

MEDICINAS DEL ULTIMO GLACIAL Y POSTGLACIAL Y LOS ANDES DE ARGENTINA*

DE WILHELM MARKGRAF

Geólogo, Boulder Colorado, Campus Box 450, Boulder, Co. 80309, USA

Traducción del inglés al castellano por María Elena Soler, CRICYT Mendoza, Argentina.



RESUMEN: Se presenta una historia paleoclimática para Argentina basándose en 11 diagramas polínicos de los Andes, desde los 24° a los 54° LS, cubriendo los últimos 10000 a 14000 años antes de ahora (AAP). Al sur de los 37° LS los climas del glacial tardío fueron más secos y probablemente más fríos, a juzgar por la extensa expansión de la vegetación de la estepa. Al norte de los 37° LS, sin embargo, los climas deben haber sido más húmedos que en la actualidad, y en lugar del medio ambiente desértico actual existían pasturas herbáceas. Este escenario climático puede ser explicado por un traslado hacia el polo de la zona subtropical de alta presión, corriendo las precipitaciones más hacia los polos que en la actualidad, y simultáneamente por un traslado, también en dirección polar, del cinturón de los vientos del oeste (como consecuencia de un gradiente de temperatura más abrupto que el actual), reduciendo sustancialmente las precipitaciones de las latitudes medias.

El comienzo de los climas glaciales fue diferente para las distintas latitudes, 12000 AAP para latitudes medias y bajas, con un incremento simultáneo de temperatura y precipitación, pero sólo con incremento de temperatura en 10000 AAP, y aumento de precipitación en 8500 AAP, en latitudes al sur de 52° LS. Esta diferencia indica que el cambio paleoclimático postglacial inicial refleja un traslado hacia el ecuador del sistema subtropical de alta presión y del cinturón de vientos del oeste, mientras que las latitudes elevadas permanecieron bajo un modo glacial influenciado por la circulación circumpolar hasta mucho después. Los cambios paleoclimáticos del Holoceno ocurren entre 6000 y 5000 AAP en términos de un retorno a climas de tipo glacial, fríos y secos al sur de los 37° LS, y de climas fríos y húmedos al norte de los 37° LS. Los climas modernos se establecieron luego uniformemente a lo largo de los Andes entre 5000 y 3000 AAP. El impacto humano en el medio se detecta alrededor de los 2000 AAP en adelante, pero sólo durante los últimos 400 años se ha vuelto tan significativo como para alterar la estructura de la vegetación.

ABSTRACT: Based on 11 pollen records from the Andes, from latitude 24°S to latitude 54°S, a paleoclimatic history for Argentina, covering the last 10000 to 14000 BP, is presented. South of latitude 37°S, late-glacial climates were drier and probably also cooler, judging from an extensive expansion of the steppe vegetation. North of latitude 37°S, however, climates must have been wetter than today, and grasslands existed instead of the modern desert environment. This climatic scenario can be explained by a poleward shift of the subtropical high pressure zone, bringing precipitation further poleward than today, and a simultaneous poleward shift of the westerlies belt (as a consequence of the temperature gradient much steeper than today) reducing the mid-latitude precipitation substantially. The onset of postglacial climates was different for the different latitudes, 12000 BP for the mid- and low-latitudes, with a simultaneous temperature and precipitation increase, but only at 10000 BP with a temperature, and 8500 BP with a precipitation increase at latitudes south of 52°S. This difference indicates that the initial post-glacial paleoclimatic change reflected an equatorward shift of the subtropical high pressure system, and the westerlies belt, whereas the high latitudes remained under a glacial mode influenced by the circumpolar circulation until much later. Mid-Holocene paleoclimatic changes occur between 6000 and 5000 BP in terms of a return to glacial-type cool and dry climates south of latitude 37°S and of cool and wet climates north of latitude 37°S. Modern climates then became established uniformly along the Andes between 5000 and 3000 BP. Environmental impact by humans can be detected from about 2000 BP onwards, but only during the last 400 years has become so significant as to alter the vegetation structure.

INTRODUCCION

La sección de los Andes comprendida entre los 22° y 55° LS, compartida por Argentina y Chile representa una cadena montañosa muy heterogénea, tanto en lo que se refiere a evolución geológica como a rasgos modernos. Los Andes corren de norte a sur en su mayor parte, pero en su extremo más austral, Tierra del Fuego, corren de este a oeste. De sur a norte el número de cadenas montañosas individuales se incrementa de dos entre los 55° y 35° LS (Cordillera de la Costa y Cordillera Occidental) a 4 ó 5 al norte de los 35° LS (Cordillera Oriental, C. Exoriental, Serranías Subandinas, que se agregan a las dos anteriores). Simultáneamente el ancho de los Andes aumenta de 50 Km en Tierra del Fuego a 900 Km al norte de los 35° LS. Al aumentar la anchura, se incrementa también la altura media de las montañas, de casi 2000 m al sur de los 35° LS, a más de 6000 m al norte de los 35° LS. Agregándose marcadas diferencias estructurales y tectónicas en distintas partes, las que resultan, entre otros rasgos, en diferentes zonas de actividad volcánica, tanto en intensidad como en antigüedad de vulcanismo. La actividad volcánica más fuerte y continua se desarrolla al norte de los 25° S y entre los 30° y 45° LS. Como aditamento de estas diferencias

geológicas descriptas (Zeil, 1979) existen diferencias climáticas y ambientales (Hueck y Seibert, 1981). En relación a las características de circulación atmosférica, las latitudes entre los 22° y 35° LS están bajo la zona subtropical de alta presión con vientos del este y precipitación orográfica en su mayor parte, originada en el Atlántico lejano. El medio ambiente moderno es típicamente desértico con excepción de las pendientes andinas expuestas al este, las que reciben precipitaciones suficientes como para originar una banda de bosques subtropicales. Al sur de los 35° LS, los vientos occidentales son el rasgo dominante de circulación, causando un alto gradiente oeste-este de precipitación a través de los Andes, con un rango de 5000 mm a menos de 500 mm de media anual, desde la cadena central de los Andes a las sierras orientales. Los ambientes varían de los bosques pluviales fríos y perennifolios a bosques deciduos y vegetación leñosa xérica, según su ubicación a lo largo del gradiente. Hacia el extremo austral de Sudamérica la influencia del círculo de baja presión circumpolar se vuelve más y más predominante, y las frecuentes tormentas junto con las bajas temperaturas dan como resultado una vegetación sin árboles, un terreno de turberas con vegetación tipo tundra, especialmente en las partes más expuestas de la región.

Dada esta diversidad de características geológicas, climatológicas y ambientales se espera que la historia paleoambiental de los sitios en esta sección transversal latitudinal, muestre también diferencias, aún para un intervalo tan corto como lo son los últimos 14000 años. Pero por que estas diferencias son la respuesta local a un factor de fuerza hemisférico (o aún mundial) -el clima- una cronología paleoclimática congruente debería emerger de una red de datos en gran escala a lo largo de los Andes.

Este es el objetivo de mis investigaciones paleoambientales, que he estado efectuando en los Andes de Argentina haciendo uso del análisis polínico en muestras de sedimentos recolectadas entre Tierra del Fuego y el límite boliviano (Fig. 1). Este trabajo resume la información palinológica disponible en este momento, la mayoría de la cual ha sido publicada (Markgraf 1980, 1983, 1984) o está en prensa (Markgraf, 1985a, b, c, d) o en preparación. Sigue la descripción de 11 registros y su interpretación en términos de señales paleoclimáticas, las que proveen la base para una síntesis del cambio paleoclimático en el sur de Sudamérica durante los últimos 14000 años.

DATOS PALEOAMBIENTALES

Tierra del Fuego y Patagonia Austral

La ubicación de los sitios está indicada en la Fig. 1. Se analizaron dos registros de Tierra del Fuego, La Misión (Markgraf, 1960, 1983) y Lago Yehuín (Markgraf, 1983). Ambos registros se extienden hasta casi 10000 AAP. El cambio paleoambiental más temprano que se detecta en La Misión (Fig. 2) ocurre antes de 9500 AAP, cuando una pradera herbácea da lugar a vegetación xérica y con más arbustos con *Berberis*, *Empetrum* y *Acaena*, sugiriendo un cambio de climas fríos y secos a templados y secos. El siguiente cambio de importancia en esas latitudes ocurre 8500 AAP cuando la pradera arbustiva, rica en especies herbáceas, es reemplazada por vegetación leñosa de *Nothofagus*, sugiriendo un incremento de la precipitación a niveles modernos y un gradiente de precipitación a través de los Andes. Durante este temprano intervalo del Holoceno, las condiciones parecen haber sido más templadas y húmedas que en el presente a juzgar por la proporción entre especies deciduas y perennifolias de *Nothofagus*. Entre 6000 y 5000 AAP volvieron a estas latitudes los climas más fríos y secos, quedando esto documentado por una extensión de la estepa, en la región boscosa oriental y por el reemplazo de las especies perennifolias de *Nothofagus* por especies deciduas en la región de los bosques pluviales (Isla Clarence, Auer 1974). Después de 5000 AAP, las condiciones estuvieron nuevamente dadas para los bosques, pero debido a que en proporción la estepa y las especies deciduas de *Nothofagus* permanecieron en mayor cantidad que durante el temprano Holoceno, es probable que el Holoceno tardío fuera ligeramente más frío y seco que el Holoceno temprano. En lo que concierne a la aparente expansión reciente de la estepa registrada en el diagrama de La Misión (Fig. 2), que dio pie a la hipótesis de la reciente aridificación del sur de Sudamérica (Auer, 1933; Kalela 1941), no se puede hacer una declaración definitiva, sobre todo porque ningún otro registro muestra tal cambio.

Para la Patagonia Austral se analizaron dos registros (Fig. 1), Caverna Fells (Markgraf, 1985a, 1985b) y la Caverna del Mylodonte (Markgraf, 1985a). Ambos contienen los últimos 11000 años, pero de la Cueva del Mylodonte sólo se ha analizado el intervalo correspondiente a los años 14000 a 10000 AAP (Markgraf, 1985a) debido que el resto del mismo ya había sido analizado por Moore (1978).

Los datos polínicos de la excavación arqueológica en la Caverna Fells (Fig. 4) muestran un fuerte cambio paleoambiental entre 11000 y 10000 AAP, de pradera herbácea a vegetación xérica y arbustiva, lo que se interpreta como un marcado aumento de temperatura. Durante este tiempo varias especies de ramoneadores de gran tamaño como el megaterio gigante (*Mylodon*) y el caballo nativo (*Onolippidium*) se fueron extinguiendo y aparecieron grupos de cazadores indios primitivos. Aparentemente la magnitud de este cambio paleoambiental fue tal, que también pudo ser limitado en la dieta del megaterio gigante (Fig. 5) lo que lleva a la hipótesis de la extinción de los grandes ramoneadores causada por el medio en esta parte del mundo (Markgraf, 1985a). Entre 9000 y 6000 AAP las condiciones paleoambientales aparecen como levemente menos áridas que antes, basándose en el registro de la Caverna Fells. Sin embargo, durante el Holoceno tardío y comenzando en los 6000 AAP, vuelven a dominar los arbusto xéricos, sugiriendo un retorno a condiciones áridas.

La cronología paleoambiental descrita revela una pauta consistente para ambos, Tierra del Fuego y Patagonia austral. Los climas fríos y secos caracterizaron el glacial tardío anterior a los 11000 AAP. El cambio más temprano a climas postglaciales fue aparentemente un cambio de temperatura que eliminó las praderas méxicas de las altas latitudes sureñas, y de esta forma la vida de los grandes ramoneadores debe haberse tornado bastante difícil. Este cambio de temperatura fue más drástico en la parte oriental de Patagonia, la parte más árida. El incremento de temperatura no parece haber ocurrido hasta 8500 AAP y fue más sentido en la zona andina occidental, produciendo una expansión del bosque de *Nothofagus*. La vegetación dominante en esta zona occidental durante el Holoceno fue el bosque y monte leñoso, aunque quizás haya sido más cálido y húmedo durante el Holoceno temprano y más frío y seco durante el Holoceno tardío. La evidencia de una aridificación reciente y continua es poco concluyente en esta época.

Latitudes medias entre 37° a 41° LS

Los registros de esta zona latitudinal (Fig. 1) van desde manchones boscosos de *Nothofagus* en la zona más septentrional de la provincia del Neuquén a bosques deciduos y perennifolios entremezclados de las provincia de Río Negro. Se analizaron dos registros para los 41° LS: Lago Morenito (Markgraf, 1984) y Mallín Book (Markgraf, 1983) ambos de baja altura en bosques de *Nothofagus dombeyi*/*Austrocedrus*. Ambos diagramas (Figs. 6 y 7) cubren 12000 y muestran que antes de 12500 AAP (13000 AAP) el área boscosa al este de los Andes se había reducido en su mayoría, habiéndose expandido en su lugar la estepa. Pueden haber existido bosques abiertos sólo a lo largo de las riberas de ríos y lagos, y haber incluido *Nothofagus dombeyi*, el tipo *N. obliqua*, Mirtaceae, *Maytenus*. El clima debe haber sido más seco y más frío que el actual, más continental con inviernos más fríos, pero quizás con veranos más templados. Para 12000 AAP *N. dombeyi* comenzó a expandirse por todas partes con *Podocarpus nubigenus* como componente menor del bosque, pero sin *Austrocedrus chilensis*, que hoy es co-dominante. Esto implica que las condiciones climáticas deben haber sido diferentes a las actuales, presumiblemente más húmedas, sin estrés estacional de humedad. Entre 8500 y 5000 AAP la estepa y otros elementos arbustivos xéricos aumentaron fuertemente, indicando que el bosque fue cada vez más abierto, probablemente como respuesta a una disminución en la precipitación, especialmente en el verano. Desde 5000 AAP en adelante se fueron estableciendo gradualmente las condiciones modernas y el *N. dombeyi* co-domina con *Austrocedrus* desde 3000 AAP. La ausencia de *Podocarpus nubigenus* desde 5000 AAP también sugiere que el Holoceno tardío fue algo más cálido y seco que el Holoceno temprano.

De todas las turberas muestreadas y fechadas en la zona de latitudes medias (ver Tabla 2) sólo una de grandes alturas se extiende hasta tiempos glaciales tardíos. Pampa Vaca, que está siendo analizada en la actualidad, está a 1550 m de altura en el Valle Laguna Vaca Lauquen, al norte de la provincia de Neuquén, donde se encuentran los manchones boscosos más septentrionales de *Nothofagus* (*N. pumilio*, *N. antarctica* y *N. nervosa*). En esta muestra de 280 cm de largo, están presentes 11000 años. El análisis preliminar revela que durante todo ese intervalo los bosques de *Nothofagus* no fueron nunca más extensos que en la actualidad. Por el contrario, con anterioridad a 11000 AAP el *Nothofagus* abundaba menos que en el presente, sugiriendo que los manchones boscosos eran aún más pequeños. Es interesante la ocurrencia de *Podocarpus andinus* en ese tiempo. Este árbol tiene una distribución muy dispersa actualmente, entre los 1000 y 2000 m snm en sitios bastante áridos, entre los 35° y 41° LS en Chile. La significación ecológica de esto es incierta, pero durante los tiempos glaciales tardíos parece haber estado mucho más extendido que en el presente (Heusser, 1983). El hecho de que *Podocarpus andinus* co-ocurre con estepa de Gramineae y grandes cantidades de Compositae, indica no tanto temperaturas más frías, sino más aridez. Entre los 9000 y 8000 AAP desaparece el *Podocarpus andinus*, *Nothofagus pumilio* es mucho más abundante y la estepa de Gramineae se caracteriza por un componente herbáceo mayor. Para causar tales cambios se debe haber incrementado la precipitación. De 6000 AAP en adelante aumenta *N. nervosa* (polen tipo *N. obliqua*), también aumentan las proporciones totales de *Nothofagus*, indicando un mayor incremento de las precipitaciones hacia niveles modernos.

Estos datos polínicos indican que, durante los últimos 11000 años los bosques de *Nothofagus* no expandieron sus límites más allá que en la actualidad, ya que por el contrario la distribución presente aparece como la más amplia del pasado. Esta secuencia paleoclimática general descrita de una muestra de altura en la región de los bosques de *Nothofagus*, se parece más a los paleoclimas de altas latitudes de Patagonia Austral y Tierra del Fuego, que a los paleoclimas de los registros de las tierras bajas de las latitudes medias. Así es que, para 10000 AAP los climas parecen haberse vuelto más cálidos, pero todavía continuaban las condiciones de sequedad, y sólo hacia 8500 AAP las precipitaciones aumentaron a niveles modernos. Sin embargo, ya para 12000 AAP en las latitudes medias, el nivel de precipitación debe haber aumentado casi a niveles modernos. Es muy probable que estas discrepancias reflejen la sensibilidad climática de los registros: altas latitudes y grandes alturas responden primariamente a cambios de temperatura, mientras que las bajas alturas responden en primer lugar a las precipitaciones. De este modo el aumento de precipitación en 12000 AAP en las tierras bajas no estuvo relacionado aparentemente con un aumento de temperatura, porque este cambio no pareciera estar documentado en las altas latitudes (el registro de gran altura no se extiende tan atrás). Por otro lado, el aumento de temperatura en 10000 AAP en altas latitudes y grandes alturas no parece afectar los registros de las tierras bajas, por el contrario el incremento de precipitación en 8500 AAP en altas latitudes y grandes alturas si parece relacionarse a la temperatura en el registro de las tierras bajas. Sólo se hacen notar estas diferencias, ya que parece prematuro el tratar de forzar una interpretación paleoclimática de gran escala en esta etapa.

De esta zona de latitud media se obtiene el primer dato paleoambiental de un episodio glacial máximo de la Argentina. Se fechó una muestra de la ladera occidental de la Sierra Catan Lil en la provincia de Neuquén, que representa un período entre 27000 y 33000 AAP. Los datos polínicos y diatómicos indican que el medio ambiente moderno ya existía en ese tiempo, con la ecotonía bosque/estepa aproximadamente en el mismo lugar que ahora. De los otros pocos registros paleoambientales existentes que representan ese período, sólo uno, Tagua Tagua en Chile (Heusser, 1983) muestra una pauta ambiental similar a las condiciones modernas, mientras que otros registros (Heusser, 1974, 1981, Heusser et al., 1981) muestran condiciones de tipo glacial para este intervalo.

Región desértica, 32° a 34° LS

Sólo un registro de la región desértica occidental de Argentina (provincia de Mendoza) llega hasta el glacial tardío y glacial máximo (D'Antoni, 1980) mostrando un cambio ambiental de envergadura de climas glaciales fríos y húmedos a climas desérticos cálidos y secos cerca de 12000 AAP. Durante el postglacial se puede observar un cambio en 8500 AAP, a condiciones de extrema aridez en las tierras bajas y también en los registros andinos (Markgraf, 1983, Fig. 8 + 9). Entre 5000 y 3000 AAP, la elevada escorrentía de los ríos en las zonas bajas, la gran cantidad de agua y la paupérrima vegetación andina en las zonas altas sugieren un incremento en la precipitación invernal y consecuentemente, temperaturas más bajas. Para 3000 AAP ya se encuentran establecidos los climas modernos. Aún en esta etapa en que la resolución paleoclimática es bastante burda, los registros son muy sensibles al cambio climático, especialmente a los cambios estacionales de precipitación. Esto, a su vez, forma la base para la interpretación de rasgos de circulación, lluvias invernales que representan los vientos del oeste, lluvias estivales que representan los vientos subtropicales del este. Bajo esta circunstancia, es tentador correlacionar las pautas paleoclimáticas orientales y occidentales de los Andes (Heusser, 1983) porque los episodios de lluvias invernales deberían ser observados en ambos lados, mientras que las precipitaciones estivales corresponderían al incremento de aridez al oeste de los Andes. A pesar de que el registro de Tagua Tagua no está adecuadamente fechado durante el intervalo postglacial (Heusser, 1983), pareciera existir un intervalo de tiempo en el medio-Holoceno en que los niveles de agua aumentaron, que podría relacionarse con el aumento de lluvia invernal entre 5000 y 3000 AAP al este de los Andes. En contraste, el período precedente de lluvias estivales al este de los Andes parece relacionarse a un período árido al oeste de los Andes. Para poder desarrollar aún más tan excitantes correlaciones paleoclimáticas se necesita una red de datos y un control de fechado mucho mejores. La actual investigación en la Argentina (Wingeroth, en preparación) puede proveer muy pronto el tan necesitado detalle.

El relevamiento paleoambiental de sitios y el radio fechado (ver Tabla 1) indican un potencial de registros que se extienden a tiempos del glacial tardío, de las montañas en las provincias de La Rioja y Catamarca. Un sitio en las montañas de Famatina, predatado 10000 AAP, y pareciera que el análisis paleoambiental vale la pena. El potencial mayor para registros paleoambientales largos y continuos en estas latitudes de 25° a 30° LS pareciera yacer sin embargo, en los lagos salinos al este de los Andes, en las provincias de Córdoba y Tucumán.

Sur de Argentina

Se ha analizado un registro paleoambiental de la provincia de Jujuy, que ha revelado cambios paleoclimáticos durante los últimos 10000 años (Markgraf, 1985c). El sitio, El Aguilar, está a 4000 m de altura cerca del límite de la Puna y la vegetación andina. En base a los cambios de vegetación se pueden distinguir 3 períodos paleoclimáticos (Fig. 10). Un período del Holoceno temprano entre 10000 y 7500 AAP, con elevadas proporciones de componentes de plantas andinas, se interpreta que refleja condiciones más frías y/o más húmedas que el presente. Entre 7500 y 4000 AAP aumentan los componentes de la Puna, probablemente por una disminución de las precipitaciones o un aumento en la temperatura. Debido a que el componente de polen de árboles distantes está ausente en este tiempo, es probable que la disminución en la precipitación sea causada por menos cantidad de lluvias estivales. Desde 4000 AAP en adelante se establecen básicamente las condiciones modernas, en este caso parecen una combinación de las dos condiciones ambientales previas. De 500 AAP en adelante, se documenta el impacto humano en términos de una sucesión de plantas características de pastoreo excesivo. Es muy probable que el impacto humano sea depredador en este tiempo, pero es de una magnitud menor que en los últimos 500 años. Algunos cambios de polen hacia 2000 AAP probablemente se relacionen con la presencia humana.

Este registro del altiplano, al igual que aquellos de la zona desértica de Argentina, se relacionan bien con aquellos de Bolivia, de las latitudes 16° a 17°LS, y aún con aquellas de Perú en la latitud 11°S (Graf, 1979; Hansen et al., 1984), aunque la influencia del polen de los árboles tropicales de las tierras bajas se incrementa sustancialmente hacia el sur, haciendo las correlaciones más problemáticas (Markgraf, 1985d).

SINOPSIS PALEOCLIMÁTICA BASADA EN CAMBIOS PALEOAMBIENTALES

Hasta el momento las condiciones ambientales de tipo glacial máximo sólo han sido registradas en las zonas bajas de Chile, a 41° LS (Heusser et al, 1981) y a 34°LS (Heusser, 1983). A los 41°LS los datos sugieren que los componentes principales del bosque no desaparecieron, pero que quizás los bosques eran más abiertos que ahora (Heusser, 1984). La interpretación paleoclimática pide temperaturas estivales de casi 3° menos, y una media anual de precipitaciones cerca del 60 % menos que en el presente (Heusser et al, 1981). Por el contrario a los 34°LS se interpreta que se ha doblado la precipitación anual media (y las temperaturas anuales han disminuído) durante el mayor período del glacial (Heusser, 1983). Esta noción pareciera estar sustentada por los datos paleoambientales de las regiones bajas desérticas de la Argentina (D'Antoni, 1980; Markgraf, 1983) que también muestran aumento en la precipitación para ese tiempo. Mientras que Heusser (1983) interpreta este aumento de las precipitaciones en la latitud 34°S debido a un traslado hacia el norte de los vientos del oeste, parece más probable que esté relacionado con un traslado en dirección polar del sistema subtropical de alta presión (Markgraf, 1983). Si fuera debido a los vientos del oeste, la aridez pleistocénica registrada al sur de los 37°LS, en la zona de los vientos del oeste, sería difícil de explicar.

Las condiciones ambientales del tipo glacial en América del Sur austral duraron hasta 12000 AAP en los registros de las regiones bajas entre los 34° y 41° LS. El comienzo de las condiciones de tipo postglacial, disminución de la precipitación en la latitud 34°S, pero incremento de la misma en la latitud 41°S, se asemeja a la pauta de precipitación observada cuando el sistema subtropical está en posición hacia el ecuador (Pittock, 1980). Los registros de latitudes elevadas (51° a 54°S) y grandes alturas correspondiente a la latitud 37°S responden a un aumento de temperatura sólo en 10000 AAP, lo que no pareciera tener equivalencia en los registros de las zonas bajas, y subsecuentemente en 8500 AAP responden a un incremento en la temperatura, contemporáneo a una disminución en las precipitaciones de las zonas bajas. Estas diferencias paleoclimáticas documentan las diferencias en el umbral de los distintos medios ambientes, además de la influencia diferente de los rasgos de circulación. Por lo que es probable que las latitudes elevadas no reaccionen tanto al sistema subtropical, como al sistema circumpolar y a sus pautas de precipitación (Pittock, 1980).

Durante el Holoceno medio, entre 6000 y 5000 AAP hay una evidencia en la mayoría de los registros de un regreso a las condiciones de tipo glacial, v.g., frío y seco en las latitudes altas y medias, pero frío y húmedo en las latitudes desérticas. Después de esta breve fase, en todos los registros comienza la tendencia hacia las condiciones modernas, aparentemente más frías que en el Holoceno temprano en latitudes elevadas, pero más cálido que durante el mismo en latitudes medias, tanto en poca como en mucha altura.

De esta comparación en gran escala se desprende evidentemente, que cada registro adicional aumenta la complejidad de la cronología paleoclimática y complica la sinopsis paleoclimática total. Por otro lado, se ha vuelto claro que las diferencias regionales entre los registros representan tanto diferencias regionales climáticas, como diferencias en sensibilidad, y no resultan de un taxon vegetal que se ha rezagado tras un cambio climático. El concepto de plantas en desequilibrio con el clima ha aparecido muchas veces en discusiones paleoecológicas. Pero además de los problemas fisiológicos que presenta este concepto, sus proponentes parecen obviar el hecho de la sensibilidad o respuesta biótica, que difiere para cada taxon o grupo vegetal. Aunque el número de registros paleoambientales de Sudamérica austral crece constantemente, también es este aspecto de nuestro limitado conocimiento de la respuesta biótica al clima el que complica la interpretación paleoclimática más directamente. Así, la colaboración con ecólogos e investigadores de los parámetros ecológicos de la distribución de la vegetación parece actualmente un tópico de la misma importancia que el aumento de las actuales series de datos.

REFERENCIAS

- AUER V (1933). *Verschiebungen der Wald- und Steppengebiete Feuerlands in postglazialer Zeit*, Acta Geographica, 5:2.
- AUER V (1974). *The isorhythmicity subsequent to the Fuego-Patagonia and Fennoscandia ocean level transgressions and regressions of the latest glaciation: the significance of tephrochronology, C14 dating and micropaleontology for Quaternary research*, Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Ser. A, 115:1-88.
- D'ANTONI H L (1980). *Los últimos 30000 años en el sur de Mendoza (Argentina)*, Memorias INAH, 86:53-74
- GRAF K (1979). *Untersuchungen zur rezenten Pollen- und Sporenflora in der nordlichen Zentralkordillere Boliviens und Versuch einer Auswertung von Profilen aus postglazialen Torfmooren*, Juris Publ. Zurich, Switzerland, pp. 104.
- HANSEN B C S, WRIGHT H E, BRADBURY J P (1984). *Pollen studies in the Junin area, central Peruvian Andes*, Bull. Geol. Soc. Am., 95:1454-1465.
- HEUSSER C J (1974). *Vegetation and climate of the Southern Chilean Lake District during and since the last interglaciation*, Quaternary Research, 4:290-315.
- HEUSSER C J (1981). *Palynology of the last interglacial-glacial cycle in mid latitudes of southern Chile*, Quaternary Research, 16:293-321.
- HEUSSER C J (1983). *Quaternary pollen record from Laguna Tagua-Tagua, Chile*, Science, 220:1429-1432.
- HEUSSER C J (1984). *Pollen from Monte Verde and its relationship to vegetation history in the southern Andes*. Geological Society America, 1984. Abstracts, p. 538.
- HEUSSER C J, STREETER S S (1980). *A temperature and precipitation record of the past 16,000 years in southern Chile*. Science, 210:1345-1347.
- HEUSSER C J, STREETER S S, STUIVER M (1981). *Temperature and precipitation record in southern Chile extended to 43,000 yr ago*. Nature, 294:65-67.
- HUECK K, SEIBERT P (1981). *Mapa de la vegetación de América del Sur*. Vegetationsmonographien der einzelnen Grossraume (Ed. H. Walter), IIa, map and explanations, 90pp. G. Fischer, New York.
- KALELA E K (1941). *Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Waldern Ostpatagoniens*. Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Ser. A, 2:1-151.
- MARKGRAF V (1980). *New data on the late- and postglacial vegetational history of La Mision, Tierra del Fuego*. Proceedings IV. Int. Palynological Conference, 3: 68-74.
- MARKGRAF V (1983). *Late and postglacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate and arid environments in Argentina*. Palynology, 7:43-70.
- MARKGRAF V (1984). *Late Pleistocene and Holocene vegetations history of temperate Argentina: Lago Morenita, Bariloche*. Dissertationes Botanicae, 72:235-254.
- MARKGRAF V (1985a). *Late Pleistocene faunal extinctions in southern Patagonia*. Science, in press.
- MARKGRAF V (1985b). *Fells Cave: 11,000 years of changes in paleoenvironments, fauna, and human occupation*. American Museum Natural History, in press.
- MARKGRAF V (1985c). *Paleoenvironmental history of the last 10,000 years in northwestern Argentina*. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, in press.
- MARKGRAF V (1985d). *South America: global climates for 6000 and 9000 years ago*. In: Global Climates for 6000 and 9000 Years Ago (eds. J.E. Kutzbach, F.A. Perrot, W.F. Ruddiman, Thompson Webb III, H.E. Wright), in preparation.
- MOORE D M (1978). *Post-glacial vegetation in the South Patagonian territory of the giant ground sloth, Mylodon*. Botanical Journal Linnean Society, 77: 177-202.
- PITTOCK, A B (1980). *Patterns of climatic variation in Argentina and Chile. I. Precipitation 1931-1960*. Monthly Weather Review, 108:1347-1362.
- ZEIL W (1979). *The Andes, a geological review*. Borntraeger, Berlin, 260 pp.

Table I: Radiocarbon dates on material collected by Markgraf (1973 to 1984).

L. Mision: WK 122	8720 ± 260	Laguna Rosada: 41°15'S 71°49'W	
Gif 3655	9300 ± 180	A 3548	4410 ± 130
Gif 3868	8490 ± 400		
Lago Yahuin: 54°20'S 67°45'W		Far West: 40°59'S 71°34'30"W	
WK 123	10,200 ± 300	A 3348	14,500 ± 300
GX 6235	8195 ± 255		
GX 6236	7900 ± 235	Puerto Blest: 41°1'45"S 71°12'W	
GX 6237	4975 ± 240	A 3349	3800 ± 110
GX 6238	2145 ± 140		
Myiodon Cave: 51°35'S 72°35'W		Div. Aguas: 41°15'S 71°28'W	
GX 6248	10,575 ± 400	A 3350	7240 ± 120
GX 6243	10,880 ± 300		
GX 6246	11,775 ± 480	La Rinconada: 40°S 70°50'W	
GX 6247	11,905 ± 335	DIC 2229	1170 ± 215
GX 6244	12,020 ± 460	A 3554	3720 ± 140
A 2445	12,270 ± 350		
A 2447	12,240 ± 150	Caviahue: 37°53'S 71°4'W	
GX 6245	12,285 ± 480	DIC 2231	4880 ± 230
A 2448	12,870 ± 100		
A 2446	13,470 ± 180	Pampa Vaca: 39°43'S 71°10'W	
		A 3550	10,070 ± 190
		Rahuc: 39°24'S 70°55'W	
		A 3553	33,500 ± 1500
Mallin Book: 41°20'S 71°35'W			
Gif 3867	12,900 ± 400	Nahuel Mapi: 39°30'S 71°10'W	
A 2192	13,170 ± 250	A 3552	1870 ± 110
A 2191	12,140 ± 340		
GX 6240	11,340 ± 550	Salina 2: 32°10'S 69°20'W	
Gif 4037	8800 ± 170	WK 124	6175 ± 110
Gif 4036	6010 ± 400	GX 6249	4235 ± 165
GX 6241	4420 ± 220		
GX 6242	2715 ± 190	Salado: 32°12'S 70°8'W	
Gif 4035	1600 ± 190	WK 125	4170 ± 90
		WK 126	2870 ± 50
Mallin Sonntag: 41°15'S 71°41'W		Matienzo: 32°45'S 70°8'W	
Paris s.n.	9340 ± 210	WK 129	6670 ± 140
Paris s.n.	5685 ± 240		
Gif 3085	4890 ± 120	Tigre: 32°45'S 69°30'W	
Gif 3086	2180 ± 110	WK 127	1060 ± 70
Mallin Auer: 41°15'S 71°41'W		Yalguaraz: 32°10'S 69°23'W	
Gif 3657	4390 ± 300	Gif 4316	3310 ± 100
Río Corinthos: 43°08'S 71°15'W		Arroyo Negro: 33°08'S 69°20'W	
Gif s.n.	10,100 ± 1200/-750	Gif 4317	4090 ± 110
		Gif 4318	820 ± 90
Nehuan: 41°24'S 69°26'W		Alamitos: 34°S 69°5'W	
A 3547	2020 ± 120	WK 128	2170 ± 115
DIC 2225	2140 ± 230		
		Atuel: 35°10'S 60°35'W	
Carilaufquen Grande: 41°10'S 69°34'W		Gif 3656	3370 ± 300
A 3549	7870 ± 580		
WRD/USGS		Represa Yalguaraz: 32°10'S 69°20'W	
4305001	15,793 ± 230		3310 ± 100
Aguilar: 23°5'S 65°45'W			
DIC 2237	9740 ± 90		
DIC 2236	6520 ± 125		
WIS 1389	2120 ± 70		
Esquina Blanca: 23°S 65°25'W			
DIC 2238	4770 ± 70		

Huaca Huasi: 26°44'S 65°40'W
WIS 1388 1190 ± 70

Famatina: 28°44'S 67°36'W
A 3546 3260 ± 100
WIS 1390 9490 ± 100

Mejicana: 28°44'S 67°37'W
A 3551 1320 ± 210

Caballo Muerto: 24°S 66°W
WIS 1384 3410 ± 70

Guayantayoc: 22°20'S 66°10'W
WIS 1385 2540 ± 70

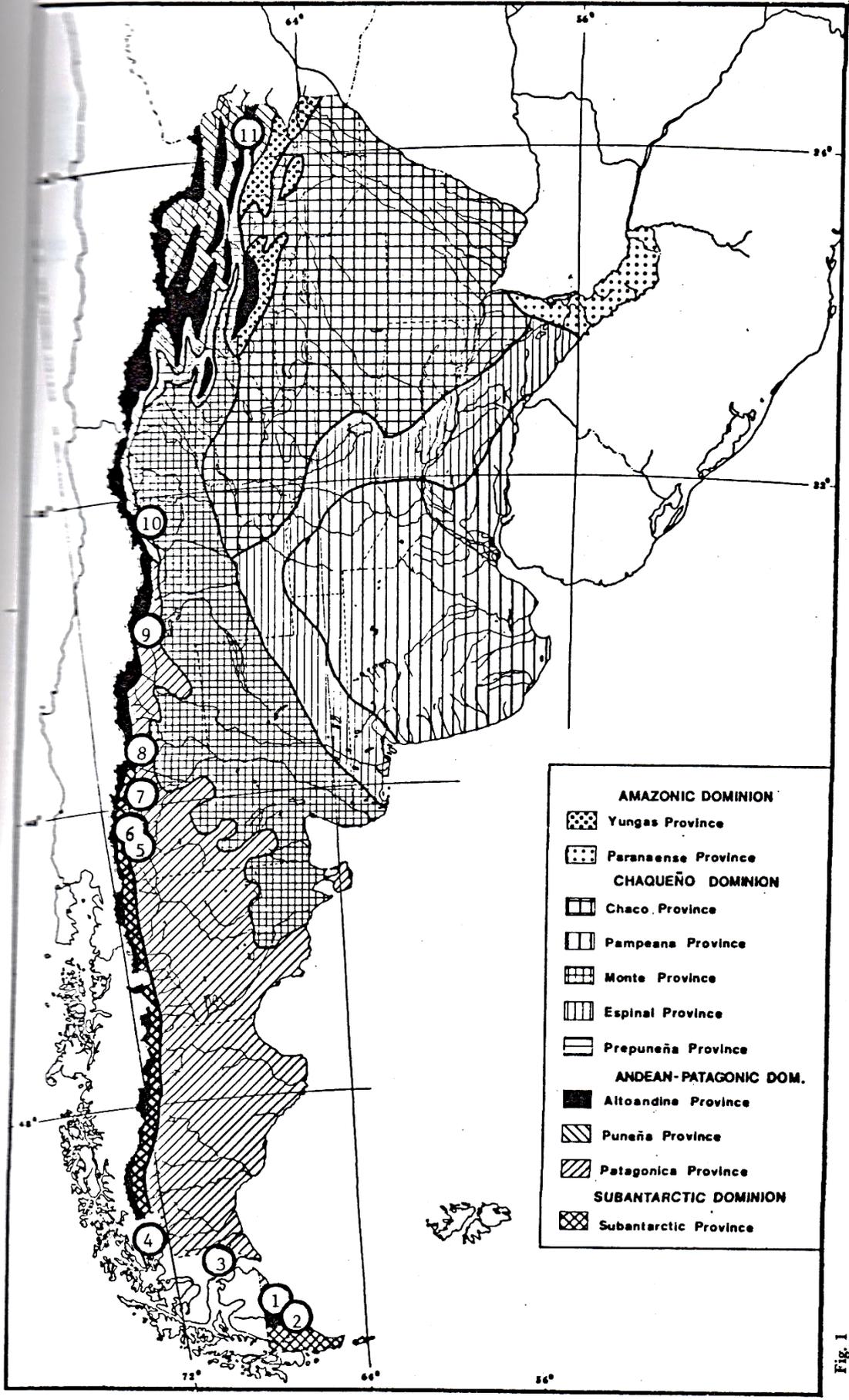


Fig. 1

Cita: Actas "Tercera Reunión del Grupo Periglacial Argentino". Río Gallegos. Subcomisión Latinoamericana sobre la Importancia de los Procesos Periglaciales", International Geographical Union. Director: Arturo Corte. Ianigla - Gobierno de la Provincia de Santa Cruz. ActaGeocriogénica, 4, 1986, Mendoza.

LA MISION, Tierra del Fuego

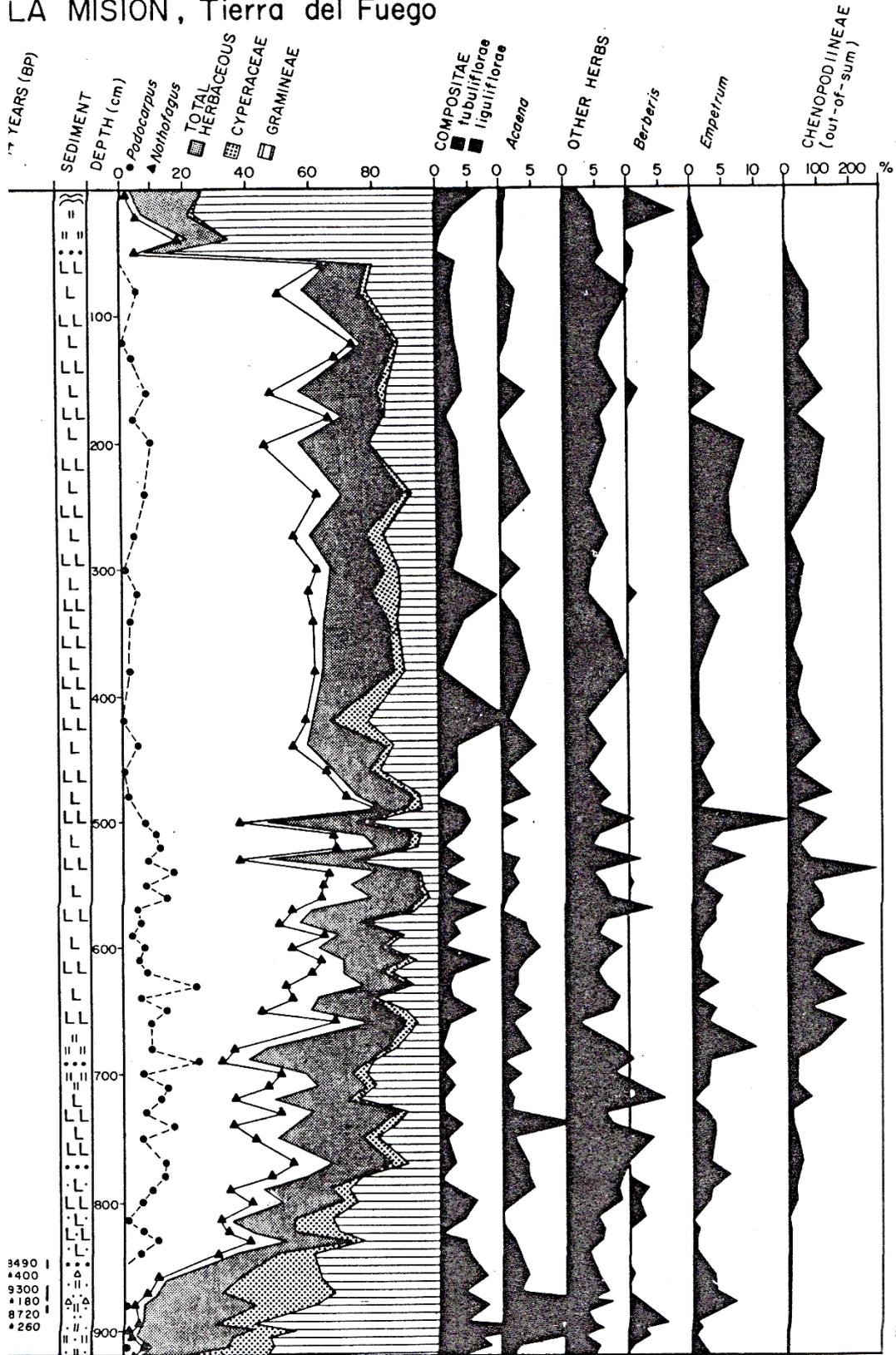


Fig. 2

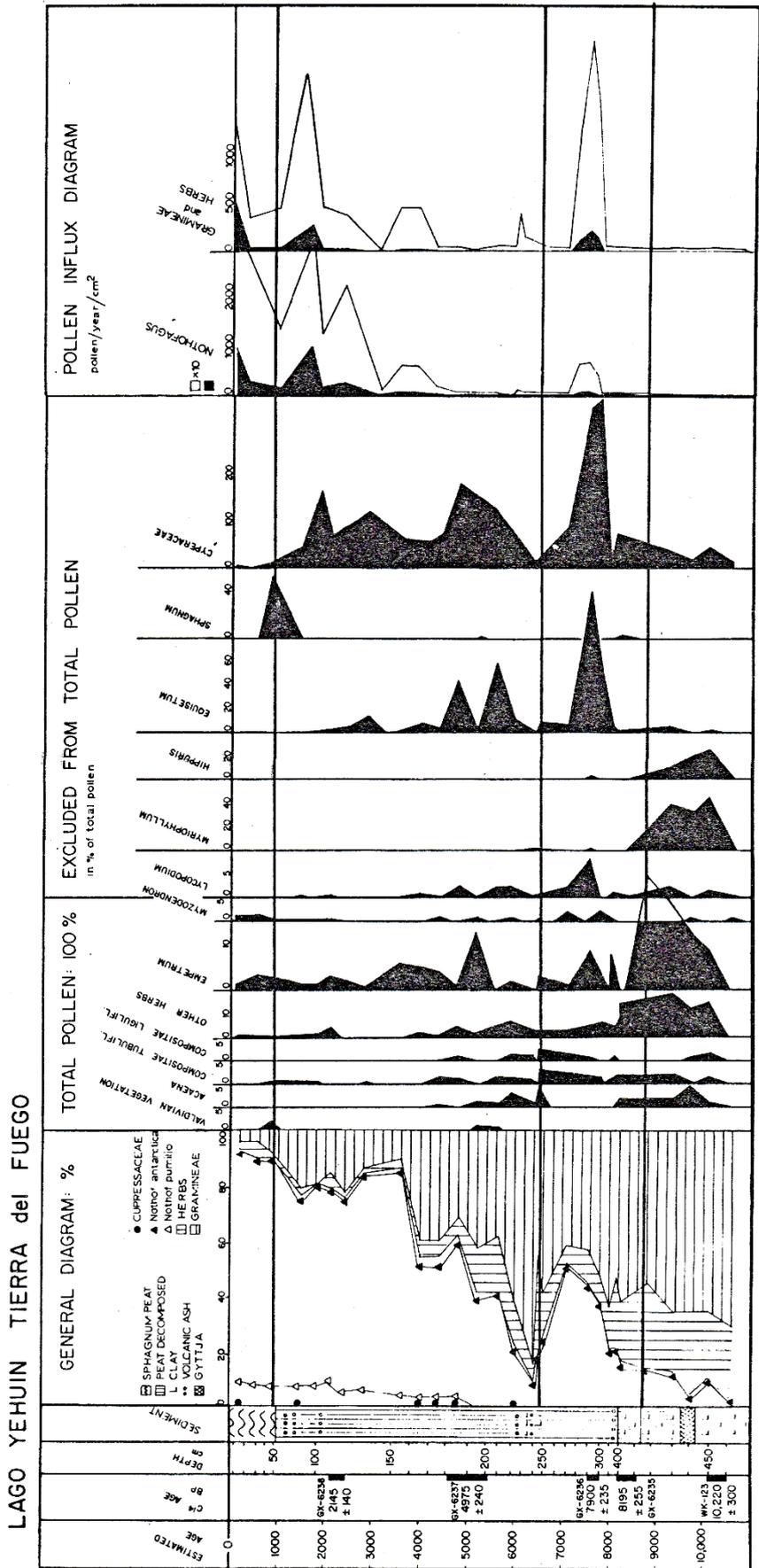


Fig. 3

FELLS CAVE Southern Patagonia

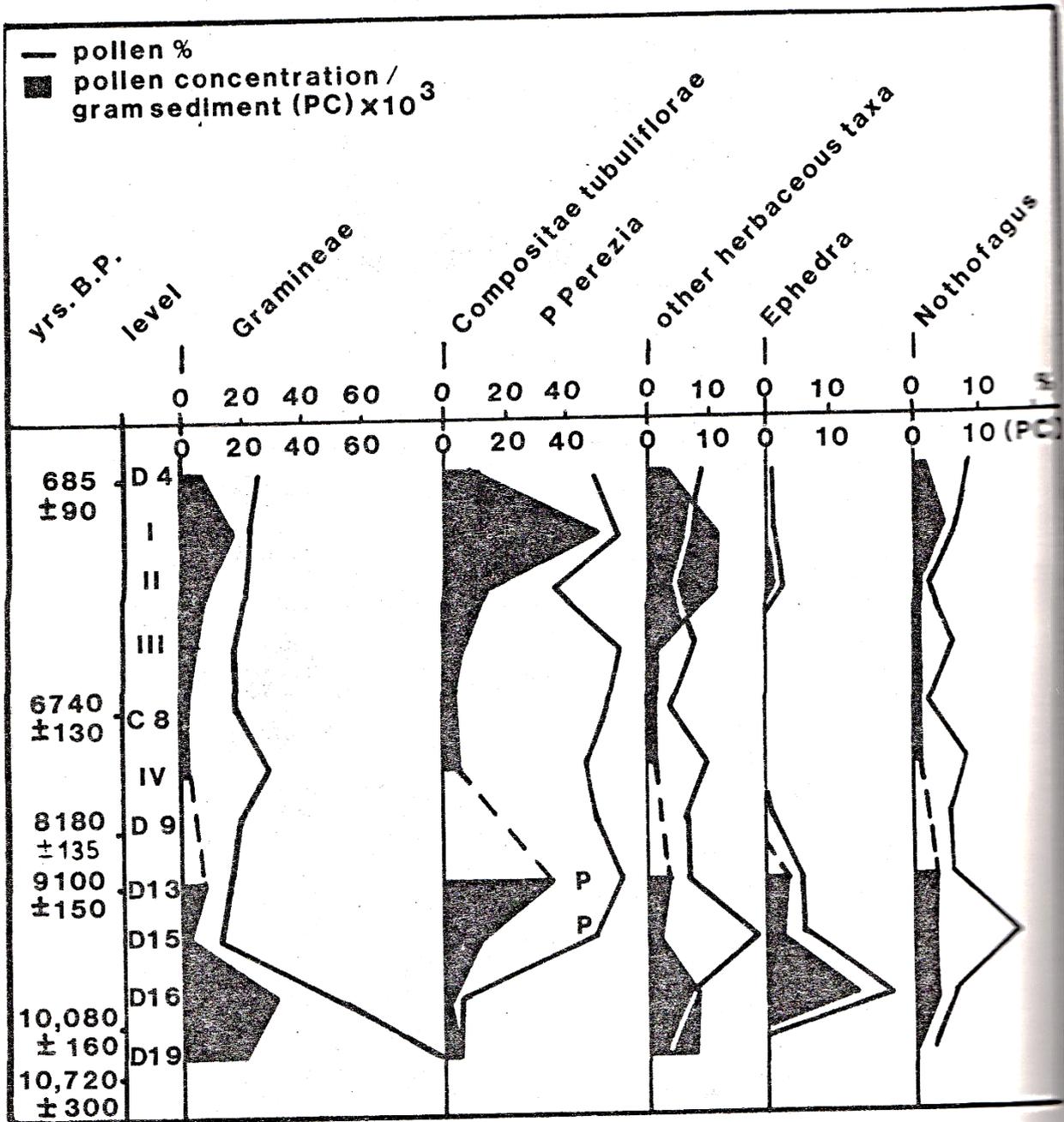


Fig. 4

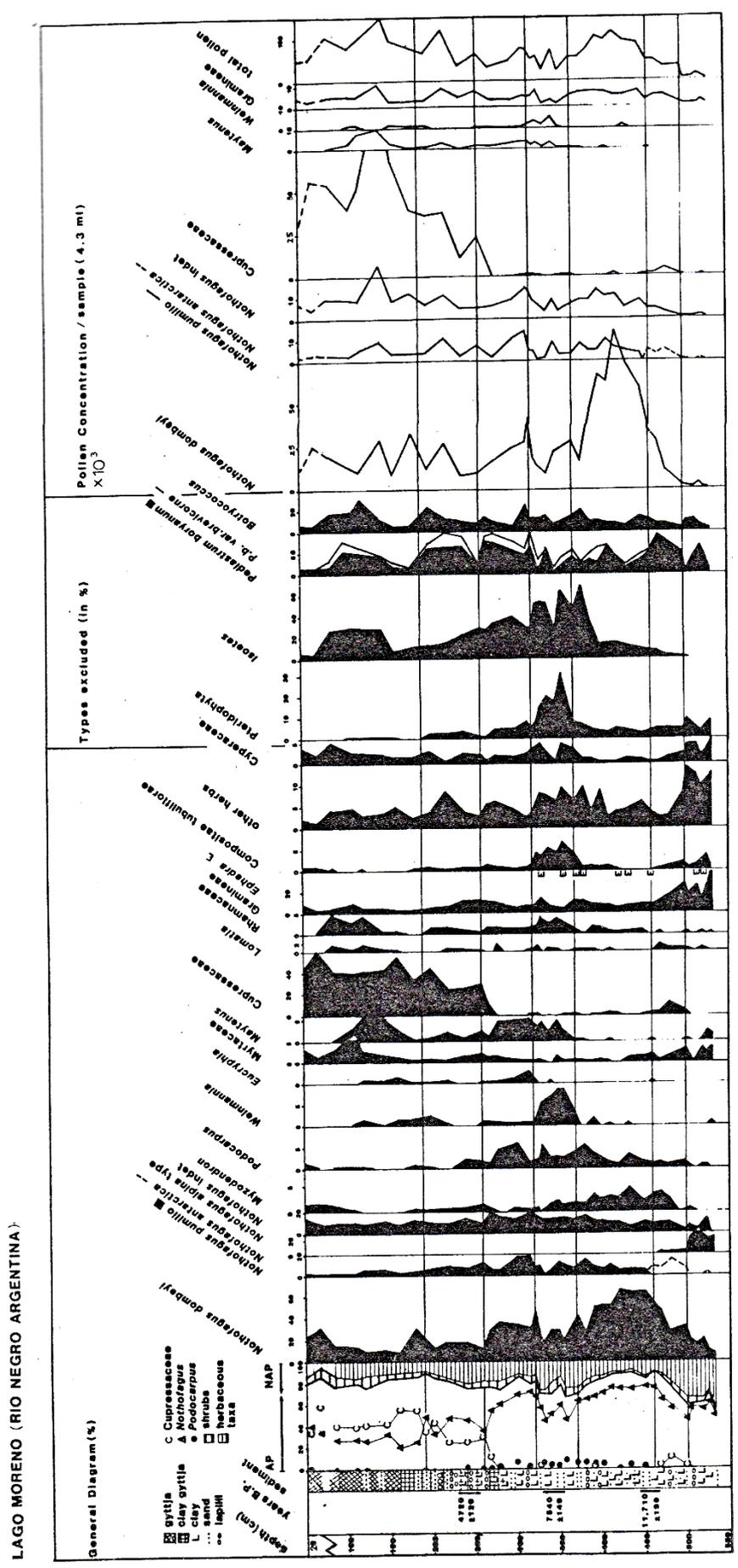
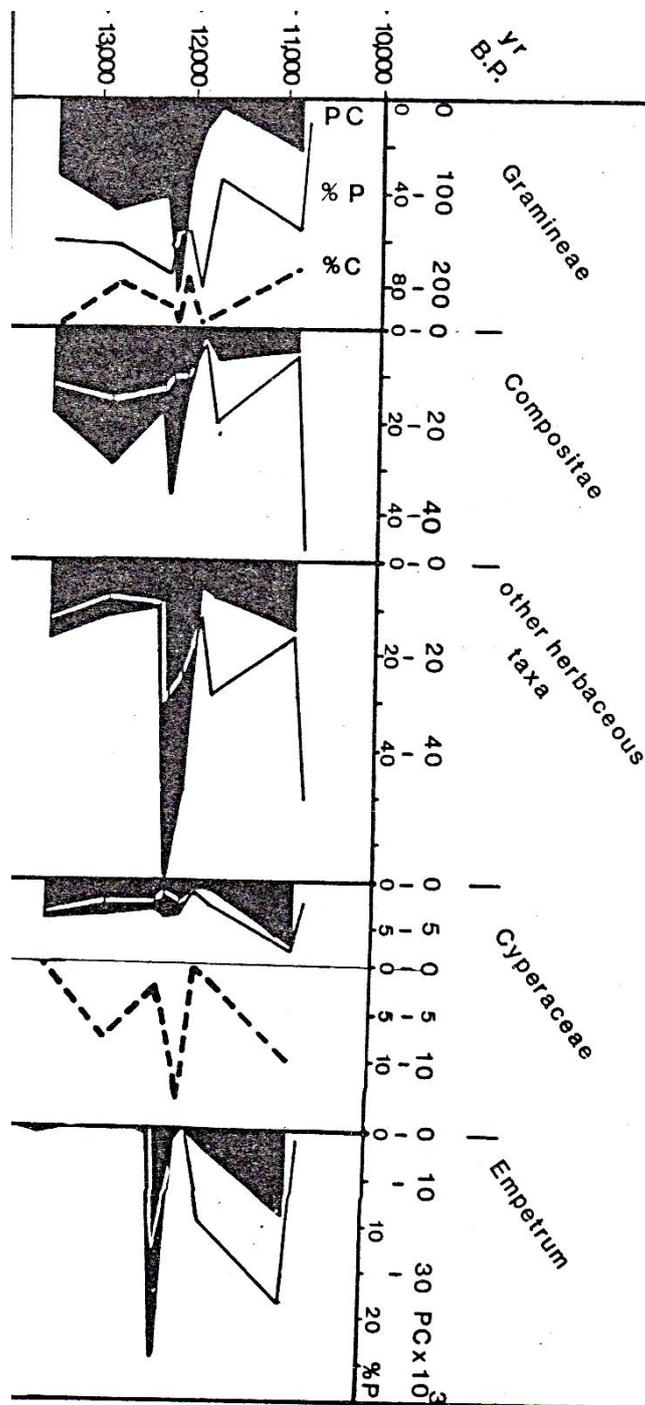
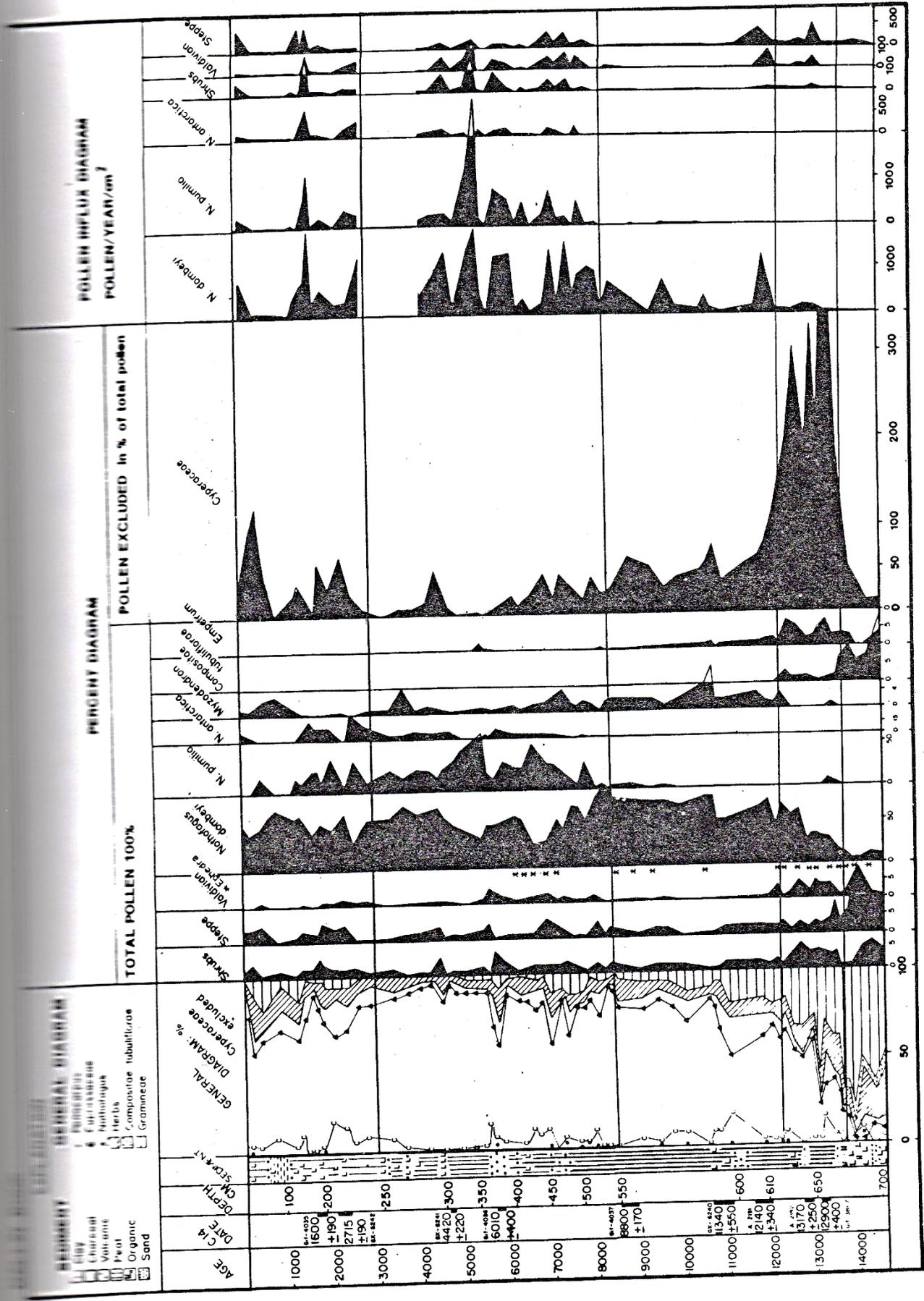


Fig. 6

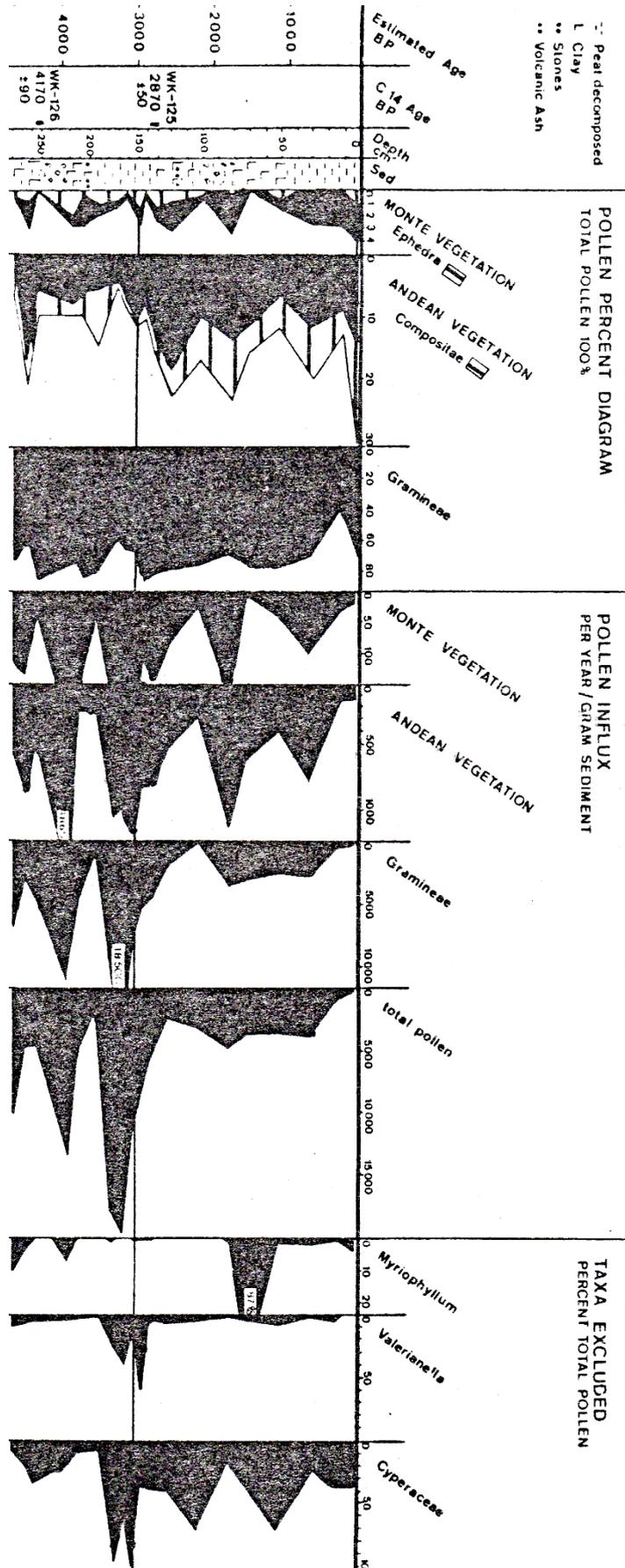
Cita: Actas "Tercera Reunión del Grupo Periglacial Argentino". Río Gallegos. Subcomisión Latinoamericana sobre la Importancia de los Procesos Periglaciales", International Geographical Union. Director: Arturo Corte. Ianigla - Gobierno de la Provincia de Santa Cruz. ActaGeocriogénica, 4, 1986, Mendoza.





Cita: Actas "Tercera Reunión del Grupo Periglacial Argentino". Río Gallegos. Subcomisión Latinoamericana sobre la Importancia de los Procesos Periglaciales", International Geographical Union. Director: Arturo Corte. Ianigla - Gobierno de la Provincia de Santa Cruz. ActaGeocriológica, 4, 1986, Mendoza.

SALADO MENDOZA PROV. 2400m



EL AGUILAR, Province Jujuy, Argentina

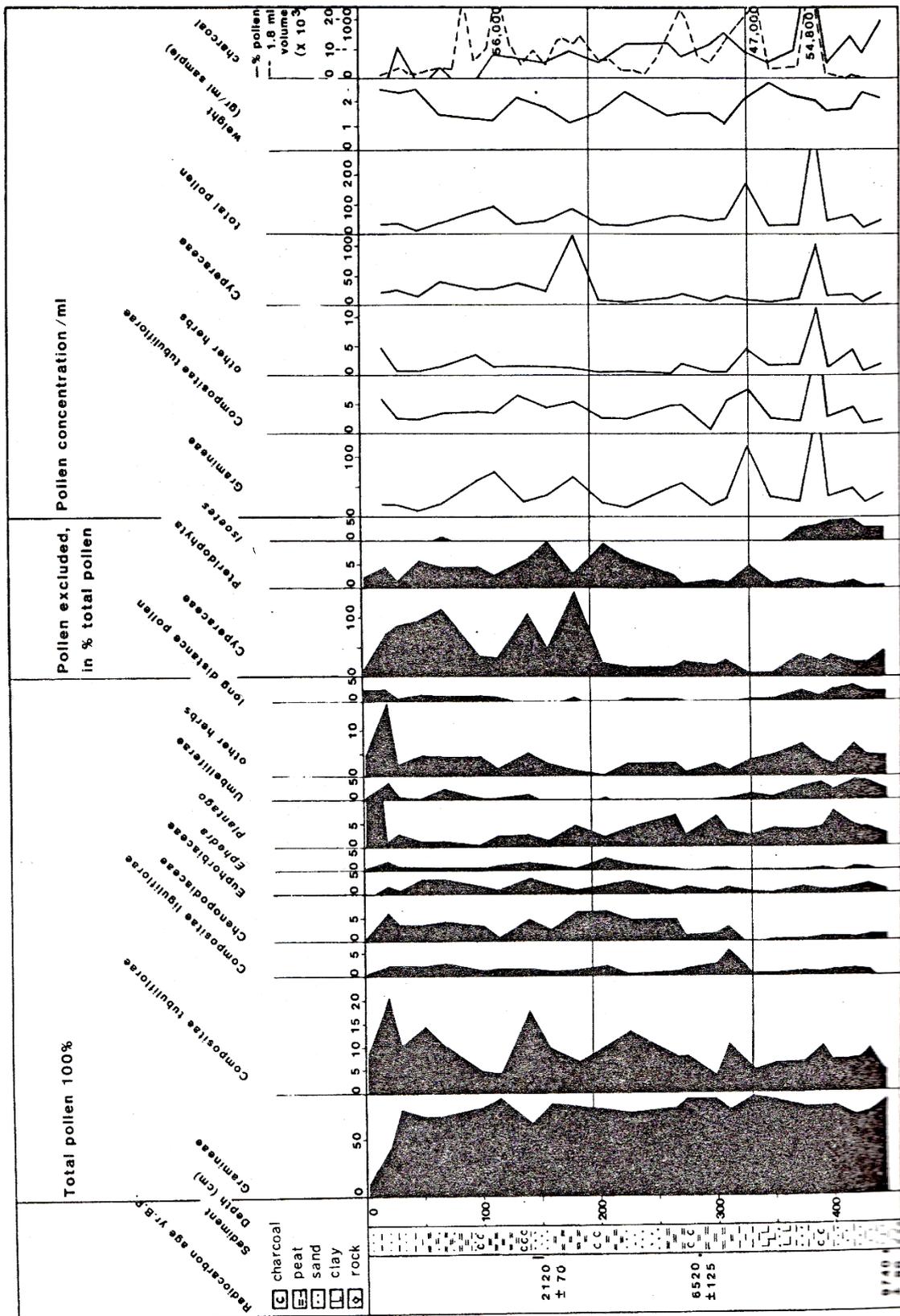


Fig. 10