

Santiago, 8 - 12 Agosto de 1988

Departamento de Geología y Geofísica
Universidad de Chile

RECONSTRUCCION PALINOLOGICA DE LA VEGETACION GLACIAL Y POST-
GLACIAL DE CHILE CENTRAL-SUR: EL CASO DE LA ISLA DE CHILOE.

Carolina Villagrán Moraga*

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

RESUMEN

En base al análisis de polen de 9 perfiles, se reconstruye la historia vegetacional y climática del Pleistoceno tardío de la Isla Grande de Chiloé (42-43°S). Las secuencias glaciales exhiben desarrollo de Bosque Nordpatagónico-Subantártico entre 40,000-33,000 años A.P., paulatina expansión de Tundras hasta ca. de 18,000 años A.P. y posterior prevalescencia de Vegas y *Madis* hasta ca. 12,500-13,000 años A.P. A partir de esta fecha predominan los taxa de bosques en todos los registros. El desarrollo de formaciones más higrófilas durante el Pleistoceno tardío en Chiloé sugiere un clima más lluvioso y frío que el actual. Distribuciones relictas en las cimas de la Cordillera de la Costa de Chile central-sur y datos paleoambientales provenientes de Chile Central, sugieren que durante las edades glaciales se intensificaron las lluvias en la zona situada entre 30 y 43°S.

INTRODUCCION

La costa pacífica de Sudamérica situada entre 30 y 60°S se encuentra bajo la influencia permanente o estacional de los vientos marítimos del oeste, responsables de gran parte

de las precipitaciones que afectan al territorio chileno. La distribución espacial de los bosques a lo largo de Chile está determinada básicamente por el gradiente de precipitaciones que se produce dentro de esta zona, decreciendo la aridez de norte a sur. El territorio al sur de los 38°S dispone de lluvias durante todo el año y en él se suceden desde el sur hacia el norte los bosques lluviosos Subantártico, Nordpatagónico, y Valdiviano. Al norte de los 38°S (hasta ca. de 30°S), dentro de la zona subtropical con sequías regulares en verano (Husen, 1967), sucede al Bosque Caducifolio Maulino de *Nothofagus* el Bosque Esclerófilo de Chile central y distintas formaciones arbustivas en el Norte Chico. Adicionalmente, el efecto de sombra de lluvias que ejerce el relieve determina una notable intensificación de la humedad en toda la costa chilena bajo la influencia de los vientos del oeste, situándose el máximo de las precipitaciones en torno a los 50°S, región en que se asocia al Bosque siempreverde Subantártico un complejo de formaciones abiertas denominado Tundras Magallánicas.

De acuerdo a los antecedentes (Paskoff, 1977; Porter, 1981), el territorio situado al sur de los 44°S habría sido totalmente glaciado durante el Pleistoceno, mientras que en la región de los Lagos y en Chiloé (39-44°S) los glaciares habrían afectado el Valle Central, hasta los faldeos orientales de la Cordillera de la Costa, y al norte de 39°S se habrían restringido a la vertiente andina. No existen evidencias de que la Cordillera de la Costa hubiese sido glaciada.

Considerando la situación glacial y la estrecha correspondencia entre las zonas de vegetación y la distribución de las lluvias, la Cordillera de la Costa de Chile y el territorio costero situado entre 30-44°S constituyen instrumentos sensibles y únicos para el registro de la historia de transformaciones del bosque y, consecuentemente, de los cambios climáticos que han afectado durante el Cuaternario a las latitudes medias del Hemisferio sur. En este contexto, la Isla Grande de Chiloé es una zona biogeográfica clave ya que constituye la última porción austral emergida de la Cordillera de la Costa en Chile y representó probablemente el refugio más cercano disponible para las formaciones de Bosque Subantártico y de Tundras Magallánicas durante el Pleistoceno. En este trabajo se sintetizan los resultados palinológicos que se han obtenido en varios estudios en distintos sectores de la isla (Villagrán, 1985, 1988a, 1988b) y, considerando los datos paleoambientales publicados para Chile central y las actuales áreas relictas en la Cordillera de la Costa, se reconstruye la distribución que tuvieron las formaciones vegetales en Chile central-sur durante la última glaciación.

UBICACION DEL AREA Y METODOS

En la Fig. 1 se muestra la situación geográfica de los perfiles estudiados en la Isla de Chiloé. El clima de la isla se caracteriza por ser lluvioso todo el año, aunque en el

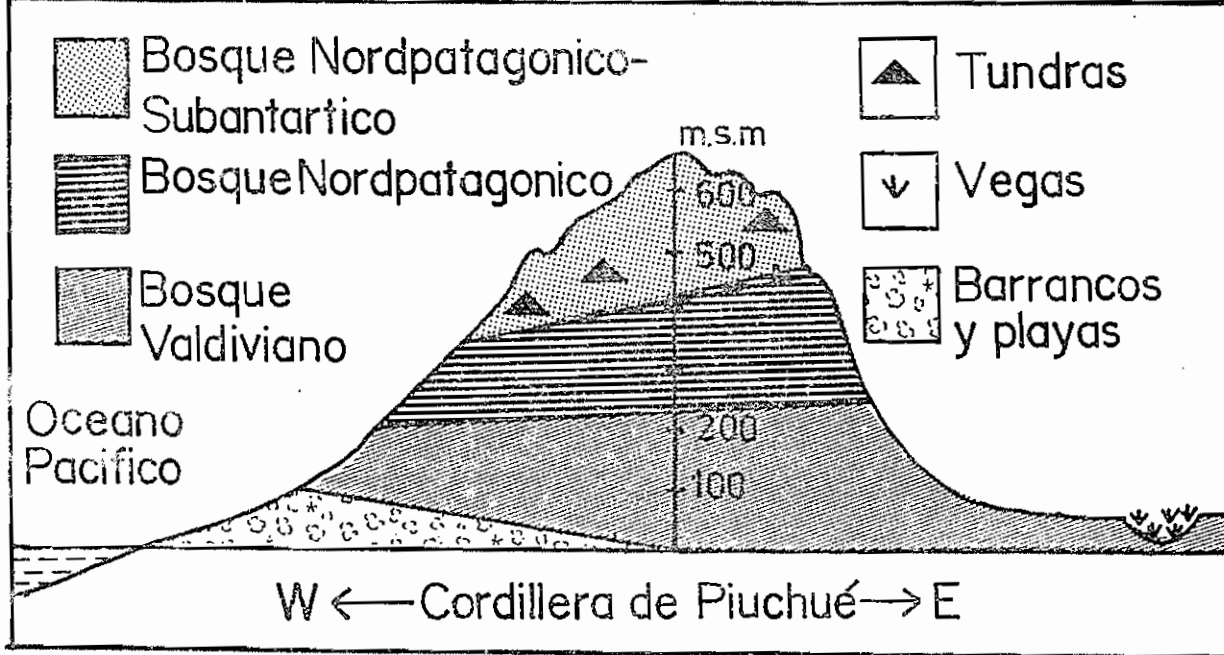
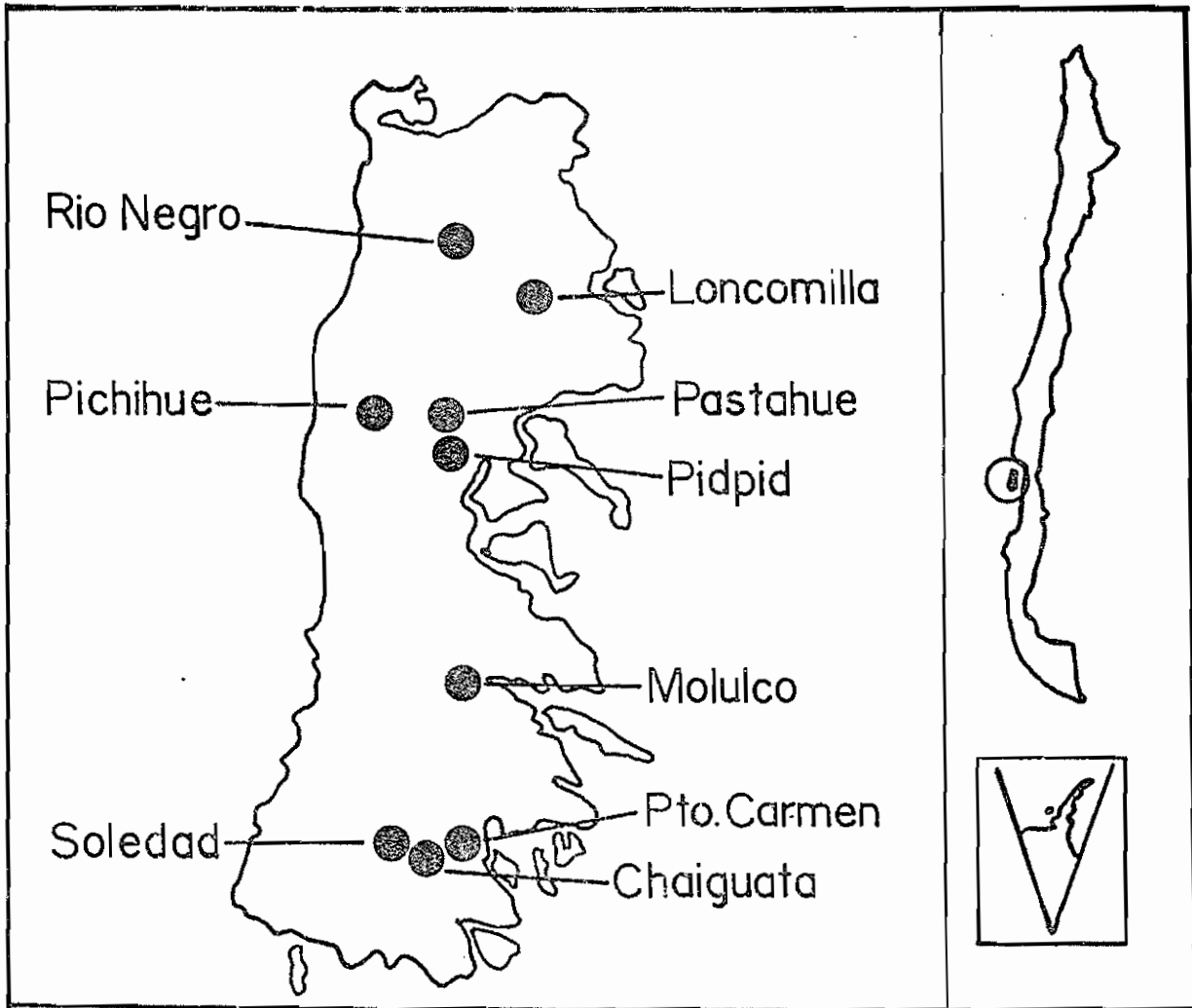


FIG. 1

sector centro-oriental, a sotavento de la Cordillera de Piuchué, se genera una cierta influencia mediterránea con incremento de la sequía durante el Verano. En los sectores bajos de la isla se distribuyen Vegas de Ciperáceas y *Nadis* de *Sphagnum* en todas las planicies con mal drenaje. En la Fig. 1 se muestran los diferentes tipos de bosques que se suceden en el gradiente altitudinal de la Cordillera de Piuchué (Villagrán, 1985). En las cimas de esta Cordillera alternan con el bosque Subantártico extensiones de Tundras Magallánicas con especies que conforman cojines.

Los sedimentos fueron barrenados con Sonda de Dachnowsky en turberas y en riberas de lagos o extraídos en cortes expuestos. Cada 5 o 10 cm se extrajeron muestras a lo largo del perfil las cuales fueron tratadas con solución 5% de KOH, HF y acetólisis y montadas en gelatina glicerizada. El recuento se llevó a cabo hasta completar 300 granos de polen arbóreo por nivel de profundidad. Las proporciones de todos los taxa fueron calculadas de una suma básica que incluía el polen arbóreo y el no arbóreo, excluyendo los taxa palustres y las esporas de las Criptógamas. En las figuras 2 y 3 se sintetizan los principales resultados presentando separadamente las sumas del pólen de las distintas Formaciones Vegetales representadas, de acuerdo a la actual zonación altitudinal de la vegetación en la Cordillera de Piuchué (Fig.1). En el Bosque Valdiviano se incluyeron: *Eucryphia/Caldcluvia*, *Weinmannia trichosperma*, *Aextoxicon punctatum*, *Gevuina/Lomatia*, *Pseudopanax laetevirens* y

Azara. En el Bosque Nordpatagónico-Subantártico se incluyeron: Myrtaceae, *Podocarpus nubigena*, *Drimys winteri*, *Fitzroya/Pilgerodendron*, *Embothrium coccineum*, *Escallonia* y *Maytenus*. Distintas especies de *Nothofagus* siempreverdes crecen en todos los tipos de bosques y por esta razón se consideró este taxa, junto con su parásito asociado *Misodendrum*, separado de los restantes. Entre las Formaciones predominantemente herbáceas se incluyeron en la formación de Tundras Magallánicas las especies en cojín: *Astelia pumila*, *Donatia fascicularis*, *Drapetes muscosus*, *Gaimardia australis*, *Nanodea muscosa*, *Drosera uniflora* y la Conífera enana *Dacrydium fonckii*. En esta Formación crecen también taxa de las familias Gramineae, Compositae, Ranunculaceae y Ericaceae, pero ellos no son exclusivos de las Tundras, sino que también abundan en otras Formaciones higrófilas tales como las Vegas de Ciperáceas y los ñadis de *Sphagnum* de los sitios bajos de Chiloé. En la literatura la presencia de estos taxa ha sido asociada al espectro de la Estepa Patagónica. Para Chiloé estos taxa han sido considerados como indicadores de vegetación higrófila de Vegas y ñadis, por su asociación con taxa palustres y por la abundancia de esporas de Criptógamas.

Los fechados radiocarbónicos que se muestran en las Figs. 2 y 3 fueron realizados en Beta Analytic Inc., Florida.

RESULTADOS

Las secciones Pidpid y Molulco corresponden a paquetes

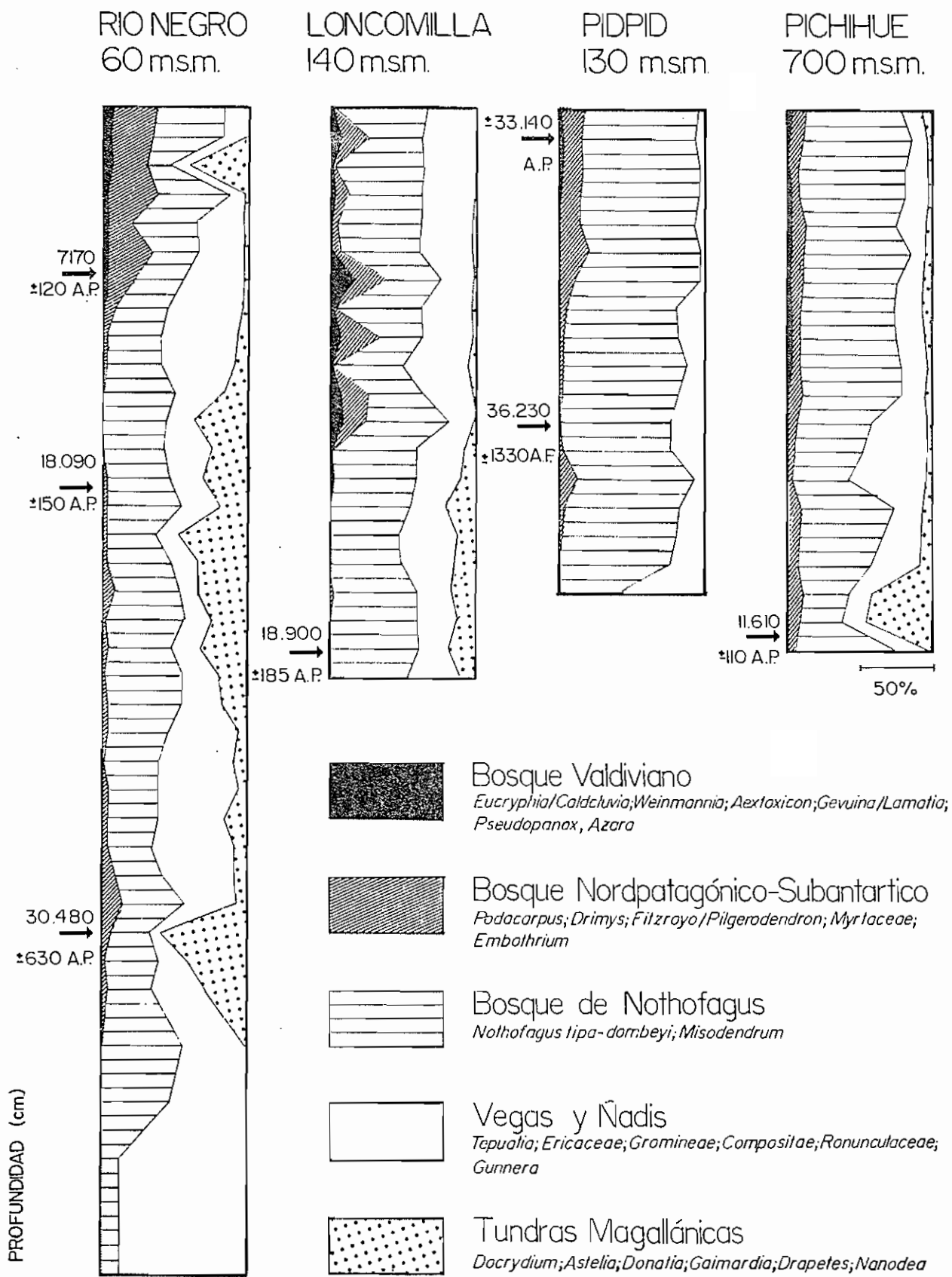


FIG. 2

de turbas intercaladas entre sedimentos morrénicos y se les ha interpretado como episodios interestadiales. Dos fechados radiocarbónicos para la sección PidPid permiten situar esta secuencia entre ca. de 40,000 y 33,000 años A.P. Ambas secciones muestran predominio del pólen arbóreo (sobre 80%), especialmente *Nothofagus* (probablemente *N. betuloides*) asociado a taxa pertenecientes a los actuales bosques Nordpatagónico y Subantártico. El pólen no arbóreo está principalmente representado por Gramineae, Ranunculaceae y Ericaceae. El espectro polínico es similar al del bosque imperante en la actualidad en los sectores altos de la Cordillera de Piuchué (Fig.1, Fig. 2, Perfil Pichihué, 700 m.s.m.), con la diferencia de que la vegetación de Tundras no está representada. La ausencia del elemento de Bosque Valdiviano, actualmente dominante en los sitios bajos de donde provienen las secciones, la abundancia de taxa palustres (*Isoetes*) y trazas del indicador frío *Huperzia selago*, sugieren condiciones algo más frías y lluviosas que las imperantes actualmente.

Las secciones Río Negro y Loncomilla (Fig. 2) ilustran la vegetación glacial a partir de ca. 31.000 años A.P. En la sección Río Negro se puede inferir desde los inicios de la secuencia (antes de 30,500 años A.P.) una tendencia hacia condiciones más frías y lluviosas, sugerida por los máximos de la vegetación no arbórea (principalmente Gramineae y Cyperaceae) sucedida por una fase de Tundras de *Astelia* y *Donatia* alrededor de 30,500 años. Desde esta fecha hasta ca.

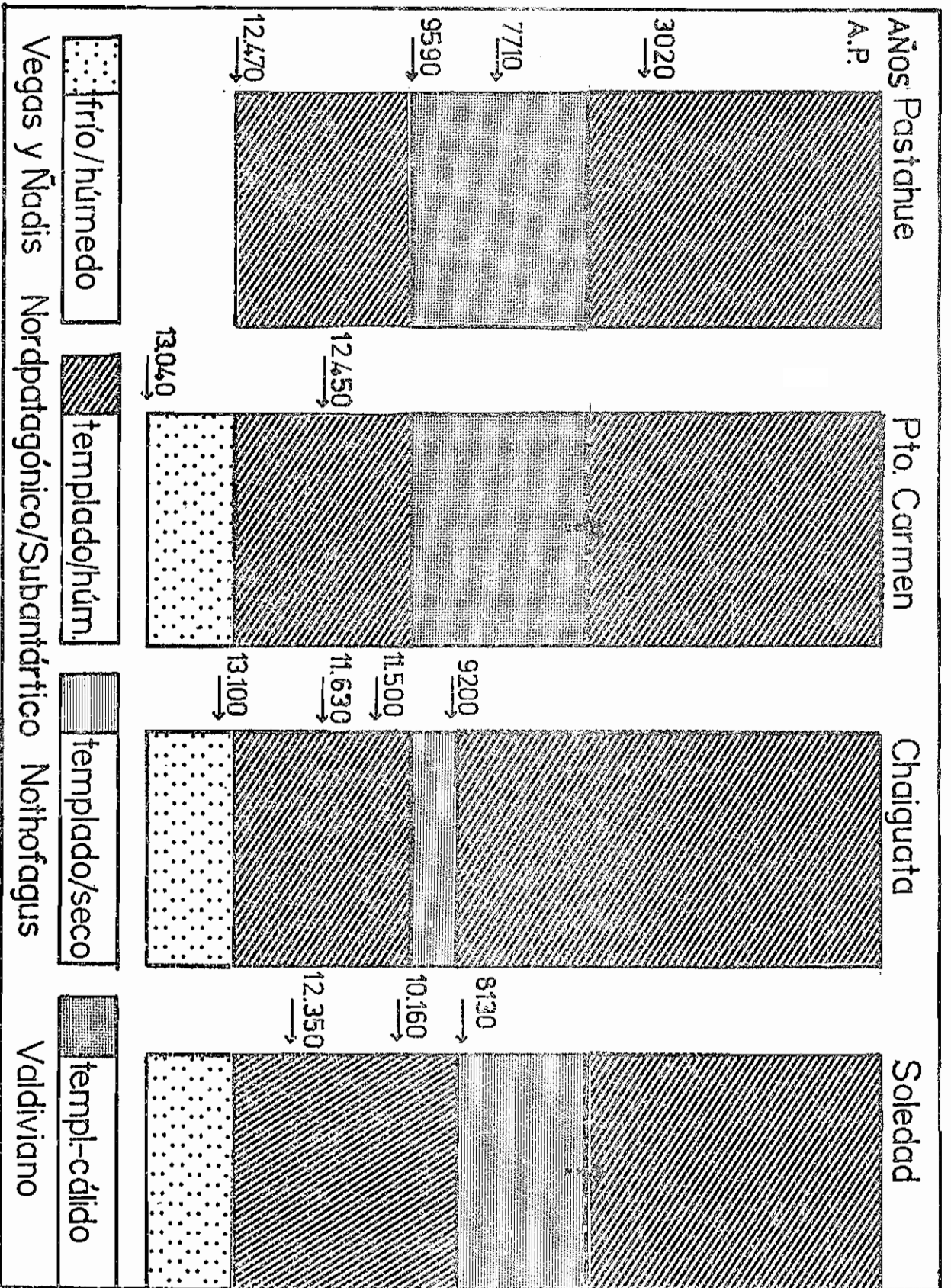


FIG. 3

de 27,000 años A.P. la dominancia de los indicadores no arbóreos Gramineae/Compositae sugieren una reversión de esta tendencia hacia condiciones algo más secas. A partir de ca de 27,000 años se observa un paulatino aumento de los indicadores de Tundras Magallánicas sugiriendo reinicio de la tendencia hacia condiciones más frías y lluviosas que culmina alrededor de 18,000 años A.P.. Este último patrón se detecta también en el perfil Loncomilla y en ambas secciones se observan durante este lapso de tiempo proporciones más o menos equiparadas de Tundras, vegetación no arbórea y de Parque de *Nothofagus* con trazas del elemento nordpatagónico-subantártico. Este espectro florístico sugiere que la vegetación del período de máxima glaciación en la Isla de Chiloé fue equivalente a la del actual complejo de Tundras Magallánicas, vegetación que se distribuye en la actualidad en la zona de máximas lluvias (2000-5000 mm) de la costa de Tierra del Fuego (48-56°S) y que se caracteriza por un mosaico vegetacional integrado por Bosque Subantártico, cojines de Tundras y turberas graminoides.

La vegetación de finales del Pleistoceno y del Holoceno en Chiloé es ilustrada por los perfiles Chaiguata, Puerto Cármen, y Soledad, provenientes del sector sur; Pastahué del sector central; y Pichihué de las cimas de la Cordillera de Piuchué (Figs. 1, 2 y 3). En los tres perfiles del sur de la isla la vegetación previa a los 12,500-13,000 años se caracteriza por la predominancia de taxa de sitios no forestados. La mayor abundancia de taxa de Gramineae,

Compositae, Ericaceae está asociada a auges Cyperaceae y Ranunculaceae, taxa asociados a sitios húmedos, como asimismo de otros taxa palustres o acuáticos. Este espectro sugiere un paisaje de Vegas de Ciperáceas y *Madis* de *Sphagnum*, alternando con lagos y riachuelos y circundado de matorral de Ericáceas.

A partir de 12,500- 13,000 años A.P. distintos taxa forestales predominan en los perfiles. Taxa higrofilos tales como *Podocarpus nubigena*, *Fitzroya/Pilgerodendron*, *Drimys winteri*, *Maytenus* y Myrtaceae, asociados a *Nothofagus* sugieren condiciones algo más frías y húmedas que las actuales a inicios del Holoceno en todas las secuencias. Este tipo de bosque se mantiene constante a través del Holoceno en el perfil Pichihúe, mientras que en los otros cuatro perfiles se observan marcados cambios en la composición y abundancia de taxa forestales. A partir de 9500-8000 años A.P. hasta ca de 5000 años A.P. taxa más termofilos tales como *Eucryphia/Caldcluvia* y *Weinmannia* predominan en los perfiles situados en los sectores con mayor influencia mediterránea (Pastahué y Puerto Cármen), mientras que en los restantes perfiles *Nothofagus* se transforma en dominante disminuyendo los demás taxa arbóreos. Este cambio del bosque sugiere un clima algo más seco durante este lapso de calentamiento postglacial. En el Holoceno Superior el retroceso de *Eucryphia/Caldcluvia* y *Weinmannia*, y la reaparición de los indicadores del Bosque mixto Nordpatagónico-Subantártico sugieren condiciones nuevamente

lluviosas después de ca. 5000 años. En todos los perfiles se observa hacia finales del Holoceno la aparición y dominancia de *Tepualia*, una Myrtaceae leñosa que prospera en suelos con mal drenaje bajo condiciones de clima templado-lluvioso. Acoplado al auge de *Tepualia* se observa además un aumento de la vegetación de habitats abiertos, hecho que probablemente esté asociado al anegamiento de los substratos como consecuencia de los eventos de Neoglaciación.

DISCUSION

En la reconstrucción palinologica de la vegetación glacial-postglacial de la isla de Chiloé se destaca como un hecho biogeográfico interesante la expansión de formaciones de Tundras en los sectores de baja altitud durante el tiempo de máxima glaciación (27,000-18,000 años A.P.). La presencia de esta formación en la isla durante este tiempo implica una expansión en 6° en latitud y 600 m en altitud de esta formación vegetal, hecho que implicaría un descenso mínimo de las temperaturas promedio de 4°C y un aumento de las precipitaciones de, al menos, 1500 mm anuales (Villagrán, 1988b). El límite norte que alcanzaron las Tundras Magallánicas en Chile durante la última Glaciación puede también ser inferido a partir de su actual distribución discontinua en las cimas de la Cordillera de la Costa (Cordillera de Piuchué, 42°30'S; Cordillera Pelada, 40°S; Cordillera de Nahuelbuta, 38°S). Concordantemente con este

evento de expansión de las Tundras, se ha documentado palinológicamente la presencia de Bosque de *Nothofagus* y *Podocarpus* en Chile central durante el tiempo de máxima glaciación (Heusser, 1983, Laguna Tagua Tagua, 34°30'S). El límite norte que alcanzó esta formación durante la última glaciación también puede ser inferido de la presencia actual de robledales aislados en las cimas de la Cordillera de la Costa (Alto de Cantillana, 33°58'S; Altos de Chicauma, 33°S; Cerros La Campana y El Roble, 32°57'S). Los conocidos relictos de *Aextoxicon punctatum* de los cerros Fray Jorge y Talinay (30°45'S), Huentelauquén (31°30'S), Santa Inés (32°10'S) e Imán (32°13'S) también han sido postulados como remanentes de expansiones glaciales de vegetación austral (Skottsberg, 1948).

Estas expansiones de la vegetación más higrofila a lo largo de la Cordillera de la Costa de Chile central-sur sugieren que el clima del Pleistoceno fue más lluvioso entre Chiloé y La Serena. La causa de este fenómeno puede ser un efecto de la intensificación de la circulación atmosférica en las latitudes medias del hemisferio sur durante los períodos de máxima glaciación, como consecuencia de la mayor extensión del hielo oceánico en torno a la Antártica (Hays et al, 1976). Asociado a este evento se ha postulado (Paskoff, 1977; Heusser, 1984) un desplazamiento hacia el norte de 5-6° del Frente Polar atmosférico para el período de máxima glaciación. Un desplazamiento de tal magnitud habría acentuado el contraste térmico dentro de la zona de influencia de los

vientos del oeste aumentando concomitantemente la baroclinicidad y, consecuentemente, la actividad frontal.

REFERENCIAS

- Hays, J.D., Lozano, J.A., Shackleton, N. y Irving, G., 1976. Reconstruction of the Atlantic and Western Indian Ocean Sectors of the 18,000 B.P. Antarctic Ocean. *Memoir of the Geological Society of America*, 145, 337-372.
- Heusser, C.J., 1983. Quaternary Pollen Record from Laguna de Tagua Tagua, Chile. *Science*, 219, 1429-1432.
- Heusser, C.J., 1984. Late Quaternary climates of Chile, in. J.C. Vogel, ed., *Late Cainozoic Paleoclimates of the Southern Hemisphere*, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Husen Van, C., 1967. Klimagliederung in Chile auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen der Niederschlagssummen. *Freiburger Geographische Hefte*, 4, 1-113.
- Paskoff, R.P., 1977. Quaternary of Chile: The State of Research. *Quaternary Research*, 8, 2-31.
- Porter, S.C., 1981. Pleistocene Glaciation in the Southern Lake District of Chile. *Quaternary Research*, 16, 263-292.
- Skottsberg, C., 1948. Apuntes sobre la Flora y Vegetación de Frai Jorge (Coquimbo, Chile). *Acta Horti Gotoburgensis*, 18, 91-184.
- Villagrán, C., 1985. Análisis palinológico de los cambios vegetacionales durante el Tardiglacial y Postglacial en Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 58, 57-69.
- Villagrán, C., 1988a. Late Quaternary Vegetation of Southern Isla Grande de Chiloé, Chile. *Quaternary Research*, 29, 294-306.
- Villagrán, C., 1988b. Expansion of Magellanic Moorland during the Late Pleistocene: palynological evidence from northern Isla de Chiloé, Chile. *Quaternary Research* (en prensa).