del período seco y de la temperatura hacia el Sur.
5. Los distritos de crecimiento se subdividen en áreas de crecimiento en base al clima en su variación altitudinal y al suelo a través de su material de origen y su profundidad arraigable, principalmente.
6. Una subdivisión de las áreas de crecimiento en sitios debiera apoyarse principalmente en los factores profundidad arraigable del suelo, drenaje y capacidad de agua aprovechable, especialmente en regiones con déficit hídrico anual o estacional. En regiones con adecuada oferta de agua destaca el horizonte A, en su grado de desarrollo y nivel nutritivo, como factor decisivo para la producción, en reemplazo de la capacidad de agua aprovechable.
7. El clima es el factor de principal ponderación en la definición de una clasificación territorial hasta una escala de 1:500.000. El suelo pasa a ser el factor decisivo a nivel más detallado.
8. La clasificación considera principalmente fac-

tores del medio no manipulables por el manejo forestal y descarta aquellos que sí pueden ser modificados. Entre estos últimos factores se considera el tipo de cubierta vegetal.

## BIBLIOGRAFIA

- CALDENTEY, J. 1989. Beziehungen zwischen Klimaelementen und der Produktivität von *Pinus radiata* Plantagen in Chile. Diss., Ludwig-Maximilian Universität, München, 111 pp.
- CONTRERAS, C., R. PETERS. 1982. "Índices de sitios para pino oregón en la Provincia de Valdivia y sus relaciones con sitios para pino insigne". En: *Actas de la Reunión de Trabajo sobre Eval. de la Product. de Sitios Forest.* Univ. Austral de Chile, pp. 98-109.
- FUENZALIDA, H. 1965. Clima. En: *Geografía Económica de Chile*. Texto refundido. Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, Santiago, pp. 99-152.
- GERDING, V.S. 1991. *Pinus radiata*-Plantagen in Zentral Chile: Standortsfaktoren der Produktivität und Nährstoffverteilung in Beständen. Diss., Georg-August Universität, Göttingen, Alemania, 181 pp.
- HARDY, F. 1970. *Edafología tropical*. Ed. Herreros Hermanos, Sucesores, S.A., México, 416 pp.
- HUECK, K. 1978. *Los bosques de Sudamérica. Ecología, composición e importancia económica*. Soc. Alemana de Coop. Téc. Ltda. (GTZ), Alemania, 476 pp.
- HUNTER, I.R., A.R. GIBSON. 1984. "Predicting *Pinus radiata* site index from environmental variables", *N.Z.J. of For. Sci.* 14(1): 53-64.
- JACKSON, D.S., H.H. GIFFORD. 1974. "Environmental variables influencing the increment of radiata pine. (1) Periodic volume increment", *N.Z.J. of For. Sci.* 4(1): 3-26.
- LAATSCH, W. 1967. "Beziehungen zwischen Standortsfaktoren, Ernährungszustand und der Wauchsleistung von Waldbeständen". En: *Proceedings 14th Confr. Int. Union For. Res. Org. (IUFRO)*, München pp. 22-35.
- LARCHER, W. 1973. *Oekologie der Pflanzen*. Verlag. E. Ulmer, Stuttgart, Alemania, 320 pp.
- MOLL, W. 1978. Método para la clasificación de sitios. En: *Curso Corto de Postgrado sobre Reconocimiento de Suelos y Diagnóstico de la Fertilidad en Sitios Forestales*, Valdivia, Chile.
- MOLL, W., J.E. SCHLATTER. 1979. "Método de diferenciación de sitios con aplicación en la producción forestal". En: *Simposio IUFRO*. Curitiba, Paraná, Brasil, pp. 145-148.
- SCHLATTER, J.E., D. HIDALGO, 1982. "Métodos para diferenciar sitios en base a un ejemplo para la comuna de Corral, Valdivia, X Región". En: *Actas de la Reunión de Trabajo sobre Eval. de la Product. de Sitios Forest.*, Univ. Austral de Chile, Valdivia, pp. 1-15.
- SCHLATTER, J.E., V. GERDING, M. BONNEFFOY. 1982. "Factores del sitio de mayor incidencia en la productividad de *Pinus radiata* (D. Don)". En: *Actas de la Reunión de Trabajo sobre Eval. de la Product. de Sitios Forest.*, Univ. Austral de Chile, Valdivia, pp. 61-95.
- SCHLATTER, J.E., V. GERDING. 1984. "Important site factors for *Pinus radiata* growth in Chile". En: *Proceedings symposium on site productivity of fast growing plantations*. Pretoria and Pietermaritzburg. South Africa, pp. 541-549.
- SCHLATTER, J.E. 1991. "Fertilidad del suelo, concepto y su aplicación a la producción forestal". En: *Actas XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, San Carlos de Bariloche, Argentina, 19 pp.

- SCHLATTER, J.E., V. GERDING, J. ADRIAZOLA. 1994. *Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal, aplicada a las regiones VII, VIII y IX*. Serie Técnica, Fac. Cienc. Forestales, Univ. Austral de Chile, Valdivia, 114 pp.
- SCHLATTER, J.E., V. GERDING, H. HUBER. 1995. *Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicado a la X Región*. Serie Técnica, Fac. Ciencias Forestales, Univ. Austral de Chile, Valdivia, 110 pp.
- SCHMITHÜSEN, J. 1956. *Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation*. Bonner Geogr. Abh. 17.
- STEINBRENNER, E.C. 1979. "Forest soil productivity relationships". En: *Forest soils of the Douglas Fir region*. Washington State University, U.S.A. pp. 199-229.