

ESTABLECIMIENTO DE *NOTHOFAGUS BETULOIDES*
(Mirb.) Blume
(COIGUE DE MAGALLANES) EN UN VALLE EN PROCESO
DE DESGLACIACION

EDMUNDO PISANO V.**

SUMARIO

El estudio cronológico del establecimiento de *Nothofagus betuloides* en la morrena lateral sur adosada al valle glacial del glaciar Serrano (51° 26,6' S - 75° 06,4' W) demostró la irregularidad del proceso progresivo de desglaciación y la coincidencia en las características térmicas de sus subperíodos con aquellos postulados por el autor (1975).

ABSTRACT

The chronological study of *Nothofagus betuloides* established on a moraine lying against the south wall of the Serrano glacial valley (51° 26,6' S - 75° 06,4' W) proved the irregularity of the progressive deglaciation process and the coincidence in thermic characteristics of its subperiods with those postulated by the author (1975).

INTRODUCCION

Casi la totalidad de los glaciares ubicados en el área fitogeográfica de los bosques perennifolios patagónico-fueguinos, ubicada principalmente en el tipo climático incluido en la categoría *Templado — Frío con Gran Humedad* (Cfk'c), de la clasificación de Köppen, según Llorente (1966), se encuentra en un franco proceso de desglaciación (Liboutry, 1967; Mercer, 1965, 1968, 1970).

A medida que el hielo se va retirando de sus valles y sistemas morrénicos, tanto laterales como frontales y siempre que estos se encuentren en áreas altitudinales o climáticamente favorables, se inicia un proceso sucesional progresivo hacia el bosque clímax, caracterizado por el prematuro establecimiento del dominante de su etapa final. Esta comunidad terminal, dependiendo de la ubicación geográfica y otras características físicas del sitio, está representada principalmente por alguna de las dos asociaciones *Nothofagetum betuloidis* o *Nothofagus betuloides* - *Drimys winteri* (Pisano, 1977).

Las primeras etapas de este proceso son con frecuencia altamente variables

* Aceptado para su publicación en diciembre de 1978. Corresponde al programa Determinación de las regiones Bio-ecológicas de Magallanes.

** Sección Botánica, Departamento de Recursos Naturales Terrestres.

de acuerdo con las características mesológicas; naturaleza física del sustrato dejado después del retiro del hielo; su pendiente, que principalmente determina su capacidad de retención de agua; su composición físico-química; exposición; altitud y otras variables que determinan la aptitud del sitio para la culminación del proceso sucesional. En aquellos aptos para el desarrollo de comunidades boscosas, el proceso no sigue las etapas clásicas, frecuentemente descritas en la literatura y sumariadas, entre otros, por Weaver y Clements (1936). En todo caso, sin embargo, transcurre cierto tiempo, posiblemente necesario para el acondicionamiento físico-químico del sustrato, antes del establecimiento de los primeros árboles. La extensión de este período ha sido estimada por Mercer (1970) en unos 70 años para *Pilgerodendron uvifera* (Don.) Florin (Ciprés de Canales), sobre sustratos pantanosos turbosos, en base a fechaciones con C^{14} y recuentos de anillos de crecimiento.

Si se considera que el proceso de desglaciación postpleistocénica de Fuego-Patagonia y otras áreas del hemisferio sur no ha sido de naturaleza lineal sino, muy por el contrario, caracterizado por marcadas oscilaciones derivadas de fluctuaciones climáticas de variada intensidad (Caldenius, 1932; Auer, 1933, 1950, 1952; Kalela, 1949; Mercer, 1965, 1968, 1970; Park, 1970; Pisano, 1975), no se encontraría una relación lineal directamente proporcional entre los diámetros de los árboles (o edades) y la altitud de sus sitios sobre el nivel actual del hielo o del lago formado por el represamiento de las aguas de fusión por la morrena frontal, altitud que representaría el tiempo transcurrido desde la emergencia del sustrato.

Si la desglaciación hubiese sido un proceso regular, no alterado por oscilaciones climáticas, sino que determinado por un alza regular de la temperatura, los diámetros medios de los árboles establecidos a altitudes progresivas sobre el nivel 0 y en ausencia de factores que alteren la relación diámetro/edad, se ajustarían a una recta que, originándose en este punto, llegaría hasta la altitud en que se em-

pezaran a manifestar los efectos climáticos o de otra naturaleza, que comienzan a afectar el incremento anual del diámetro en relación con la edad, desde aquí hacia arriba la relación diámetro/edad se incrementaría a un ritmo mucho menor, para luego, a mayor altura, comenzar a descender hasta llegar a 0 al alcanzarse el límite altitudinal del bosque (*timber line*), como se indica en la Fig. 1.

Sin embargo, debido a que el clima en el período postpleistocénico de desglaciación ha experimentado frecuentes y notorias oscilaciones, incluyendo algunas manifestadas en reavances glaciales, causados por marcadas reducciones térmicas y que las condiciones ambientales que determinan la relación diámetro/edad son variables espacial y cronológicamente, no se puede esperar que el incremento en diámetro de los árboles en relación a la altitud de su sitio o sea, al tiempo transcurrido desde la emergencia del sustrato, haya sido uniforme.

En estas condiciones, es esperable encontrar una fluctuación de los diámetros, dentro de ciertos límites, en relación con la altitud de sus sitios (o tiempo desde su establecimiento). Estas fluctuaciones del diámetro estarían fundamentalmente condicionadas por los dos factores siguientes:

- a) Mejoramiento o empeoramiento de las características climáticas, que alteran la relación diámetro/edad.
- b) Efectos de marcadas reducciones de temperatura (y posiblemente de aumentos simultáneos de precipitación) que se manifiestan en reavances glaciales con la consecuente destrucción de todos o algunos de los árboles establecidos en períodos climáticos pasados más favorables y profunda alteración del sustrato.

De estos hechos resultaría una relación diámetro/incremento de altitud de establecimiento como la indicada hipotéticamente en la Fig. 2.

Con el objeto de obtener información sobre la relación diámetro (edad) de los

ESTABLECIMIENTO DE NOTHOFAGUS BETULOIDES

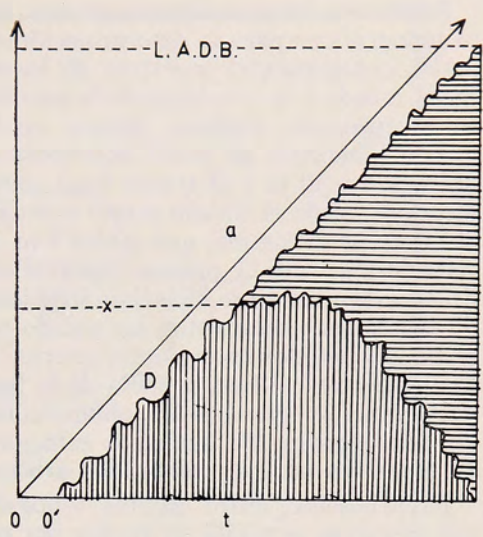
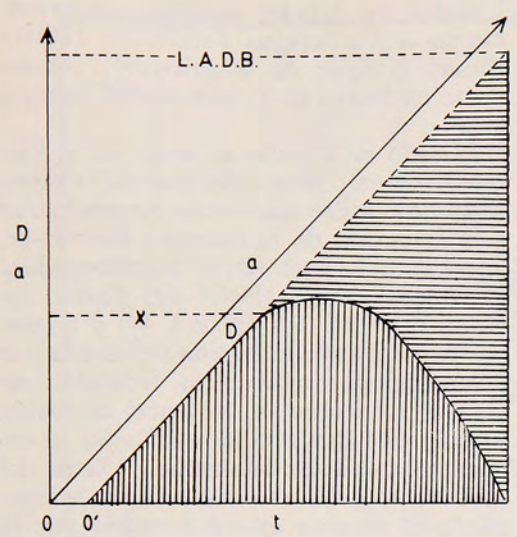


Fig. 1) Relación hipotética entre diámetro de árboles e incremento en altitud del sustrato en territorios en proceso de desglaciación postpleistocénica resultante de un incremento térmico regular a través del tiempo.

Fig. 2) Relación hipotética entre diámetro de árboles e incremento en altitud del sustrato en territorios en proceso de desglaciación postpleistocénica resultante de un incremento térmico variable a través del tiempo.

- a = Altitud del sustrato
- D = Diámetro de árboles
- L.A.D.B. = Límite altitudinal del bosque (*timber line*)
- 0 = Altitud 0
- 0' = Diámetro 0
- 0 — 0' = Tiempo para establecimiento de los primeros árboles
- t = Tiempo desde emergencia del sustrato
- achurado = Bosque y comunidades arbóreas
- x = Comienzo de disminución relación D/edad por altitud

árboles establecidos a niveles sucesivos en un sustrato en proceso de desglaciación postpleistocénica con el tiempo transcurrido desde la emergencia de cada uno de estos niveles, se realizó un estudio exploratorio en una sección a través de la morrena lateral sur del curso inferior del actual valle del glaciar Serrano, Parque Nacional "Monte Balmaceda" (Última Esperanza), dentro de un rango de altitud (4 - 78 m) estimado inferior a aquella necesaria para la manifestación de efectos que alteren la relación diámetro/edad.

La finalidad perseguida fue la de obtener, por medio de un procedimiento indirecto (comparación de edades de los árboles establecidos a niveles sucesivos) una caracterización de las fluctuaciones climáticas durante el periodo del proceso de desglaciación, extendiéndose desde el

comienzo del descenso del nivel del hielo en la cúspide de la actual morrena hasta el presente.

MATERIAL Y METODO

El estudio exploratorio se basó en un muestreo dirigido de la comunidad boscosa (asoc. *Nothofagetum betuloides*), por medio del método de los cuartos (*quarter method*), adaptado, como se indicará más adelante, a lo largo de una línea de 124 m, extendiéndose desde el borde superior de la morrena mencionada, a 74,16 m sobre la que se consideró cota 0, hasta la orilla de la laguna que acumula las aguas de fusión del ventisquero, denominada como cota 0 a aproximadamente unos 4 m sobre el nivel del mar.

Sobre esta línea se fijaron puntos, tanto topográficos para la determinación del perfil, como para el muestreo de los árboles, a cada 5 m a lo largo de la pendiente, exceptuando algunos tramos en los que la pendiente de perfil determinó su ubicación a 10 m y el tramo final, extendiéndose desde el último punto arbolado al borde de la laguna, que midió 9 m. Se consideraron así 21 puntos topográficos. En tres de ellos no se hicieron mediciones de árboles por estar éstos demasiado cerca de los medidos en el punto anterior, ni tampoco en el último, a orilla de la laguna, donde no había árboles, obteniéndose, de esta manera, 17 puntos o estaciones de muestreo para la comunidad arbórea.

La pendiente entre puntos topográficos sucesivos se midió en grados por medio de un inclinómetro "Suunto" y las distancias, tanto entre los puntos como aquellas desde cada estación de muestreo a los cuatro árboles considerados, se midió en m, por medio de una huincha de acero; la dirección de la línea de muestreo se mantuvo por medio de una brújula de bolsillo "Silva".

Las mediciones se comenzaron en el punto más alto del perfil, o sea en el borde superior de la morrena. Las diferencias de nivel entre cada par de puntos se determinaron, multiplicando el coseno del ángulo negativo, formado con el punto inferior, por la distancia medida a lo largo de la superficie del terreno.

A diferencia del método corriente de los cuartos, que establece la medición del diámetro a nivel del pecho (DAP) y las distancias desde el punto de origen hasta cada uno de los árboles más cercanos ubicados en cada cuarto del círculo, en este caso, debido a que se buscaban los árboles más viejos, se consideraron los cuatro más cercanos de mayor diámetro y ubicados altitudinalmente lo más cerca posible de la cota de cada estación. Los diámetros se midieron a nivel del suelo, empleando un calibrador de árboles y promediando las mediciones en caso de aquellos con secciones irregulares.

Todos los árboles medidos correspondieron a *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Blume (Coigüe de Magallanes), componente exclusivo de la comunidad arbórea local.

El sitio de estudio se ubicó en el Parque Nacional "Monte Balmaceda" y como se indicó, sobre una recta perpendicular a la extensión de la morrena lateral sur, adosada a la base de la desembocadura del antiguo valle glacial del glaciar Serrano ($51^{\circ} 26,5' S - 73^{\circ} 06,4' W$) y a cuyo pie se encuentra la laguna represada por acumulaciones morrénicas frontales, en las que se acumulan las aguas de fusión y témpanos desprendidos. El sitio se encuentra a aproximadamente 150 m del nacimiento del curso que desagua la laguna hacia el gran estero formado por la desembocadura del río Serrano, en la localidad conocida como "Puerto Toro" y aparentemente libre de manifestaciones de efectos antrópicos tan frecuentes en el área.

El substrato sobre el cual se extendió la línea de muestreo está conformado por una acumulación de detritos glaciales entremezclados, pero con una marcada dominancia de clastos y bloques angulares, sobre los cuales se encuentra un delgado suelo pedregoso con escasa materia orgánica y sin evidencias de perfil, por lo que puede ser considerado como litosólico medianamente evolucionado, coincidiendo con el Ranker de Pendiente (*haplumbrept lítico*) de la clasificación ecológica de Duchaufour (1977).

El estudio en terreno se realizó durante una expedición al área efectuada en relación con el programa Transecta Botánica de Patagonia Austral en enero de 1976.

La Fig. 3 adaptada de CONAF, 1974, esquematiza la geomorfología del valle de este glaciar y en líneas generales, señala la distribución de las comunidades formadas por *N. betuloides*. En ella, la línea c-d indica aproximadamente la línea de muestreo.

Para los cálculos estadísticos se siguió a Lewis 1969 y Sokal y Rohlf, 1969.

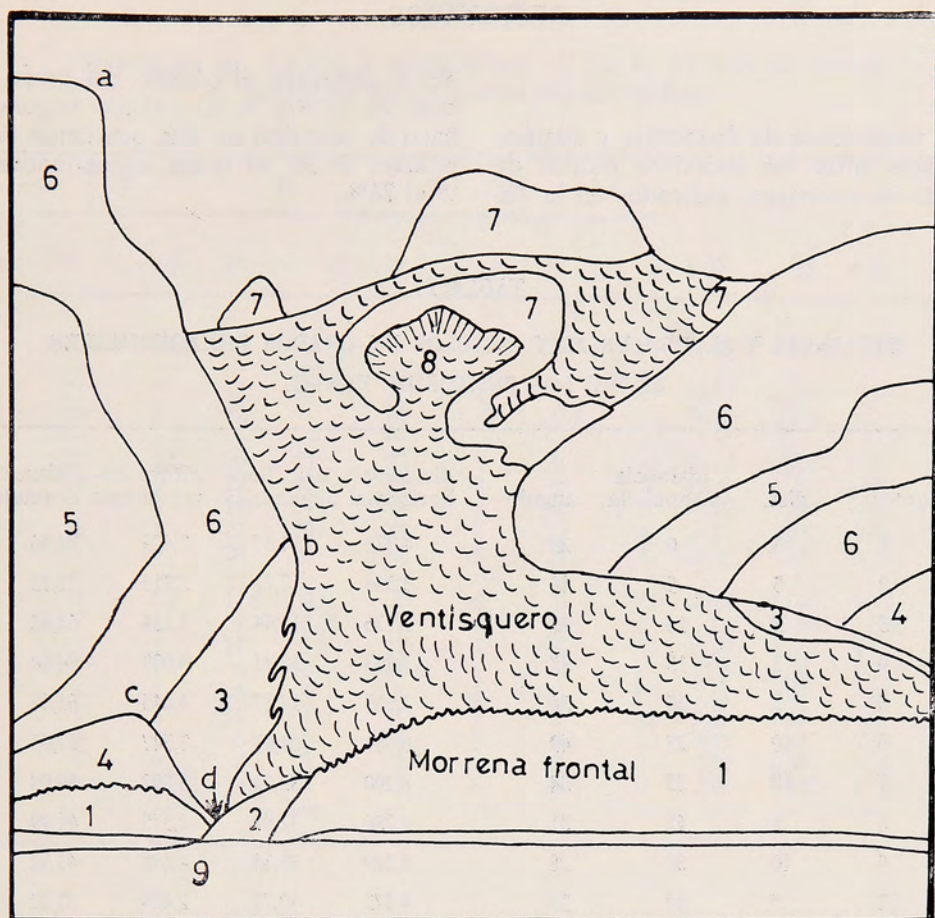


Fig. 3) Geomorfología y distribución de comunidades de *Nothofagus betuloides*.

- 1.— Morrena frontal antigua estabilizada por bosques
- 2.— Acumulaciones morrénicas frontales recientes, en las que aún no se establece el bosque y que represan la laguna
- 3.— Acumulaciones morrénicas laterales recientes, aún sin bosque
- 4.— Morrena lateral en proceso de forestación
- 5.— Terrenos desglaciados desde muy antiguo con bosque
- 6.— Paredones del valle glacial con matorrales de coigüe, en los que la naturaleza del substrato impide el desarrollo boscoso
- 7.— Desierto andino
- 8.— Circo glacial
- 9.— Desembocadura del estero que vacía la laguna

a — b.— Borde sur del antiguo valle glacial

c — d.— Sitio del muestreo

RESULTADOS

Perfil

Las mediciones de distancias y ángulos verticales entre los sucesivos puntos de la línea de muestreo, indicados en la Ta-

bla 1, permiten el cálculo del perfil trazado en la Fig. 4. El cálculo trigonométrico de su talud da una pendiente de alrededor de $36^{\circ} 30'$ o sea, aproximadamente el 74%.

TABLA I

DISTANCIA Y ALTURA EN M. Y ANGULOS EN GRADOS SEXAGESIMALES
ENTRE LOS PUNTOS DE PERFIL

puntos	dist.	distancia acumulada	angulo	distancia horizontal	dist. hor. acumulada	altura en- tre puntos	altura acumulada
1	5	0	29	4,373	4,37	2,429	74,16
2	5	5	48	3,346	7,72	3,715	71,73
3	5	10	42	3,726	11,44	3,334	68,02
4	5	15	37	3,993	15,43	3,009	64,68
5	5	20	54	2,939	18,37	4,045	61,67
6	10	25	49	6,561	24,93	7,547	57,63
7	10	35	34	8,290	33,22	5,592	50,08
8	5	45	31	4,286	37,51	2,575	44,49
9	10	50	28	8,829	46,34	4,696	41,92
10	5	60	29	4,373	50,72	2,424	37,22
11	5	65	44	3,597	54,31	3,473	34,79
12	10	70	33	8,387	62,70	5,446	31,32
13	5	80	15	4,829	67,53	1,296	25,87
14	5	85	24	4,568	72,10	2,033	24,58
15	5	90	47	3,410	77,51	3,656	22,55
16	5	95	39	3,886	79,40	3,146	18,89
17	5	100	41	3,773	83,17	3,281	15,75
18	5	105	41	3,773	86,94	3,281	12,47
19	5	110	41	3,773	90,71	3,281	9,18
20	9	115	41	6,792	97,50	5,904	590
21	0	124	0	0,000	97,50	0,000	0,00

Diámetros y distancia

En la tabla 2 se indican los diámetros (D) y las distancias (d) medidas para los cuatro mayores árboles considerados en

cada punto de muestreo, las dos últimas columnas indican el promedio de estas mediciones (x) y sus errores standard ($e \pm$).

TABLA II

DIAMETRO (D) EN CM. Y DISTANCIAS (d) EN M. DE LOS MAYORES
ARBOLES EN LA LINEA DE MUESTREO

puntos	I		II		III		IV		$\bar{x}$ D	$e \pm$	$\bar{x}$ d	$e \pm$
	D	d	D	d	D	d	D	d				
1	40	1,5	36	4	34	6	55	8	41,25	4,75	4,88	1,39
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	21	3	15	12	11	1,5	35	4,5	20,50	5,25	5,25	2,33
4	36	1	32	5	26	8	22,5	12	29,13	3,015	6,50	2,325
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	22	1,5	20	20	27	5	23,5	4,5	23,13	1,475	7,75	4,155
7	24	10	24	12	18	22	18	22	21,00	1,73	16,50	3,20
8	21	5	18	4	16	3	14	0	17,25	1,495	3,00	1,87
9	16	1	21	10	23	2	17	6	19,25	1,65	4,75	2,055
10	17	6	20	10	17	5	21	4	18,75	1,03	6,25	1,316
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	11	0,5	11,5	0,5	9	0	9	0,5	10,13	0,655	0,37	0,125
13	7	2	7	0,75	7,5	0,5	7	3	7,13	0,125	1,56	0,58
14	9	2	12	1,5	17	3	15	12	13,25	1,515	4,62	2,48
15	7	1	6	10	11	6	6	6	7,50	1,19	5,75	1,845
16	6	2	8	4	7	8	10	1,5	7,55	0,85	3,88	1,475
17	6	3	11	5	11	4	9	12	9,25	1,18	6,00	2,04
18	4	2	6	5	4	8	5	15	4,75	0,48	7,50	2,875
19	4	6	2	5	2	1	2	3	2,50	0,50	3,75	1,09
20	4	3,5	4	3	3	8	2,5	6	3,38	0,375	5,13	1,16
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a) *Diámetros*

El incremento anual del diámetro y consecuentemente, las relación diámetro/edad, está determinado por efectos de numerosas variables, tanto relacionadas con características fisiológicas y edad de los individuos, como del efecto de los factores ambientales actuando en el sitio preciso en que cada árbol se establece.

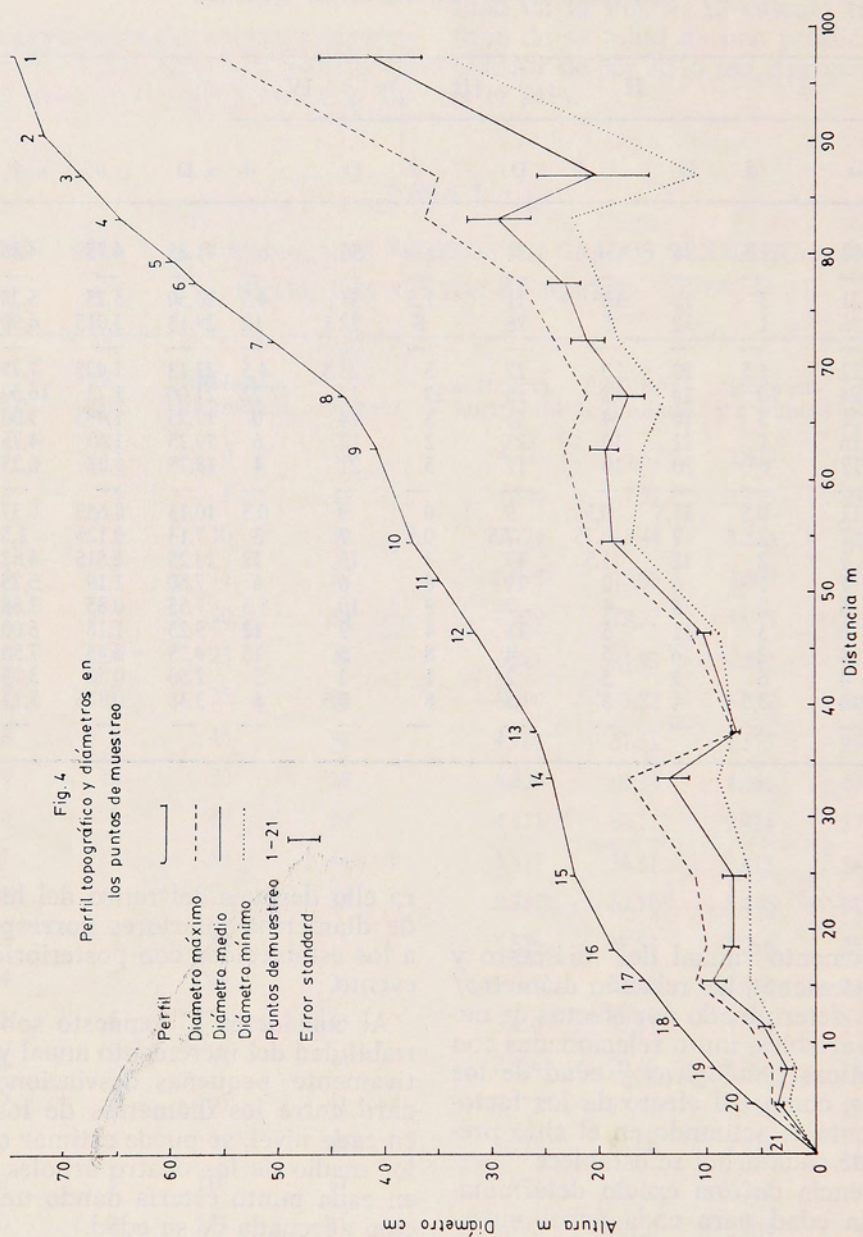
En ausencia de una exacta determinación de la edad para cada árbol muestreado, se hace necesario establecer un valor promedio para el incremento anual del diámetro, punto que será discutido más adelante.

Si el diámetro fuese siempre una función lineal de la edad, los mayores árboles medidos en cada nivel representarían remanentes de la agrupación establecida al presentarse condiciones favorables pa-

ra ello después del retiro del hielo y los de diámetros inferiores corresponderían a los establecidos con posterioridad a tal evento.

Al considerar lo expuesto sobre la variabilidad del incremento anual y las relativamente pequeñas desviaciones estándar entre los diámetros de los árboles en cada nivel, se puede estimar que el valor medio de los cuatro árboles medidos en cada punto estaría dando una indicación adecuada de su edad.

Al graficar los valores de los diámetros, indicando el rango del error standard de los diámetros medios en relación con el perfil de la morrena, se obtienen las curvas indicadas en la Fig. 4. Al considerarlas como expresión de edades, se ajustan por su irregularidad a lo planteado en la hipótesis representada por la Fig. 2.



b) *Distancias*

Las distancias entre los árboles medidos en cada punto del perfil, indicadas en la Tabla I, carecen de valor para la caracterización de la estructura de la comunidad actual, ya que se refieren únicamente a las correspondientes entre los árboles de la mayor clase de diámetro (o edad) presentes en cada nivel altitudinal. Debe considerarse que al presente, especialmente en el caso de las agrupaciones más antiguas, muchos de los árboles más o menos coetáneos establecidos en un nivel determinado, han desaparecido y como consecuencia, tales agrupaciones aparecen marcadamente discoetáneas, por el establecimiento de una abundante reproducción a lo largo del tiempo.

Area basal

Al tomar en consideración el hecho de que la densidad de una agrupación arbó-

rea, como expresión de la distancia media de sus componentes, está determinada por los efectos de numerosos parámetros, tanto de carácter físico como biótico, se puede estimar que se obtiene una mejor caracterización de las agrupaciones encontradas en cada punto de muestreo por medio de la combinación de los valores de número de árboles por unidad de superficie y sus diámetros medios expresados en *área basal* (AB). Las determinadas para cada punto de muestreo se indican en la Tabla III.

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que estas áreas basales no corresponden a las reales presentes en cada nivel, ya que sus parámetros determinativos (diámetro y densidad) considerados se refieren exclusivamente a los árboles elegidos, haciendo abstracción de los otros no medidos y que también integran las actuales agrupaciones arbóreas en cada uno de esos puntos.

TABLA III

DISTANCIA MEDIA ($\bar{x}_d$) EN M; SUPERFICIE DE PARCELAS DE MUESTREO CON 4 ARBOLES (s), EN M²; DIAMETRO MEDIO (D), EN CM.; ÁREA BASAL EN LA PARCELA (AB) Y ÁREA BASAL POR M². AMBAS EN CM².

puntos	$\bar{x}_d$	s	D	AB	AB/m ²
1	4,88	23,81	41,21	1333,81	56,02
3	5,25	27,56	20,50	330,06	11,98
4	6,50	42,25	29,13	666,46	15,77
6	7,75	60,06	21,13	420,19	7,00
7	16,50	127,87	21,00	346,36	2,71
8	3,00	9,00	17,25	233,71	25,96
9	4,75	22,56	19,25	281,04	12,46
10	6,25	39,06	18,75	276,12	7,07
12	0,37	0,14	10,13	80,60	575,71
13	1,56	2,43	7,13	39,93	16,43
14	4,62	21,34	13,25	137,89	6,46
15	5,75	33,06	7,50	44,18	1,34
16	3,88	15,05	7,75	47,17	3,13
17	6,00	36,00	9,25	67,20	1,87
18	7,50	56,25	4,75	17,72	0,32
19	3,75	14,06	2,50	4,91	0,35
20	5,13	26,32	3,38	8,97	0,34

Si se uniforma la distancia entre los puntos usados para la determinación del perfil y las alturas de cada uno de ellos sobre la cota 0, por medio de la ecuación $y = ax + b$, en la que:

- y = altura sobre la cota 0
- x = distancia desde el origen en cota 0
- a = incremento medio de las distancias (S d/n)
- b = incremento medio de la altura sobre cota 0 (S alt/n)

se obtiene la recta para el perfil indicada en la Fig. 5.

Al aplicar el mismo criterio a los incrementos del diámetro y de las áreas basales con la altura, se obtienen las correspondientes rectas en la misma figura.

Esta, entonces, representaría una situación hipotética desarrollándose en el sitio de estudio en ausencia de factores alterantes de los incrementos de diámetro en relación con la edad y la densidad, sobre un sustrato en proceso lineal de desglaciación bajo condiciones de un aumento térmico uniforme a través del tiempo, que correspondería a la hipótesis planteada en la Fig. 1.

La disimilitud existente entre las curvas correspondientes al perfil morrénico y a los diámetros medidos, indicados en la Fig. 4, da una clara idea de las condiciones reales en que se produjo la desglaciación del sustrato y las alteraciones sufridas, tanto por el desarrollo en diámetro de los árboles como de la densidad de las agrupaciones formadas por ellos.

De la observación de las mediciones para distancia media (Tablas II y III) y área basal (Tabla III) se aprecian los altos valores para densidad y AB alcanzados en la parcela de muestreo representada por el punto 12.

Este hecho permite considerarla como aquella dentro del perfil que presentaría las condiciones más favorables para el desarrollo del bosque.

El punto 12 se ubica casi al centro del perfil de la morrena, en el sector comprendido entre los puntos 8 y 13, presen-

tando una pendiente media de aproximadamente 32°.

El tramo inmediatamente superior a él (entre los puntos 5 y 8, posee una pendiente más pronunciada, que llega a aproximadamente 53°, mientras que el inmediatamente inferior al considerado (entre los puntos 13 a 15) tiene una pendiente cercana a los 12°.

En cualquier talud y en especial en un perfil morrénico adosado a la pared de un valle glacial, la naturaleza del sustrato y la capacidad de retención de agua de los suelos y subsuelos desarrollados en su superficie están corrientemente condicionados por su pendiente. Cuanto mayor ésta sea, hasta llegar a un ángulo que impida por gravedad la retención de los materiales acarreados o desprendidos de los faldeos superiores, tanto mayor será el diámetro o volumen individual de los detritos depositados e inversamente, cuanto menor sea su inclinación, mayor será la cantidad de sedimentos finos retenidos.

El sector entre los puntos 8 y 13 recibe el escurrimiento proveniente de los faldeos superiores, cuya mayor pendiente determina su naturaleza más rocosa, manifestada, incluso, por emergencias de la roca que forma la pared de valle glacial, lo que en gran parte determina la erosión hídrica de sus sedimentos finos y su depositación en los sectores inferiores del perfil.

Aquel inmediatamente inferior al considerado, o sea, extendiéndose entre los puntos 13 y 15, en razón a su escasa pendiente ha permitido la acumulación de los sedimentos finos provenientes de los faldeos superiores, que al depositarse entre los fragmentos rocosos, los cementan, reduciendo la infiltración del agua y presentando, consecuentemente, condiciones menos favorables para el establecimiento y desarrollo de los árboles que el tramo que se extiende sobre él.

El perfil se puede dividir en sectores, comprendidos entre puntos de muestreo, con pendientes medias características para buscar una posible correlación con las áreas basales por m² que soportan. Esta información se presenta en la Tabla IV.

ESTABLECIMIENTO DE NOTHOFAGUS BETULOIDES

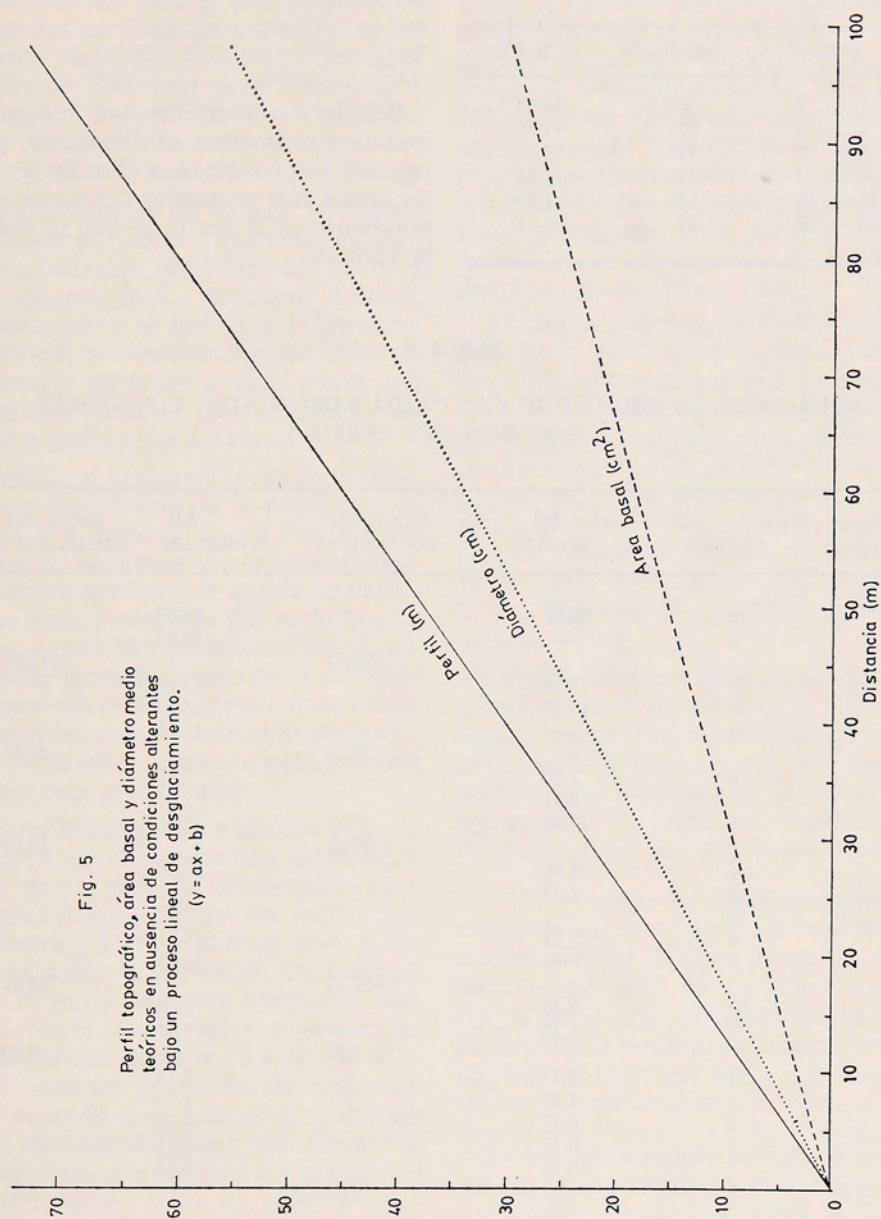


TABLA IV

AREA BASAL POR CM² MEDIDA EN SECTORES ISOCLINOS DEL PERFIL

sectores	puntos	pendiente	S AB
a	1 — 2	20°	56,02
b	3 — 5	42°	27,75
c	6 — 8	53°	35,67
d	9 — 13	32°	611,67
e	14 — 15	12°	7,80
f	16 — 20	42°	6,01

Debido a que en algunos puntos no se midieron diámetros ni distancias, por las razones ya expuestas, a ellos se les asigna un área basal promedio del sector correspondiente en el perfil, lo que se indica en la Tabla V.

TABLA V

AREA BASAL EN CM² POR M² CALCULADA PARA PUNTOS Y SECTORES ISOCLINOS DEL PERFIL

puntos	sectores	AB medida	suma AB por sector	AB calculada	suma AB calculada por sector
1	a	56,02		56,02	
2	a	—		56,02	
3	b	11,98	56,02	11,98	112,04
4	b	15,77		15,77	
5	b	—		13,88	
6	c	7,00	27,75	7,00	41,63
7	c	2,71		2,71	
8	c	25,96		25,96	
9	d	12,46	35,67	12,46	35,67
10	d	7,07		7,07	
11	d	—		152,92	
12	d	575,71		575,71	
13	d	16,43	611,67	16,43	764,59
14	e	6,46		6,46	
15	e	1,34		1,34	
16	f	3,13	7,80	3,13	7,80
17	f	1,87		1,87	
18	f	0,32		0,32	
19	f	0,35		0,35	
20	f	0,34	6,01	0,34	6,01

Edad

No fue posible la determinación de las edades de los árboles muestreados, ni del incremento anual del diámetro, debido a la carencia de un taladro incremental, por

lo tanto no se puede establecer con certeza la relación edad/diámetro en cada nivel del perfil.

Se efectuaron, en cambio, algunos recuentos de anillos de crecimiento, por corta de árboles, fuera del parque nacional,

en condiciones comparables a las del sitio del muestreo (substrato, pendiente, exposición, etc.). Estos parecen confirmar las observaciones de Young (1972), pero indican, en las condiciones encontradas un incremento anual del diámetro inferior al promedio de 1,42 mm determinado por ese autor, por lo que para los árboles del perfil en estudio, éste se considera en orden de $\pm 1,2$ mm anuales.

Las observaciones de Mercer (1970) sobre el lapso de tiempo transcurrido desde la desglaciación del substrato hasta el establecimiento de los primeros árboles, se refieren, como se indicó, a *Pilgerodendron uvifera*, desarrollándose en substratos turbosos, en áreas planas y con una precipitación anual considerablemente superior a la del sitio del estudio.

Al considerar la menor suma de precipitaciones y los efectos de la pendiente en este sitio, que determinan un mayor escurrimiento de las aguas y consecuentemente una mayor erosión, de lo que se deriva una más lenta formación del suelo que en los sitios donde Mercer efectuó sus observaciones, el lapso estimado por este autor podría considerarse *a priori* como muy breve para las condiciones aquí encontradas, el siguiente razonamiento permite confirmar esta apreciación.

El límite inferior sobre la cota 0, o sea el punto 20, en el cual se han establecido árboles, es la parcela determinada por los cuatros medidos desde ese punto, que se encuentra a 5,90 m sobre su nivel y distante 9 m sobre la superficie del terreno, o sea, 6,79 m de distancia horizontal desde él (Tabla I). Los árboles presentan un rango de diámetros entre 25 y 40 mm (Tabla III), con un promedio de 33,8 mm, que, de acuerdo con el valor considerado para el incremento anual del diámetro, correspondería a una edad de aproximadamente 28 años, o sea se habrían establecido hacia 1949, por lo que al aceptar la postulación de Mercer, su sitio se habría desglaciado hacia 1879.

La distancia media entre los árboles de esta parcela es de 5,13 m (Tabla II), de lo que se deriva que el de menor diámetro y que correspondería a una edad de 21 años, se encontraría a 2,92 m sobre el ni-

vel de la laguna ($9 - 5,13 \text{ m} \cos 41^\circ$) y a 2,54 m de distancia horizontal desde su borde ($\sqrt{x} = \sqrt{(9-5,13)^2 - (2,92)^2}$), por lo tanto si su diámetro correspondiese a la edad supuesta, el punto en el cual está implantado se habría desglaciado 70 años antes de su establecimiento, o sea hacia 1886, es decir, 7 años después que el promedio para la parcela. De igual manera, el árbol de mayor diámetro tendría una edad de 33 años, lo que significaría que la desglaciación de la parcela se habría producido en un lapso de 12 años, extendiéndose desde 1874 a 1886.

El tiempo transcurrido desde esas fechas (91 - 103 años) es bastante mayor que el establecido por Mercer para la especie y las condiciones estudiadas por él, por lo que si fuese aplicable también a las condiciones encontradas en el ventisquero Serrano, parte del terreno entre la parcela y la orilla de la laguna ya presentaría establecimiento de coigüe, con edades entre 21 y 33 años, y con diámetros entre 17,5 y 27,5 mm lo que hasta la fecha no ha acontecido.

La falta de reproducción arbórea en el tramo entre el punto 20 y la orilla de la laguna no permite determinar con certeza el tiempo demorado por su desglaciación o el descenso del nivel de las aguas, pero los hechos establecidos permiten derivar las dos siguientes hipótesis:

1) El período de condicionamiento del sustrato, en este lugar, debe haber sido mayor que los 70 años determinados por Mercer (*op. cit.*) en su sitio de estudio. De las edades y ubicación de los árboles en la parcela determinada por el punto 20 se puede inferir que estas condiciones duran aproximadamente 100 años.

2) Aún si se acepta este período, el tramo entre el punto 20 y el 21 debería presentar árboles de alrededor de 21 años, o sea, de unos 17,5 mm de diámetro. El hecho de que este sector del perfil esté aún desarbolado permite deducir que su proceso de desglaciación ha sido más extenso que el que afectó al área de la parcela determinada por el punto 20, es decir, que se haya desglaciado solamente hace menos de 100 años. Las fotografías tri-

metrogrón tomadas por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos entre 1943-45 (411 R38 - 40) muestran que en esa época el hielo llenaba casi totalmente la laguna actualmente represada por la morrena frontal, lo que confirmaría la hipótesis de que el tiempo tomado por la desglaciación del tramo entre las cotas 2,45 o 0 m, se ha producido solamente entre los últimos 32 años, período demasiado breve para el establecimiento de árboles.

Si se toma como válido para el área un incremento anual del diámetro de 1,2 mm y un período de 100 años para el acondicionamiento del sustrato, se obtienen las fechas para establecimiento arbóreo y desglaciación indicadas en la Tabla VI. En su cálculo se han considerado los diámetros medios determinados en cada punto de muestreo, de manera de minimizar las posibles diferencias en la relación diámetro/edad.

TABLA VI

EDAD, FECHA DE ESTABLECIMIENTO DE LOS ARBOLES Y POSIBLE AÑO DE DESGLACIACION DEL SUBSTRATO EN RELACION CON SU ALTITUD

puntos	altura sobre cota 0	diámetro cm	edad años	año de establecimiento	año de desglaciación
1	76,16	41,21	343	1634	1534
2	71,73	—	—	—	—
3	68,02	20,50	171	1806	1706
4	64,68	29,13	243	1734	1634
5	61,67	—	—	—	—
6	57,63	23,13	193	1784	1684
7	50,08	21,00	175	1802	1702
8	44,49	17,25	144	1833	1733
9	41,82	19,25	160	1817	1717
10	37,22	18,75	156	1821	1721
11	34,79	—	—	—	—
12	31,32	10,13	84	1893	1793
13	25,87	7,13	59	1918	1818
14	24,58	13,25	110	1867	1767
15	22,55	7,50	63	1914	1814
16	18,89	7,75	65	1912	1812
17	15,75	9,25	77	1900	1800
18	12,47	4,75	40	1937	1837
19	9,18	2,50	21	1956	1856
20	5,90	3,38	28	1949	1849
21	0,00	—	—	—	—

Perfil

La notable, aunque relativa, regularidad de la pendiente del perfil y su inclinación media de alrededor de 37° 30' sobre la horizontal (Tabla I, Fig. 4), confirma su naturaleza de depósito morrénico adosado al muro (sur) del valle glacial del ventisquero Serrano.

Si el sustrato hubiese correspondido a una pared de valle de excavación glacial, su ángulo de inclinación sobre la ho-

rizontal presentaría un valor más cercano a los 90°, su talud hubiese sido aún más regular y prácticamente libre de acumulaciones detríticas y no se hubiesen presentado condiciones favorables para el desarrollo del bosque.

Diámetros

De la Tabla II y Fig. 4, se destacan la tendencia hacia el aumento de los diámetros o sea del tiempo transcurrido desde

que cada punto de muestreo presentó condiciones favorables para el establecimiento arbóreo, con los aumentos de altitud sobre la cota 0.

Los valores de los errores estandar de los diámetros de los cuatro árboles considerados en cada punto de muestreo indican la cuantía de la variación de este parámetro en cada nivel, lo que puede ser indicativo de, tanto, un número insuficiente de mediciones, como de la existencia diferencial, en varios de estos puntos, de condiciones que han afectado la relación diámetro/edad.

Con el fin de disminuir las causas de error derivables de estos hechos, en vez de considerar, para los cálculos, el diámetro máximo encontrado a cada nivel como indicativo del árbol más viejo, se tomarán los diámetros y por lo tanto, las edades medias calculadas para cada nivel.

El cálculo de correlación por rangos entre los aumentos de diámetro y los aumentos en altitud sobre la cota 0, da un valor para $r' = 0,9363$, el que para 17 grados de libertad indica una correlación significativa superior al nivel de 1%. Se deriva, por lo tanto, que esta distribución de diámetros está estadísticamente correlacionada con la altitud en cada punto, siendo indicativa del progresivo establecimiento arbóreo a medida que el nivel del hielo fue descendiendo a lo largo del perfil de la morrena.

Distancias y áreas basales

Como se indicó anteriormente, la distancia entre los cuatro árboles incluidos en cada parcela no es representativa de la distancia media real de las agrupaciones arbóreas encontradas en la actualidad en cada uno de los niveles muestreados y en consecuencia, tampoco de sus densidades. Los valores consignados para este parámetro en la Tabla II indican claramente que su variabilidad es independiente de otros factores.

Las áreas basales medidas en cada punto de muestreo no representan tampoco la verdadera de las agrupaciones, ya que se han calculado a base de una densidad

y de un diámetro que no son representativos para ellas.

Sin embargo, se puede intentar la comparación de los valores de este parámetro en sectores de más o menos igual pendiente, para ello las áreas basales calculadas en la Tabla V se resumen en la Tabla VII.

TABLA VII

AREAS BASALES POR M² PARA SECTORES ISOCLINOS DEL PERFIL

sectores	pendiente	AB
a	20°	112,04
b	42°	41,63
c	53°	35,67
d	32°	746,59
e	12°	7,80
f	42°	6,01

Para el análisis de correlación por rangos con la pendiente, se deben desestimar los valores correspondientes a los sectores e y f, ya que en ellos por haberse establecido los árboles con marcada posterioridad a los sectores restantes, la comunidad arbórea no estaría aún estabilizada, presentando valores para el área basal muy inferiores y por lo tanto, no comparables con los encontrados en la parte del perfil ubicada sobre ellos.

El resultado de este análisis proporciona un valor de correlación negativo de -0,8 lo que indica una relación inversamente proporcional, o sea, que a medida que aumenta la pendiente del perfil, disminuye el área basal que soporta. Este valor, sin embargo, no es estadísticamente significativo para el tamaño de la muestra, sólo indica una tendencia.

Si se analiza la correlación por rangos entre la altura media de los sectores isoclinos del perfil y el área basal por m² calculada para ellos (Tabla V) considerando los árboles más antiguos (Tabla VIII), se encuentra un coeficiente de correlación positivo de 0,9423, casi coincidente con el significativo al nivel de 1%

TABLA VIII

ALTURA MEDIA DE SECTORES ISOCLINOS
DEL PERFIL, EN M Y AREA BASAL EN CM²/
M².

puntos	sectores	altura media	AB/m ²
1 — 2	a	72,95	112,04
3 — 5	b	64,79	41,63
6 — 8	c	50,73	35,67
9 — 13	d	43,22	764,59
14 — 15	e	23,57	7,80
16 — 20	f	62,19	6,01

para 6 grados de libertad (0,943), lo que confirma la estrecha correlación encontrada al analizar la relación aumento de altura de los puntos de muestreo con aumento de diámetro (o edad) de los árboles presentes en ellos.

Edad

Al considerar un incremento medio del diámetro de 1,2 mm anuales, las edades de los árboles de mayor diámetro y aquellas correspondientes a los diámetros medios medidos en cada punto se indican en la Tabla IX.

TABLA IX

EDADES CORRESPONDIENTES A LOS ARBOLES CON MAYOR DIAMETRO
Y A LOS DIAMETROS MEDIOS EN CADA PUNTO DEL PERFIL

puntos	altura	D máximo	edad	D medio	edad
1	76,16	55	458	41,21	343
3	68,02	35	292	20,50	171
4	64,68	36	300	29,13	243
6	57,63	27	225	23,13	193
7	50,08	24	200	21,00	175
8	44,49	21	175	17,25	144
9	41,82	23	192	19,25	160
10	37,22	21	175	18,75	156
12	31,32	11,5	96	10,13	84
13	25,87	7,5	63	7,13	59
14	24,58	17	142	13,25	110
15	22,55	11	92	7,50	63
16	18,89	10	83	7,75	65
17	15,75	11	92	9,25	77
18	12,47	6	50	4,75	40
19	9,18	4	33	2,50	21
20	5,90	4	33	3,38	28

Ya que la distribución en rangos de diámetros y edades es coincidente, el cálculo de correlación entre edades y alturas de los puntos de muestreo daría un valor semejante al obtenido en el cálculo de la correlación por rangos entre altura y diámetros.

Si se comparan los intervalos de altura entre los puntos de la línea de muestreo con los de los años en que se habría producido la desglaciación, indicados en la Tabla VI se obtiene la información consignada en la Tabla X.

TABLA X

INTERVALOS DE ALTURA ENTRE PUNTOS DEL PERFIL Y DE TIEMPO
ENTRE SUS FECHAS DE DESGLACIACION

puntos	altura m	diferencia m	años	diferencia años
1	76,16	—	1534	—
3	68,02	8,14	1706	— 172
4	64,68	3,34	1634	72
6	57,63	7,05	1684	— 50
7	50,08	7,55	1702	— 18
8	44,49	5,59	1733	— 31
9	41,82	2,67	1717	16
10	37,22	4,60	1721	— 4
12	31,32	5,90	1793	— 72
13	25,87	5,45	1818	— 25
14	24,58	1,29	1767	51
15	22,55	2,03	1814	— 47
16	18,89	3,66	1812	2
17	15,75	3,14	1800	12
18	12,47	3,28	1837	— 37
19	9,18	3,29	1856	— 19
20	5,90	3,28	1894	— 38

Al extraer de esta tabla los intervalos entre los años límite en que se producen las diferencias negativas y relacionarlas con las alturas de los puntos en que se

presentan estas fechas, se obtienen los valores indicados en la Tabla XI, que permiten determinar los promedios anuales de descenso del nivel del hielo (en m).

TABLA XI

INTERVALOS ENTRE AÑOS LIMITE DE TRAMOS CON DIFERENCIAS
NEGATIVAS DE ALTURA DE SUS PUNTOS CORRESPONDIENTES Y
ALTURAS ANUALES DE DESCENSO DEL HIELO

puntos	años límite	diferencia años	alturas m	diferencia m	promedio anual descenso hielo (m)
1 — 3	1534 — 1706	— 172	76,16 — 68,02	8,14	0,0473
3 — 8	1706 — 1733	— 27	68,02 — 44,49	23,53	0,8715
8 — 12	1733 — 1793	— 60	44,49 — 31,32	13,17	0,2195
12 — 13	1793 — 1818	— 25	31,32 — 25,87	5,45	0,2180
13 — 18	1818 — 1837	— 19	25,87 — 12,47	13,40	0,7053
18 — 19	1837 — 1856	— 19	12,47 — 9,18	3,29	0,1732
19 — 20	1856 — 1894	— 38	9,18 — 5,90	3,28	0,0863
20 — 21	1894 — 1977	— 83	5,90 — 0,00	5,90	0,0710

Al relacionar los sectores isoclinos del perfil, indicados en la Tabla IV con la edad media de los árboles desarrollados en cada uno de ellos, de la Tabla VI, se obtiene la información indicada en la Tabla XII.

TABLA XII

EDAD MEDIA DE LOS ARBOLES EN
SECTORES ISOCLINOS DEL PERFIL

sectores	pendiente	edad media
a	20°	343
b	42°	207
c	53°	170
d	32°	115
e	12°	87
f	42°	46

La relación entre estos parámetros no presenta un valor de correlación estadísticamente significativo, encontrándose, por lo tanto, una falta de correlación entre la dirección de variación de sus valores. De ello se puede deducir que no existe una correlación entre el tiempo demorado en la depositación de los detritos que conforman su superficie y que por su carácter determinan su pendiente, con las fechas en que cada sector emergió de la cubierta de hielo y por lo tanto, que su grado de inclinación es independiente del tiempo que demoró su desglaciación y el tiempo de acumulación de sus materiales constitutivos.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El levantamiento topográfico de un perfil adosado al muro sur del valle glacial del glaciar Serrano (51° 26,5' S — 73° 06,4' W), permite determinar su naturaleza de acumulación morrénica.

Las mediciones de diámetro y distancia entre los mayores ejemplares de *Nothofagus betuloides* en 17 puntos de mues-

treo, localizados a lo largo de una línea transversal de 97,50 m de distancia (horizontal) y extendiéndose hasta 74,16 m sobre la cota 0 (borde de la laguna) en esa morrena, hicieron posible la determinación de las edades de los árboles y las áreas basales de las agrupaciones, más o menos coetaneas, formadas por ellos a lo largo de su extensión vertical.

Al considerar un incremento anual medio del diámetro de 1,2 mm, se estimaron las edades de los árboles considerados. El tiempo de acondicionamiento del substrato desde el retiro del hielo y el establecimiento de árboles, se estimó en 100 años, basándose en consideraciones explicadas en el texto.

Tanto los diámetros como las edades de los árboles presentaron una correlación positiva al nivel de 1% con los aumentos de altitud de los puntos considerados, sobre la cota 0.

No se encontró correlación estadística entre las áreas basales de las agrupaciones más o menos coetáneas con los sectores isoclinos del perfil donde estaban establecidas. Se encontró, sin embargo, un valor de correlación negativo, que aunque no estadísticamente significativo, indica una clara tendencia hacia la disminución del valor de este parámetro con los aumentos de pendiente, índice de una tendencia hacia la disminución de las áreas basales con los aumentos de pendientes, que puede interpretarse como una disminución de la aptitud forestal de los sitios a medida que aumenta su pendiente, probable consecuencia de una menor retención de agua y una mayor erosión de los suelos.

Al comparar estadísticamente las áreas basales calculadas con las elevaciones medias de estos sectores isoclinos del perfil, se encontró una correlación significativa a un nivel cercano al 1%, confirmándose, así, la correlación diámetro y/o edad media de los árboles con la altura sobre la cota 0 a la que estaban establecidos.

La falta de correlación estadística, tanto entre los diámetros y/o edades, como entre las áreas basales calculadas, con las pendientes de los sectores isoclinos del perfil, parece indicar que los procesos que determinaron su pendiente podrían

ser atribuidos a efectos de aportes glaciales o gravitacionales, independientes de la fecha de establecimiento de las comunidades arbóreas, por lo que, en función de la acción estabilizadora del bosque sobre su sustrato, se puede estimar que ellos fueron de naturaleza catastrófica y probablemente, produciéndose durante los períodos transcurridos entre la fecha de desglaciación y las de establecimiento de los árboles. Un reavance del hielo, causado por una marcada reducción térmica, dentro del período general de mejoramiento climático, pudo destruir una agrupación arbórea establecida anteriormente, sin embargo, al reiniciarse el proceso de desglaciación y volver a descender al nivel del hielo, ella se restableció. En este caso es difícil determinar el lapso transcurrido, pues en muchas situaciones el reavance puede haber destruido solamente el bosque, sin haber sido tan extremo como para haber denudado el regolito aunque causando daños de consideración. Esta puede ser una de las causas a que podría atribuirse la diferencia negativa en diámetro/edad presente en algunos sectores del perfil.

Este hecho dificulta la confección de una cronología de las variables etapas del proceso de desglaciación que permita fechar con cierta certeza las oscilaciones climáticas que se presentaron durante su desarrollo. Sin embargo, teniendo esta consideración en cuenta y basándose en los valores promedio del descenso del hielo a través de la altura del perfil morrénico, se pueden derivar las siguientes conclusiones generales aproximadas:

1) Alrededor del año 1534 el hielo alcanzaba el vértice de la actual morrena (aún no formada) a 76,16 m sobre la actual costa 0 o nivel presente de la laguna,

de esta manera, en los 443 años transcurridos hasta la fecha, el nivel del hielo habría descendido un promedio de 171,9 mm anuales.

2) Los valores medios para el descenso anual del hielo fueron variables para los distintos subperíodos incluidos en la etapa de 443 años, como se deriva del análisis de la relación entre altura de puntos del perfil como las edades de los árboles que soportan (Tabla 9).

3) Al comparar los intervalos de tiempo entre sus fechas de desglaciación (Tabla X) la diferencia entre dos fechas puede ser negativa o positiva, correspondiendo los valores negativos a las diferencias negativas de edad entre los árboles encontrados en él y aquellos ubicados en el punto inmediatamente inferior y las positivas al caso contrario. Para una caracterización climática de los subperíodos, es necesario basarse en los intervalos de años límite entre los que se producen diferencias negativas, tal como se hizo en la Tabla XI, desestimando los subperíodos con diferencias positivas, ya que ellas pueden responder a variadas causas y no todas relacionadas con fluctuaciones climáticas. De esta manera, al aplicarle a los valores del promedio anual del descenso del nivel del hielo una escala comparativa con el clima del presente, se puede obtener una clasificación climática de los subperíodos del proceso de desglaciación iniciado en 1534. Con el fin de obtener un índice comparativo de la intensidad de la velocidad de desglaciación en cada subperíodo, se buscó un coeficiente relativo, dividiendo los valores promedio del descenso anual del hielo en cada subperíodo por el valor correspondiente al llamado *clima actual*. Esta clasificación se indica en la Tabla XIV.

TABLA XIV

*CLASIFICACION TERMICA DE LOS SUBPERIODOS DEL
PROCESO DE DESGLACIACION*

<i>años límite</i>	<i>promedio anual descenso del hielo (mm)</i>	<i>clasificación térmica en comparación con clima actual</i>	<i>coeficiente</i>
1534 — 1706	47,30	más frío	0,66
1706 — 1733	871,50	mucho más cálido	12,27
1733 — 1793	219,50	algo más cálido	3,09
1793 — 1818	218,00	algo más cálido	3,07
1818 — 1837	705,30	más cálido	9,93
1837 — 1856	173,20	poco más cálido	2,24
1856 — 1894	86,30	muy poco más cálido	1,26
1894 — 1977	71,00	clima actual	1,00

Si a este esquema de clasificación térmica se le incluyen los subperíodos en los que las evidencias indican que se han presentado reavances glaciales (aunque cuya intensidad es imposible cuantificar en base a las informaciones disponibles)

y se compara con la cronología postulada por el autor para el período 1430-1975 en un trabajo anterior (Pisano, 1975), se encuentran las siguientes semejanzas, indicadas en la Tabla XV.

TABLA XV

*CLASIFICACION CLIMATICA DE ETAPAS DEL PROCESO DE DESGLACIACION
DEL VENTISQUERO SERRANO (1534-1977) COMPARADA CON LA CRONOLOGIA
CLIMATICA POSTGLACIAL ENTRE 1430-1975, SEGUN PISANO, 1975.*

<i>Pisano, 1975</i>	<i>Ventisquero Serrano, 1977</i>	<i>desglaciación anual mm</i>	<i>coeficiente</i>
1430 - 1750 más frío que el clima actual: notable reavance glacial			
1690 centro del posible período más cálido entre los años indicados	1534 - 1706 más frío que clima actual	47,3	0,66
1750 fin del período más frío que el actual	1634 descenso térmico: reavance glacial		
1750 - 1850 cálido y seco. Marcada recesión glacial y depositación morrénica.	1706 - 1733 mucho más cálido que clima actual	871,5	12,27
	1717 más frío que años anteriores: reavan- ce glacial		

		desglaciación anual mm	coeficiente
	1733 - 1793 algo más cálido que clima actual, pero más frío que el pe- ríodo precedente	219,5	3,09
	1767 más frío que años anteriores: reavance glacial		
	1793 - 1818 algo más cálido que clima actual (seme- jante al período 1733 - 1793)	218,0	3,07
	1800 - 1812 gran disminución térmica: gran rea- vance glacial		
	1818 - 1837 bastante más cálido que clima actual	705,3	9,93
1850 ?	1837 - 1856 poco más cálido que clima actual	173,20	2,24
1868 - 1975 suave aumento térmico	1856 - 1894 muy poco más cál- do que clima actual	86,30	1,26
1950 disminución térmica: reavance glacial	1894 - 1977 período considerado como clima actual	71,00	1,00

LITERATURA CITADA

- AUER, V. 1933. Verchiebungen der Wald - und Steppengebiete Feuerland in Postglaziales Zeit. *Act. Geogr.* 5, 2: 1-313.
- AUER, V. 1950. Las capas volcánicas como base para la cronología postglacial de Fuego-Patagonia. *Rev. Inv. Agr.* III. 2. Buenos Aires.
- AUER, V. 1952. The Pleistocene and Postglacial period in Fuego-Patagonia. *Wissen. Ergeb. der Finn. Exp. nach Pat.* 1937-38. II: 1-20 Helsinki.
- CALDENIUS, C., C. 1932. Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. *Geogr. Ann.* 14: 1-164.
- DUCHAUFOR, P. 1977. *Atlas ecológico de los suelos del mundo*. Toray-Masson, S.A. Barcelona, 178 pp.
- KALELA, E.K. 1949. Concerning the tree species of East Patagonia and the changing composition of the forest occasioned by climatic variation. (Germ. Engl. transl. J. Beckhuis). *Soumalaisen Tiendenkatinian Toumiluksia. Helsinki.* Ser. A. 4. Biológica. N° 2.
- LEWIS, A.E. 1969. *Bioestadística*. Comp. Editorial Continental. México. 279 pp.
- LLIBOUTRY, L. 1967. *Nieves y glaciares de Chile*. Ed. Univ. de Chile. Santiago.
- LLORENTE, J.M. 1966. *Meteorología*. Ed. Labor. Barcelona. 286 pp.
- MERCER, J.H. 1965. Glacier variations in Southern Patagonia. *Geogr. Rev.* 50 (3): 390-413.
- MERCER, J.H. 1968. Variations of some Patagonian Glaciers since the Late-Glacial. *Am. Journ. Sci.* v. 266: 91-109.

- MERCER, J.H. 1970. Variations of some Patagonian Glaciers since the Late-Glacial. II. *Am. Journ. Sci.* v. 269: 1-25.
- PARK, G. N. 1970. Paleoclimatic change in the last 1000 years. *Tuatara*. 18. (3): 114-123.
- PISANO V., E. 1975. Características de la biota Magallánica derivada de factores especiales. *ANS. INST. PAT., Punta Arenas (Chile)*. 6 (1-2): 123-137.
- PISANO V., E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. *ANS. INST. PAT., Punta Arenas (Chile)*. 8: 121-250.
- SOKAL, R.R. and F.S. ROHLF. 1969. *Biometry*. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 776 pp.
- WEAVER, J.E. and F.E. CLEMENTS. 1838. *Plant Ecology*. McGraw-Hill Book Co. New York. 601 pp.
- YOUNG, S.B. 1972. Subantarctic Rain Forest of Magellanic Chile: Distribution, Composition, and Age Growth rate Studies of Common Forest Trees. *Antarctic Research Series*. 20: 307-322.