

DINAMICA DE UN BOSQUE VIRGEN DE ARAUCARIA — LENGA (Chile)

C.D. Oxf.

182.25: 568

Harald Schmidt*

RESUMEN

En un bosque virgen de Araucaria-Lenga se analizó la estructura de bosquetes en distintas etapas de desarrollo. La caracterización del bosque se hizo principalmente a base de perfiles horizontales y verticales, distribuciones diamétricas, áreas basales y coberturas, para lo cual se diferenciaron en cada bosquete las generaciones de árboles presentes. Se interpretó la dinámica del ciclo de desarrollo natural a través del cambio de estructura de las parcelas, previamente ordenadas de acuerdo a la edad de los árboles. Se describen las fases que constituyen este ciclo, las cuales son:

- 1.—Fase de desmoronamiento y regeneración.
- 2.—Fase de crecimiento óptimo.
- 3.—Fase de envejecimiento.

Zusammenfassung:

In einem unberührten Araukarien-Lenga Urwald wurden verschiedene Strukturformen, die unterscheidbaren Entwicklungsstufen entsprechen untersucht. Die Bestandesbeschreibung wurde hauptsächlich mit horizontalen und vertikalen Profilstreifen, sowie mit den Durchmesserverteilungen, den Kreisflächen, und den Kronenprojektionsflächen gemacht. Diese wurden getrennt für die im Wald stoekenden Generationen betrachtet. Mit Hilfe der Strukturveränderungen zwischen den chronologisch geordneten Untersuchungspartellen, wird der Generationswechsel und der Phasenablauf mit folgenden Phasen beschrieben:

- 1.—Berfalls — und Verjüngungsphase.
- 2.—Optimalphase.
- 3.—Alterungsphase.

SUMMARY:

The structure of different stands in an old growth Araucaria-Lenga forest were analyzed with respect to the distinct development stages. The description of the stands was made mainly on the basis of their horizontal and vertical profiles, diametric frequency distributions, basal area and crown cover. These parameters were individually analyzed, for each generation within the stands.

The dynamics of the natural development cycle was measured through the observed change in structure of the samples taken in the stands, which in turn were previously ranked according to the ages of the trees. The stages that conform this cycle, a description of which is in this paper, are as follows:

- 1.—Break-down phase and regeneration.
- 2.—Optimal growth phase.
- 3.—Aging phase.

1— INTRODUCCION

La especie Araucaria (**Araucaria araucana** (Mol.) C. Koch), se presenta en la Cordillera de Los Andes (Chile) desde el límite de la vegetación arbórea (1.800 m.s.n.m.), creciendo prácticamente sobre la roca, para descender en asociación con Ñirre (**Nothofagus antarctica** (Forst.) Oerst.), Lenga (**Nothofagus pumilio**) (Poepp. et Endl.) Krasser), Roble (**Nothofagus oblicua** (Mirb.) Bl.), Coigüe (**Nothofagus dombeyi** (Mirb.) Bl.), y Raulí (**Nothofagus alpina** (Poepp. et Endl.) Oerst.), en los suelos más evolucionados, hasta aproximadamente los 900 m.s.n.m., entre los 37° 30' y los 39° 30' latitud sur (Schmithüsen, 1960).

La participación y la estabilidad de la especie en la estructura y dinámica de estos bosques, varía según la asociación vegetal, la ubicación en términos sucesionales y la fase de desarrollo del cambio generacional en que se encuentra el bosque.

La inestabilidad geológica —volcanismo y derrumbes— en el sector de la Cordillera en que crece la Araucaria, se traduce también en inestabilidad de las asociaciones vegetales, por lo que debe considerarse el estado sucesional al analizar y, especialmente, al comparar la

(*) Doctor, Ingeniero Forestal, Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago.
Colaboraron en el muestreo de terreno:
Pedro Burgos, Técnico Forestal.
Manuel Toral, Ingeniero Forestal.
Alvaro Urzúa, Ingeniero Forestal.
Este trabajo fue auspiciado por el Servicio de Desarrollo Científico y de Creación Artística de la Universidad de Chile.

estructura de los bosques para referirse a bosques similares y evitar confusiones.

En este sentido, la Araucaria participa tanto en bosques pioneros, intermedios, principales y finales, de acuerdo a las definiciones y características dadas por Weck (1975).

El análisis de la estructura de un bosque natural, como el de Araucaria, proporciona la información actual sobre la composición florística, la distribución de los árboles y los parámetros dasométricos, lo que permite la interpretación de los elementos dinámicos para hacer un pronóstico del funcionamiento natural y el desarrollo futuro, en base a los principios establecidos por Leibundgut (1959), aplicados con éxito en distintos bosques naturales y con metodología distintas (Brun 1969, Hillgarter 1971, Urzúa 1975).

El objetivo de este trabajo es describir el ciclo de funcionamiento natural del bosque de Araucaria interpretado a través del cambio de estructura en distintas situaciones de desarrollo.

Este trabajo, si bien contribuye principalmente a conocer como funciona el bosque en forma natural, apunta también a un objetivo aplicado como es deducir el funcionamiento y las variables de producción, algunos aspectos silvícolas y la potencialidad de estos bosques para que puedan ser útiles transformándolos en bosques manejados.

En las condiciones de sitio extremas —clima y suelo— que ocupa Araucaria, algunas especies de Coníferas introducidas no han prosperado y las latifoliadas nativas acompañantes, principalmente la Lenga, son poco cotizadas desde el punto de vista maderero. No se tiene entonces, si se explotan estos bosques, alternativa mejor que transformarlos en bosques manejados, manteniendo básicamente las características del ecosistema natural.

2.— CONSIDERACIONES GENERALES.

En un bosque natural los árboles crecen, se reproducen, envejecen y mueren, para dar lugar a la regeneración que sigue igual ciclo. Esta dinámica asegura la permanencia de las especies y la continuidad del bosque en forma natural.

La hipótesis de que la dinámica corresponde a un ciclo que se repite en forma similar, puede aplicarse como elemento de trabajo en bosques de composición florística relativamente estable. Estos corresponden a los tipos "principal" y "final" en la clasificación de Weck (1975). Se supone que los cambios evolutivos en composición y estructura con el correr de

las generaciones serán mínimos. Por el contrario, en bosques de tipo "pioneros" o "intermedios", el cambio generacional implica modificaciones rápidas, tendientes a dar en pocas generaciones la estructura de tipo final. En este caso el cambio de estructura no es de tipo cíclico y, por lo tanto, las características estructurales en las fases de desarrollo serán distintas de una generación a las que siguen.

El ciclo de desarrollo natural o cambio generacional, se caracteriza por distintas fases de desarrollo. Leibundgut (1959) define una fase como "una etapa en el desarrollo del bosque en una asociación forestal determinada que es claramente diferenciable por su estructura". La figura N° 1 de Hillgarter (1971) explica las formas y la secuencia de las fases.

Las fases por las que pasa un bosque a través del tiempo se encuentran en un momento dado como un mosaico de situaciones distintas, en forma de bosquetes contiguos en condiciones de sitio uniformes en los bosques naturales. Se puede analizar entonces el ciclo de desarrollo a través del cambio de estructura de estas distintas situaciones, ordenándolas y asumiendo que las características de estructura de un bosque, con el paso del tiempo, serán similares a las de bosquetes de la edad correspondiente.

La superficie de los bosquetes que corresponden a una fase es variable y puede abarcar desde el área de influencia de un sólo árbol adulto (desarrollo del ciclo según el lado derecho en la figura N° 1), hasta superficies mayores, que corresponden a agrupaciones de árboles de edad y desarrollo similar (lado izquierdo en la figura N° 1). Las superficies totales que ocupan las distintas fases están en proporción a la duración de las fases en el ciclo total del bosque.

3.- BOSQUE DEL ESTUDIO Y MUESTREO

Para este estudio se ha elegido un bosque en el valle de Quilquén (38° 40' Lat. S., 71° 17' Long. O.), en una comunidad de Araucaria-Lenga, considerada como la más característica y frecuente en el área de distribución de la Araucaria.

El bosque de Quilquén es virgen, sin explotación maderera y con escasa intervención en la forma de pastoreo. El bosque está ubicado aproximadamente a 35 Km. al sur-este de Lonquimay en la provincia de Malleco y a 1370 m.s.n.m.

En un sector de aproximadamente 4 hectáreas se diferenciaron bosquetes de estructura homogénea, correspondientes a diferentes eta-

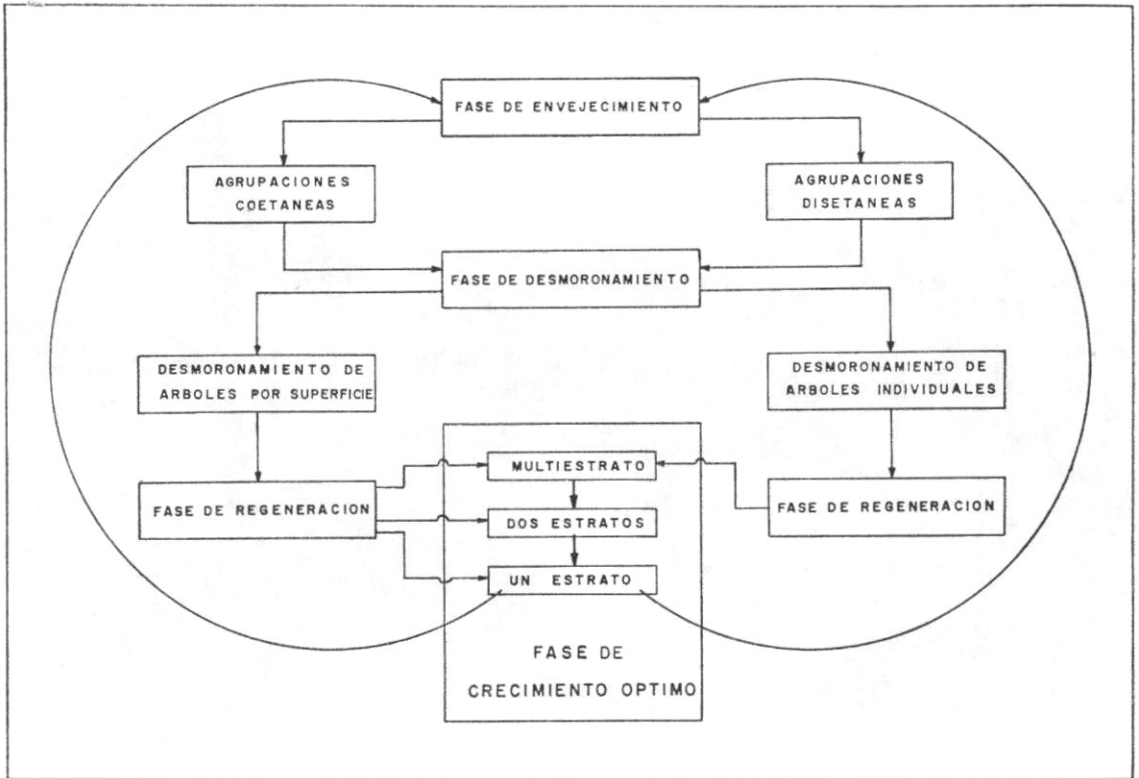


Fig. N° 1.—Desarrollo de las fases durante el ciclo de funcionamiento natural. (Fuente: Hillgarter, 1971).

pas en el desarrollo del bosque. Se hizo la caracterización de estos bosquetes en parcelas de 20 x 30 m, a través de las estructuras horizontales y verticales; y las variables diámetro (DAP), altura, altura de la copa y diámetro de la copa de todos los árboles. Además se muestreó el sotobosque y la regeneración en las parcelas.

La edad de los árboles se estableció a través de la función diámetro - número de anillos, para lo cual se utilizaron trozas en una explotación cercana.

La determinación del volumen aserrable del bosque se hizo con la tabla de volumen elaborada por el Instituto Forestal en el mismo bosque de Quilquén. (Instituto Forestal, 1969).

Para el análisis de las parcelas y la dinámica del bosque se diferenciaron en los perfiles los árboles pertenecientes tanto a estratos como a generaciones distintas. La clasificación de la parcela en la fase correspondiente se hizo en función de las características de los árboles en cada estrato presente y los valores de producción respectivos. En el análisis se consideró básicamente el comportamiento de la Araucaria. La presencia de la Lenga en este

bosque es de 19% del total del área basal y los valores se mantienen más o menos constante a través de las distintas fases.

A continuación se hizo el ordenamiento cronológico de las parcelas, para interpretar el ciclo de desarrollo y las características de las fases.

3.—RESULTADOS

3.1.—Distribución diamétrica.

El bosque de Araucaria es de tipo multietáneo y en él se pueden diferenciar bosquetes de superficie variable, que corresponden a agrupaciones de árboles de edades y desarrollo similar. En la figura N° 3 se representan las distribuciones de los árboles por clases diamétricas tanto para las cuatro parcelas de estructura distintas (A, B, C, D) como para el total de la superficie muestreada (E).

La distribución en cada una de las parcelas muestra dos poblaciones, lo que es más evidente si además se considera la estratificación tal como puede observarse en los perfiles verticales correspondientes en la figura N° 4.



FIGURA N° 2.— Bosquete de Araucaria - Lengua en fase de desmoronamiento con regeneración.

En cuanto a la evolución del número de individuos por clase diamétrica, se observa en las figuras N° 3 A a 3 D el establecimiento de la regeneración y luego la disminución normal, producto del crecimiento y competencia en los árboles de la regeneración y la

eliminación por vejez de los árboles dominantes en el estrato superior, lo que da lugar a la regeneración. Esta regeneración se establece con carácter de multietánea y multiestrato (Fig. N° 3 B), bajo un estrato superior en desmoronamiento. La población adopta poste-

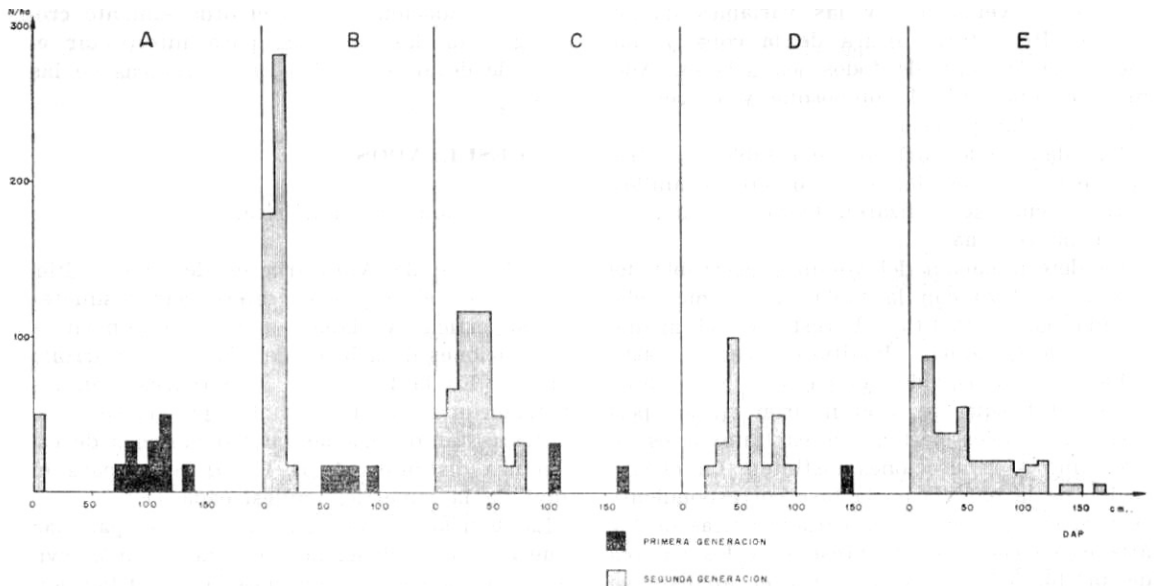


Figura 3.— Distribución diamétrica en las parcelas y en total de la superficie muestreada.

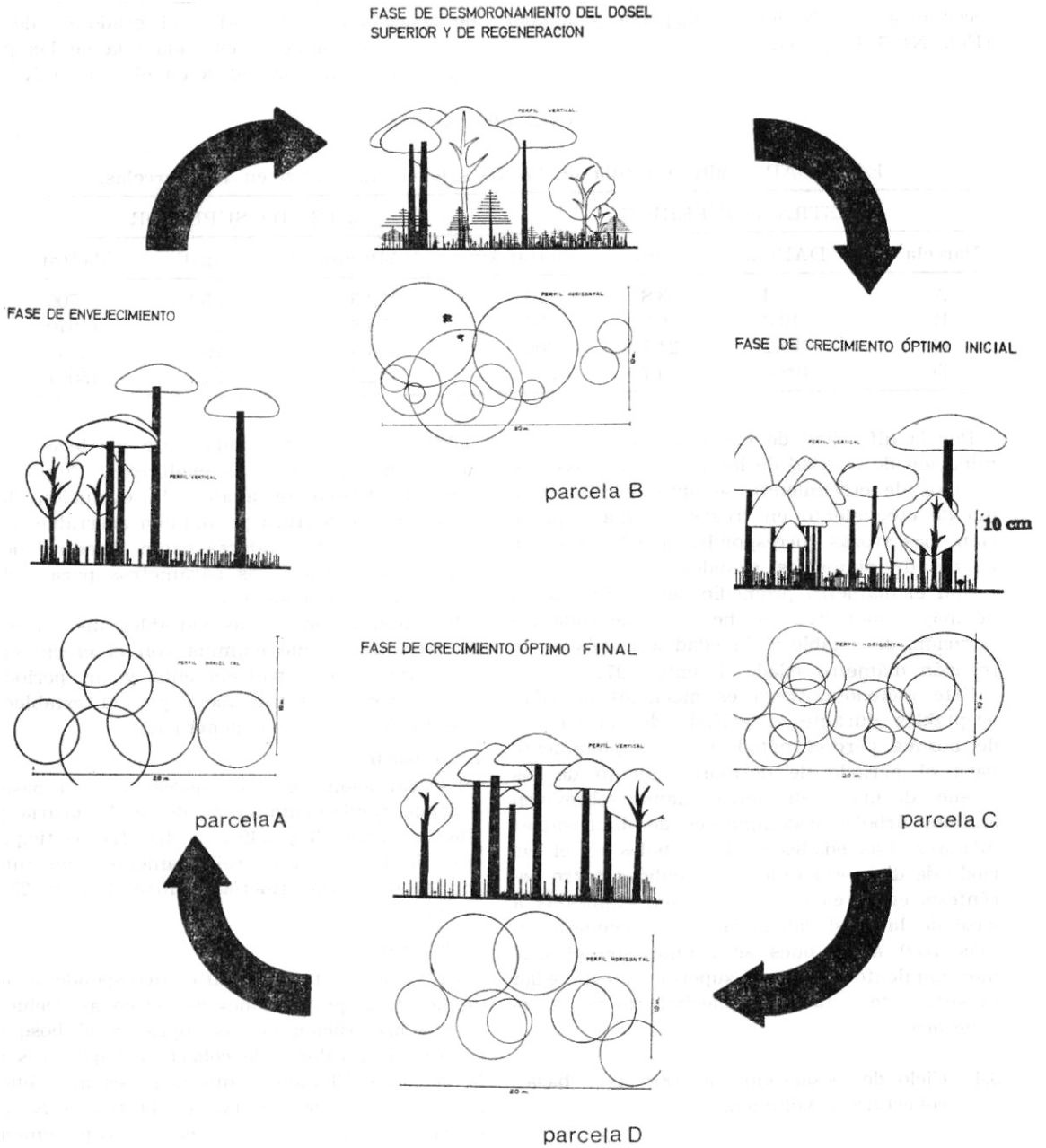


Figura N° 4— Ciclo de desarrollo natural del bosque con las especies Araucaria y Lenga, con las fases que lo componen. Las líneas verticales en el estrato inferior indican la densidad de coligue (*chusquea coleu* Desv.).

riormente una estructura coetánea (Fig. N° 3 C), cuando la regeneración crece ocupando plenamente el sitio y su densidad impide el surgimiento de nuevas plántulas. Al quedar los árboles en un sólo estrato superior y envejecer esta distribución se dispersa y aplanada (Fig. N° 3 D y A).

3.2.— Edad.

Los estratos en los perfiles corresponden a generaciones distintas en el bosque. En las Figs. N° 3 y 4 las parcelas están ordenadas de acuerdo con la edad y el grado de desarrollo correspondiente en cada una de las generaciones como se indica en el cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

Edad, DAP y altura media de los 50 árboles más altos en las parcelas.

Parcela	ESTRATO INFERIOR			ESTRATO SUPERIOR		
	DAP(cm)	h(m)	Edad(años)	DAP(cm)	h(m)	Edad(años)
A	7.3	3.8	15	122.5	35.1	700
B	19.3	10.7	70	76.8	24	(1070
C	69.2	24.7	300	123.5	29	(1300)
D	108.0	29.7	500	142.2	37	(1500)

Por la dificultad de hacer una buena determinación de la edad de los árboles a través de tarugos de crecimiento, se optó por un estudio de crecimiento en trozas de una explotación. Las trozas corresponden a árboles dominantes de diámetros grandes.

Con el diámetro promedio de los 50 árboles de mayor diámetro por hectárea, de cada generación, se estableció la edad a través de la relación diámetro-edad. (Puente, 1977).

Este método entrega estimaciones de edad aceptables durante el período de incremento del bosque, pero el método falla completamente para el período de desmoronamiento de los árboles de mayor diámetro, cuando sobreviven algunos árboles codominantes de dimensiones menores. Las edades de los árboles en el período de desmoronamiento se indican entre paréntesis en el cuadro N° 1 y son supuestas a base de la edad calculada de la regeneración más 1000 años, pues se asume que el desmoronamiento del dosel superior a esta edad es suficiente para el establecimiento de la regeneración.

3.4.— Ciclo de Desarrollo Natural: Area basal, cobertura y volumen.

El ordenamiento cronológico de las parcelas corresponde también al ordenamiento lógico de acuerdo con la evolución de los parámetros del árbol y de la población. Asumiendo que hay continuidad y que las parcelas se diferencian sólo debido a la edad, con el transcurso del tiempo la estructura del bosque A será sucesivamente similar a las estructuras en B, C, D y nuevamente A, etc. Este

ciclo se repetirá indefinidamente con leves modificaciones por efectos evolutivos. Con este supuesto básico se analizó la evolución del área basal, cobertura y volumen aserrable. En las figuras, estos valores están diferenciados por generaciones y los parámetros para cada una de éstas son idénticos.

Se observa para estas variables un período de crecimiento que culmina con el crecimiento óptimo o el envejecimiento y un período de destrucción acompañado por el establecimiento de una nueva generación.

Area basal:

La variación de los valores de área basal depende fundamentalmente de la Araucaria y fluctúa entre 33 y 149.4 m²/há. La participación de la Lengua es relativamente constante con valores que fluctúan entre 17.1 y 27.8 m²/há.

Cobertura:

El valor de la cobertura corresponde a la suma de las proyecciones de las copas. Debido a la sobreposición de las copas en el bosque se producen valores de cobertura superiores a la hectárea. El método quizás no es muy bueno, pero como se observa en la figura N° 5, expresa claramente la relación y complementación con ciclos opuestos de Lengua y Araucaria y se aprecia como la disminución de la cobertura durante el desmoronamiento del estrato superior, permite el surgimiento de la regeneración.

Si bien hay presencia de plántulas en todas las fases del ciclo, éstas no pueden prosperar hasta no encontrar las condiciones de energía necesarias, lo que ocurre cuando se produce la

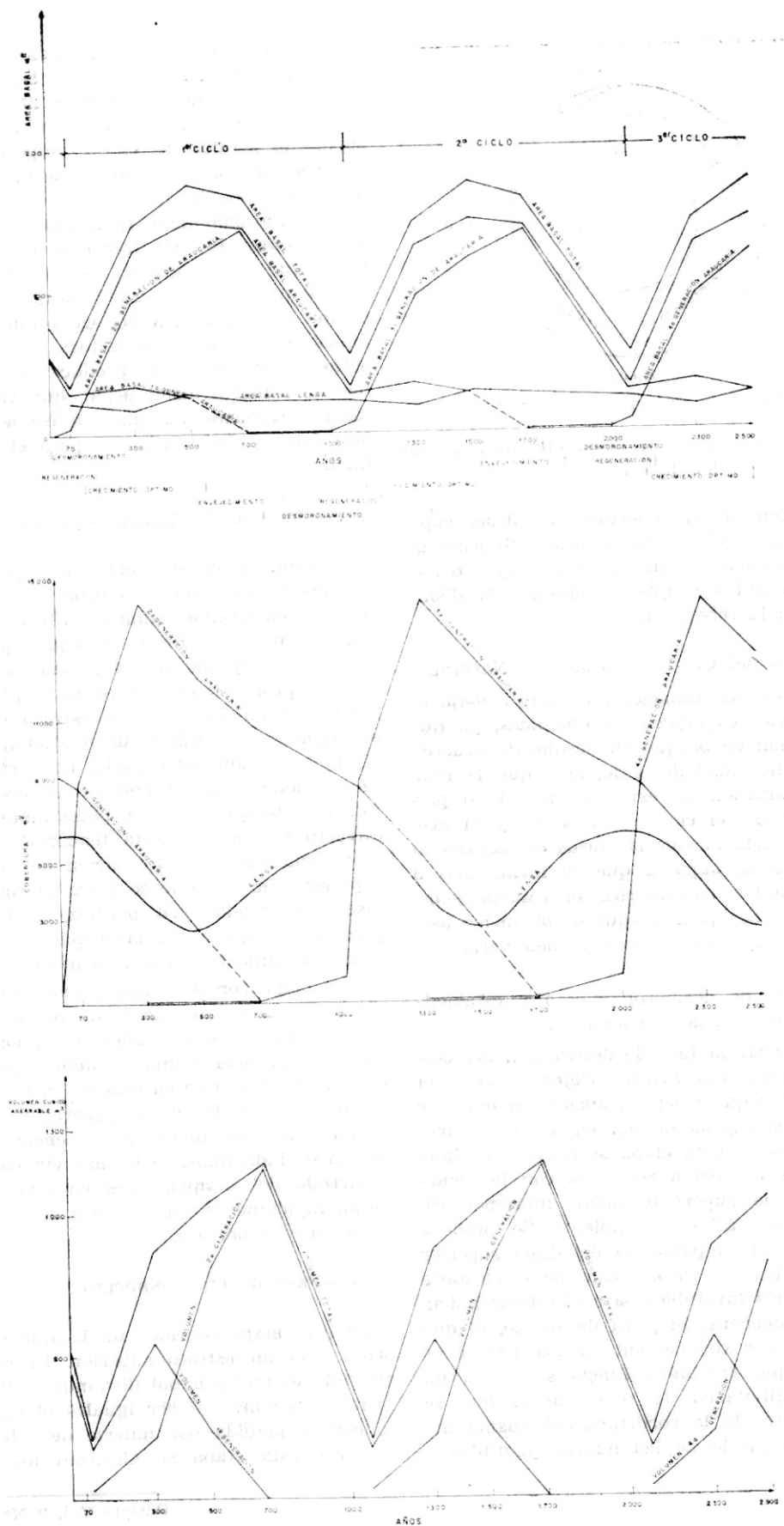


FIGURA N° 5.- Evolución del área basal de la cobertura de copas y del volumen aserrable por hectárea.

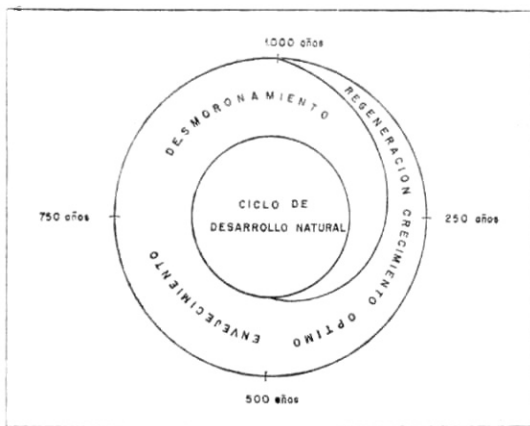


Figura N° 6.—Ciclo de desarrollo natural con las fases.

disminución de la cobertura del dosel superior. También el tiempo de establecimiento de la regeneración es función de la mayor o menor velocidad con que se produce la disminución de la cobertura.

3.5.— Fases del Ciclo de Desarrollo Natural.

Es importante considerar en este trabajo no sólo los valores específicos obtenidos, ya que éstos varían de bosque en bosque de acuerdo a la potencialidad del sitio, sino que la relación y variación de estos valores. Esto permite describir el ciclo (Fig. N° 6) y la evolución en cada una de las fases del desarrollo natural. Es de suponer que en forma más o menos similar transcurrirá el cambio generacional en cualquier bosque de la misma asociación, aunque los valores pueden variar según el sitio.

3.5.1.— Fase de desmoronamiento y establecimiento de la regeneración.

Al comenzar la fase de destrucción del bosque solamente hay árboles viejos en el dosel superior, los que alcanzan edades en que por razones fisiológicas decaen en vigor y finalmente mueren. Esta etapa se inicia aproximadamente a los 700 a 800 años con la disminución de la superficie foliar, muriendo ramas y luego árboles completos. Se produce así una abertura paulatina del dosel superior y la luz llega al piso, creándose condiciones cada vez más favorables para el establecimiento de la regeneración y su desarrollo, el que se estima aproximadamente a los 1000 años en el bosque analizado. Luego se forma un estrato multietáneo de regeneración que se completa cuando la cobertura del mismo impide el desarrollo de las nuevas plántulas.

Esta fase finaliza aproximadamente a los 1200 años del dosel superior, con un estrato de regeneración de un rango de 100 a 200 años. Cuando el incremento de esta regeneración supera la pérdida del estrato superior en destrucción, se marca el paso a la fase siguiente de crecimiento óptimo.

El desmoronamiento es la fase más larga y por lo tanto, la más frecuente en el bosque. Es la que da el carácter de sobremadurez al bosque nativo en general y dura aproximadamente del 1/2 a 2/3 del ciclo total. En términos de área basal, cobertura del estrato superior y volumen, se produce durante esta fase una fuerte disminución, que va de valores generalmente máximos al comienzo de la fase, hasta valores mínimos para el bosque al final.

3.5.2.— Fase de crecimiento óptimo.

Al comienzo de esta etapa aún permanecen algunos árboles sobremaduros en el estrato superior en desmoronamiento. Sin embargo, la densidad de este estrato es baja y permite el crecimiento óptimo de la regeneración e incluso le proporciona protección. Se produce un fuerte crecimiento en este estrato que tiene al comienzo un carácter de multietáneo y una buena ocupación del espacio. Los árboles crecen, penetran en los doses medios y superior y el bosque adquiere paulatinamente una estructura coetánea. Esta tendencia lleva durante esta fase a la formación de un estrato superior único, lo que se logra al finalizar la fase y se traduce en pérdida de individuos y espacio ocupado por las copas, coincidiendo con la disminución del incremento medio anual.

Esta etapa comienza aproximadamente a los 100 a 200 años del estrato de regeneración y perdura hasta los 500 años, edad en la que tenemos claramente una estructura de un solo estrato. A pesar que en esta etapa se eliminan los últimos árboles de la generación anterior y que hay una fuerte competencia y eliminación de individuos, es la más vigorosa en el desarrollo del bosque, pues en ella se recuperan rápidamente valores altos de área basal, volumen y cobertura.

3.5.3.— Fase de envejecimiento.

En esta etapa tenemos un bosque que presenta sólo un estrato superior. El ritmo de crecimiento medio anual disminuye para finalmente estagnarse al ser iguales el crecimiento con la pérdida por muerte de árboles. Al finalizar esta etapa se alcanzan los valores

máximos en área basal y volumen del bosque de Araucaria.

Esta etapa del bosque comienza aproximadamente a los 500 años y dura hasta los 800 años. Su término y el comienzo de la fase de desmoronamiento que sigue, se produce con la disminución de las existencias en área basal y volumen, cuando la pérdida por muerte de los árboles supera el crecimiento de los restantes.

3.6.— Aspectos silviculturales.

Algunos aspectos de interés para el manejo se pueden deducir de la estructura de los bosques naturales, de su funcionamiento y de sus características de producción. 1.— Lo más indicado es conservar la composición y estructura de los bosques de Araucaria-Lenga. 2.— Tanto desde el punto de vista ecológico como de producción, puede favorecerse la Araucaria en aquellos sectores donde tiene baja densidad. Dadas las características de crecimiento, tolerancia y estructuras naturales existentes, es posible manejar estos bosques tanto en forma de poblaciones coetáneas como multietáneas.

Parece aconsejable optar por una estructura de tipo multietánea, conservando la distribución natural de los bosques, por los factores de riesgo existentes debido a las condiciones extremas en que habita la Araucaria y por factores de producción, ya que la Araucaria requiere por lo menos 400 años para alcanzar diámetros explotables y el potencial productivo de estos bosques radica fundamentalmente en la mantención de áreas basales muy altas que normalmente superan los 100 m² por hectárea.

En este sentido, las normas que aplica CONAF permitiendo la explotación sobre un determinado diámetro límite, es un paso importante hacia la conservación del bosque y su estructura, lo que debe complementarse con normas cuantificables que permitan intervenir en todas las clases diamétricas para optimizar la producción del bosque.

La transformación y el manejo del bosque natural de Araucaria puede basarse en las características del ciclo natural, a través de la explotación e intervenciones silviculturales que pueden eliminar o acelerar algunas etapas en las distintas fases del desarrollo.

La rotación dependerá de las dimensiones del producto a extraer y de las características de crecimiento del bosque. Se puede reducir la rotación a aproximadamente 400 a 500 años, que corresponde al final del crecimiento óptimo y será mayor sí se quiere diámetros mayores. La reducción de la rotación se logra cortando en forma sucesiva los árboles mayores cuando hay regeneración establecida, y en las fases de envejecimiento y destrucción sin regeneración, se provoca ésta bajando la cobertura a, los niveles que indica la figura N° 5. La intensidad y periodicidad de estas cortas debe experimentarse a fin de optimizar la producción y de definir el tiempo que puede mantenerse las dos generaciones en forma simultánea.

En la regeneración y en la fase de crecimiento óptimo se puede optimizar la producción con cortas sucesivas, que aceleren el desarrollo de los árboles a dejar y eviten pérdidas de volumen por muerte, debido a la competencia.

REFERENCIAS

- 1.— BRUN, R. 1969. Strukturstudien im gemässigten Regenwald Südchiles als Grundlage für Zustandserhebungen und Forstbetriebsplanung. Diss. Univ. Freiburg.
- 2.— BRUNIG, E. F. 1971. Forstliche Produktionslehre. Verlag H. Lang, P. Lang Frankfurt.
- 3.— HILLGARTER, F. W. 1971. Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatle/Brigels. Diss. Nr. 4619. Univ. Zürich.
- 4.— INSTITUTO FORESTAL. 1969. Tabla de volumen por troza para araucaria (*Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch). Nota Técnica N° 13. Instituto Forestal.
- 5.— LEIBUNDGUT, H. 1970. Der Wald eine Lebensgemeinschaft. Frauenfeld, Schweiz. Verlag Huber.
- 6.— MAYER, H. 1966. Vergleichende Strukturuntersuchungen in natürlichen Fagion-Gesellschaften. *Angewandte Pflanzensoziologie* 18, 19: 65-75.
- 7.— NEGER, E. W. 1897. Die Araukarienwälder in Chile und Argentinien. *Forstlich-Naturwissenschaftliche Zeitschrift* 11: 416-426.
- 8.— PUENTE, M. 1977. Utilización de un bosque del tipo Araucaria con criterios de permanencia (manuscrito).
- 9.— SCHMITHÜSEN, J. 1960. Die Nadelhölzer in den Waldgesellschaften der südlichen Anden. *Vegetatio* IX: 313-327.
- 10.— URZUA, A. 1975. Cambio de estructura en el bosque de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. Tesis. Fac. Cs. Forestales. Univ. de Chile.
- 11.— WECK, J. 1975. Waldgefügetypen *Allgemeine Forstzeitschrift* 17: 355-356.