

COMPOSICION Y DINAMICA REGENERATIVA DE UN BOSQUE VIRGEN MIXTO DE RAULI Y COIGÜE

C.D. Oxf.: (231.1)

P. Burschel N. (*); C. Gallegos G. (**); O. Martínez M. (***)
W. Moll (****)

RESUMEN

En un bosque virgen compuesto por las especies coigüe, raulí, mañío y tepa, se instaló una parcela experimental para estudiar su composición, estructura y dinámica reproductiva. La parcela quedó ubicada a una altura de 1.100 m s.n.m., en la cordillera de los Andes en el extremo oriente de la provincia de Valdivia (Chile). El período de observaciones fue de 4 años (1968 - 1971).

Climáticamente la zona se caracteriza por una alta precipitación de aproximadamente 4.000 - 5.000 mm por año. La mediterraneidad del clima se manifiesta por la mayor concentración de las lluvias en invierno. No hay informaciones con respecto a la temperatura; puede decirse sin embargo, que en verano hay un período prolongado de buen tiempo con alta intensidad de luz. Durante algunos inviernos parte de la precipitación cae como nieve, cubriendo la parcela experimental por varios meses; en otros, en cambio, esta precipitación ha sido muy escasa.

El suelo es muy profundo y formado por dos capas de ceniza volcánica superpuestas. La textura es de grano simple; en el horizonte superficial se encuentra un alto contenido de humus. Los valores de pH son bajos en este horizonte (4,3), pero aumentan hacia profundidades alcanzando un pH 6. La relación entre C/N es favorable al igual que la disponibilidad de Ca y Mg, solamente en aquellos micrositios del rodal, donde se haya eliminado la capa de hojarasca, descubriendo el suelo mineral y donde aberturas en el dorsal permiten el acceso de suficiente luz.

A partir de estos resultados se ha formulado

una hipótesis para desarrollar un probable mecanismo, que posibilitó la regeneración de este tipo de bosques bajo condiciones naturales y se dan recomendaciones para su utilización planificada, considerando los aspectos silviculturales.

SUMMARY

An experimental plot was installed in a virgin forest whose main species are coigüe *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst., raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst., mañío *Saxegothaea conspicua* Lindl., and tepa *Laurelia philippiana* Looser, with the objective to study the composition, structure and dynamics of reproduction of this forest.

The experimental plot was located in the cordillera de los Andes to the N.E. of Valdivia province, Chile. The elevation is 1.100 m and the observation was over a 4 year period (1968-1971).

The great amount of rainfall, between 4.000-5.000 mm per year, is a characteristic of the zone. Most of the rainfall falls in Winter. There is no temperature information for this region. In Summer there is a long period of good weather, with high light intensity. In some years this forest is covered with snow for several months; however in other years there is only limited snowfall.

The soil is very deep and formed by two superposed layers of volcanic ash. The texture is of simple grain; a high content of humus is in the upper horizon whose pH is low (4,3). Otherwise, pH values increases up to 6 with depth and the availability of light. Only on those micro-sites, where the litter was removed

(*) Prof. Dr., Director del Institut fuer Waldbau der Universitaet Muenchen, 8 Muenchen 40, Amalienstrasse 52, República Federal de Alemania. Ex Decano y Miembro Honorario de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile.

(**) Ph. D.; School of Forest Resources, P.O. Box 5488, Raleigh, N.C. 27607, U.S.A. Ex Profesor de Silvicultura de la Facultad de Ingeniería Forestal como Voluntario del Cuerpo de Paz de los Estados Unidos.

(***) Ingeniero Forestal, Profesor de Botánica Forestal en el Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile, casilla 567 Valdivia.

(****) Prof. Dr. Institut fuer Bodenkunde und Waldernahrungslehre der Universitaet Freiburg. 7800 Freiburg im Breisgau, Bertoldstrasse 17, República Federal de Alemania. Ex Director del Instituto de Suelos Forestales de la Universidad Austral de Chile.

exposing the mineral soil, and where the opened canopy allows the light to reach the soil surface, the C:N relation and the availability of Ca and Mg was good.

With these results, an hypothesis is formulated with the purpose of developing a probable mechanism by which the regeneration of this type of forest was facilitated under natural conditions. Also, recommendations are given for controlled exploitations, taking silvicultural aspects into consideration.

ZUSAMMENFASSUNG

In einem unberührten *Nothofagus alpina*, *nothofagus dombeyi*, *Saxegothaea conspicua* und *Laurelia philippiana*-Naturwald wurde eine Versuchsparzelle angelegt um die Zusammensetzung, Struktur und Verjüngungsdynamik zu untersuchen. Das Vorhaben wurde in der Andenkordillere, 1100 m.ü.M., im nordöstlichen Teil der Provinz Valdivia (Chile) ausgeführt. Die Untersuchungsdauer betrug vier Jahre (1968-71).

Das Klima des Untersuchungsgebietes zeichnet sich durch den sehr hohen Niederschlag von cca 4000-5000 mm aus, dessen Schwerpunkt in die Wintermonate fällt und der infolgedessen die Ozeanität des Klimas charakterisiert. Über den Temperaturgang bestehen keine Angaben. Die Sommermonate weisen längere Perioden heiteren und strahlungsintensiven Wetters auf. Ein Teil des Niederschlags fällt in den Wintermonaten in Form von Schnee; der Anteil dieses Schnees ist jedoch von Jahr zu Jahr verschieden. Der feinkörnige Boden ist tiefgründig und besteht aus zwei sich überlagernden Ascheschichten.

Die obere Bodenschicht besitzt einen hohen Humusanteil. Die pH-werte dieser Schicht sind niedrig (4,3), erhöhen sich jedoch mit zunehmender Bodentiefe und erreichen schliesslich einen pH 6. Das C/N Verhaeltnis und das Ca und Mg Niveau sind nur an jenen Stellen des Bestandes günstig, an denen man die Laubaufgabe bis zur Freilegung des Mineralbodens beseitigt, oder die Lücken im Kronendach den Eintritt einer genügenden Lichtmenge ermöglichen.

An Hand der gemachten Beobachtungen wird alsdann ein Mechanismus erwogen, der die Naturverjüngung des untersuchten Waldtyps fördern könnte. Unter Berücksichtigung waldbaulicher Gesichtspunkte werden noch einige Anleitungen zur geordneten Nutzung des Waldes gegeben.

1.— INTRODUCCION

Durante los años 1968-1971 se observó el hábito reproductivo de un bosque virgen en la cordillera de los Andes de la provincia de Valdivia. Este bosque está compuesto por las siguientes especies forestales:

Coigüe *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.
 Raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.
 Mañío *Saxegothaea conspicua* Lindl.
 Tapa *Laurelia philippiana* Looser.

El estudio tuvo la siguiente finalidad:

- Describir la composición de un rodal de este tipo, incluyendo el sitio,
- Determinar ritmo, frecuencia, cantidad y calidad de su fructificación,
- Observar el desarrollo de la regeneración.

2.— UBICACION Y DESCRIPCION DEL RODAL

2.1. Ubicación

El rodal que sirvió para este estudio se encuentra ubicado en el fundo Trafún, provincia de Valdivia, departamento y comuna de Panguipulli. Geográficamente se puede localizar a 39°35' latitud S. y 71°55' longitud W. en la cordillera de los Andes, a 1.100 m sobre el nivel del mar. La vegetación de la zona se clasifica como pluviselvas siempreverdes de la región templada (SCHMITHÜSEN, 1956). El INSTITUTO FORESTAL, 1966, ha clasificado el bosque como tipo "roble-raulí", que en las partes altas de la cordillera carece de roble (*Nothofagus obliqua*).

En el bosque del fundo Trafún todavía existen ciertas superficies poco intervenidas cubiertas por este tipo "roble-raulí". En un rodal de este bosque se instaló una parcela de 4.046 m² para estudiar su dinámica reproductiva (14 — 20 de enero de 1968).

2.2. Descripción del sitio

2.2.1. Clima:

La característica climática más notoria, como en toda la región cordillerana de la provincia de Valdivia, es la alta pluviosidad. Anualmente precipitan entre 4.000 y 5.000 mm de lluvia.

El cuadro Nº 1 muestra la lluvia caída durante los últimos once años, observándose que los meses más lluviosos son mayo, junio, julio y agosto, en los cuales cae más de la mitad de la precipitación anual. El verano relativa-

mente seco, indica la mediterraneidad del clima.

En invierno se producen generalmente precipitaciones sólidas quedando la parcela cubierta de nieve de uno hasta 5 meses por año. Sin embargo, han habido años que no registran este tipo de precipitación.

No existen más datos climáticos, faltando especialmente mediciones sobre temperatura.

2.2.2. Relieve:

La parcela experimental se ubicó sobre una ladera poco accidentada con exposición S-SE y pendiente de 8% en la mitad Norte y 26% en la mitad Sur, teniendo por tanto exposición principal umbría (ver figura N° 2).

2.2.3. Suelo

2.2.3.1. Método

La descripción del suelo se hizo en base a 3 calicatas con profundidades hasta 1,80 m. Color y estructura se determinaron por observaciones y al tacto; las demás características, por análisis de laboratorio. Todas las informaciones se encuentran en el cuadro N° 2.

2.2.3.2. Resultados

Se trata de un suelo formado por una capa de ceniza volcánica depositada sobre otra capa de las mismas características originada por una erupción más antigua. Esta se encuentra a una profundidad de 125 cm, que se puede distinguir por los restos de un horizonte A.

La textura del suelo es limo arenosa, su color pardo oscuro hasta gris oscuro y la estructura, como en casi todos los "trumaos" cerca de los volcanes, es de grano simple.

Los valores del pH tienen un orden ascendente desde la superficie hacia abajo, comenzando con pH 4,3 en el horizonte A, hasta llegar a 6,0 en las partes más profundas. Los valores bajos del horizonte A reflejan los procesos biológicos de descomposición de la materia orgánica, que llega como desechos del rodal al suelo, proceso durante el cual se forman cantidades considerables de ácidos húmicos. Esta fuerte interrelación entre suelo y cobertura vegetal se puede observar también, en el alto contenido de materia orgánica (en gran parte humus) que se encuentra en el horizonte A.

De los demás valores del cuadro N° 2 se puede concluir que el suelo se caracteriza por una relación muy favorable de C/N. La existencia de reservas de nutrientes principales

(extracción con HCl al 3%) se encontraron en cantidades habituales, como fueron los casos de Ca, Mg y P, mientras que K se encontró en cantidades sorprendentemente bajas.

Una característica muy especial de este suelo es su contenido sumamente alto de Fe y Al.

En resumen, se puede decir que la parcela experimental está ubicada en un suelo de formación reciente, de estructura primitiva, gran profundidad, con un alto contenido de humus, una favorable relación de C/N y buena disponibilidad de Ca y Mg; menos P y poco K. Se destaca, además, un contenido extraordinariamente alto de Fe y Al.

2.3. Descripción del rodal

2.3.1. Estructura y composición del bosque

2.3.1.1. Método

Para determinar estructura y composición del bosque tipo "roble-raulí" se tomó la altura total, la altura del fuste, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la proyección de las copas de todos los árboles en la parcela experimental. Para facilitar este trabajo se marcaron los fustes con números. A continuación se tomaron las medidas de altura con hipsómetros (Blume-Leiss), usándose forcímulas o cintas para medir el DAP o circunferencia de cada árbol.

Para determinar la ubicación de los fustes, se construyó una malla dentro de la parcela con fajas cada 10 m, colocadas de norte a sur y de este a oeste, usando un teodolito y cintas métricas. En general, se determinó la posición de cada fuste por dos puntos de referencia en la malla, pero en el caso de árboles muy grandes, se aumentó a 3 y a veces 4 puntos.

Una vez ubicados los árboles en la parcela, se prosiguió con la confección de un mapa de las proyecciones de las copas. Para esto se usó un instrumento semejante a un periscopio, con el cual se pudo determinar las perpendiculares de los límites de las copas a varios puntos del suelo. Un instrumento similar se encuentra descrito por DAUBENMIRE (1968).

Después que estos puntos fueron medidos y anotados con la ubicación del fuste en el mapa de la parcela, se dibujó la superficie exterior de cada copa uniendo los puntos visualmente. En este caso se distinguieron 3 tamaños de copas: grandes, en las que las periferias fueron marcadas con 8 puntos; medianas, anotadas con 6 puntos y pequeñas con 4 puntos.

CUADRO N° 1
Precipitación pluvial en Trafún.
 (Medida a unos 10 km de la parcela experimental y a una altura sobre el nivel
 del mar de aproximadamente 800 m).

Año \ Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Año
1959	203	71	262	733	648	352	819	596	644	541	89	15	4.973
1960	118	44	154	230	430	849	774	420	227	557	103	157	4.063
1961	427	71	228	184	757	547	1.145	609	685	172	113	42	4.980
1962	129	0	115	310	128	586	307	1.110	219	83	317	111	3.469
1963	120	104	332	591	413	727	638	860	381	340	308	63	4.877
1964	186	250	141	148	632	604	404	830	407	285	181	380	4.448
1965	226	363	52	351	528	985	747	672	268	482	506	239	5.419
1966	45	42	218	457	700	849	578	559	302	265	111	688	4.814
1967	216	213	199	81	1.005	377	637	886	443	485	191	215	4.858
1968	34	277	231	124	346	355	562	460	609	314	261	422	3.995
1969	25	208	53	705	466	731	999	698	424	362	269	65	5.005
Promedio de 11 años	157	149	180	356	550	633	761	700	419	353	228	210	4.627

CUADRO N° 2
Resultado del análisis del suelo. Parcela experimental
 Color: pardo oscuro. Textura: limo arenoso. Materia orgánica = Ct x 2
 Extracción con HCl al 3%

Horizonte	cm	pH	C _t g/100g	N _t g/100g	C/N	P mg/100g	Na mg/100g	K mg/100g	Ca mg/100g	Mg mg/100g	Mn mg/100g	Fe mg/100g	Al mg/100g
0/Ah	0 — 7	4.3	12.73	0.90	14.2	46	36	33	278	95	26	1475	1688
Ah ₁	7 — 20	4.3	11.60	0.75	15.4	38	37	24	228	100	24	1665	2078
Ah ₂	20 — 32	4.5	9.00	0.57	15.8	32	38	20	205	96	39	1808	2531
Ah ₃	32 — 50	4.8	8.40	0.48	17.4	28	41	14	208	128	15	1893	3406
go/B Fe,Mn	50 — 53	5.0	6.33	0.37	17.4	32	20	13	215	146	42	2933	4250
Br ₁	53 — 75	5.0	6.08	0.37	16.5	30	15	8	190	191	29	2808	5016
Br ₂	75 — 110	5.5	2.59	0.17	15.0	26	4	10	278	328	41	2763	4328
Concreción B/C	110 — 125	5.8	1.13	0.09	12.9	54	26	15	243	353	29	3643	4688
a fósil/D	125 — 160	6.0	3.04	0.22	13.6	28	29	11	150	171	81	3758	4813

Luego de ubicar las copas de todos los árboles se usó un planímetro para determinar el área de la proyección de la copa de cada árbol.

2.3.1.2. Composición del rodal

El rodal experimental está compuesto por 4 especies forestales que se presentan en dos estratos bien diferenciados. El estrato alto

consiste de las dos especies económicamente valiosas, coigüe y raulí,

Los cuadros N.os 3 y 4 y la figura N° 1 indican que este estrato alto, consiste de árboles de grandes dimensiones, tanto en diámetro como en altura. Aún cuando la participación numérica de estos ejemplares grandes no sobrepasa el 20% del total de árboles de la parcela, representan no menos del 66% del área basal del rodal.

CUADRO N° 3

Número de árboles por hectárea y sus dimensiones en la parcela experimental. En la parcela experimental hubo dos árboles de Raulí que fueron cortados antes de la instalación de la parcela. Con estos dos árboles, el área basal de raulí aumenta a 12,15 m² para la parcela y 30,03 m² por ha, y el área basal total aumenta a 37,62 m² y 92,99 m² respectivamente.

Especie	Número de árboles			Rango de diámetros (cm)	Área Basal			Rango de alturas (m)	Rango de alturas del fuste (m)
	parcela	ha	%		parcela	ha (m ²)	%		
Raulí	13	32	11,8	9—168	10,72	26,50	29,6	9—40	9—25
Coigüe	8	20	7,3	75—170	13,16	32,53	36,4	34—49	10—20
Mañío	78	193	70,9	3—113	11,98	29,61	33,1	5—21	2—8
Tepa	11	27	10,0	5—43	0,33	0,82	0,9	5—18	2—11
Total	110	272	100,0	3—170	36,19	89,46	100,0	5—49	2—25

CUADRO N° 4

Superficie de la proyección de las copas de los árboles y superficie del suelo cubierta de estas copas en la parcela experimental.

a) Proyección de las copas de las especies arbóreas y posición en los estratos.

Especie	Proyección de copas (m ²)				
	Una sola copa	Varias copas superpuestas	Total	Estrato Superior	Estrato Inferior
Coigüe	715,4	626,5	1.341,9	1.341,9	—
Raulí	620,1	712,9	1.333,0	1.290,0	42,9
Mañío	710,7	1.086,8	1.797,5	—	1.797,5
Tepa	36,3	34,0	70,3	—	70,3
Total	2.082,5	2.460,2	4.542,7	2.631,9	1.910,7

b) Superficie de la parcela cubierta por las copas de los árboles (m²).

	Por una sola copa	Por más de una copa	TOTAL
Superficie cubierta de la parcela	2.082,5	1.158,8	3.241,3
Superficie de la parcela % cubierto			4.046,0 80,1

La proyección de las copas cubre menos de las dos terceras partes de la superficie del suelo (Cuadro N° 2), dejando pasar suficiente luz para permitir el desarrollo de un segundo estrato de árboles tolerantes de menor tamaño.

Este segundo estrato está compuesto principalmente por mañío y algunos ejemplares de tepa. Además, pertenecen a él algunos raulíes que lograron desarrollarse procedentes de semillas.

Tanto mañío como tepa son especies secundarias que, por su inferior crecimiento, casi nunca forman parte del estrato alto de este tipo de bosque. No obstante, por su denso follaje siempre-verde oscurecen considerablemente el interior del bosque. Por eso, se puede decir que el segundo estrato es una parte ecológicamente muy importante del rodal. Esto se manifiesta por el hecho de que la proyección de sus copas cubre una superficie sólo algo menor que la proyección de las copas del estrato alto (Cuadro N° 4, Figura N° 3).

En el mismo cuadro N° 4 se puede constatar que un 80% de la superficie del suelo de la parcela experimental está cubierta, ya sea por una sola o por varias copas superpuestas. Las partes no cubiertas son frecuentemente aberturas pequeñas entre las copas; solamente en la parte Noroeste de la parcela existe un claro mayor.

2.3.2. Determinación de la edad

2.3.2.1. Método

Para obtener una pauta de la edad se cortaron 9 árboles fuera de la parcela experimental, pero cercanos a ella, con tres ejemplares de cada una de las especies de raulí, coigüe y mañío. Luego se contaron los anillos de cada árbol a una altura tal que no existiera pudrición o curvatura causada por las raíces.

No fue posible determinar la edad de uno de los coigües y de dos de los mañíos derribados por presentar sus trozos mucha pudrición.

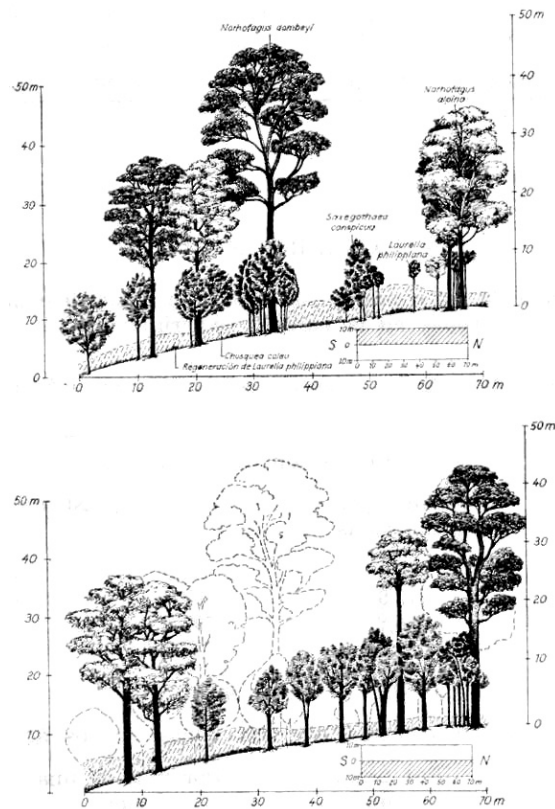


Fig. N° 1.— Perfil del bosque.

Abajo: Del límite este de la parcela, dirección Norte-Sur, abarcando una profundidad de 10 m hacia el Oeste, como silueta están indicados los árboles que siguen en otra faja de 10 m de ancho colindante hacia el Oeste.

Arriba: faja de 10 m de ancho que en la otra parte de la figura está indicada como silueta.

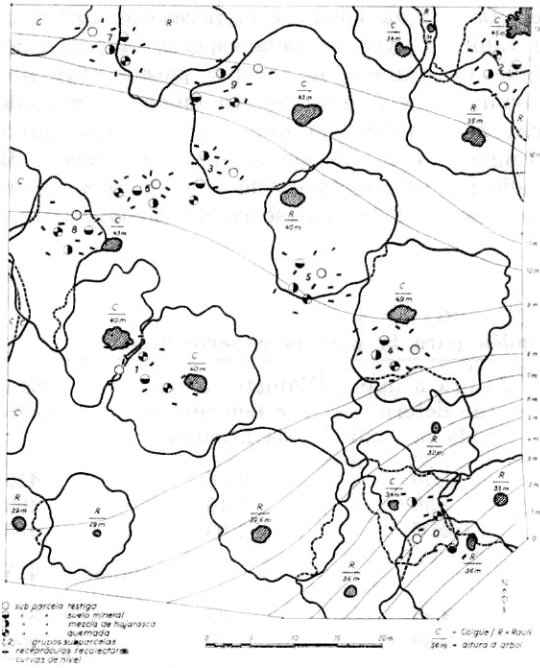


Fig. N° 2.— Proyección de las copas de los árboles del estrato superior, curvas de nivel y ubicación de los recolectores de hojarasca y semillas y subparcelas con diferentes tratamientos del suelo.

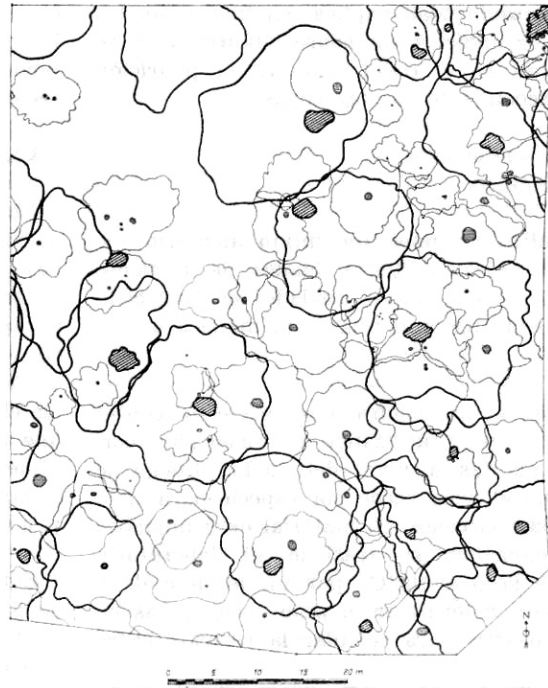


Fig. N° 3.— Proyección de todas las copas en la parcela experimental.

2.3.2.2. Resultados

Los resultados que se presentan en el cuadro Nº 5 muestran que los árboles de raulí fueron de mayor edad que los de coigüe y éstos tuvieron más edad que los de mañío. Tomando el promedio para cada especie, se llega a 415 años para raulí, 324 para coigüe y 277 para mañío. Estos resultados indican, que el bosque estudiado tiene por lo menos

415 años de edad, pero cabe mencionar que para tener una idea más exacta con respecto a la edad, sería necesario cortar un número mayor de cada especie. A pesar del reducido número de árboles, parece muy probable que los coigües tengan mucho menor edad que los raulíes, lo que significa que probablemente hubo dos etapas de regeneración. Una primera que favoreció a los raulíes y otra segunda por la cual se estableció el coigüe. (*)

CUADRO Nº 5
Determinación de edades para la parcela experimental.

Especies de árbol	Altura Total (m)	Altura a que fue determinada la edad	Diámetro a que fue determinada la edad	Edad (años)
Raulí I	30.0	1.40	1.16	419
Raulí II	37.0	1.36	1.16	400
Raulí III	32.0	2.00	1.03	426
			promedio	415
Coigüe I	35.0	3.95	1.39	315
Coigüe II	32.0	2.39	1.10	296
			promedio	305
Mañío	12,5	1.55	0.50	277

La avanzada edad explica, en todo caso, los numerosos indicios de sobre-madurez que se encuentran en el rodal como es la pudrición y el resacamamiento de las copas.

el peso verde y el peso seco de cada especie. Luego, estos resultados fueron usados para obtener el peso seco de toda la materia vegetal recolectada en cada parcela muestreada

2.3.3. El sotobosque

2.3.3.2. Características del sotobosque

2.3.3.1. Método

Se realizó un muestreo mixto aleatorio sistemático ubicando 100 unidades de recuento sobre la parcela. Estas unidades de 1m² cada una, se ubicaron con una cinta métrica y una brújula.

El sotobosque que se incluye esquemáticamente en los dibujos de la figura Nº 1, forma bajo los árboles secundarios un estrato muy denso y casi impenetrable. Este está compuesto por colihue (*Chusquea coleu* Desv.), *Greigia sphacelata* (R. et Pav.) Regel, brotes de tepa y mañío y otras especies menores. En el cuadro Nº 6 se observa muy claramente, que las dos especies más importantes son colihue y tepa. Con respecto a su número sobrepasan a las otras especies por más de 3 veces, y a su peso seco casi 9 veces.

De cada metro cuadrado se recolectó todo el material vegetal, utilizando tijerones para cortar las plantas a nivel del suelo. Luego se determinó el peso verde por especie para cada una de las parcelas. El material de 9 unidades preseleccionadas, se trasladó al laboratorio donde se secó a 105°C (por un mínimo de 3 días), para determinar el peso seco. Estas cifras se usaron para calcular la relación entre

Colihue forma masas altas que llegan a más de 5 metros y nacen en grupos de diámetros de 1 m, aproximadamente. Tiene su mejor desarrollo en cuanto a densidad y altura en la parte Noroeste de la parcela donde la cobertura del bosque es menos densa, (Figura Nº 1) En el resto de la parcela se encuentra en forma menos vigorosa y también en las partes de muy poca luminosidad.

(*) La edad del coigüe se determinó a mayor altura que la del raulí, pero esto no influye en los resultados, ya que la diferencia de edad, de casi 100 años, no puede explicarse por una diferencia de altura tan pequeña (de 1 a 2 m) en la determinación de la edad.

Tepa se distribuye en toda la parcela como un estrato bajo que apenas sobrepasa la altura de 1 m y, por la competencia de los árboles altos y colihue, muestra muy poco desarrollo. La gran mayoría de los individuos de esta especie proviene de brotes de origen vegetativo.

Mañío está representado en el sotobosque por un número y un peso mucho menor que las otras dos especies mencionadas. Esta es-

pecie se origina tanto de brotes vegetativos como de semillas.

La vegetación del sotobosque se completa con 2 especies arbustivas —**Azara serrata** R. et Pav. y **Ribes punctatum** R. et Pav.— y una planta rastrera **Ercilla spicata** (Bert.) Moq.

Todos ellos figuran bajo el rubro "otras especies". En total, el sotobosque está constituido por 257.000 plantas con un peso seco de la parte aérea de aproximadamente 6 t/há

CUADRO N° 6
Número y peso de plantas por ha.
(promedio de 100 unidades de muestreo).

Especie	% de unidades de muestreo con esta planta	N° de plantas	Peso verde kg	Peso seco kg
Colihue	35	23.300	12.370	4.450
Tepa	42	175.000	3.059	1.090
Mañío	11	3.200	200	70
Otras especies	47	56.000	1.472	554
T O T A L	73	257.500	17.101	6.164

3. Dinámica reproductiva del rodal.

3.1. Producción de semillas

3.1.1. Método.

La recolección de semillas se realizó mediante receptáculos distribuidos en la parcela. Estos receptáculos tuvieron una superficie de 0.25 x 0.50 m que equivale a 0.125 m². Junto con las semillas, estos receptáculos captaron también todos los demás desechos orgánicos del rodal como hojas, ramitas, etc.

Cien receptáculos de este tipo fueron distribuidos en grupos de 10, alrededor de cada conjunto de cuatro subparcelas con diferentes tratamientos del suelo para la observación de la regeneración, (punto 3.2.). La ubicación de los 100 receptáculos se puede observar en la figura N° 2. Cada 10 colectores corresponde a 1.25 m² de superficie, el total de los 100 receptáculos a 12,5 m². Fueron controlados en intervalos de 25 hasta 153 días, siendo el lapso más corto en el verano y el más largo en las temporadas de mal tiempo, cuando la parcela era inaccesible. En total se realizaron 31 controles en los 4 años del estudio.

En cada control se extrajo todo el contenido de los receptáculos colocándolo en bolsas plásticas. En el laboratorio se separaron las se-

millas de la hojarasca; después se contaron todas las semillas según especie y se determinó la viabilidad de cada semilla mediante el ensayo de corte.

Las semillas cortadas se secaron durante 24 horas a 105°C de temperatura, determinándose así su peso seco total. Cuando la producción de semillas fue abundante, se determinó el peso por especie, pero si ésta fue reducida, la operación se hizo en conjunto para las 4 especies.

La hojarasca y otros desechos orgánicos captados en los receptáculos junto a las semillas, se secaron también a una temperatura de 105°C, para la determinación de su peso seco.

Cabe mencionar que la distribución de los receptáculos no fue realizada en forma casual. La ubicación de cada conjunto de 10 cajas representa, más bien, una condición ecológica característica para el desarrollo de la regeneración con respecto al grado de iluminación, densidad del sotobosque, posición debajo o lejos de las copas de árboles semilleros. Una breve descripción de estas condiciones para cada conjunto con respecto al factor luz, se encuentra en el punto 3.2.1.

3.1.2. Cantidad y distribución de semillas.

3.1.2.1. Cantidad y calidad de las semillas.

El resultado de la fructificación del rodal experimental (cuatro años de observación) se encuentra en forma resumida en el cuadro N° 7. Los datos para las especies coigüe, raulí y mañío se pueden interpretar sin restricción, mientras que aquéllos de tepa son de un carácter casual por el pequeño número de árboles de esta especie en y alrededor de la parcela experimental.

Se observó una periodicidad muy pronunciada en la fructificación. No hubo fructificación o fue muy reducida en los años 1968 y 1970, mientras que en 1969 y 1971 hubo fructificaciones muy abundantes. Con respecto a ello, no se encontró ninguna diferencia entre las especies, fructificando todas por igual en años de seminación. De estos datos, que sólo comprenden 4 años, no puede concluirse que haya una fructificación abundante cada segundo año, pero sí, se puede decir que aparentemente ocurren años semilleros en intervalos cortos.

La cantidad de semillas que se ha producido es inesperadamente grande. Todas las especies estudiadas son muy prolíferas. El coigüe diseminó la mayor cantidad de semillas, seguido por raulí y mañío que no se distinguieron mayormente entre sí.

Sin embargo, la inmensa cantidad de semillas producidas no es un criterio apto para juzgar la potencialidad reproductiva de la fructificación. Se necesita, además, información acerca de la viabilidad de ellas. Observando el cuadro N° 7 salta a la vista, que el porcentaje de semillas viables está estrechamente correlacionado con la abundancia de la fructificación.

En años de fuerte fructificación la viabilidad de las semillas es mucho más favorable que en años menos prolíferos.

El porcentaje de viabilidad es muy diferente entre las especies estudiadas. Mientras que el mañío se distingue por un porcentaje sumamente alto de semillas viables, éste no es el caso de coigüe y raulí. Estas dos especies se caracterizan por una mala calidad de sus semillas. Los coigües de la parcela experimental tampoco sobrepasaron un 22% de semillas viables en el año de la mayor fructificación; los raulíes tuvieron solamente un 14% de viabilidad.

La explicación para este fenómeno es diferente para las dos especies. El coigüe siempre produce un gran número de semillas vacías lo que podría derivar de una deficiencia en la fecundación. Las semillas no viables tienen el mismo tamaño e igual forma que las semillas llenas (a veces son algo más pequeñas) pero no contienen un embrión. En el caso del raulí es diferente. Aquí simplemente el número de semillas sin embrión es pequeño. La mayor parte de las no viables mostró daños causados por la larva de un insecto aún no identificado. Este devora totalmente el embrión, dejando la testa vacía. Se puede distinguir fácilmente este daño por el orificio —de diámetro inferior a 1 mm— que deja el insecto en la testa al salir de la semilla.

Para determinar el porcentaje de semillas no viables por este efecto, se eligieron al azar, como muestras, 10 receptáculos de un total de 100, correspondientes a la recolección del 25 de abril al 28 de mayo de 1969, las que se examinaron detenidamente. Los resultados de estas observaciones aparecen en la figura N° 4. Del total de semillas analizadas, solamente un 5,9% estaban en condiciones de germinar. Además, se pudo observar que del total de semillas no viables, un 92,8% fue dañado por la larva del insecto anteriormente citado, y solamente un 1,3% no era viable por otras razones. (*)

3.1.2.2. Distribución de las semillas

Las semillas se distribuyeron en el piso del rodal (como era de esperar) en estrecha relación con la ubicación de los árboles semilleros. La posición de los receptáculos con respecto a los árboles de los diferentes estratos del rodal se puede observar en las figuras N.os 2 y 3. Esta relación, sin embargo, sufre cierta modificación por la capacidad de dispersión de las diferentes semillas. Por la forma y el tamaño de las semillas se da el siguiente orden de diseminación: tepa, coigüe, raulí y mañío. Este orden cambia por diferencias en la viabilidad, volando las semillas no viables de todas las especies más fácilmente que aquéllas con más peso por el contenido de embrión. Esto significa que la distribución de las semillas viables refleja en mejor forma la diseminación de los árboles semilleros.

Lo anteriormente dicho se puede observar claramente en el cuadro N° 7. El conjunto de receptáculos que recibió el mayor número de

(*) Por la ayuda en esta parte del estudio los autores agradecen al Sr. Rene Escobar, Técnico Forestal.

CUADRO N° 7

Número de semillas caídas por m2 en el transcurso del periodo de observaciones.

Año	Subparcelas																				Promedio		
	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		T	V	% V
	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	% V
Coigüe																							
1968	1025	1	4243	4	2128	7	992	3	3975	70	1573	46	1260	2	1937	10	3461	7	1520	18	2211	17	1
1969	3802	272	9285	832	3662	263	16805	1698	11275	1459	5454	513	9372	913	2359	133	16759	1906	14451	1626	9322	962	10
1970	354	17	673	25	746	21	826	19	1323	87	510	11	1018	28	1180	16	1351	48	816	8	880	28	3
1971	10418	1490	31796	7465	10882	3278	14354	2753	21686	3548	12971	2493	13362	3179	13319	3088	20473	4633	19374	5130	16864	3706	22
Suma	15599	1780	45997	8326	17418	3569	32977	4473	38259	5164	20508	3063	25012	4122	18795	3247	42044	6594	26161	6782	29277	4713	16
Raulí																							
1968	290	2	14	1	56	3	24	0	26	0	166	0	6	0	221	3	10	1	43	2	86	2	2
1969	5640	408	116	11	4160	282	327	11	1036	67	3649	94	167	14	2777	252	270	14	2445	248	2059	140	7
1970	49	0	4	0	25	0	1	0	17	0	43	0	1	0	24	0	2	0	6	0	17	0	0
1971	1863	202	294	19	983	90	986	161	686	43	1498	72	539	67	4543	856	392	59	3551	553	1534	212	14
Suma	7842	612	428	31	5224	375	1338	172	1765	110	5356	166	713	81	7565	1111	674	74	6045	803	3696	354	10
Mañío																							
1968	26	0	9	5	103	42	107	22	22	5	84	15	97	50	5	0	37	8	7	2	49	15	31
1969	202	153	597	533	3331	3037	6273	5618	1415	1267	1582	1497	4219	3910	81	56	2807	2505	232	219	2074	1880	91
1970	5	0	12	1	21	3	53	5	20	2	29	1	43	11	2	0	22	3	1	0	21	3	14
1971	335	283	287	258	2530	2405	2085	1981	871	809	1408	1297	1894	1661	93	87	1222	1048	300	284	1103	1011	92
Suma	562	436	905	797	5985	5487	8518	7626	2328	2083	3103	2810	6253	5632	181	143	4088	3564	540	585	3247	2909	90
Tepa																							
1968	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	2	2	1	0	0
1969	1	0	3	2	264	28	54	0	1	0	2	0	1	0	7	0	2	0	3	0	34	3	9
1970	1	0	1	0	70	18	6	1	4	0	1	0	4	0	22	1	1	0	22	1	13	2	15
1971	4	0	8	0	1659	48	27	0	9	1	10	1	17	1	253	1	24	0	173	0	218	5	2
Suma	7	0	12	2	1995	94	88	1	14	1	15	1	22	1	284	3	27	0	200	3	266	10	4

semillas de coigüe en el período completo de observación es el número 1, ubicado directamente debajo de las copas de unos coigües; el menor número de semillas se encontró en el conjunto N° 0 que estaba debajo de un grupo de raulíes. Muy interesante es observar también que el porcentaje de semillas viables en el conjunto N° 1 sobrepasó al promedio para toda la superficie con 18.1%, mientras que en el N° 0 quedó claramente debajo de este promedio con 11.4%. Más semillas vacías y, por ello, más capaces de volar, alcanzaron esta zona del rodal más alejada de los coigües grandes.

En el caso del raulí se observa el mismo fenómeno con respecto a la distribución de las semillas de esta especie. Sin embargo, ahora el conjunto de receptáculos con el menor número de semillas de coigüe tuvo el mejor número de semillas de raulí y viceversa. Con respecto al porcentaje de semillas viables la situación en los dos conjuntos de receptáculos fue, como era de esperar, pronunciadamente inferior al promedio de toda la parcela en el caso de menor número, y a la inversa en el caso del mayor número de semillas.

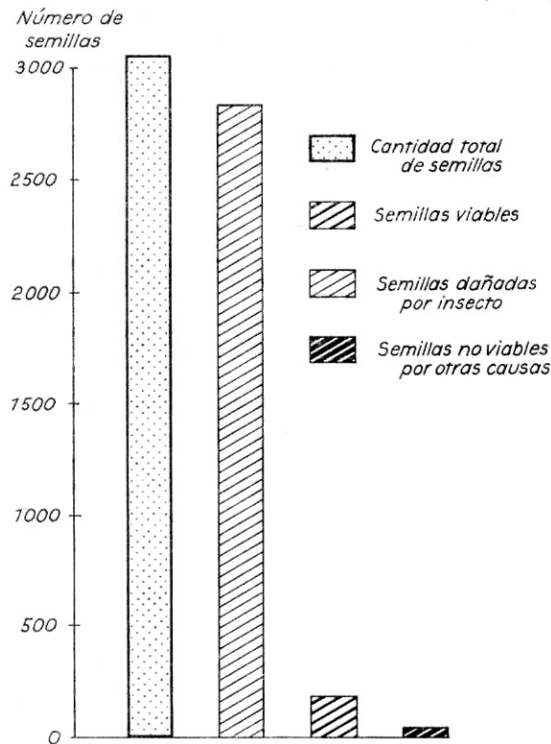


Fig. N° 4.— Calidad de las semillas del raulí.

Otra modificación del esquema de distribución es inducida por la magnitud de la fructificación de los árboles semilleros. En un año de abundante fructificación no todo semillero produce la misma cantidad de semillas. Más bien, parece que de un año semillero al otro, el grado de fructificación varía.

Las semillas redondas, pequeñas y pesadas del maño caen principalmente en la proyección de la copa del árbol madre, llegando sólo unas pocas a mayores distancias.

Los pocos datos que existen para la tepa no permiten una interpretación al respecto.

Una buena visión de la distribución de las

semillas de las diferentes especies se puede obtener calculando el cociente entre el número de semillas del conjunto de receptáculos con mayor número de ellas y aquél con el menor número de las mismas durante 1971.

- El cociente para el total de semillas de coigüe fue de 3.1 y para las viables de 5.0
- El cociente para el total de semillas de raulí fue 6.3 y para las viables 25.9.
- En el caso del maño el cociente del total fue de 27.2 y para las viables 27.6.

Mientras más grande es el cociente, menos homogénea es la distribución de las semillas.

Se ve claramente, que la homogeneidad del coigüe es considerable y la del mañío poco pronunciada. Sin embargo, también el raulí se distribuye bastante desuniformemente en la superficie. Como se pudo esperar (por las razones expuestas anteriormente) la homogeneidad disminuye aún más al considerar solamente las semillas viables que tienen menor capacidad de volar que las no viables.

No solamente es de interés conocer la dis-

tribución de las semillas entre los conjuntos de receptáculos distribuidos en toda la parcela, sino también dentro de cada uno de los conjuntos de diez cajones recolectores, lo que representa una muy pequeña porción de la parcela en total. Para analizar este aspecto se presenta el cuadro N° 8, en el cual se han incluido los números de semillas captadas en las cajas de aquellos conjuntos con la mayor y la menor cantidad encontrada, año 1971.

CUADRO N° 8

Número de semillas caídas durante 1971 en los receptores de conjuntos de 10, representando para cada especie el receptáculo con la cantidad más grande y más pequeña de semillas. (Superficie 0.125 m²).

N° del receptáculo	Coigüe		Raulí		Mañío	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
0	1664	4310	154	738	0	58
1	2071	4815	172	506	0	76
2	1381	3165	160	445	6	14
3	1298	3530	181	419	6	34
4	1112	4999	223	473	20	39
5	901	3210	269	372	39	10
6	824	3127	220	353	0	8
7	903	3767	261	316	1	9
8	1562	4823	125	679	27	58
9	1902	4187	120	711	0	12
Cuociente entre número más alto y más bajo en un conjunto	2.2	4.5	1.2	5.9	2.0	7.6

Con respecto a las especies del género *Nothofagus* se puede decir que la distribución de las semillas (dentro de lo que se puede esperar en condiciones de un bosque virgen) es bastante homogénea.

Las relaciones entre las cajas con el menor y el mayor número de semillas en general son más reducidas que aquéllas entre conjuntos de cajas, indicando que la distribución en superficies pequeñas es considerablemente más homogénea que en la superficie total de la parcela experimental. Para el mañío esto no es tan pronunciado, pero también es evidente.

3.1.2.3. Aspecto cuantitativo de la fructificación

La producción de semillas significa para el rodal un gasto considerable de energía. Por eso parece interesante conocer la magnitud de la bioproducción que ella representa. Al evaluar bien los datos que se dan en el cuadro N° 9 se debe tomar en cuenta que la sustancia acumulada en semillas es de más alto valor energético que en madera y hojas, y además que estas cifras no representan la producción por fructificación total del rodal, por dejar fuera de consideración a flores y cúpulas.

CUADRO N° 9

Peso seco de las semillas en g/m².

Año	Conjunto de receptáculos N°										Promedio rodal
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1968	2.96	6.69	3.12	2.08	4.64	2.80	1.68	3.20	3.71	2.34	3.32
1969	40.32	24.16	60.99	88.15	40.18	56.08	53.60	22.06	61.44	47.50	49.45
1970	0.80	1.23	1.56	1.21	2.00	0.97	1.44	1.36	1.77	1.13	1.35
1971	36.08	70.77	49.89	47.20	46.71	42.43	45.76	49.17	55.23	59.18	50.24

En los años de poca actividad reproductiva la producción de biomasa (para este fin) fluctuaba entre 13.5 y 33 kg por ha, aumentándose en los años de fuerte fructificación a valores de alrededor de 500 kg/ha.

La diferencia en peso por unidad de semillas entre las especies principales de la par-

cela experimental se puede apreciar en el cuadro N° 10. Se basa en algunas mediciones que se hicieron en los períodos de fuerte fructificación del año 1971. Puede verse también en este cuadro, cómo se manifiesta la disminución del porcentaje de viabilidad en el transcurso de la caída de las semillas, por medio de una baja en los pesos.

CUADRO N° 10

Peso seco de las semillas de las especies más importantes en diferentes fechas del período de caída.

Fecha recolección	Coigüe		Raulí		Mañío	
	N° semillas (m2)	Peso 1000 semillas (g)	N° semillas (m2)	Peso 1000 semillas (g)	N° semillas (m2)	Peso 1000 semillas (g)
1971						
7.5	1932	1.88	687	6.26	703	9.48
10.6	7654	1.92	440	5.77	304	9.50
13.10	6418	1.71	277	5.44	23	6.54
29.11	493	1.44	51	5.27	7	—

3.1.2.4. El proceso de caída

El proceso de caída se puede observar en la figura N° 5. La gran mayoría de las semillas caen en un período corto, mientras que el proceso de las no viables comienza algo antes y perdura más. En coigüe cae una cierta cantidad de semillas vacías durante todo el año.

3.1.3. Cantidad y distribución de los desechos orgánicos del rodal

En los 4 años de observación, sólo durante el período entre enero 1971 y enero 1972 se obtuvieron resultados suficientemente confiables. En los años anteriores pérdidas de cajas y perturbaciones por aves limitaron la validez de las mediciones.

CUADRO N° 11

Peso seco de hojarasca y otros desechos caídos entre el 26 de enero de 1971 y 24 de enero de 1972, materia seca, g/m2.

N de recolección	N° días	Número de Subparcelas											Suma	g/día
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
24	25	17.5	30.1	18.7	14.6	21.4	19.6	20.2	12.6	31.8	13.2	199.7	8.0	
25	34	31.4	40.6	29.5	22.1	39.6	31.2	35.2	14.4	33.0	16.1	293.1	8.6	
26	43	153.6	110.5	98.3	66.6	102.2	111.9	106.4	107.3	77.2	113.2	1047.2	24.4	
27	34	234.2	201.8	173.5	96.5	142.4	155.2	102.6	124.4	162.1	169.9	1562.6	46.0	
28	125	138.1	235.9	141.9	162.8	173.8	173.4	139.1	65.6	216.6	132.3	1579.5	12.6	
29/30	103	78.6	73.4	59.8	65.5	41.6	34.4	58.5	166.8	68.4	34.9	681.9	6.6	
SUMA	364	653.4	692.3	521.7	428.1	521.0	525.7	462.0	491.1	589.1	479.6	5364.0	14.7	

El cuadro N° 11 indica que la producción de materia seca en hojarasca y otros desperdicios del rodal fue aproximadamente de 5.4 toneladas por hectárea y año. Esto significa 540 g/m2. Suponiendo que la producción haya sido semejante en los años anteriores, entonces la materia orgánica seca caída en todo el período

de estudio alcanzó más de 2 kg por m2. En esta cifra se incluyen 104 g de semillas por m2.

La distribución de estos desechos es sorprendentemente homogénea. El conjunto de receptáculos con la menor cantidad sumó 428 g y el de mayor cantidad 692 g.

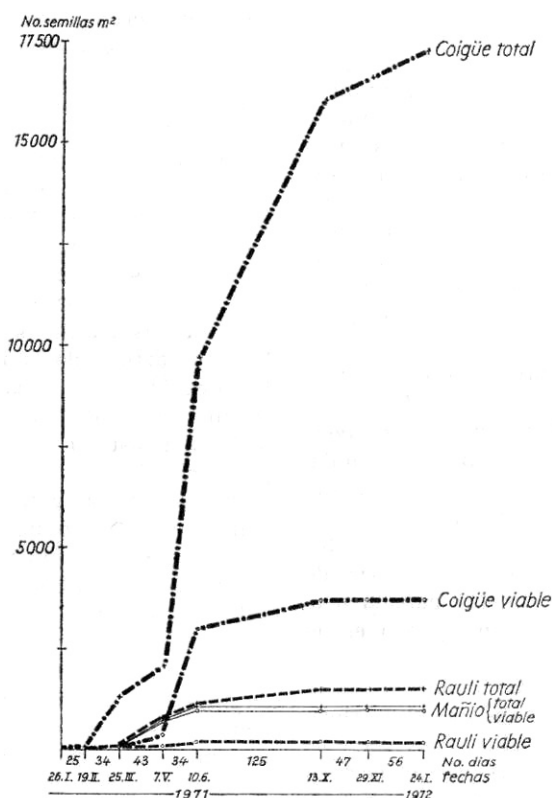


Fig. N° 5.— Proceso de caída de las semillas en el año 1971.

3.2. El establecimiento de la regeneración.

3.2.1. Método

Para estudiar el desarrollo de la regeneración de las especies arbóreas en el bosque estudiado, se efectuó un ensayo donde se observó el nacimiento de plántulas bajo diferentes tratamientos del suelo. En distintos lugares de la parcela, caracterizando diferentes condiciones ecológicas, se instalaron en enero de 1968, 10 grupos de 4 subparcelas cada uno, subparcelas que representaron 4 tratamientos distintos del suelo:

- testigo sin tratamiento;
- mezcla de la hojarasca con el suelo mineral;
- extracción de la hojarasca hasta el suelo mineral.
- quemado de la superficie del suelo.

La distribución del conjunto de subparcelas en el bosque experimental se puede ver en la figura N° 2; la caracterización de las condiciones ecológicas que los conjuntos de 4 subparcelas representan se da a continuación:

muy abierto	N°	9
		(ausencia de colihue)
medianamente abierto	N°	7 — 8
muy cerrado	N°	0 — 6

La posición de las subparcelas con respecto a las copas de los árboles se puede apreciar en las figuras N° 2 y 3, y el número de semillas que cayeron en cada conjunto en el cuadro N° 7. Cada subparcela tuvo una superficie circular de 1 m², en la cual se determinó el número de plántulas emergidas en varias oportunidades durante cada período vegetativo. Los controles se hicieron mediante un arco metálico que encierra un círculo de 1 m² que se colocó sobre la subparcela. Cada plántula emergida se contó marcándola con un alambre de distinto color para las diferentes especies.

3.2.2. Resultados

Como era de esperar, se produjo una considerable regeneración después de los años de semillación 1969 y 1971. En las subparcelas se

desarrollaron plántulas nuevas de las especies coigüe, raulí y mañío.

De mañío se encontró solamente un número muy pequeño, de tal manera que se le puede dejar fuera de consideración; prácticamente no hubo regeneración de esta especie, a pesar de un número elevado de semillas viables. No se encontró explicación para este fenómeno.

El hecho que no se desarrollaron plantas nuevas de tepa se debe probablemente al escaso número de semillas viables de esta especie.

Los resultados que se obtuvieron con respecto al coigüe y el raulí se han resumidos en los cuadros N° 12 y 13. Observándolos, se debe considerar que en el primer año de semillación, el efecto del tratamiento del suelo ya fue algo modificado por la hojarasca que se depositó en el período entre la instalación de las parcelas y la seminación. Una hojarasca de tres años cubría las subparcelas cuando ocurrió la segunda seminación, influyendo en el efecto del tratamiento.

De las semillas de coigüe como de raulí germinó un cierto porcentaje en el período vegetativo siguiente a la caída. Esto se puede comprobar (en los cuadros) para el período vegetativo 69/70. La primera columna con datos para este año contiene el número máximo de plántulas encontradas, mientras que en la segunda columna sale el número que quedó al final del mismo período. Se observa en ambas especies, que el número inicial (que varía mucho de un conjunto de subparcelas a otro) disminuye fuertemente hacia el fin del primer período vegetativo. A fines de dos períodos vegetativos solamente quedó regeneración en unas pocas subparcelas. Salta a la vista, sin embargo, que el número de plántulas nuevas de coigüe a fines del último período vegetativo y como consecuencia de la última seminación, es considerablemente más grande que la correspondiente a la primera semillación.

Existen dos explicaciones para este desarrollo. Por un lado, la iluminación de las plantas recién germinadas es tan baja en la mayor parte de la parcela experimental, que ellas no pueden desarrollar una asimilación de tal intensidad que les permita subsistir luego de haber consumido la provisión de nutrientes que llevan desde el árbol padre en los tejidos del embrión. Por eso sucumben rápidamente una vez consumidas estas reservas. Esta explicación encuentra su absoluta comprobación en los datos. No obstante que al comienzo del período vegetativo se encontraron muchas

plántulas en varias de las subparcelas, éstas se mantuvieron en un número significativo solamente en los conjuntos 7 y 9 caracterizados por mucha más luz que todos los otros.

La otra causa es puramente mecánica. Este tipo de bosque, en general caracterizado por escasa fauna de tamaño mayor, es el habitat del chucao (*Scelorchilus rubecula rubecula* Kittlitz), un ave que se alimenta de elementos de la hojarasca. Encuentra su alimento escarbando fuertemente el estrato superficial del suelo. Por esta actividad destruye muchas de las plántulas recién nacidas. Por el lento desarrollo de la regeneración a causa de la oscuridad del rodal, ésta necesita mucho tiempo para alcanzar rigidez y tamaño que la haga resistente contra este peligro. La importancia de esta ave para la regeneración se manifiesta claramente por el hecho que en el transcurso del estudio, ninguna de las subparcelas quedó sin daño y muchas se removieron varias veces totalmente.

De los cuadros N° 12 y 13 se puede sacar otra información importante. La superficie del suelo intocado, cubierta por un estrato grueso de hojarasca, no forma una cama germinadora ideal. Toda clase de tratamiento del suelo que disminuye el grosor de la hojarasca o la mezcla con el suelo mineral, mejora las posibilidades de las semillas para germinar y establecerse. La mejor condición para la regeneración se produce por la eliminación total de la hojarasca dejando el suelo mineral descubierto y al alcance de las semillas.

4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

4.1. Descripción del bosque.

A alturas medianas de la cordillera de los Andes, en sitios caracterizados por depósitos profundos de ceniza volcánica de considerable fertilidad, con un clima mediterráneo muy lluvioso, se encuentra un tipo de bosque compuesto por dos especies económicamente valiosas, coigüe y raulí. Este tipo de bosque por la participación del raulí, especie muy apreciada por el valor de su madera, ha sido objeto de una fuerte explotación en el pasado, quedando en 1961 solamente unas 90.000 há (INSTITUTO FORESTAL, 1966). Desde entonces esta superficie ha disminuido aún más, sin que existan datos estadísticos al respecto. En todo caso, es urgente declarar parte de lo que queda como "parque nacional", para mantener esta impresionante vegetación boscosa. Este tipo de bosque se estudió en base a un rodal característico consistente de un estrato alto, no demasiado denso, compuesto por

CUADRO N° 12

Número de plántulas del coigüe que se encontraron en las subparcelas en el transcurso del estudio (N°/m²). Las cifras en paréntesis se refieren a plantas de más de un período vegetativo de edad.

N° de sub- parcelas	N° semillas viables m ²	Suelo mineral: hojarasca mezclado															
		T e s t i g o				Suelo quemado				Suelo mineral							
		Máx. germ.	fin período vegetativo			Máx. germ.	fin período vegetativo			Máx. germ.	fin período vegetativo			Máx. germ.	fin período vegetativo		
		69/70	69/70	70/71	71/72	69/70	69/70	70/71	71/72	69/70	69/70	70/71	71/72	69/70	69/70	70/71	71/72
0	1780	36	27	0	0	62	36	1	0	67	50	1	43(2)	0	0	0	0
1	8326	8	6	0	316	2	0	1	2(1)	1	1	7	90	2	1	0	14
2	3569	10	3	0	70	17	15	0	193	20	14	0	222	15	15	0	54
3	4473	12	8	0	93	3	1	1	1	55	51	5	598(4)	19	12	4	466
4	5164	13	5	0	10	17	7	0	229	10	8	0	25	69	19	0	55(1)
5	3063	1	1	0	2	18	13	9	423(3)	13	9	1	26(1)	28	22	0	26
6	4122	0	0	1	3	9	0	0	41	1	0	0	126	3	0	1	151
7	3247	0	2	2	231	7	5	4	222(8)	15	6	5	57(13)	183	8	9	180(2)
8	6594	5	2	0	2	15	8	1	418	9	3	0	87	46	15	0	37
9	6782	0	0	0	32	61	61	59	523(50)	1	1	0	70	293	293	249	615(212)
Suma	47120	85	54	3	759	211	146	76	2052(62)	192	143	19	1344(20)	658	385	263	1598(215)

CUADRO N° 13

Número de plántulas del raulí que se encontraron en las subparcelas en el transcurso del estudio (N°/m²). Las cifras en paréntesis se refieren a plántulas de más de un período vegetativo de edad.

N° de sub- parcelas	N° semillas viables m ²	Suelo mineral: hojarasca mezclado															
		T e s t i g o				Suelo quemado				Suelo mineral							
		Máx. germ.	fin período vegetativo			Máx. germ.	fin período vegetativo			Máx. germ.	fin período vegetativo			Máx. germ.	fin período vegetativo		
		69/70	69/70	70/71	71/72	69/70	69/70	70/71	71/72	69/70	69/70	70/71	71/72	69/70	69/70	70/71	71/72
0	612	42	28	0	0	66	52	0	0	92	85	17	19(9)	68	32	0	0
1	31	29	0	0	0	47	0	0	0	28	0	0	0	23	0	0	0
2	375	15	6	0	6	22	11	2	4	21	10	0	0	15	9	0	1(1)
3	172	0	0	0	2	0	0	0	0	2	3	0	14	1	0	1	10(1)
4	110	30	0	0	0	75	0	0	3	50	3	0	0	195	1	0	0
5	166	4	3	0	2(2)	11	10	2	9(2)	11	5	0	1(1)	31	26	0	3
6	81	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	1	0	0	2
7	1111	1	3	1	133(2)	18	17	18	80(21)	37	37	29	52(39)	32	22	21	113(37)
8	74	24	0	0	1	10	1	0	3	13	0	0	1	20	0	0	0
9	803	0	0	0	3	99	14	15	28(17)	74	1	1	11(2)	216	31	29	48(29)
Suma	3535	145	40	1	147(4)	348	105	37	130(40)	330	144	47	100(42)	602	121	51	177(68)

grandes ejemplares de las especies coigüe y raulí. Bajo sus copas (considerablemente más bajo) se encuentra un segundo estrato de una especie muy tolerante y de desarrollo limitado, la conífera mañío. También pertenecen a este estrato algunos ejemplares de tepa (*). Este segundo estrato de árboles no juega realmente un papel en la dinámica del rodal en el sentido de que podría reemplazar algún día el estrato alto. Se le debe tomar más bien como una característica de esta clase de bosque y que solamente puede desarrollarse debajo de las especies más altas.

Los dos estratos mencionados cubren con una o varias copas superpuestas alrededor de un 80% de la superficie del suelo; tomando en cuenta que existió una pequeña abertura a través de los dos estratos en la parte Noroeste de la parcela experimental, este porcentaje de cobertura significa una considerable densidad (ASSMAN, 1961). Aún así bajo los estratos arbóreos se ha desarrollado un sotobosque muy denso y, en partes, casi impenetrable. Este consiste principalmente de colihue y de ejemplares bajos de tepa.

También existen otras especies arbustivas y herbáceas en cierto número, pero no tienen importancia cuantitativa.

Se puede distinguir claramente así un tercer piso, constituido por colihue, que crece en grupos y alcanza en las partes algo más iluminadas hasta alturas de 5 m. En las partes más densas del rodal es menos vigoroso y menos numeroso pero está siempre presente. Para la dinámica de este tipo de bosque el colihue juega un rol muy importante. Cada abertura que se produce en el dosel de los estratos arbóreos, ya sea por razones naturales o artificiales, es aprovechada por esta especie para desarrollarse aceleradamente hasta alcanzar gran densidad. Así la regeneración de los árboles casi no tiene oportunidad de sobrevivir y mucho menos de crecer. Las inmensas superficies cubiertas por colihue después de la explotación del bosque, en donde la regeneración forestal no pudo establecerse, dan un testimonio muy desfavorable para esta dinámica.

El estrato de plantas pequeñas de tepa que se encuentra debajo de los colihues raras veces sobrepasa alturas de 1 m. Parece que la mayoría de las plantas de esta especie que forman el cuarto piso vegetal del rodal se desarrolló vegetativamente de yemas adventicias de raíces. La poca seminación y regeneración

observada en el estudio comprueba esta suposición. La tolerancia de estas plantas es extraordinaria, pero no hay indicios que en el caso de cambios en el estrato arbóreo del rodal puedan conquistar el terreno; no obstante se presentan debajo de los colihues que normalmente aprovechan tales situaciones (ROSENFELD, 1971).

La edad de los árboles en la parcela experimental es muy alta, lo que explica el gran número de indicios de sobremadurez, como es el caso de la pudrición del fuste especialmente en las partes bajas, secamiento de las puntas y quebraduras de las copas. Se trata sin duda de un rodal que ha sobrepasado el máximo desarrollo y se encuentra en estado de decrepitud, proceso que en el caso de seres con una vida tan larga como son los árboles, puede durar decenios a menos que una catástrofe lo elimine abruptamente. En todo caso, este hecho significa que la madera en pie que se encuentra acumulada en el rodal, está expuesta a un rápido proceso de deterioro que hace urgente su utilización.

Los datos obtenidos con respecto a la edad del rodal no son muy numerosos, por eso todas las conclusiones que se puedan sacar de ellos son estimativas. Cuidadosamente se puede decir que el rango de edades dentro de una misma especie no es muy amplio. En raulí es entre 400 y 450 años mientras que en coigüe entre unos 300 y 350 años. Sería interesante profundizar este antecedente, aumentando el número de muestras. Con respecto al segundo estrato del rodal, lo único que se puede decir es que también es de una edad muy alta. Sólo en un árbol se pudo contar los anillos, con un total de 277 años. En los demás no fue posible por estar en avanzado estado de putrefacción.

4.2. La dinámica reproductiva

4.2.1. La fructificación

La dinámica reproductiva del bosque estudiado está determinada por la intensidad de fructificación y la posibilidad que le ofrece a las semillas para establecerse.

Con respecto a la fructificación se ha encontrado una periodicidad muy marcada. Hay años de fuerte fructificación y otros en que prácticamente no se forman semillas. Esta periodicidad ocurre igualmente para todas las especies arbóreas. En el transcurso de los 4 años de observación ocurrieron 2 años de seminación, mientras que en los 2 años restantes los árboles no fructificaron. De esta observación se concluye que los intervalos de

(*) En zonas de menor altitud sobre el nivel del mar la tepa juega un papel más importante dentro de este estrato.

escasa fructificación son cortos,

La cantidad de semillas que cayó en la parcela experimental fue inesperadamente grande. Salta a la vista sin embargo, que las dos especies del género **Nothofagus** tuvieron un porcentaje de viabilidad bastante pequeño. Para el coigüe esto parece ser típico; tal vez, se ha pronunciado algo más por la avanzada edad de los árboles padres. Pero, la baja viabilidad de esta especie se compensó por la gran cantidad de semillas caídas; en los 4 años, con un porcentaje de viabilidad de sólo 16% llegaron 4700 semillas viables por m². La distribución de ellas fue bastante homogénea.

Raulí también produjo una cantidad considerable de semillas, sin embargo ellas sufrieron un fuerte ataque de un insecto, lo que bajó el porcentaje de viabilidad a 10, llegando sólo 354 semillas viables por m². La distribución de las semillas no fue tan homogénea como en el caso del coigüe, más bien se observó una concentración de las semillas directamente bajo o cerca de los árboles padres.

El mañío también fructificó considerablemente, y sus semillas tuvieron el más alto porcentaje de viabilidad, con un promedio de 90%. Esto significa que como promedio, cayeron 3000 semillas viables por m². La distribución de ellas fue aún menos homogénea que el caso del raulí. Por el alto peso de las semillas, que no poseen dispositivos de dispersión, caen directamente en la proyección de las copas de los árboles padres, quedando casi libres las superficies no cubiertas por las copas.

Considerando a todas las especies se puede decir que la producción de semillas fue suficientemente alta como para asegurar (desde el punto de vista del número de semillas) una regeneración completa y densa de toda la superficie.

4.2.2. El establecimiento de la regeneración.

Ante todo, cabe preguntarse cuál es la razón por la cual no se estableció esta regeneración y el motivo de que no se haya establecido antes. Hay 3 razones posibles al respecto y que son acumulativas entre sí. La capa de hojarasca que se produce en el piso de los rodales de este tipo, es sumamente desfavorable para el primer desarrollo de las plantitas que nacen desde semillas. La gran mayoría de ellas sucumbe ya en las fases iniciales de la germinación. La razón es probablemente que no logran penetrar a suficiente profundidad en el substrato, como para mantener contacto con la humedad.

Las plantitas que sobreviven esta primera etapa de su vida reciben tan poca luz por la alta densidad de la vegetación boscosa y del sotobosque, que no pueden asimilar lo suficiente para desarrollarse y mueren por la baja productividad de sus tejidos activos.

Como tercera razón para la desaparición de las plántulas nuevas se debe mencionar la actividad del ave "chucaco" que en cierto número vive en esta clase de bosque. Para buscar su alimento, remueve fuertemente el suelo superficial, destruyendo o cubriendo con la hojarasca las plantitas nuevas aún todavía en estado suculento, es decir, blandas y poco resistentes.

Estas tres causas en su efecto son tan destructivas que varios siglos con abundante fructificación no han logrado el establecimiento de una regeneración digna de mencionar.

De este estudio, sin embargo, también salieron algunas informaciones con respecto a las posibilidades de regeneración en esta clase de bosques. Si el efecto negativo que significa la hojarasca pudiera disminuirse por una quema o por eliminación mecánica, se mejora considerablemente la probabilidad de sobrevivencia de las plantas nuevas. Si además, mediante pequeñas aberturas en el dosel del rodal y del sotobosque se mejora la iluminación, la regeneración puede establecerse.

Bajo condiciones no influidas por el hombre, parece así posible la renovación de un rodal sobremaduro de este tipo por la destrucción (p. ej. viento) de árboles individuales en avanzado estado de pudrición del estrato alto. La caída de los árboles gigantes produce un cierto tratamiento del suelo que mejora las condiciones de germinación y establecimiento, y sobre todo se abre parte del dosel y el sotobosque permitiendo así desarrollarse a la regeneración. De esta manera dentro de varios decenios, en que los árboles grandes gradualmente van desapareciendo, el rodal se regenera.

Al efectuar una explotación (sin considerar correctamente los aspectos silvícolas) se abre el dosel del rodal muy rápido y bruscamente, dando acceso a mucha luz sobre toda la superficie. Bajo estas condiciones es frecuente que el efecto positivo sea mayor para el colihue (puede desarrollarse explosivamente) que para la regeneración forestal. Un manejo de este tipo consecuentemente da lugar a un sobredesarrollo del colihue. Para evitarlo en un futuro manejo planificado de los bosques mixtos de coigüe y raulí, debe asegurarse que el suelo después de la corta quede en un estado

favorable para la germinación de semillas y el establecimiento de las plántulas. Para lograr este fin, frecuentemente basta la escarificación que sufre el suelo por el trabajo de la corta y del arrastre. Es muy importante además evitar que el colihue pueda desarrollarse tan vigorosamente en la superficie por

abrir, que inhiba el desarrollo de la regeneración. Hoy en día esto puede ser realizado solamente por intervenciones manuales, mediante machetes o herramientas semejantes. A largo plazo debería ser posible también el desarrollo de sustancias químicas que destruyan esta planta dañina.

R E F E R E N C I A S

- DAUBENMIRE, R., 1968: Plant Communities: A Textbook of Plant Synacology. Harper and Rox Publishers, New York, Evenston and London, (300 pp).
- INSTITUTO FORESTAL, 1966: Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile. Instituto Forestal, Informe Técnico N° 27. (19 pp. + 2 mapas).
- ROSENFELD, J.M., 1971: Desarrollo de la Regeneración de Raulí (**Nothofagus alpina**) y Coigüe (**Nothofagus dombeyi**) bajo diferentes grados de luminosidad. Tesis, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal, (60 pp).
- SCHMITHÜSEN, I., 1956: Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen N° 17.
- ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde, BLV Verlagsgesellschaft München, Bonn, Wien, (490 pp).