

**CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS DE UNA POBLACION DE  
*NOTHOFAGUS OBLIQUA* (MIRB.) BLUME VAR. *MACROCARPA*  
DC. EN EL CERRO EL ROBLE (33° LAT. S) EN CHILE**

JORGE GOLOWASCH \* MARY KALIN \* CAROLINA VILLAGRAN \* JUAN ARMESTO \*

RESUMEN

Se estableció la estructura de edades de la población geográficamente aislada de *Nothofagus obliqua* (MIRB.) BLUME var. *macrocarpa* DC. en el cerro El Roble (33° lat. S), cerca del límite septentrional de la especie, en base del recuento de anillos de crecimiento y extrapolación de curvas de número de anillos versus longitud de tarugo. Las tasas de crecimiento son mayores en la exposición O-SO y en altitudes menores. Se destaca la escasez de individuos juveniles menores de 25 años y la ausencia total de plántulas. La curva de estructura de edades muestra máximos a intervalos de 25 años aproximadamente. De los resultados de la aplicación del modelo de función de potencias de HETT y LOUCKS (1976) se deduce que la población podría estar en un estado de desarrollo decreciente. Se discuten estos resultados en relación a la influencia de factores climáticos, antrópicos, y patrones de floración periódica.

ABSTRACT

The age structure is determined for a geographically isolated population of *Nothofagus obliqua* (MIRB.) BLUME var. *macrocarpa* DC. on cerro El Roble (33° latitude S), near the northern distribution limit in central Chile on the basis of tree ring analysis and extrapolation from curves relating number of annual rings and radius at DBH. Growth is faster on W-SW slopes and at lower altitudes. The population contains few individuals less than 25 years old and a complete absence of seedlings. Age distribution is cyclic with maxima at intervals of approximately 25 years. The application of HETT & LOUCKS (1976) power function population model suggests that the population might be in a state of decline. Results are discussed in relation to climatic features of the area, human intervention and periodic flowering patterns.

\* Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

## INTRODUCCION

El género *Nothofagus*, uno de los elementos biogeográficos más característicos de los bosques del sector austral del hemisferio sur, se distribuye actualmente en forma discontinua encontrándose, por un lado, en Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Tasmania y el sureste de Australia y, por otro, en la región austral chileno-argentina. *Nothofagus obliqua* (MIRB.) BLUME, la especie del género de distribución más boreal en Chile, abarca la región desde aproximadamente 33° a 41° 30' S (DONOSO 1979), y una de las poblaciones más septentrionales, pertenecientes a la variedad *macrocarpa* DC, es la localizada en las laderas del cerro El Roble (33° 07' Lat. S, 71° 00' Long. O), en la Cordillera de la Costa, Chile central. En los Andes argentinos esta especie alcanza sólo hasta los 36° 50' S. El propósito de este trabajo es evaluar las actuales características demográficas de la población de *N. obliqua* var. *macrocarpa* en el cerro El Roble, en relación a su carácter relictual y perturbación antrópica, específicamente mediante un análisis de estructura de edades.

## METODOS

El área de muestreo corresponde a la ladera de exposición sur del Cerro El Roble, incluyendo un gradiente altitudinal entre los 1800 y 2200 m.s.n.m. Para establecer la relación radio-edad de los árboles, necesaria para confeccionar la estructura de edades, se trabajó en base de un total de 124 árboles elegidos al azar en diferentes sitios de altitud y exposición. Los testigos fueron extraídos al nivel del pecho (DBH) con un "Increment Borer", marca Jim-Jem. Esta información fue complementada con mediciones de diámetro a DBH y diámetro al nivel de la base del tronco (DB). Adicionalmente se midió el DBH y el DB en un total de 179 árboles presentes en 11 parcelas de 100 m<sup>2</sup> de superficie distribuidas regularmente entre los 1800 y 2200 m.s.n.m. Los testigos fueron teñidos con fluoroglucinol acidificado, medi-

dos en longitud y analizados por anillos. El número de anillos anuales en los pocos árboles con un diámetro del tronco menor de 2 cm fueron contados directamente en árboles cortados a DBH.

## RESULTADOS

Dado que podrían encontrarse diferencias en las tasas de crecimiento y diferentes exposiciones y alturas, se efectuaron análisis de regresión en escala doble logarítmica comparando número de anillos versus longitud del testigo para dos exposiciones (E-SE, O-SO) y dos rangos de altitud (1800-2000 m, 2000-2200 m). En la Fig. 1 se observa relaciones altamente significativas entre las variables comparadas. El valor de F (Cuadro 1) para el análisis de covarianza de las curvas de crecimiento según exposición indica una diferencia significativa al nivel de 95% entre las curvas.

Se efectuó un análisis paralelo para dos rangos de altitud en la misma exposición (Fig. 2). Los gráficos muestran una relación lineal y una alta y significativa correlación entre las variables consideradas. El análisis de covarianza para comprobar si hay o no una diferencia significativa entre las ecuaciones para los dos altitudes (Cuadro 2) indica una diferencia significativa entre ellas. En resumen estos resultados muestran que las tasas de crecimiento son mayores para la exposición O-SO, con mayor humedad, y a menores altitudes.

Una alta proporción de árboles de *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en el cerro El Roble ha sido cortada, constituyendo actualmente renovales. Por esta razón ha sido necesario estimar la edad de los árboles originales utilizando los valores de radio al nivel DB. Por otra parte los anillos de crecimiento son generalmente más anchos cerca del centro del tronco y, a medida que el árbol crece, se hacen cada vez más delgados (FRITTS 1966). Por esta razón, y para estandarizar las mediciones de número de anillos (edad) y resolver el problema de la determinación de edad del árbol cuando un testigo

CUADRO 1

ANÁLISIS DE CORRELACION Y DE COVARIANZA SEGUN EXPOSICION. TC = TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO (cm/año).

EXPOSICION	Nº árboles	r	P	TC	F <sub>s</sub>	F <sub>.95</sub>	DIFERENCIA
O-SO	36	0.671	<0.001	0.17	F <sub>s 1.130</sub> = 4.71	3.92	Significativa
E-SE	98	0.875	<0.001	0.14			

CUADRO 2

ANÁLISIS DE CORRELACION Y DE COVARIANZA SEGUN ALTITUD PARA LA EXPOSICION E-SE. TC = TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO (cm/año).

ALTITUD (m.s.n.M.)	Nº árboles	r	P	TC	F <sub>s</sub>	F <sub>.95</sub>	DIFERENCIA
1800-2000	24	0.822	<0.001	0.19	F <sub>s 1.89</sub> = 4.66	4.00	Significativa
2000-2200	69	0.949	<0.001	0.13			

no pasa exactamente por el centro del tronco, hemos recalculado las edades de los renovales aplicando los valores de radio correspondientes a DBH de las ecuaciones de las Figuras 1 y 2. El histograma de distribución de edades (Fig. 3) para los árboles originales muestra una curva con forma de J invertida a partir de los 30 años aproximadamente, lo que podría corresponder a una distribución de una población en estado de desarrollo estacionario (LEAK 1966; HETT & LOUCKS 1976). Es interesante destacar la escasez de individuos jóvenes menores de 25 años y la ausencia total de plántulas.

Para describir la distribución de edades de especies longevas HETT (1971) ha propuesto un modelo de función de potencias basado en una mortalidad decreciente con la edad, suponiendo que los juveniles son más vulnerables que los adultos. Este modelo es el siguiente:

$$Y = Y_0 \cdot X^{-b}$$

cuya transformación lineal es

$$\ln Y = \ln Y_0 - b \cdot \ln X$$

donde: Y = número de individuos correspondientes a la clase de edad X por unidad de área de la población.

Y<sub>0</sub> = número de individuos de edad inicial en la población por unidad de área.

b = tasa de mortalidad variable.

Como varios autores han demostrado (HETT 1971; LEAK 1975; VEBLEN *et al* 1979; HETT & LOUCKS 1976), al aplicar la función de potencias en su forma linealizada, se obtiene una recta para poblaciones en estado estacionario, una curva cóncava para pobla-

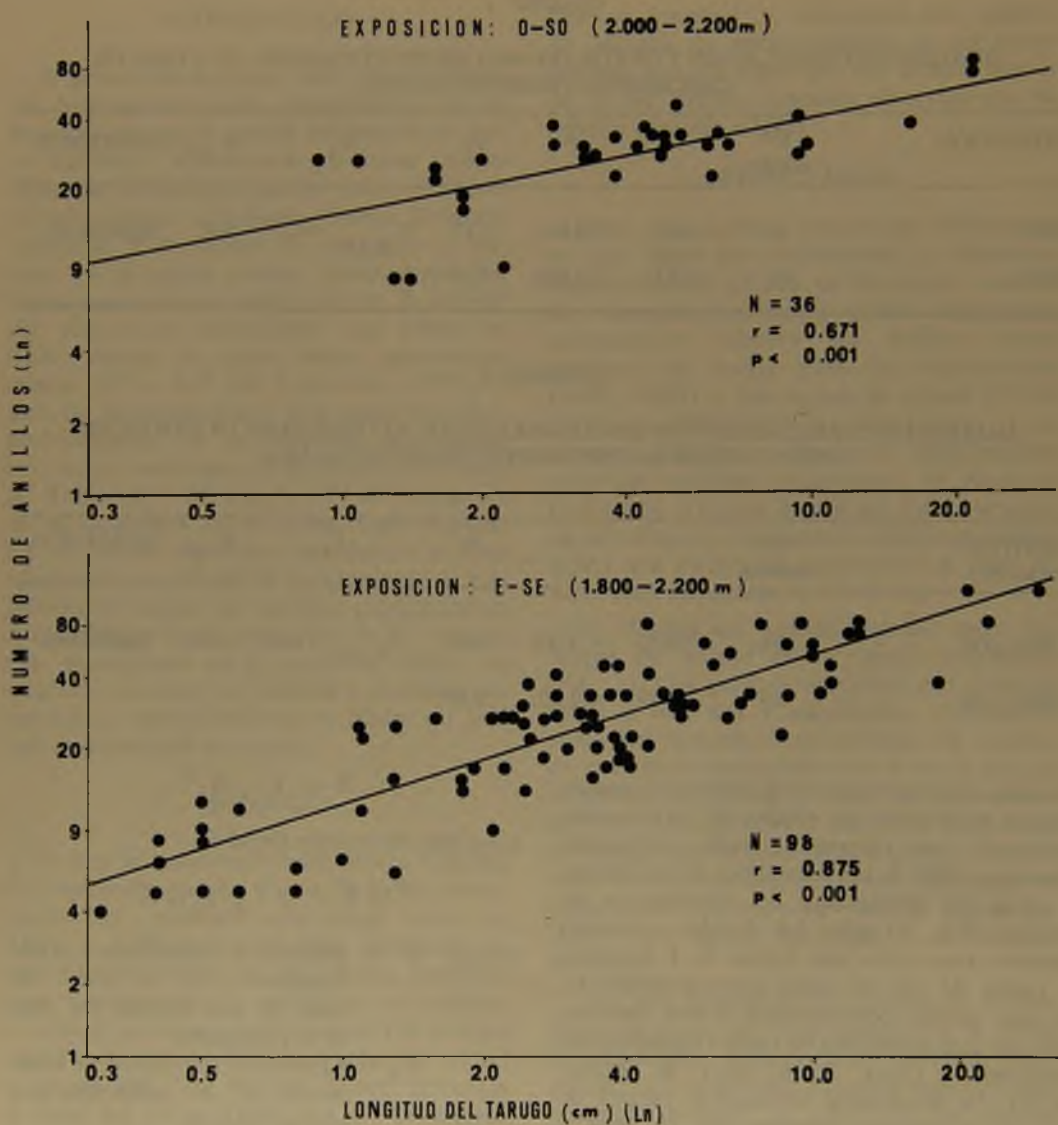


Fig. 1. Relación entre Ln Longitud de testigo (cm) y Ln N° de anillos de crecimiento para *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en dos exposiciones diferentes (O-SO & E-SE) en cerro El Roble, Chile central.



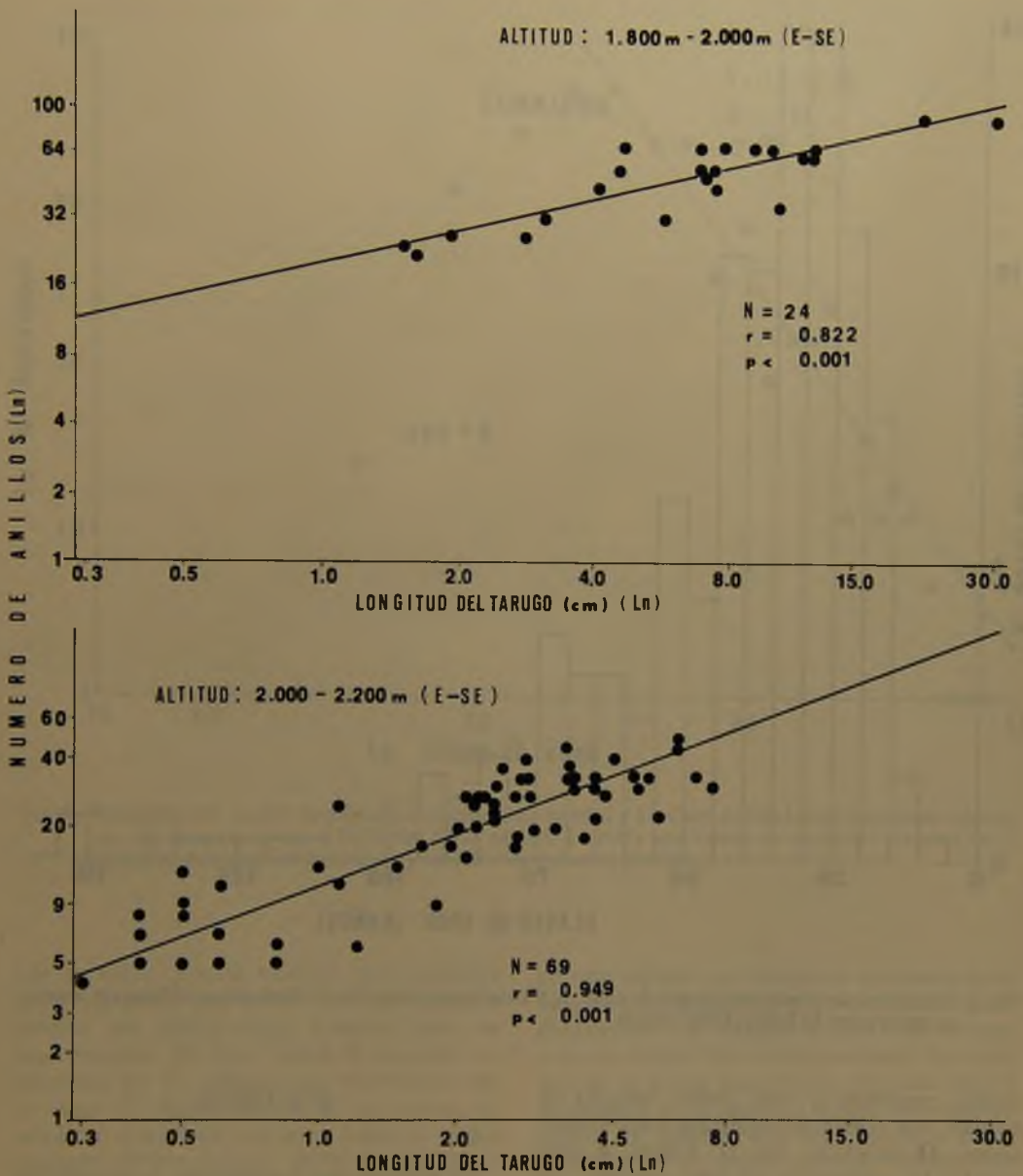


Fig. 2. Relación entre Ln Longitud de testigo (cm) y Ln N<sup>o</sup> de anillos de crecimiento para *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en dos altitudes diferentes (1800-2000 m & 2000-2200 m) con la misma exposición (E-SE) en cerro El Roble, Chile central.

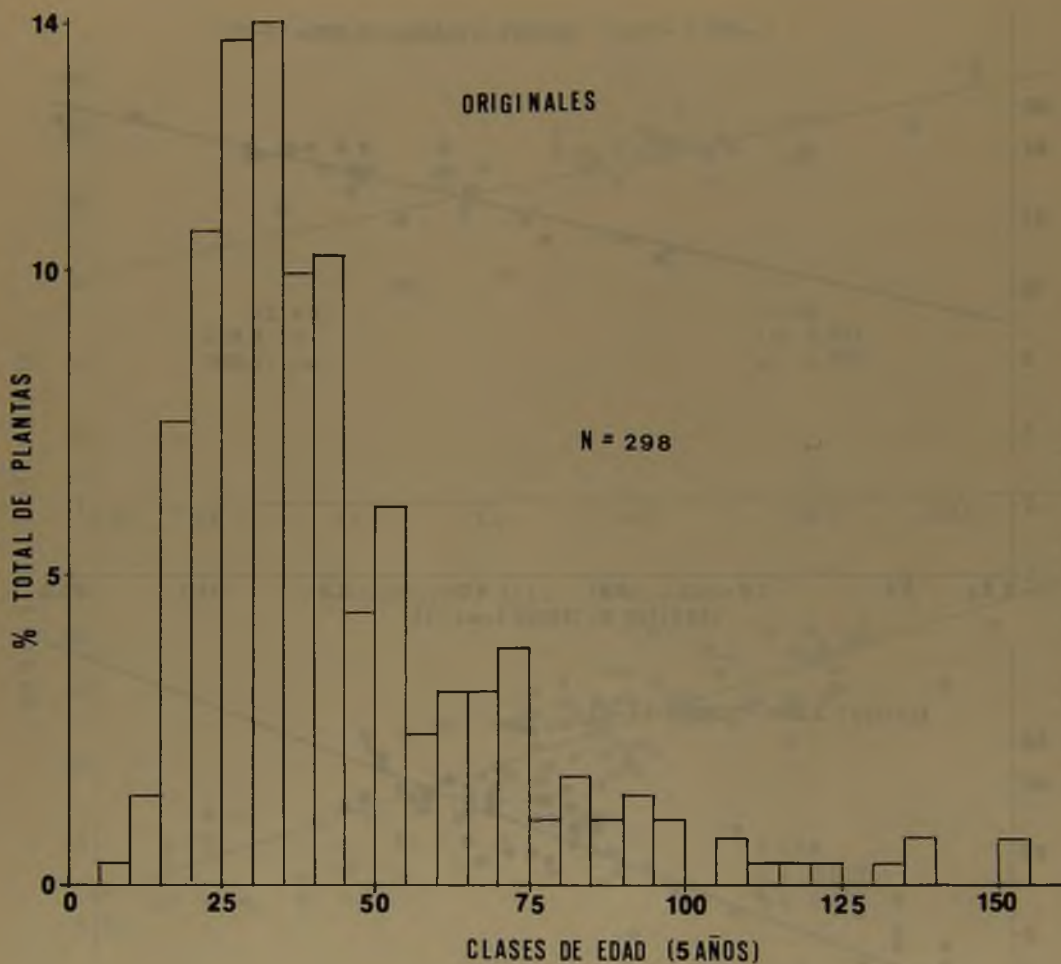


Fig. 3. Estructura de edades (en rangos de edad de 5 años) en la población de *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en cerro El Roble, Chile central.

ciones crecientes y una curva convexa o incluso con forma de campana para poblaciones decrecientes. En la Figura 4 que muestra la aplicación de este modelo, se observa una desviación de la linealidad en la primera parte de la curva, a pesar de una correlación alta en general. Esto indica que la población podría encontrarse en un estado decreciente de desarrollo.

## DISCUSION

La distribución fragmentada de las actuales poblaciones septentrionales de *Nothofagus obliqua* indicaría que la especie ha tenido una distribución más amplia en el pasado. Su subsistencia post-glacial estaría ligada a la presencia de microclimas particulares, y,

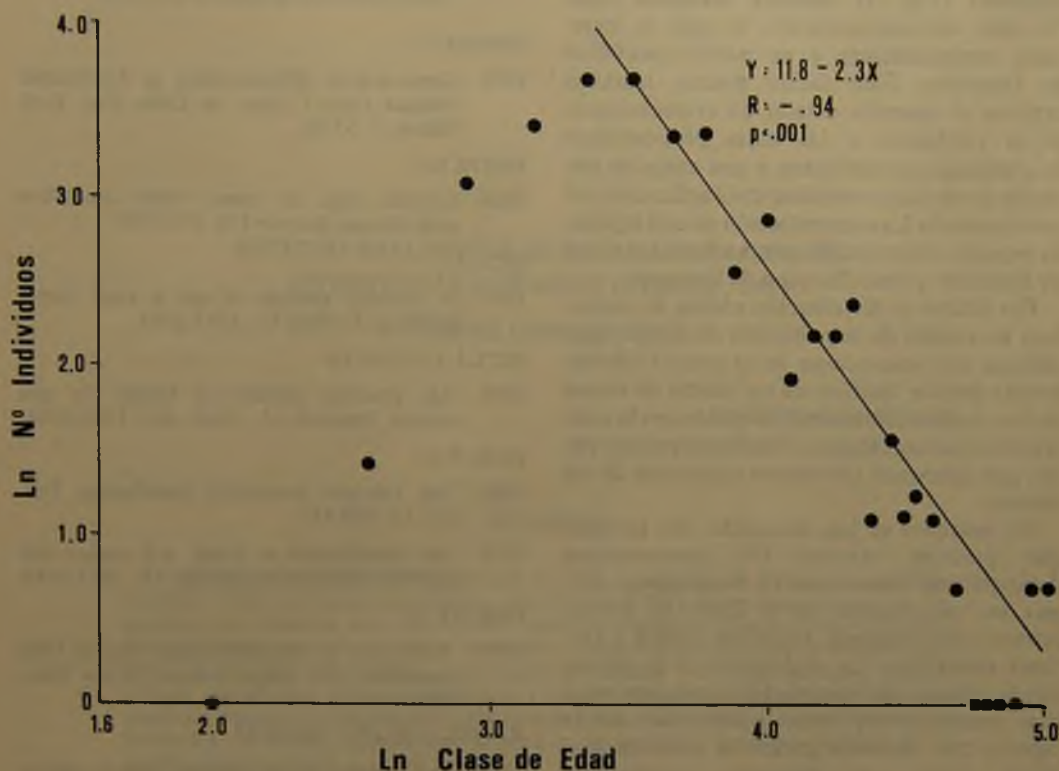


Fig. 4. Relación entre Ln N° de individuos en cada clase de edad y Ln Clase de Edad para *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en cerro El Roble, Chile central. La recta está basada en las edades mayores de 25 años para disminuir el efecto de la posibilidad de floración periódica.

por lo tanto, podría inferirse que cualquier perturbación en este sector de su distribución tendría un efecto muy drástico para su regeneración. De esta forma la ausencia de plántulas de *N. obliqua* var. *macrocarpa* en el cerro El Roble podría ser un efecto de cambios climáticos recientes hacia la aridez (PASKOFF 1970; VARELA 1976) acelerado por la perturbación antrópica.

RUNDEL & WEISSER (1975) han documentado que la tala indiscriminada practicada por el hombre, ligada a la explotación minera, ha sido fuerte y continua a partir del siglo XVI. VELEN *et al.* (1979) muestran que las plantas

de este especie son incapaces de desarrollarse bajo su propia sombra, pero sí lo hacen abundantemente en claros dentro del bosque o en sus bordes. No es sorprendente, entonces que no se hayan encontrado plántulas dentro del bosque en el cerro El Roble. Sí es significativo, en cambio, que ellas tampoco se encuentran en los numerosos claros producidos por la acción humana. Por otra parte es conocido que la floración en muchas especies arbóreas, incluyendo algunas de *Nothofagus* (SCHLEGEL com. pers.) presentan años de actividad masiva alternados con años de actividad moderada. El histograma para los árboles

originales (Fig. 3) muestra máximos cada 25 años aproximadamente, lo que se esperaría correspondiera a un patrón periódico de floración. Este factor podría también explicar el aparente estado de decrecimiento de la población si las bajas proporciones de plántulas corresponden a una etapa de floración moderada, complicandola aplicación del modelo usado. La comprobación de esta hipótesis requiere de un estudio profundo de los ciclos de floración y fructificación de la especie.

Por último la distribución cíclica de estructura de edades de la población de *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en el cerro El Roble podría derivar también de un patrón de aridez cíclico. Lamentablemente no existen en la zona registros meteorológicos lo suficientemente largos que abarquen las edades registradas de los árboles.

En resumen se han discutido tres factores que podrían explicar las características demográficas observadas en *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa* en el Cerro El Roble; intervención humana, floración cíclica y factores climáticos. La evaluación de la importancia relativa de estos factores requiere estudios comparativos entre poblaciones de la especie con distintos grados de intervención, tanto como con diferentes condiciones ambientales.

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a PAULINA USLAR y al Dr. RENE COVARRUBIAS por su valiosa cooperación en terreno. Le agradecemos al Dr. F. SCHLEGEL por la valiosa información proporcionada sobre la zona. Este trabajo fue financiado por el Servicio de Desarrollo Científico y Creación Artístico, Universidad de Chile, Proyecto N° B 388-792 (M. T. KALIN ARROYO) y Proyecto N° B 953-802 (C. VILLAGRAN).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DONOSO, C.

1979 Genecological differentiation in *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. in Chile. For. Ecol. Manag. 2: 53-66.

FRITTS, H. C.

1966 Growth rings of trees: their correlation with climate. Science 154: 973-979.

HETT, J.

1971 A dynamic analysis of age in sugar maple seedlings. Ecology 52: 1071-1074.

HETT, J. y O. LOUCKS

1976 Age structure models of balsam fir and eastern hemlock. J. Ecol. 64: 1029-1044.

LEAK, W. B.

1966 The J-shaped probability distribution. For. Sci. 11: 403-419.

1975 Age distribution in virgin red spruce and northern hardwoods. Ecology 56: 1451-1454.

PASKOFF, R.

1970 Recherches geomorphologiques dan le Chili semiaride. 420 págs. Biscaye Freres Imp., Bordeaux.

RUNDEL, P. W. y P. J. WEISSER

1975 La Campana, a new National Park in central Chile. Biol. Conserv. 8: 35-46.

VARELA, J.

1976 Geología del cuartenario de Laguna de Taguatagua (Provincia de O'Higgins). Primer Congreso Geológico Chileno, 2-7 Agosto, 1976, Santiago, págs. D81-D113.

VEBLEN, T. D. H., ASHTON y F. M. SCHLEGEL

1979 Tree regeneration strategies in a lowland *Nothofagus*-dominated forest in south-central Chile. J. Biogeogr. 6: 329-340.