

ECOSISTEMAS PRESENTES Y PASADOS EN LA QUEBRADA BENJAMÍN MATIENZO (32° 35' - 32° 50' L. S. y 70° 06' L. O.), CORDILLERA DE LOS ANDES, MENDOZA, ARGENTINA

Mónica C. WINGENROTH

Palinología Actual y Cuaternaria IANIGLA CONICET (5500) Mendoza. wingenro@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

Los sedimentos de un perfil en la quebrada Benjamín Matienzo, cordillera de Los Andes (32° 35' - 32° 50' L. S. y 70° 06' L. O.), aproximadamente a 3400 m de altura, fueron datados en 6400 años AP a los 572 cm de profundidad. El polen identificado en 174 eventos (capas) hallados en dicho perfil se relacionó con el polen presente (1980-1981 / 1981-1982). Un total de siete ambientes se definieron en la quebrada, en base a las diferencias registradas entre la cantidad y calidad del polen local, sugiriendo cambios de la vegetación y/o producción de polen, en respuesta a las variaciones en la disponibilidad del agua y la temperatura. A partir de las diferencias detectadas entre la cantidad y calidad del polen autóctono, se infirieron las direcciones predominantes de los vientos que llegaron a Matienzo en cada evento pasado. A su vez para los eventos incluidos en los mencionados ambientes se sugirieron balances acumulativos de la masa de hielo positivos y negativos, derretimiento de las áreas periglaciales congeladas y los correspondientes ciclos solares y su actividad.

Palabras clave: *polen, ambientes, vegetación, agua, temperatura.*

ABSTRACT

Present and past ecosystems in the quebrada Benjamín Matienzo (32° 35' - 32° 50'S and 70° 06'W), cordillera de Los Andes, Mendoza, Argentina.

Sediments from a profile in the quebrada Benjamín Matienzo, cordillera de Los Andes (32°35'-32°50'S and 70°06'W, 3400 m asl), were dated at the bottom of a 572 cm-depth core to 6400 years B.P. The pollen identified in 174 events (layers) of the profile was related to the present pollen assemblage (1980-1981 / 1981-1982). Differences between the quantity and quality of the local pollen defined a total of seven environments in the quebrada Benjamín Matienzo and suggested changes in vegetation and/or pollen production due to water availability and temperature variations. In turn, differences between the quantity and quality of the allochthonous pollen were used to infer the predominant wind directions reaching the quebrada Benjamín Matienzo during each past event. In addition, positive and negative cumulative ice mass balance, melting of frozen periglacial areas and correspondence with the solar cycles were suggested for each event of the seven identified environments.

Keywords: *pollen, environment, vegetation, water, temperature.*

INTRODUCCIÓN

La quebrada Benjamín Matienzo está ubicada en la Cordillera Principal de Los Andes, en la cuenca del río de Las Cuevas, afluente del río Mendoza (Fig. 1), Argentina, alrededor de los 32° L. S. y a más de 3000 m de altura. Según Yrigoyen (1979) la cordillera es una unidad geográfica, morfoestructural y estratigráfica, modelada por eventos Cuaternarios. Qué eventos climáticos pasados modelaron el paisaje, cuáles

fueron las causas de los cambios acontecidos, son las incógnitas que se buscan develar en este trabajo. Dado que el oasis norte mendocino depende estrechamente del agua de deshielo para su subsistencia, las fluctuaciones presentes y pasadas en la disponibilidad del agua del río Mendoza están estrechamente asociadas con las incógnitas a develar.

Para resolver la problemática planteada, el Dr. Arturo Corte, aproximadamente en el año 1975, promovió la investigación

del área, a través de estudios glaciológicos (Leiva 1999, Leiva *et al.* 1986, 1996), geocriológicos (Ahumada 1987, Corte 1954-1957, Trombotto 1991, Trombotto y Ahumada 2005), geomorfológicos (Espizúa y Corte 1981, Espizúa 1993, 2000, Suárez 1983, Videla 1996) y palinológicos (Wingenroth 1990, 1992, 2000, 2001).

El presente trabajo responde algunas de las preguntas planteadas por Corte y Wingenroth en el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Am-



Figura 1: Quebrada Benjamín Matienzo, Las Cuevas (32°35' - 32° 50' L. S. y 70° 06' L. O.), Mendoza, Argentina

bientales (IANIGLA). Utilizando las herramientas palinológicas, y siempre en relación al presente, se reconstruyó el pasado holocénico de la quebrada Benjamín Matienzo, buscando las posibles causas generadoras de los cambios acontecidos.

AREA DE ESTUDIO

Geografía, Geología y Glaciología

El río de Las Cuevas junto con el río de Las Vacas y el río Tupungato da nacimiento al río Mendoza. El río de Las Cuevas recorre la quebrada Benjamín Matienzo a lo largo de unos 25 km aproximadamente. Actualmente el agua del río proviene de la fusión de la nieve, que precipita anualmente, de los cuerpos de hielo (glaciares descubiertos y cubiertos) y de la capa activa de los glaciares de escombros presentes en la cuenca. Según Yrigoyen (1979), Videla y Suárez (1991) y Ramos (1999) una columna estratigráfica "conceptual" de la Cordillera Principal desde la base a la cima incluiría un zócalo preandino constituido por roca metamórfica e ígnea y sedimentos marinos, continuándose con una serie de depósitos sedimentarios (consecuencia de transgresiones y regresiones del mar sobre la costa oeste del continente), registrándose posteriormente un depósito de origen continental (Formación Tordillo) constituido por

conglomerados y areniscas entrecruzadas, continuado por roca sedimentaria de transición con abundante fauna marina fósil de bivalvos y amonites. A partir de esta formación, se produce una tendencia regional de ascenso de la corteza y retiro paulatino del mar, depositándose principalmente yeso (Formación Huitrín) y luego sedimentos compuestos por arcillas, limos, areniscas y margas (Formación Diamante). Finalmente se asientan rocas volcánicas, constituidas por andesitas, porfiritas, traquitas, basaltos y tobas (Formación Abanico). Los autores mencionan además en orden ascendente la orogenia Intersenoniana, Larámica, Incaica, Pehuenche, Quechua y Diaguita, participando de la formación de Los Andes, siendo la orogenia Quechua según ellos, la que imprime a la Cordillera Principal una configuración semejante a la presente.

En el extremo norte de la quebrada Matienzo (32° 27' L. S.), denominado Cajón del Rubio, se hallan los glaciares Piloto (con sus dos lenguas oeste y este), Alma Blanca, Del Olvido y Paso Norte. El balance de masa se realizó entre los años 1979-1984, sobre ambas lenguas del "glaciar Piloto", para continuarlo posteriormente sólo sobre la lengua este (Leiva, 1999, 2002, 2006, Leiva *et al.* 1986, 1996, 2007). Los resultados muestran un decrecimiento del volumen del hielo almacenado y de la superficie

del glaciar, tendencia que de mantenerse las presentes condiciones climáticas conduciría, según el mencionado autor, a aumentar la dependencia del caudal del río de las muy variables precipitaciones nivales.

Como temática prioritaria, tanto pasada como presente, fue la realización del inventario de las formas periglaciales en la quebrada Matienzo (Ahumada 1987) y en la cordillera mendocina (Trombotto y Ahumada 2005). Trombotto *et al.* (1999) demuestran para el glaciar de escombros de Morenas Coloradas, cuenca del río Vallecitos, afluente del río Blanco y este del río Mendoza, que la cuenca posee sobre un total de 54 km², 10,4 km² de hielo descubierta y 33 km² de un ambiente periglacial, al momento de realizarse los estudios. En este caso los autores registran que el caudal del río Vallecitos procede principalmente de las precipitaciones nivales anuales y del descongelamiento de la capa activa del ambiente periglacial, detectando además una muy buena correlación entre los caudales y las temperaturas del área, en el aire y en el suelo. Sucederá igual en la quebrada Benjamín Matienzo?. Aquí, constituidos por roca volcánica y areniscas, pueden mencionarse como glaciares de escombros glaciogénicos más importantes al Pan de Azúcar, Tres Dedos y Cajón del Rubio, este último con un área de 4,5 km² (Espizúa y Corte 1981, Ahumada 1987).

Se analizaron además las fluctuaciones de los glaciares de la cuenca del río Mendoza en el pasado (Corte 1954-1957, Espizúa y Corte 1981, Espizúa 1993, 2000). Específicamente, en la quebrada Benjamín Matienzo, estudios geomorfológicos permitieron proponer 4 eventos glaciarios (Suárez 1983) y sugerir, utilizando los datos palinológicos obtenidos del perfil, intervalos en los que existió un aumento de la masa de los glaciares, por ejemplo entre los 4885-4879, 4870-4852, 4659-4635, 3284-3072, 2676-2637, 2281-2242, 2136-2078, 2039-2020, 1900-1888, 1859-1752, 1741-1737, 1733-1729, 1717-1711, 1710-1700, 1038-950, 884-807 años AP, aproximadamente (Wingenroth 2000). También es de suponerse, de acuerdo a los datos sedimentológicos del perfil, un aumento de la masa glaciaria entre 4879-4876, 2020-1900, 1754-1753,

1738-1737, 1711-1710, y a comienzos de los 289 años AP, aproximadamente (Wingenroth 2000).

Climatología

La cuenca del río de Las Cuevas tiene un área de 685 km². Durante los años 1949, 1950, 1951, 1956 y 1958 el promedio del caudal para los meses de enero y julio oscilaba, respectivamente, entre 4,1-17,48 m³/s y entre 2,35-3,24 m³/s (Agua y Energía Eléctrica 1961). Durante los años 1980-1981, al momento de obtener los sedimentos palinológicos superficiales de las comunidades vegetales de Matienzo, el promedio del caudal de agua para enero 1981 fue 14,38 m³/s y para julio del 1980 fue 4,22 m³/s.

La estación meteorológica más cercana es la de Cristo Redentor ubicada a 3932 m s. n. m., 32° 50' L. S. y 70° 05' L. O. De acuerdo a los datos del Servicio Meteorológico Nacional Argentino (1958, 1975, 1981, 1986), los promedios de las temperaturas para 40 años registrados son 3,9 °C en enero y -6,9 °C en julio (Cuadro 1).

Según el Servicio Meteorológico Nacional Argentino (1958) la precipitación promedio entre 1941-1950 fue de 368 mm. Miller (1976) también en Cristo Redentor (1941-1960) registró 8 mm promedio de precipitación para enero y 56 mm para julio, con un promedio anual de 357 mm. Las lluvias son escasas, dado que las precipitaciones se dan generalmente como nieve o graupel.

Para el intervalo (1971-1980) los vientos predominantes fueron del S/SO, menos frecuentes del N/NE, y muy poco frecuentes del O/NO y E/SE (Servicio Meteorológico Nacional 1986).

Vegetación

La vegetación de la quebrada Benjamín Ma-

tienzo quedó incluida en la Región Fitogeográfica Altoandina mencionada por Cabrera (1971). Su vegetación está caracterizada por una gran diversidad de especies (Hauman 1918, Wingenroth y Suárez 1984, Ambrosetti et al. 1986) pero, en general, escasa frecuencia y cobertura vegetal (Hauman 1918, Wingenroth 1990, 1992, 2000, 2001). Los límites altitudinales superiores en Matienzo oscilaron entre 3900-4000 m de altura, y en el Cordón del Plata, según Trombotto (1991), 4300 m de altura. Todas las comunidades vegetales sufren procesos paraperiglaciales (Trombotto, com.pers.). Actualmente pueden diferenciarse al menos tres comunidades sobre las laderas y al pie de las laderas en la mencionada quebrada (Wingenroth y Suárez 1984, Wingenroth 1990, 1992) (Cuadro 2).

Polen

El polen se caracterizó por una gran diversidad de especies aunque escasa presencia en los sedimentos analizados. El tamaño del polen autóctono osciló entre 20 a 80 micrones, aproximadamente. Se presentó siempre como monada o pseudomonada. Las exinas de algunas especies son muy delicadas, como es el caso de *Oxychloe mendocina*, posiblemente impidiendo su conservación en los sedimentos pasados.

El polen procedente de los sedimentos superficiales de las comunidades de *Poa holciformis-Adesmia subterranea* y *Poa holciformis-Perezia carthamoides* es similar y registró elevados porcentajes para el polen de las Poaceae y las *Adesmia*.

El polen procedente de los sedimentos superficiales analizados de la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, humedal, registró elevados porcentajes para el polen de *Carex*, Poaceae y *Adesmia* y la presencia de *Arenaria serpens*, *Arenaria andicola*, *Chaetanthera pulvinata*, *Chaetanthera spathulifolia*, *Cistanthe picta*, *Draba australis*, *Erigeron andicola*, *Erigeron pulcher*, *Gentiana prostrata*, *Gentianella multicaulis*, *Jaborosa caulescens*, *Menonvillea cuneata*, *Montiopsis umbellata*, *Nassauvia cumingii*, *Nassauvia uniflora*, *Plantago barbata*, *Ranunculus cymbalaria* y *Taraxacum gilliesii*.

Todos los sedimentos de las comunidades analizadas presentaron además polen alóctono (Wingenroth 1990, 1992).

Humedal y depósito minero-orgánico analizado en la quebrada Matienzo

En la actualidad un humedal se desarrolló sobre un depósito cuya profundidad se determinó por sísmica refracción en 16, 24 m (Fig. 2). Esta geoforma se generó posiblemente durante una fase de retroceso glaciario (Suárez, com.pers.), y recibió durante miles de años el agua surgente de la montaña (según Trombotto -com.pers.- posiblemente de la capa activa de glaciares de escombros y del piso nival), además del agua generada por el derretimiento de la nieve precipitada anualmente. Durante el devenir del tiempo, el espacio fue colonizado por las Cyperaceae, Juncaceae y Poaceae, entre otros taxa, y sedimentos orgánicos y minerales fueron depositándose, hasta finalmente originar la geoforma presente (Fig. 3), que abarca un área aproximada de 5,5 ha. (Fig. 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el trabajo fue necesario coleccionar, identificar y registrar la distribución areal de los taxa, definir las comunidades vegetales, además de coleccionar las flores maduras de varios ejemplares de la misma especie y registrar el intervalo de su floración (Herbario Mónica Wingenroth, depositado parcialmente en el Herbario Ruiz Leal y Herbario Darwinion). A continuación se obtuvo el polen de estas flores en el laboratorio, que se procesó utilizando la técnica de acetólisis de Faegri e Iversen (1975), con modificaciones, de la cual la más importante es la utilización de Silicona 2000 Centistokes como medio de inclusión y preservación del material. De este modo, con el polen de las especies de la quebrada, se inició la construcción de la Palinoteca Mendoza (Palinología Actual y Cuaternaria, IANIGLA, CCT, CONICET).

También se obtuvieron los sedimentos del sector frontal expuesto del depósito, cuya base a los 574 cm de profundidad, fue datada en aproximadamente 6400 años AP, utilizando el método de ¹⁴C. Estos sedimentos se encontraban ubicados sobre una base de till (Heusser y Suárez -com. pers.-) (Fig. 4).

El espesor de cada una de las 174 capas del depósito fue varias veces medido y sus valores promediados. Simultáneamente se ob-

CUADRO 1: Temperaturas medias en Cristo Redentor, Las Cuevas (1941-1980)

Años	Temperatura media (°C)	
	Enero	Julio
1941 - 1950	4,1	-6,9
1951 - 1960	3,9	-7,3
1961 - 1970	3,8	-6,9
1971 - 1980	4,1	-6,6

CUADRO 2: Características de las comunidades vegetales

Comunidad vegetal	Ubicación	Tipo de terreno	Límites altitudinales m snm, aproximados	Frecuencia y cobertura vegetal	Diversidad de especies presentes en cada comunidad
<i>Poa holciformis-Adesmia subterranea</i>	sobre laderas	suelo de montaña estable	3600	Frecuencia: 42-44% Cobertura vegetal: 18-31%	<i>Adesmia remyana</i> y <i>subterranea</i> , <i>Cistanthe picta</i> , <i>Hordeum halophyllum</i> , <i>Jaborosa caulescens</i> , <i>Perezia carthamoides</i> , <i>Phacelia secunda</i> , <i>Poa holciformis</i> , <i>Senecio crithmoides</i>
<i>Poa holciformis-Perezia carthamoides</i>	sobre laderas	suelo de montaña inestable por derrumbe de sedimentos	3600	Escasa Frecuencia: 11-36% Cobertura vegetal: 6-18%	<i>Acaena magellanica</i> y <i>myriophylla</i> , <i>Adesmia remyana</i> y <i>subterranea</i> , <i>Arjona patagónica</i> , <i>Astragalus arnotianus</i> y <i>cruckshanksii</i> , <i>Cistanthe picta</i> , <i>Jaborosa caulescens</i> , <i>Leuceria landbeckii</i> y <i>salina</i> , <i>Melosperma andicola</i> , <i>Montiopsis umbellata</i> , <i>Nassauvia cumingii</i> y <i>uniflora</i> , <i>Nastanthus agglomeratus</i> , <i>Perezia carthamoides</i> , <i>Phacelia secunda</i> , <i>Poa holciformis</i> , <i>Pozoa coriacea</i> , <i>Senecio crithmoides</i> , <i>laetevirens</i> y <i>volkmannii</i> , <i>Trechonaetes laciniata</i> , <i>Tropaeolum polyphyllum</i> , <i>Viola cano-barbata</i>
<i>Poa holciformis-Nassauvia lagascae</i>	sobre laderas	suelo de montaña inestable por derrumbe de sedimentos	3600-3900	Muy escasa	<i>Adesmia capitellata</i> y <i>spuma</i> , <i>Cistanthe frigida</i> , <i>Menonvillea cuneata</i> , <i>Nassauvia lagascae</i> , <i>Nototriche transandina</i> , <i>Poa holciformis</i>
<i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i>	al pie de laderas	humedal	3300-3400	Frecuencia elevada: ca. 100% Cobertura vegetal elevada: 75-95%	<i>Calceolaria luxurians</i> , <i>Carex incurva</i> y <i>goodenoughii</i> , <i>Draba australis</i> , <i>Eleocharis</i> sp., <i>Erigeron pulcher</i> , <i>Gentiana prostrata</i> , <i>Gentianella multicaulis</i> , <i>Oxychloe mendocina</i> , <i>Pratia longiflora</i> , <i>Ranunculus cymbalaria</i> , <i>Sisyrinchium junceum</i> , <i>Taraxacum gilliesii</i> , <i>Werneria pygmaea</i> , Poaceae
<i>Poa holciformis-Nastanthus agglomeratus</i>	al pie de laderas	suelo de montaña inestable a las márgenes de los ríos	3600	Muy escasa	<i>Acaena</i> sp., <i>Arenaria andicola</i> y <i>serpens</i> , <i>Cardamine nivalis</i> , <i>Cerastium arvense</i> , <i>Chaetanthera pulvinata</i> y <i>spathulifolia</i> , <i>Montiopsis andicola</i> , <i>Plantago barbata</i> , <i>Poa holciformis</i> , <i>Senecio crithmoides</i> , <i>Taraxacum gilliesii</i>
<i>Poa holciformis-Calceolaria luxurians</i>	al pie de laderas	suelo de montaña inestable a las márgenes de los arroyos	3500	Muy escasa	<i>Acaena</i> sp., <i>Calandrinia caespitosa</i> , <i>Cerastium arvense</i> , <i>Erigeron andicola</i> , <i>Nastanthus agglomeratus</i> , <i>Plantago barbata</i> , <i>Taraxacum gilliesii</i> , Poaceae

tuvo en el campo, a partir de los sedimentos, el pH (con el Universal – Indikatorpapier, Merck, utilizando volúmenes siempre iguales de sedimento y agua destilada) y el color (con la Tabla de Colores de Munsell 1975) de cada capa, para posteriormente aislar y guardar herméticamente los sedimentos a bajas temperaturas, hasta su tratamiento químico en el laboratorio (Palinología Actual y Cuaternaria). Para cada nivel se calculó en el laboratorio su contenido en materia orgánica, por la diferencia de peso antes y después de la ignición del sedimento a 500°C, durante dos horas consecutivas (Laboratorio de Suelos, CCT, CONICET). Además se definió la reacción de los carbonatos de cada capa, como muy débil, débil, fuerte y muy fuerte, después del tratamiento de los sedimentos con HCl al 10%.

Los sedimentos de algunas de las capas del perfil-ubicado aproximadamente a 32° 45' 10,61" L. S. y 70° 06' 10,95" L. O.- fueron datados utilizando el método de ¹⁴C (INGEIS-CONICET, Buenos Aires). A partir de estas dataciones, el promedio de las mediciones del espesor de las capas, y asumiendo una sedimentación lineal estable, se intercaló una escala de tiempo entre las ocho dataciones ¹⁴C no corregidas. De ningún modo la escala afecta la secuencia de los eventos, aunque exista un posterior reajuste de la misma (Fig. 5). Esto es una práctica común en el Ocean Drilling Program (Smolka 2000 *com. pers.*). Se registraron además las temperaturas en las cabecera del humedal, utilizando un termógrafo Grant y distribuyendo 5 termistores, uno superficialmente, dos en el fango a 10 y 30 cm de profundidad, y dos en el

agua a 5 y 20 cm de profundidad durante la temporada estival 1981-1982 (Fig. 6). Se procesó químicamente el sedimento superficial extractado del sector basal (cuello) de varias matas de las Poaceae en tres de las comunidades vegetales de Matienzo y los sedimentos correspondientes a las 174 capas analizadas del perfil, utilizando el método de acetólisis (Faegri e Iversen 1975), adicionando filtros -cuando necesario- y agregando Pirofosfato de Sodio, posterior al tratamiento de la muestra con Hidróxido de Potasio (C. Heusser *com. pers.*, Wingenroth 1990). En los sedimentos superficiales procesados del humedal, comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, se identificaron al menos 500 individuos y se obtuvo su representación porcentual. Los sedimentos del perfil se procesaron utilizando siempre

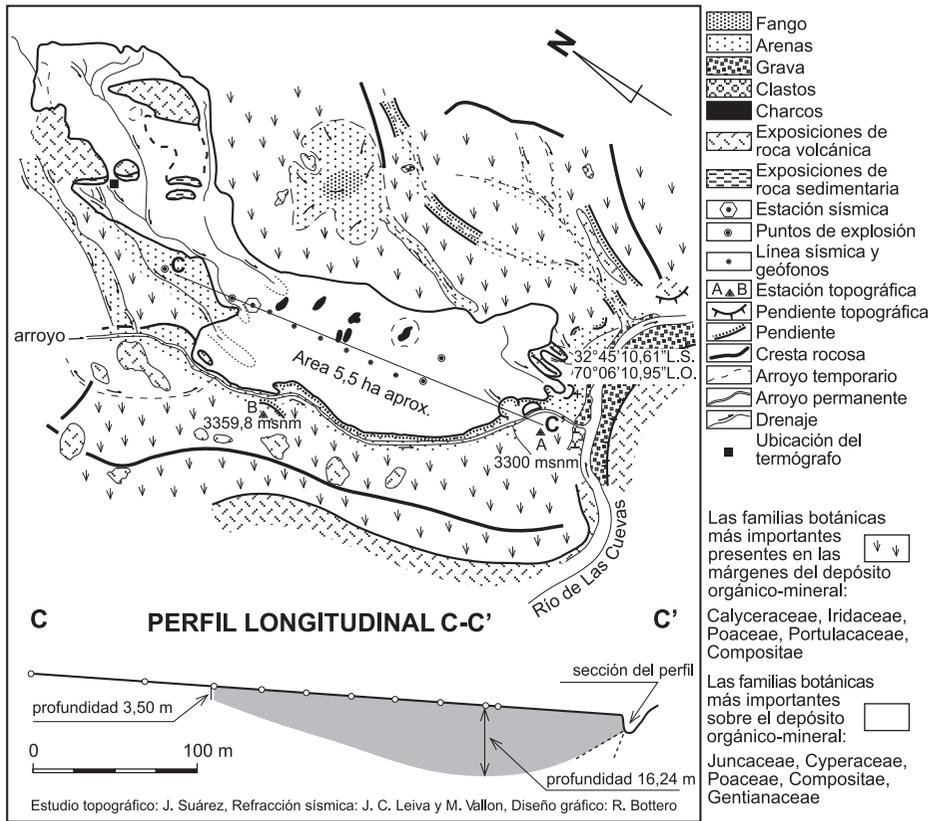


Figura 2: Área y profundidad del depósito minero-orgánico en la quebrada Benjamín Matienzo

igual cantidad de material y agregando al residuo final un volumen siempre igual de una mezcla (también siempre igual) de Silicona 2000 Centistokes y Xileno. Previa agitación del residuo, se depositaron volúmenes siempre iguales sobre 4, 5 o 6 portaobjetos, que se protegieron con los cubreobjetos, cuyos bordes se sellaron con esmalte incoloro. Esto permitió cuantificar el polen procedente de los sedimentos de cada nivel -técnica parcialmente aplicada para la clasificación de las mieles en Melisopalinología (Louveaux *et al.* 1978)-. Posteriormente, se promediaron los resultados que se obtuvieron para cada taxón, en todos los preparados identificados, correspondientes a cada uno de los niveles analizados del perfil (Cuadro 3). Además se determinaron en cada nivel los porcentajes para cada taxón sobre un total de 90 o más individuos (polen) identificados, declarando sólo la presencia u ausencia del polen si los individuos identificados por nivel eran menos de 90 (Cuadro 4). El polen contenido en los sedimentos procesados fue identificado al microscopio óp-

tico, con oculares 12.5x y objetivos 100x. Se utilizaron para su identificación las descripciones de Heusser (1971), Markgraf y D'Antoni (1978), Wingenroth y Heusser (1984) y la Palinoteca Mendoza IANIGLA CONICET. Para el análisis e interpretación de los datos fue determinante considerar la distribución presente de las especies en la cordillera de Los Andes, razón por la cual se analizó por



Figura 3: Vista aérea del depósito minero-orgánico en la quebrada Benjamín Matienzo (Foto J. Suárez)

separado el polen procedente de las plantas alóctonas del polen procedente de las plantas que habitaban en la quebrada, denominado polen autóctono. En esta última categoría se incluyó el polen procedente de las especies que habitaban lugares donde el agua escurre, es decir comunidades de laderas y comunidades de las márgenes de los ríos y arroyos, y el polen procedente de las especies que habitaban lugares donde el agua se estanca, es decir comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*. Para el análisis del polen procedente de las especies que habitaban el primer grupo de comunidades mencionadas se consideraron los porcentajes y promedios de las Poaceae, la diversidad y la suma de los porcentajes y promedios del polen de las restantes especies, así como el pH, el color, la reacción de los carbonatos y la materia orgánica en los sedimentos de cada capa; por separado se analizaron los porcentajes y promedios del polen de las especies que sólo habitaban la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, principalmente el polen de las Cyperaceae (Cuadros 3, 4, 5, 6).

A continuación el polen autóctono extraído de los sedimentos superficiales del humedal, intervalo 1980-1981, 1981-1982, se comparó con el polen pasado de los 174 niveles analizados (Wingenroth 1990, 1992), asociando los niveles con características palinológicas y rasgos físico-químicos de los sedimentos similares (Cuadros 3, 4). Por último se calculó sobre el total de eventos, el porcentaje de ellos que registraron la presencia de los diferentes taxa locales en cada asociación (Cuadro 7).

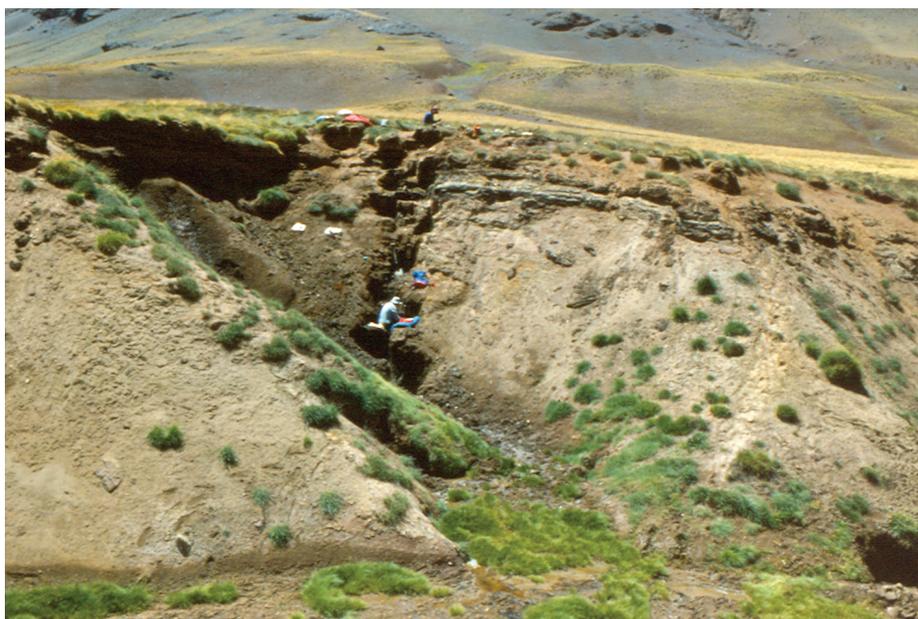


Figura 4: Perfil frontal expuesto del depósito minero-orgánico en la Quebrada Benjamín Matienzo (Foto J. Suárez)

Seguidamente se comparó el polen alóctono extraído de los sedimentos superficiales del humedal, intervalo 1980-1981, 1981-1982, y de los 174 niveles analizados, asociando los eventos con polen alóctono semejante (Cuadro 8).

RESULTADOS

Interpretación y Discusión

En Barbour *et al.* (1981) Humboldt, entre otros, opina que todo en el universo esta interconectado y es interdependiente. La distribución y la abundancia de las especies, está determinada por factores ambientales, todos ellos relacionados y sinérgicos entre sí. Esto significa que los factores incidentes son interactivos, alguno de ellos taxativos para las especies en determinados ecosistemas (Billings 1970). Entonces los factores climáticos, edáficos y bióticos, de amplia o limitada variabilidad, permiten la existencia y reproducción satisfactoria de las especies, pero cuando estos factores se modifican, las especies pueden evolucionar adaptándose o pueden migrar a condiciones más adecuadas (Barbour *et al.* 1981). Lo anteriormente expresado quedó reflejado en los rasgos palinológicos y físico-químicos de los sedimentos analizados en la quebrada Benjamín Matienzo (Wingenroth 1990, 1992, 2000).

La metodología aplicada en la construcción de los preparados palinológicos (Louveaux *et al.* 1978) y la agrupación de los datos para el análisis, respetando la distribución de la flora presente, permitió generar una detallada información, aunque el polen incluido en cada nivel fuera escaso.

Es lógico pensar que los datos palinológicos (1980-1981, 1981-1982), procedentes de los sedimentos de la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, comunidad asentada sobre el depósito analizado en la quebrada, reflejaron el ambiente presente, siendo entonces información indispensable para la interpretación de los ambientes pasados, en coincidencia con las opiniones de Davis (1983/1984) y Delcourt y Pitillo (1986).

Entonces, la consideración diferencial de la información pasada extractada de las 174 capas analizadas fue fundamental para reunir los eventos con respuesta similar, que además definieron los ambientes (Cuadros 3, 4, 9).

En el ambiente a, la distribución de la vegetación, la disponibilidad del agua, las precipitaciones nivales, la temperatura y los vientos fueron los registrados durante los años 1980-1981, 1981-1982, considerando para el presente trabajo que estas características se extendieron hasta 289 años AP,

aproximadamente, aunque a los 11,5 cm de profundidad y 260 años AP, aproximadamente, se haya detectado una leve modificación de los sedimentos (Wingenroth 2000). Se identificó además otro evento con características palinológicas y sedimentológicas similares a las presentes, entre aproximadamente los años 4659-4635 AP. Como se dijo anteriormente, similares registros palinológicos y sedimentológicos definieron los ambientes pasados (ambientes b, c, d, e, f, g), que en el presente trabajo siempre se relacionaron con el registro presente (ambiente a) (Cuadro 9). Consecuencia de esta comparación pudo sugerirse para el ambiente b, una distribución similar de la vegetación sobre los faldeos cordilleranos, mayor floración, y quizá mayor cobertura vegetal y frecuencia principalmente de *Leuceria salina*, *Phacelia secunda* y *Poa holciformis*, mientras que para el ambiente c, la distribución de la vegetación también fue similar, pero posiblemente con mayor presencia de algunos taxa sobre márgenes de arroyos y ríos, registrándose en ambos ambientes una igual o mayor diversidad de especies; para el ambiente d, se sugirió una similar distribución de la vegetación sobre las laderas, márgenes de los ríos y arroyos,

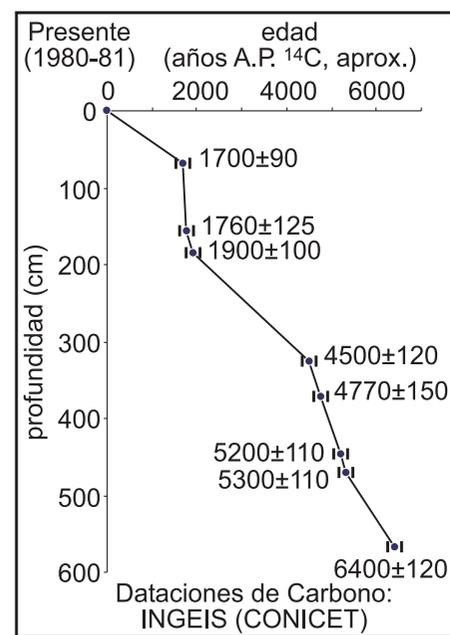


Figura 5: Promedio de sedimentación lineal en los 572 cm estudiados del depósito minero-orgánico en la quebrada Benjamín Matienzo

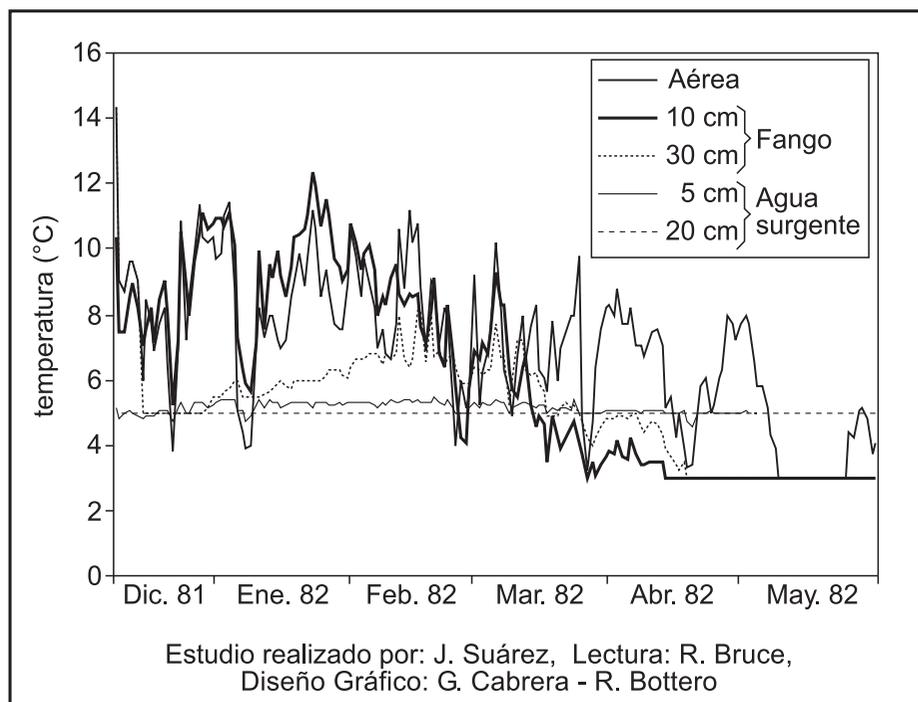


Figura 6: Temperaturas registradas en la superficie, en el fango y en el agua surgente del depósito minero-orgánico en la quebrada Benjamín Matienzo

menor diversidad y abundancia de algunos taxa, mientras el ambiente e, se caracterizó por una variable diversidad de especies y algunos taxa distribuidos principalmente a las márgenes más húmedas de los ríos, arroyos y humedales; para ambos ambientes f y g, se sugirió la escasa presencia de algunos taxa sobre las laderas, alguno de ellos como por ejemplo *Nassauvia uniflora*, *Phacelia secunda*, *Poa holciformis* y *Senecio crithmoides* (2416-2377 años AP), o las Poaceae (4599-4584 años AP), migrando hacia las márgenes de los ríos, arroyos y humedales hasta desaparecer su registro polínico, como entre los años 1413-1038 AP, debido posiblemente a la ausencia o escasez de vegetación (ambiente f), siempre caracterizado con diversidad igual o menor que la presente. En el ambiente g los taxa se ubicaron principalmente sobre las márgenes más húmedas de los arroyos, los ríos y los humedales, como por ejemplo *Chaetanthera pulvinata*, *Montiopsis umbellata*, *Nassauvia uniflora* y *Senecio crithmoides*, siempre con variable diversidad, y a veces sin registro polínico como entre los años 3922-3864 años AP, en respuesta a la escasa o total ausencia de la vegetación (Cuadros 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Nuevamente en relación al ambiente a, para los ambientes c, e y g, y b, d y f, se sugirió en un ambiente definido como paraperiglacial por Ahumada (1987), mayor y menor presencia y/o floración de las Cyperaceae en la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, respetando el orden mencionado, y a veces su ausencia (Cuadros 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

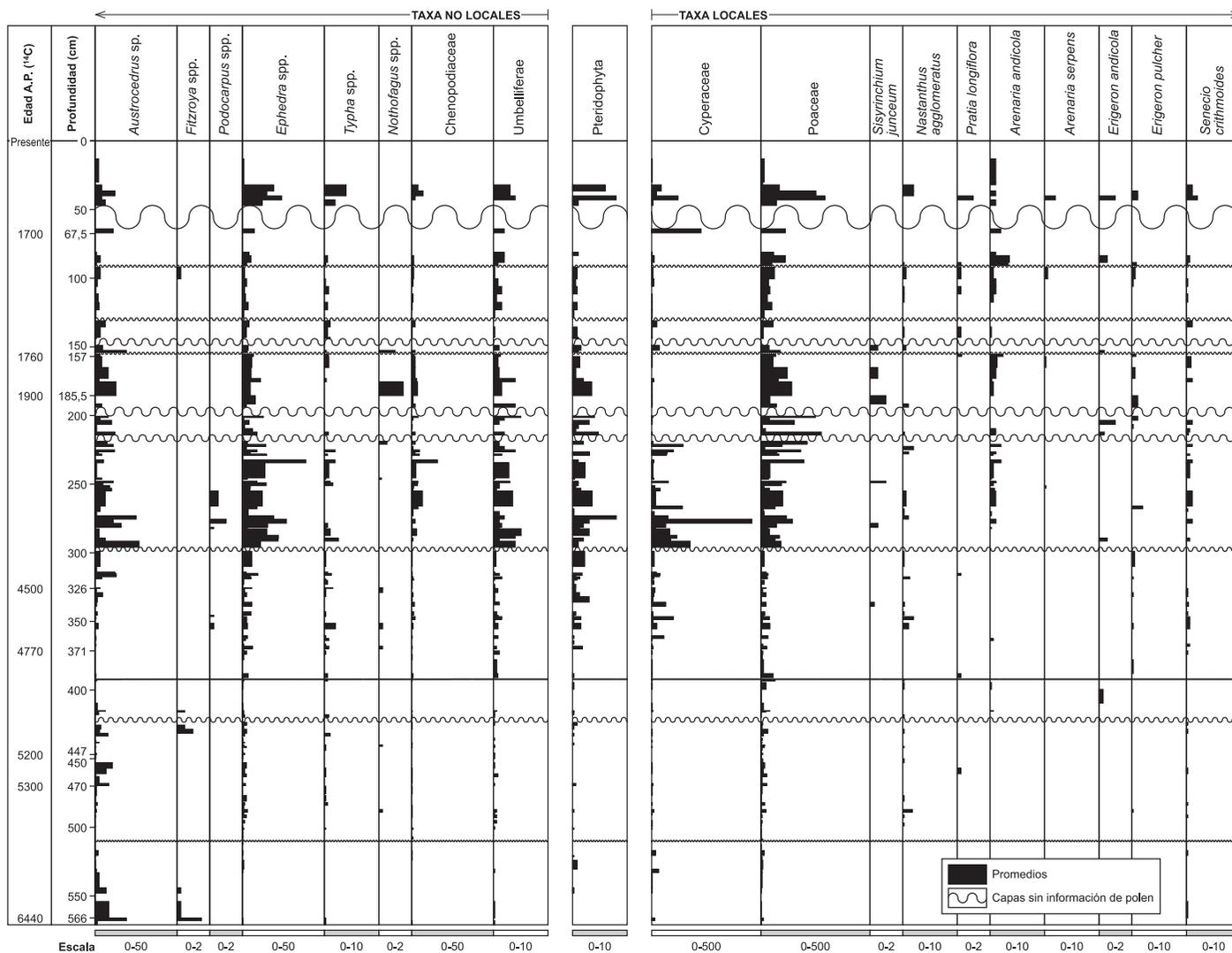
Como es sabido la disponibilidad del agua incide en el color de los sedimentos (Birkeland 1984), en la distribución, crecimiento y mortalidad de la vegetación (Newman *et al.* 2006), y en la diversidad y cobertura vegetal de los faldeos montañosos de la cordillera mendocina (Hauman 1918). Consecuentemente mayor abundancia y/o floración, e igual o mayor diversidad de especies sobre las laderas y márgenes de ríos y arroyos, como la sugerida para los ambientes b y c, permitirían, de acuerdo a las características actuales, indicar mayor disponibilidad de agua escurriendo sobre las laderas como consecuencia de mayores precipitaciones nivales, adicionándose además para el ambiente c, el aporte del agua procedente del derretimiento del hielo cubierto. Contrariamente menor abundan-

cia de especies sobre las laderas y/o escasa floración (ambiente d), en general con menor o variable diversidad de las especies y la propuesta migración de las mismas, como la sugerida para algunos eventos de los ambientes e, f y g indicarían ambientes con menor disponibilidad de agua que escurre sobre los faldeos, y posiblemente escasas precipitaciones nivales. Se podría además agregar que en los ambientes e y g el agua procedía principalmente del derretimiento del hielo cubierto.

Estudios actuales en los altos Andes de Chile confirman que brotes, yemas y hojas de los pastos de los pantanos desaparecen o retrasan su aparición con bajas temperaturas (Ruthsatz 1995). Por su emplazamiento (Figs. 1, 2, 3) esta comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva* recepción en forma continua el agua surgente, independizando en general a las especies que la habitan de las precipitaciones nivales anuales. Como es sabido, las temperaturas a estas altitudes son bajas en verano y en invierno (Cuadro 1). En los registros las temperaturas de los sedimentos (Fig. 6) a 10 cm de profundidad, donde se desarrolla el sistema radicular de las Cyperaceae, son más bajas o más altas que las superficiales, cuando éstas son, en el orden mencionado, relativamente bajas o altas durante varias jornadas consecutivas. Por lo expuesto puede sugerirse mayor o menor presencia y/o floración de las Cyperaceae en la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, en respuesta, respectivamente a temperaturas superiores o inferiores a las presentes. En general, muy bajas temperaturas en el medio provocan la ausencia de las Cyperaceae y/o de su floración (1799-1760 años AP). Ocasionalmente su ausencia responde a la falta de agua en el medio (3922-3864 años AP), y está posiblemente asociada con balances de masa de los glaciares negativos.

Martin *et al.* (1989), Iriondo (1992, 1993, 1995), Iriondo y Ramonell (1993), determinaron la dirección predominante de los vientos pasados a través de la dirección de los sedimentos costeros, dunas y depósitos loésicos y a través de la procedencia de los sedimentos componentes de los depósitos de arena y loess. En el presente trabajo la distribución de la flora alóctona actual

CUADRO 3: Representación del polen en el sector analizado del depósito minero-orgánico en la quebrada Benjamín Matienzo: promedios

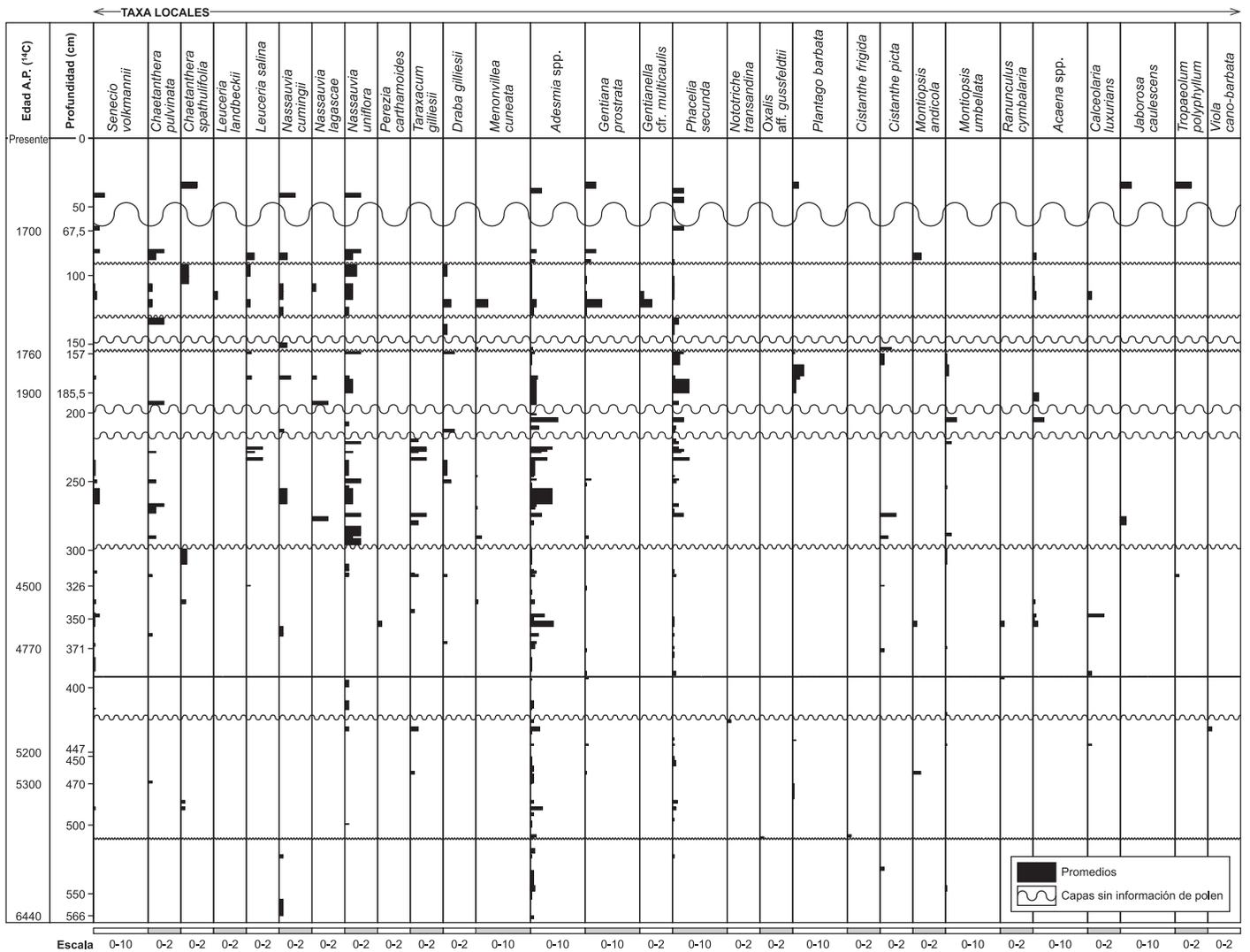


(Oberdorfer 1960, Quintanilla 1985, Roig *et al.* 1998, Wingenroth y Suárez 1984 y Wingenroth 1990, 1992), la procedencia de los vientos predominantes (1980-1981) según el Servicio Meteorológico Nacional (1986), y la composición del polen alóctono presente y pasado en los sedimentos de las 174 capas del depósito minero-orgánico analizado, permitieron sugerir también la dirección predominante de los vientos pasados (Cuadro 8). Para ello se agruparon los eventos con polen alóctono similar. En aquellas agrupaciones donde el polen era similar al presente, se supuso igual dirección predominante de los vientos que los registrados durante 1980-1981 (Servicio Meteorológico Nacional 1986). Como se dijo anteriormen-

te, a partir de las diferencias entre el polen alóctono pasado y presente y la distribución actual de la vegetación se sugirió para la asociación del polen alóctono 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (Cuadro 8) la procedencia predominante de los vientos desde el sur/suroeste, suroeste, noroeste/oeste, sureste, sureste/este, este/noreste y noreste/norte, en el orden mencionado. A diferencia de lo registrado entre los 33-34° L. S. (Rojo 2009), en la transición del Pleistoceno-Holoceno, todas las especies identificadas en el perfil de Matienzo, alóctonas y autóctonas, se corresponden con taxa actuales. Otros autores en el Hemisferio Sur (Cuadros 9, 10) han registrado para algunos intervalos de tiempo, características ambien-

tales semejantes a las reportadas para Matienzo. Niveles elevados del agua (Bernabo 1981, González 1989, Gré *et al.* 1995, Ortlieb *et al.* 1989, van der Hammen 1962, Wijmstra y van der Hammen 1966), humedad (Absy 1979, Veit 1991, Graf 2001), inicio de una cultura andina (Scott 1982, van der Hammen 1962) y calor (Clapper-ton *et al.*, 1989) coincidieron con eventos de mayor disponibilidad de agua y temperatura reportados para Matienzo. Nuevamente niveles elevados del agua (González 1989, Gré *et al.* 1995, Knoppers 1989, Ortlieb *et al.* 1989, Stine y Stine 1990), humedad (Heusser 1966b, Markgraf 1983, 1987, Schäbitz 1989, Villalba 1994) y humedad y frío (Tonni 1992) se registraron simultáneamente con algunos

CUADRO 3: continuación.

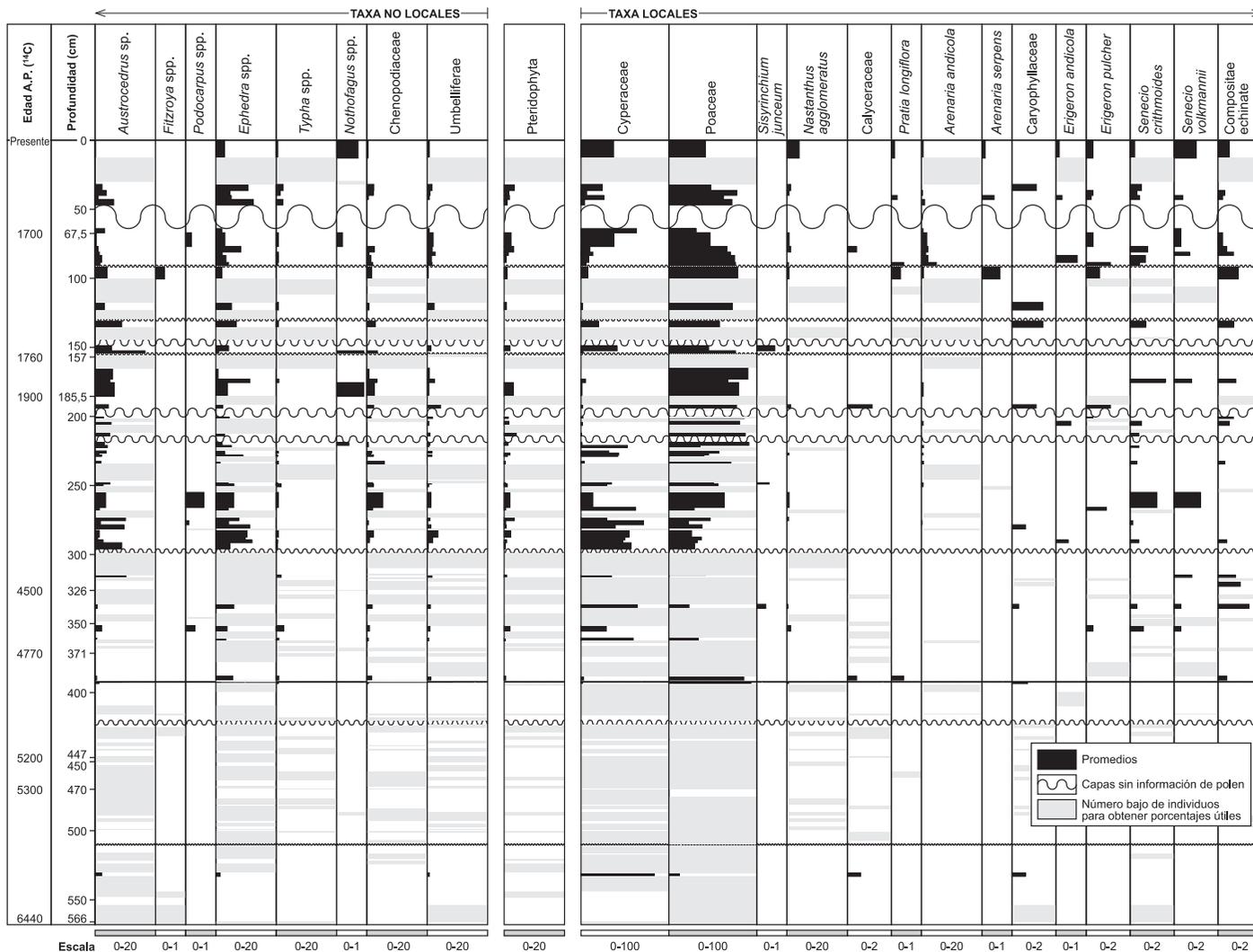


eventos para los cuales en Matienzo se sugirió mayor disponibilidad de agua y menor temperatura en relación al presente. Episodios fríos (Bernarbo 1981, Clapperton *et al.* 1989, Markgraf 1987a, Salgado Labouriau 1976, Schäbitz 1991), secos (Dodson 1974, Markgraf *et al.* 1986, Stager 1982, Toni 1992, Villalba 1994), con regresión de los lagos o los niveles del agua (Hammen 1962, 1970, Scott 1982, Mourguiart *et al.* 1995, Martin *et al.* 1995) y fríos y secos (Barrow 1978, Markgraf 1980, 1987a, Salgado Labouriau 1989) a veces coincidieron temporalmente con eventos de Matienzo para los cuales se sugirió baja disponibilidad de agua y temperatura. Por último hay en Matienzo eventos con

baja disponibilidad del agua y elevadas temperaturas, coincidiendo en el tiempo con episodios cálidos registrados por van der Hammen (1962) y Clapperton *et al.* (1989), secos reportados por Churchill (1968), con regresión de los lagos mencionados por Dodson (1974), Graf (1979, 1991), Mourguiart *et al.* (1995) y Villwock y Tomazelli (1982) y con incendios forestales identificados por Heusser (1987). En los años en los cuales se colectó el polen presente (1980-1981, 1981-1982) de los sedimentos de la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva* en la quebrada, Leiva *et al.* (2007) registraron para el glaciar Piloto Oeste un balance de masa positivo. De acuerdo a lo anteriormente expresado, los estudios glaciológicos presentes y los da-

tos palinológicos pasados relacionados con el presente, permitieron sugerir un balance acumulativo positivo de la masa glaciaria para los eventos del ambiente denominado b, mencionado con anterioridad por Wingenroth (2000) como aumento de la masa de hielo. Algunos de estos balances acumulativos de la masa glaciaria positivos pasados (aproximadamente 4659-4635, 2281-2242 y 284-260-este último sólo a título de sugerencia- años AP), fueron identificados como avances glaciarios (Espizúa y Pitte 2009), alrededor de los 35° L.S. en los Andes Centrales. Puede también sugerirse un balance acumulativo de la masa de los glaciares negativo, para los eventos de los ambientes d, e, f, g. (Cuadros 9, 10). Beer *et al.* (2000), al igual que la autora (en

CUADRO 4: Representación del polen en el sector analizado del depósito-minero-orgánico en la quebrada Benjamín Matienzo: porcentajes

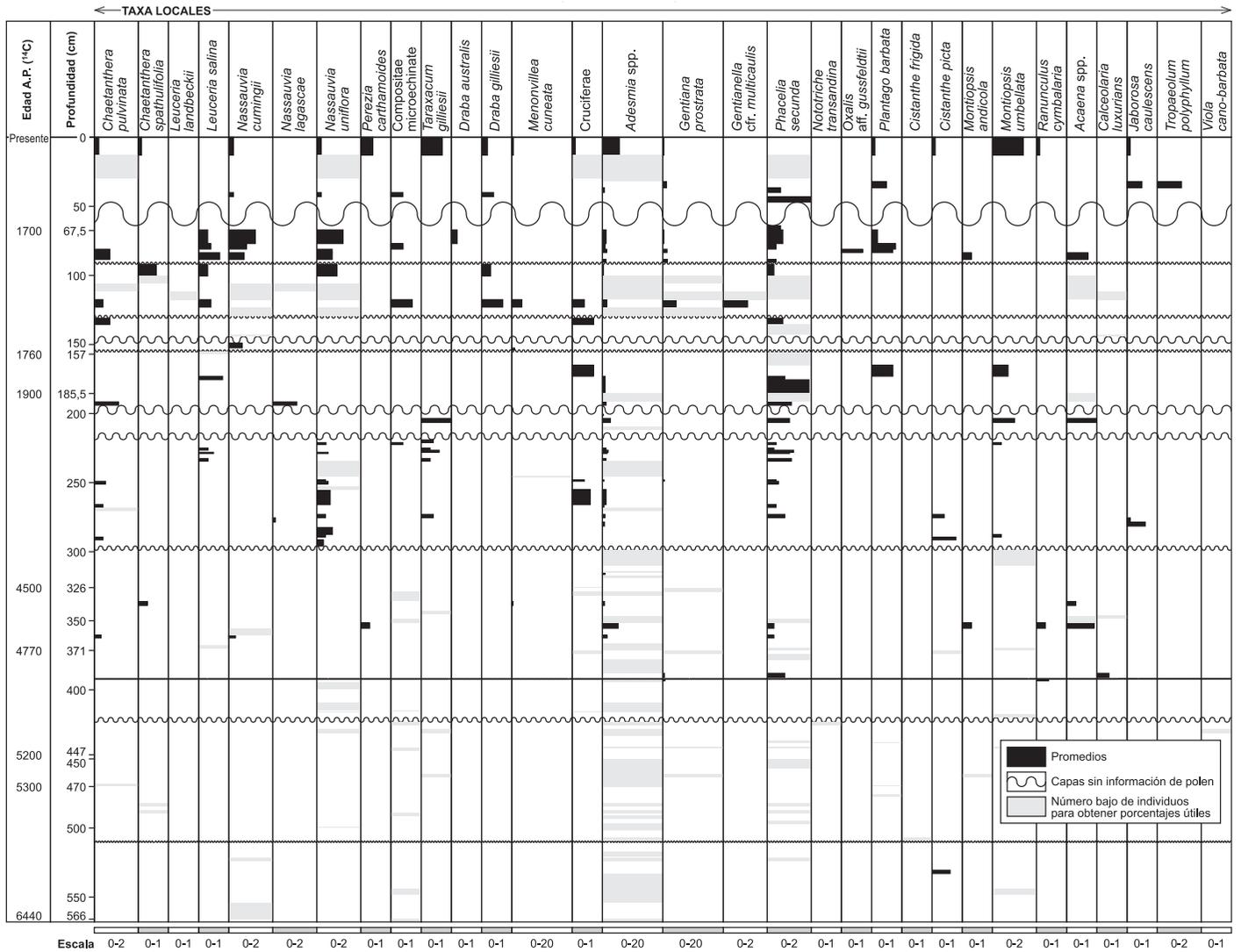


relación a los estudios realizados en Matienzo), opinan que el sol es una forzante climática muy importante, quizá la más importante. Dista aún mucho por saberse cómo actúa esta forzante sobre el clima. Según algunos autores (Ellison 1955, Zirker 1962, Beer *et al.* 2000, Lean 2010), la luminosidad solar es variable y cíclica. Algunos de los ciclos mencionados por estos autores son, el de los 11 años (+/- o ciclo de Schwabe) y sus manchas solares, el de los 22 años (ciclo de Hale), con polaridad magnética opuesta de las manchas solares en el ciclo de los 11 años, los ciclos con baja actividad solar de 60 (Wolf) y 70 años (Maunder), el ciclo con un máximo de manchas solares de los 80-90 años (ciclo de Gleisberg) y los ciclos de 208 y 2000 años.

En Matienzo, debido a la escala de tiempo convenida, intercalada entre las capas datadas por el método de ¹⁴C, pudo determinarse con aproximación la extensión temporal de cada evento (Cuadros 3 y 4; Fig. 5), extensión que permitió relacionarlos con los diferentes ciclos solares. Pero los eventos registraron en relación al Presente variaciones, en la diversidad del polen autóctono, procedente de las especies que actualmente sólo se distribuyen sobre los faldeos cordilleranos y márgenes de ríos y arroyos, en los promedios (porcentajes) del polen de las Poaceae y de las Cyperaceae, así como en el origen botánico del polen alóctono (Cuadros 5, 8). Estas modificaciones respondieron a múltiples factores (temperatura, disponibilidad del agua, vientos

predominantes, entre otros) todos ellos relacionados con la luminosidad solar que recepcionó la Tierra en el pasado (Cuadros 9, 10). En el perfil se registraron episodios (Cuadro 10) que por su duración se relacionaron con el ciclo solar de aproximadamente 11 años o ciclo de Schwabe, mencionado por Vitinskii (1962), ciclo que además posee fluctuaciones de las manchas solares. Las diferentes respuestas ambientales entre los eventos con una duración aproximada de 11 años (+/-), puedan quizá responder a una compensación diferencial entre la luminosidad y las manchas solares, hecho que Lean (2010) mencionó en sus estudios. Episodios con un año de duración, entre los 1760-1700 años AP (quizá incluido en un

CUADRO 4: continuación.

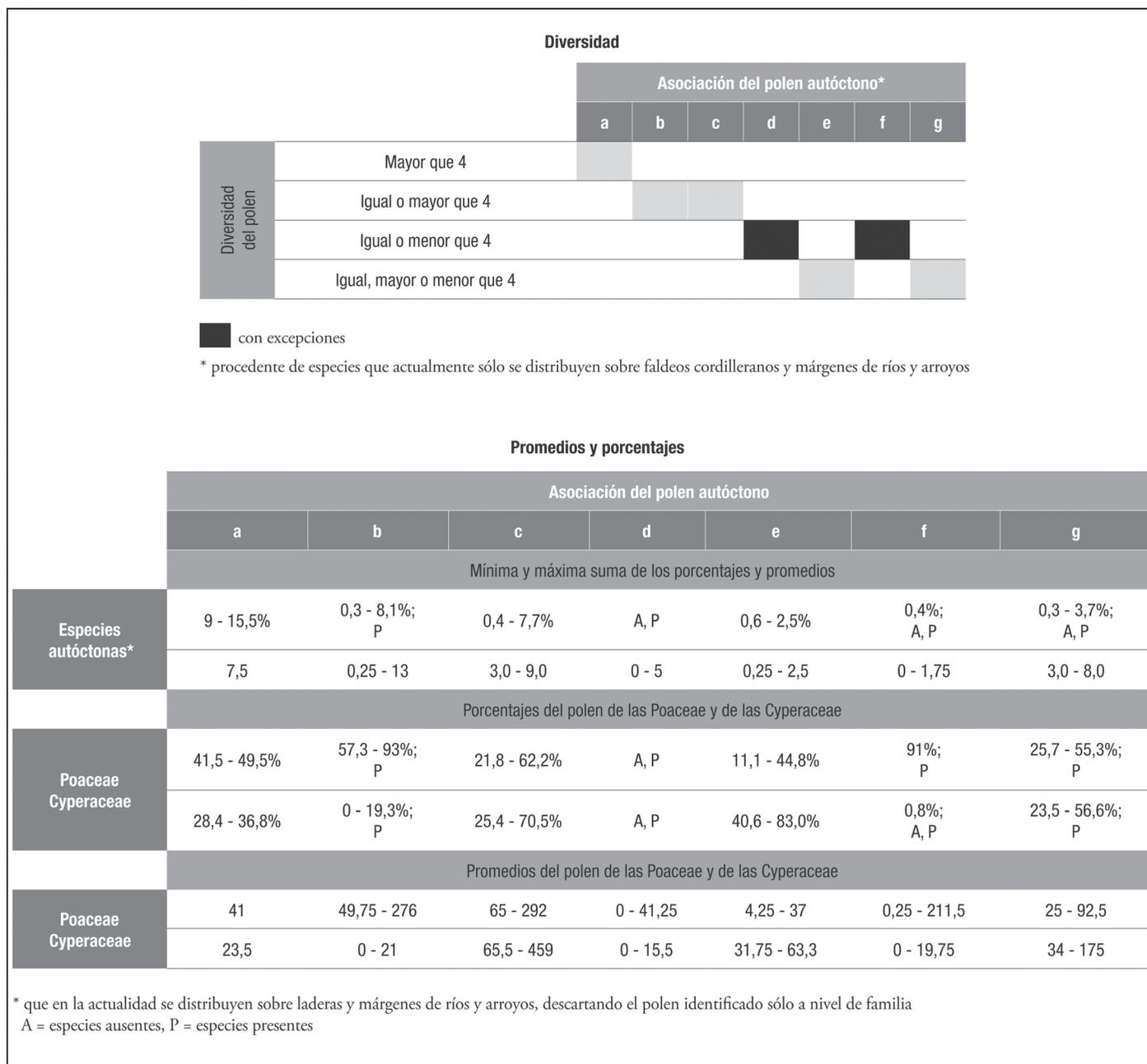


ciclo mayor de 60 años) pueden por sus características adjudicarse al evento El Niño en los siguientes años 1755-1754, 1754-1753, 1753-1752, 1738-1737, 1711-1710, 1710-1709 AP, aproximadamente, y por supuesto estar asociados con el ciclo solar de los 11 años (+/-). Otros intervalos, con aproximadamente 11 años de duración se extienden entre los siguientes años 5846-4701 y 4701-4500 AP aproximadamente, alternan con intervalos de +/- 22 años, y en el orden mencionado con intervalos de 60 (excepcionalmente 40) y 30 años (+/-). Entre los 4500-4211 y 2955-2551 años AP, aproximadamente, se hace muy escasa la presencia de los intervalos de 11 años, alternando respectivamente con intervalos de 30 y 60 años (+/-), y 30, 40, 70 y 212 años

(+/-). Los intervalos de 11 años desaparecen entre los años 4211-2955, 2551-2039, 1700-Presente (exceptuando 3603-3584 años AP), aproximadamente. En los episodios mencionados, en general, las temperaturas son inferiores a las presentes, indicando posiblemente una posición más nórdica del anticiclón del Pacífico, siendo en estos casos la disponibilidad del agua superior o inferior en coincidencia con lo observado por otros autores. Intervalos con una duración en el tiempo de 24, 23 y 22 años se relacionaron en el presente trabajo con el ciclo solar de los 22 años, registrándose entre los 6400-4518 años AP aproximadamente, siempre alternando con eventos de +/- 11 años. Entre los 5577-5433 años AP aproximadamente,

se observaron 144 años ininterrumpidos de estos eventos. En todos ellos las temperaturas sugeridas son siempre inferiores a las presentes, indicando posiblemente una posición más nórdica del anticiclón del Pacífico, siendo la disponibilidad del agua sugerida siempre inferior. Episodios que por su duración en el tiempo están asociados al ciclo de los 60 años-de-baja actividad solar- (Wolf), se registraron entre los 5672-4326 (con interrupciones) y 2194-2136 años A.P., en general con muy bajas temperaturas sugeridas, indicando probablemente una posición más hacia el norte del anticiclón del Pacífico, siendo la disponibilidad del agua inferida siempre inferior. Pero entre los 3526-3468 años AP las temperaturas son muy elevadas y la disponibilidad del

CUADRO 5: Asociación del polen autóctono



agua también, posiblemente procedente del derretimiento de los glaciares cubiertos y de la nieve precipitada, esta última inexistente o muy escasa entre los 3584-3526 años AP, aproximadamente. Según Trombotto (*com. pers*) podría posiblemente haber un mayor aporte de agua por la profundización de la capa activa y por el derretimiento de los glaciares cubiertos y/o glaciares de escombros. En cambio entre 2136-2078, 2020-1962 las

temperaturas son bajas y la disponibilidad de agua elevada, procedente posiblemente del derretimiento de la nieve precipitada. Episodios que por su duración en el tiempo y características ambientales podrían asociarse al ciclo de los 70 años- de baja actividad solar- (Maunder) se registraron desde el principio al final del perfil, con temperatura y disponibilidad del agua sugerida inferior a la presente.

Otros episodios pudieron relacionarse con el ciclo solar de los 80-90 años, ciclo de máxima actividad de las manchas solares (Gleisberg), registrándose desde el inicio al final del perfil, con una duración muy variable, desde 75 á 77, 87, 88, 99 años, aproximadamente. Estos están caracterizados, en ocasiones y siempre en relación al Presente, por temperaturas elevadas, indicando posiblemente un corrimiento del

CUADRO 6: Asociación de polen autóctono: características físico-químicas de los sedimentos

		Características físico-químicas de los sedimentos			
		pH	Color (Munsell, 1975)	Reacción de los carbonatos	Materia orgánica %
Asociación del polen autóctono	a	6,0	light brownish gray, dark brown	débil	10,60
	b	2,0 - 5,5 6,0*	dark brown, dark gray, gray, dark yellowish brown, dark reddish brown, pinkish gray, yellowish brown, grayish brown, pale brown, very dark grayish brown, dark grayish brown, pinkish brown	débil fuerte*	4,12 - 60,60
	c	5,5 - 6,0 3,0*	dark reddish brown, yellowish brown, dark yellowish brown, dark grayish brown, grayish brown, dark brown	muy débil débil	15,80 - 34,20
	d	2,0 - 6,5 7,0*	reddish brown, dark brown, very dark brown, dark yellowish brown, dark grayish brown, strong brown, light brownish gray, grayish brown, pale brown, gray, dark gray, olive brown, very dark grayish brown	muy débil débil fuerte muy fuerte	2,35 - 79,90
	e	5,0 - 7,0	gray, dark brown, dark grayish brown, grayish brown	débil, fuerte muy fuerte	13,00 - 18,00
	f	5,0 - 7,0 2,0*	pale brown, yellowish brown, brown, light yellowish brown, very pale brown, dark yellowish brown, gray	muy débil débil muy fuerte	2,30 - 11,54 17,56*
	g	6,0 - 6,5 2,0*	brown, yellowish brown, pale brown, dark brown*	débil, fuerte muy fuerte	4,41 - 28,90

*caso excepcional

anticiclón del Pacífico hacia el sur, y disponibilidad de agua inferior o superior, en este último caso el aporte del agua procede principalmente de las precipitaciones nivales y del derretimiento de los hielos cubiertos, aclarando nuevamente Trombotto *com. pers.* que el mayor aporte del agua responde posiblemente a la profundización de la capa activa y al derretimiento del hielo de los glaciares cubiertos y/o glaciares de escombros.

Los eventos con una duración aproximada de 212 años, cuatro en total, se asocian con el ciclo solar de 205 ó 208 años, mencionado por Lean (2010) y Beer et al. (2000), respectivamente. Posterior a la aparición de estos eventos se registró en Matienzo el aumento de la temperatura, ya sea en forma inmediata (3922-3420, 3072-3033, 1490-1413 años AP, aproximadamente) o después de transcurrido cierto tiempo (2570-2493 años AP, aproximadamente). Es muy probable que en el sector superior del perfil exista un evento con una duración de 212 años, que fundamentalmente por el accionar del hombre y quizá

también por la adaptación adquirida del depósito a la geoforma, no pudo observarse nítidamente. La respuesta de estos eventos al medio también es variable.

Hay otros episodios con una duración aproximada en el tiempo de 30 y 40 años. Estos eventos deberían ser considerados como ciclos solares interrumpidos de 60 y quizá 80 años, respectivamente. Se extienden entre los 6233-5953 y con interrupciones entre 5876- 5738 años AP, reapareciendo entre los 4307-1760 años AP, donde alternan frecuentemente con intervalos de 60, 70, 80-90 y 212 años. Tampoco se registró en estos eventos una única respuesta ambiental, sólo que cuando están presentes después de eventos con una duración de 212 años, las temperaturas son elevadas. Estas pueden ser muy elevadas y la disponibilidad del agua inferior o superior, siendo en el primer caso el agua producto casi exclusivo del derretimiento de los glaciares cubiertos (o como aclara Trombotto *com. pers.* del derretimiento de la capa activa del hielo enterrado), a lo cual se agrega en el segundo caso el derretimiento de la nieve pre-

cipitada, existiendo en ambas situaciones posiblemente un corrimiento del anticiclón del Pacífico hacia el sur. Pero también se registraron eventos con igual duración, pero mayor y menor disponibilidad del agua y siempre muy bajas temperaturas.

Múltiples deben ser las causas por las cuales los mismos ciclos solares generan diferentes respuestas ambientales.

Los datos confirman las observaciones de Wingenroth (1990, 1992), Beer (2000), Trombotto y Ahumada (2005), Garreaud et al. (2009) y Lean (2010), respecto de la influencia de la actividad solar, sobre el clima y los ecosistemas.

CONCLUSIONES

El conocimiento de la vegetación y su distribución presente en las comunidades de la quebrada Matienzo y en la flora aledaña a la quebrada, el polen de las especies locales de la quebrada, la relación entre el polen pasado de cada nivel con el polen presente en el área, la correcta agrupación de los datos elaborados, es decir la detallada metodolo-

CUADRO 7: Asociación del polen autóctono: porcentaje de eventos que registran la presencia de los diferentes taxa

	Asociación del polen autóctono						
	a	b	c	d	e	f	g
	Número de eventos						
	2	30	11	77	4	37	13
	Porcentaje de eventos						
<i>Acaena</i> spp.	50	9,52	10	5	25	3,03	10
<i>Adesmia</i> spp.	100	71,42	60	47,5	50	39,39	50
<i>Arjona patagonica</i>							
<i>Arenaria andicola</i>	50	66,66	60	11,25	50	15,15	20
<i>Arenaria serpens</i>	50	9,52	10	1,25			
<i>Cajophora coronata</i>							
<i>Montiopsis andicola</i>	50	4,76		1,25	3		
<i>Cistanthe frigida</i>				2,5			
<i>Cistanthe picta</i>	50	9,52	10	1,25	25	3,03	10
<i>Montiopsis umbellata</i>	50	14,28	10	5		3,03	20
<i>Calceolaria luxurians</i>		4,76		2,5			10
<i>Cardamine nivalis</i>							
<i>Chaetanthera pulvinata</i>	50	23,8	20	6,25	25		20
<i>Chaetanthera spathulifolia</i>	50	4,76		5	25		10
Cyperaceae	100	95,23	100	73,75	100	75,75	100
<i>Draba australis</i>							
<i>Draba gilliesii</i>	50	19,04		2,5		6,06	10
<i>Erigeron andicola</i>	50	19,04	10			3,03	10
<i>Erigeron pulcher</i>	100	33,33	20	10		3,03	
<i>Gentiana prostrata</i>	50	23,8	10	10			20
<i>Gentianella</i> cfr. <i>multicaulis</i>		4,73		1,25			
<i>Jaborosa caulescens</i>	50		10				10
<i>Leuceria landbeckii</i>				1,25			
<i>Leuceria salina</i>		28,57	20			3,03	
<i>Melosperma andicola</i>							
<i>Menonvillea cuneata</i>		9,52		1,25	25	3,03	
<i>Nassauvia cumingii</i>	50	19,04	10	6,25	50	3,03	
<i>Nassauvia lagascae</i>		9,52		1,25			
<i>Nassauvia uniflora</i>	50	33,33	50	8,75		18,18	70
<i>Nastanthus agglomeratus</i>	100	33,33	20	18,75	75	9,09	20
<i>Nototriche transandina</i>				1,25			
<i>Oxalis</i> aff. <i>gussfeldtii</i>				2,5			
<i>Perezia carthamoides</i>	100						
<i>Phacelia secunda</i>	50	66,66	80	17,5	25	21,21	20
<i>Plantago barbata</i>	50	19,04	10	2,5		3	10
Poaceae	100	100	100	95	100	100	100
<i>Pratia longiflora</i>	50	19,04	10	2,5		3,03	10
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	50	4,76					
<i>Senecio crithmoides</i>	100	47,61	40	15	25	18,18	30
<i>Senecio laetevirens</i>							
<i>Senecio volkmannii</i>	100	14,28	20	8,75	25	6,06	30
<i>Sisyrinchium junceum</i>		4,76	10	1,25	50		10
<i>Taraxacum gilliesii</i>	36,36	4,76	40	3,75		6,06	20
<i>Trechonaetes laciniata</i>							
<i>Tropaeolum polyphyllum</i>				1,25			
<i>Viola cano-barbata</i>				1,25			
<i>Werneria pygmaea</i>				1,25			

CUADRO 8: Asociación del polen alóctono

Mínimos y máximos promedios y porcentajes de sus taxa							
Asociación del polen alóctono							
	1	2	3	4	5	6	7
Mínimos y máximos promedios y porcentajes de sus taxa							
<i>Fitzroya</i>	0 0%; A	0-1,5 0-0,3%; A, P	0* A	0 0%; A	0 0%; A	0 0%	0 0%
<i>Nothofagus</i>	0 0,7%; A	0 0%; A	0 A	0-1 0-0,9%; A, P	0 0%; A	0 0%	0 0%
<i>Podocarpus</i>	0* 0%; A	0 0%; A	0* A, P	0-0,3 0-0,25%; A, P	0-1 0-0,1%; A	0-0,5 0-0,6%	0 0%
<i>Austrocedrus</i>	0,25*-1,75 0,1%; A, P	2-12* 3,8-4,4%; P	0-1* A, P	0-13* 0,5-16,5%; A, P	1-27 0,8-10,1%; P	2-12 1,3-4,9%	5 1,80%
<i>Ephedra</i>	*1-2,75 2,8%; P	*1-2,75 1,9-2,2%; A, P	0-1 A, P	*3-8,7 0,7-6,7%; P	9,25-27 4,1-12,2%; P	9-19 2,8-11,3%	39 14%
Umbelliferae	0-1,5* 0,7%; A, P	0-0,25* 0,3-4,4%; A, P	0-0,75 A, P	0-2 0-2,6%; A, P	*1-5 0-3,4%; P	*1-5 0-2,4%	0 0%
Chenopodiaceae	0-1,25 0,3%; A, P	0-2 1,6-2,2%; A, P	0-1,25 A, P	0-3,5 0-3,4%; A, P	0-3 0-2%; P	3,3-6,5 1,4-5,3%	16 5,7%
Pteridophyta	0-0,75* 0%; A, P	0-1,25 0-0,9%; A, P	0-0,75 A, P	0-4,7 0-3,9%; A, P	0-8 0-3,2%; P	0-6 0-3,3%	1 0,3%
<i>Typha</i>	0-1 0,4%; A, P	0-1 0%; A, P	0-0,25 A, P	0-2,4 0-2%; A, P	0-2,5 0-2%; A	0-4 0-2,2%	2 0,7%

*con excepciones

Eventos registrados en el depósito minero-orgánico que reflejan la procedencia predominante de los vientos

		Procedencia del viento	Eventos en años AP, aproximadamente
Asociación del polen alóctono	1	sur/suroeste	5702-5690, 5505-5481, 5433-5397, 5397-5373, 5361-5313, 5257-5250, 5202-5200, 5176-5170, 5077-5065, 5044-5032, 4770-4755, 4710-4701, 4659-4635, 4635-4617, 4542-4518, 4500-4442, 2493-2445, 2194-2136, 1747-1746, 1737-1733, 1729-1717, 1710-1709, 289-Presente
	2	suroeste	5279-5274, 5250-5236, 5236-5222, 5155-5152, 5125-5077, 5020-5017, 5017-5014, 3603-3584, 2078-2039, 1900-1888, 1746-1741, 1717-1711, 664- 289, con una leve modificación en su trayectoria entre los años 4635-4617, 4518-4500, 4230-4211
	3	noroeste/oeste	6400-6233, 6233-6162, 6162-5983, 5983-5953, 5953-5834, 5834-5714, 5714-5702, 5690-5595, 5595-5583, 5583-5529, 5529-5505, 5481-5457, 5373-5361, 5313-5300, 5300-5279, 5274-5257, 5222-5202, 5200-5188, 5188-5176, 5170-5155, 5152-5125, 5032-5020, 5014-4981, 4981-4921, 4921-4891, 4891-4885, 4885-4879, 4876-4870, 4852-4792, 4792-4770, 4755-4746, 4734-4725, 4725-4710, 4689-4659, 4605-4599, 4584-4560, 4432-4307, 4211-4134, 2637-2570, 708- 664
	4	sureste	5457-5433, 4870-4852, 4746-4734, 4701-4689, 4617-4605, 4599-4584, 4560-4542, 4442-4432, 4307-4278, 4278-4259, 4134-3922, 3420-3323, 3072-3033, 3033-2994, 2907-2888, 2551-2522, 2416-2377, 2281-2242, 2242-2194, 2136-2078, 1888-1859, 1859-1811, 1799-1754, 1753-1752, 1752-1750, 1741-1738, 1733-1729, 1709-1704, 1490-1413
	5	sureste/este	4259-4230, 3864-3603, 3584-3526, 3526-3420, 2888-2676, 2445-2416, 1038-950, 950-884, aproximadamente
	6	este/noreste	3323-3284, 3284-3072, 2994-2955, 2955-2936, 2570-2551, 2522-2493, 2039-2020, 1811-1799, 884- 807, 807- 708, aproximadamente
	7	noreste/norte	2676- 2637, aproximadamente

CUADRO 9: Los ambientes y sus características registradas en el depósito minero-orgánico

Ambiente	Eventos incluidos en cada Ambiente
a Vegetación, disponibilidad de agua y temperatura presente (1980-1981-1982) en la Quebrada	289 AP al Presente (1980-1981, 1981-1982) y 4659-4635 años AP
b Distribución de la vegetación similar a la presente, pero con mayor presencia de algunos taxa sobre las laderas, márgenes de los ríos y arroyos y menor presencia de las Cyperaceae en la comunidad de <i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i> , mayor disponibilidad de agua y menor temperatura	4879-4876, 4870-4852, 3284-3072, 2676-2637, 2281-2242, 2136-2078, 2039-1888, 1859-1752, 1741-1737, 1733-1729, 1717-1700, 1038- 950, 884- 807 años AP
c Distribución de la vegetación similar a la presente, pero con mayor presencia de algunos taxa sobre márgenes de arroyos y ríos, y mayor presencia de las Cyperaceae en la comunidad de <i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i> , mayor disponibilidad de agua y temperatura	3526-3420, 3323-3284, 2955-2936, 2570-2493, 2445-2416, 1700-1413, 950- 884 años AP
d Distribución de la vegetación similar a la presente sobre laderas, márgenes de ríos y arroyos, pero menor abundancia de algunos taxa y menor presencia de las Cyperaceae en la comunidad de <i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i> , menor disponibilidad de agua y temperatura	6400-6233, 6162-5983, 5876-5846, 5834-5672, 5607-5595, 5583-5529, 5505-5373, 5361-5313, 5300-5250, 5236-5222, 5202-5188, 5176-5065, 5047-5020, 5017-5014, 4891-4885, 4876-4870, 4852-4792, 4770-4755, 4746-4734, 4725-4701, 4605-4599, 4584-4560, 4542-4518, 4500-4442, 4307-4278, 4134-3922, 3420-3323, 3033-2994, 2936-2907, 2637-2570, 2493-2445, 2242-2136, 2078-2039, 1888-1859, 1750-1741, 1737-1733, 1729-1717, 664- 289 años AP
e Distribución de los taxa principalmente sobre las márgenes de ríos y arroyos, con variable diversidad y mayor presencia de la Cyperaceae en la comunidad de <i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i> , menor disponibilidad de agua y mayor temperatura	5983-5953, 4701-4689, 4560-4542, 1752-1750 años AP
f Menor presencia de taxa sobre las laderas y menor diversidad de especies, alguna de ellas migrando hacia márgenes de ríos, arroyos y humedales, con menor presencia de las Cyperaceae en la comunidad de <i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i> , mucho menor disponibilidad de agua y menor temperatura	6233-6162, 5953-5876, 5846-5834, 5672-5607, 5595-5583, 5529-5505, 5373-5361, 5313-5300, 5250-5236, 5222-5202, 5188-5176, 5065-5047, 5020-5017, 5014-4891, 4921-4891, 4792-4770, 4755-4746, 4734-4725, 4689-4659, 4635-4617, 4599-4584, 4518-4500, 4442-4307, 4230-4134, 3603-3584, 2907-2676, 2416-2281, 1413-1038, 708- 664 años AP
g Menor presencia y diversidad de especies sobre las laderas, algunas de ellas migrando hacia márgenes de ríos, arroyos y humedales, con mayor presencia de la Cyperaceae en la comunidad de <i>Oxychloe mendocina-Carex incurva</i> , mucho menor disponibilidad de agua y mayor temperatura	4617-4605, 4278-4230, 3922-3603, 3584-3526, 3072-3033, 2994-2955, 807- 708 años AP

gía aplicada, permitieron interpretar las holocenosis pasadas en la quebrada Matienzo. Así abordada la temática, pudieron identificarse, en relación al Presente -ambiente a-, eventos agrupados en el ambiente b, con similar distribución de la vegetación, quizá mayor presencia de los taxa sobre los faldeos cordilleranos y menor presencia de las Cyperaceae en la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, respondiendo posiblemente a mayores precipitaciones nivales y temperaturas más bajas, procediendo los vientos predominantes del sur/suroeste, suroeste y sureste. Todos estos eventos registraban posiblemente un balance de masa acumulativo positivo de los cuerpos de hielo en la quebrada. Algunos de ellos estaban asociados al ciclo solar de los 11 años (+/-) y registraban al episodio El Niño. Incluidos en este ambiente, hubo también episodios de mayor duración temporal, 30, 40, 60 y uno

de 212 años, respondiendo quizá a la actividad de los correspondientes ciclos solares. Nuevamente en relación al Presente, se registró un ambiente c, para cuyos eventos se sugirió una similar distribución de la vegetación, quizá con mayor presencia de algunos taxa sobre los faldeos cordilleranos y márgenes de arroyos y ríos, debido posiblemente a mayores precipitaciones nivales y al derretimiento de la capa activa del hielo cubierto, además de mayor abundancia de las Cyperaceae en la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, principalmente en respuesta a las elevadas temperaturas en el ambiente. Los vientos predominantes se registraron procedentes del este/noreste, sureste/este y sureste. Es posible que en algunos de estos eventos el balance de masa acumulativo de los cuerpos de hielo descubiertos de Matienzo fuera positivo. Estos episodios tienen una extensión temporal

de 11, 30, 40 y 60 años, respondiendo quizá a la actividad de los correspondientes ciclos solares. Siempre en relación al Presente, para los eventos incluidos en los ambientes d y f, se propuso una similar distribución de la vegetación, pero menor abundancia y a veces diversidad de especies sobre los faldeos cordilleranos, migrando ocasionalmente los taxa hacia las márgenes de arroyos y ríos, todo ello en respuesta a la carencia del agua debido a las escasas precipitaciones nivales. También fue escasa la presencia de las Cyperaceae en la comunidad de *Oxychloe mendocina-Carex incurva*, debido posiblemente a temperaturas más bajas. Los vientos predominantes procedían del sur/suroeste, suroeste, noroeste/oeste, este/noreste y sureste, registrándose para la mayoría de los eventos del ambiente f, donde se sugirieron muy escasas precipitaciones nivales, del noroes-

CUADRO 10: Los ciclos solares y su relación con las características ambientales

Ciclo solar (años)	Duración aproximada en años de los eventos	Temperatura en relación al Presente 1971-1980 Enero 4,1°C Julio -6,6°C	Disponibilidad de agua en relación al Presente Enero 1981: 14,38m³/s Julio 1980: 4,22m³/s	Vientos predominantes (1971-1980): vientos predominantes S/SO, menos frecuentes del N/NE, muy poco frecuentes del O/NO	Eventos registrados en Matienzo, años AP, aproximadamente
11	2 - 19	inferior	inferior	sur/suroeste, suroeste, noroeste/oeste, a veces sureste y este/noreste	5846-5834, 5792-5780, 5714-5702, 5702-5690, 5690-5672, 5607-5595, 5595-5583, 5583-5577, 5373-5361, 5313-5300, 5300-5281, 5281-5279, 5279-5274, 5274-5257, 5257-5250, 5250-5236, 5236-5222, 5222-5212, 5212-5202, 5202-5200, 5200-5188, 5188-5176, 5176-5170, 5170-5164, 5164-5155, 5155-5152, 5152-5143, 5143-5134, 5134-5125, 5125-5113, 5113-5095, 5095-5077, 5077-5065, 5065-5047, 5047-5044, 5044-5032, 5032-5020, 5020-5017, 5017-5014, 4891-4885, 4876-4870, 4770-4755, 4755-4746, 4746-4734, 4734-4725, 4725-4710, 4710-4701, 4635-4617, 4605-4599, 4599-4584, 4518-4500, 4442-4432, 4326-4307, 4230-4211, 3603-3584, 2907-2888, 1752-1750, 1750-1747, 1747-1746, 1746-1741, 1737-1733, 1729-1725, 1725-1721, 1721-1717
11	1 - 6 (excepcionalmente 18,19,12)	inferior	superior	noroeste/oeste, sur/suroeste, suroeste, sureste, este/noreste	4885-4879, 4879-4876, 4876-4870, 4870-4852, 2039-2020, 1900-1888, 1811-1799, 1760-1755, 1755-1754, 1754-1753, 1753-1752, 1741-1738, 1738-1737, 1733-1729, 1717-1711, 1711-1710, 1710-1709, 1709-1706, 1706-1704, 1704-1700
11	12 - 19	superior	inferior	sureste	4701-4689, 4617-4605, 4560-4542, 4278-4259
11	19	superior	superior	este/noreste	2955-2936
22	22 - 24	inferior	inferior	sur/suroeste, noroeste/oeste, excepcionalmente sureste	6400-6376, 5738-5714, 5577-5553, 5553-5529, 5529-5505, 5505-5481, 5481-5457, 5457-5433, 5397-5373, 4792-4770, 4584-4560, 4542-4518
22	24	similar al presente	similar al presente	similar al presente	4659-4635
	29 - 33	inferior	inferior	noroeste/oeste, sureste	5876-5846, 5014-4981, 4921-4891, 4689-4659, 4307-4278, 2936-2907, 1888-1859
	29 - 33	inferior	superior		1962-1933, 1933-1900
	29 (excepcionalmente 19)	superior	superior	sureste, este/noreste y sureste/este	2570-2551, 2551-2522, 2522-2493, 2445-2416
	29 - 30	superior	inferior	noroeste/oeste, sureste/este	5983-5953, 4259-4230, 3922-3893, 3893-3864
	36 - 48	inferior	inferior	noroeste/oeste, sureste, suroeste, sur/suroeste	6162-6114, 5834-5792, 5780-5738, 5433-5397, 5361-5313, 4432-4384, 3362-3323, 3033-2994, 2416-2377, 2078-2039, 708- 664
	39	inferior	superior	norte/noreste, sureste,	2676-2637, 2281-2242, 1799-1760
	39	superior	superior	este/noreste	3323-3284
	39 - 40	superior	Inferior	sureste/este, sureste, este/noreste	3777-3738, 3738-3699, 3072-3033, 2994-2955
60	58 - 65	inferior (muy baja)	inferior	noroeste/oeste, sur/suroeste, sureste,	5672-5607, 4981-4921, 4852-4792, 4500-4442, 4384-4326, 3420-3362, 2194-2136
60	58 - 59	inferior (muy baja)	superior	sureste (2136-2078 AP)	2136-2078, 2020-1962

CUADRO 10: continuación

Ciclo solar (años)	Duración aproximada en años de los eventos	Temperatura en relación al Presente 1971-1980 Enero 4,1°C Julio -6,6°C	Disponibilidad de agua en relación al Presente Enero 1981: 14,38m³/s Julio 1980: 4,22m³/s	Vientos predominantes (1971-1980): vientos predominantes S/SO, menos frecuentes del N/NE, muy poco frecuentes del O/NO	Eventos registrados en Matienzo, años AP, aproximadamente
60	48 - 66	superior	superior	sureste/este	3526-3468, 3468-3420, 950- 884
60	58	superior	inferior	sureste/este	3584-3526
70	67 - 77	inferior (muy baja)	inferior	noroeste/oeste	6233-6162, 5953-5876, 4211-4134, 2637-2570
80	96	inferior	inferior		2377-2281
80	76 - 88	inferior	superior	sureste/este, este/noreste	1038- 950, 884- 807
80	77	superior	superior	sureste	1490-1413
80	87 - 99	superior	inferior (muy baja)	sureste/este, este/noreste	3864-3777, 3699-3603, 807- 708
205/208	212	inferior	inferior	sureste y sureste/este	4134-3922, 2888-2676
205/208	212	inferior	superior	este/noreste	3284-3072
205/208	210	superior	superior		1700-1490

te/oeste. Todos estos eventos presentaban posiblemente un balance acumulativo de la masa de hielo negativo. Los episodios se correspondían frecuentemente con el ciclo solar de los 11 años (+/-), y respondían probablemente a una compensación diferencial de la luminosidad y las manchas solares, en relación a los eventos mencionados de igual duración, pero con mayor disponibilidad de agua. En estos ambientes quedaban además incluidos episodios con una duración de 22, 30, 60 y 70 años, aproximadamente, respondiendo quizá a la actividad de los correspondientes ciclos solares.

Nuevamente en relación al Presente, para los eventos incluidos en los ambientes e y g se propuso una escasa presencia de especies sobre los faldeos cordilleranos y los taxa migrando o ya ubicados hacia las márgenes de arroyos y ríos, respondiendo a la limitada disponibilidad del agua sobre los faldeos, debido a las escasas precipitaciones nivales. La abundancia de las *Cyperaceae* en la comunidad de *Oxybloe mendocina-Carex incurva*, reflejó posiblemente las elevadas temperaturas. Los vientos predominantes procedían del sureste, excepcionalmente noroeste/oeste, y en los eventos con muy escasas precipitaciones nivales del sureste/

este y este/noreste. En estos dos ambientes, el balance de masa acumulativo de los cuerpos de hielo es negativo, procediendo la disponibilidad del agua principalmente del deshielo de los glaciares cubiertos y el derretimiento del hielo periglacial. La duración en tiempo de estos eventos oscilaba alrededor de los 11, 30, 40, 60 y 80-90 años, quizá respondiendo a la actividad de los correspondientes ciclos solares.

En relación al Presente, eventos con una duración de once años, con disponibilidad de agua y temperatura inferiores, se registraron entre los años 5744-4500 y 4442-4211 AP, aproximadamente, a diferencia de aquellos entre los 4885-4852 y 2039-1700 años AP, aproximadamente, en general con mayor disponibilidad del agua y temperaturas inferiores. Los eventos con una duración de 22 años se registraron entre los 6400-4518 años, en forma continua sólo entre los 5577-5433 años AP, siempre con temperaturas y disponibilidad del agua inferiores, excluyendo el evento que por sus características palinológicas se asimilaba con el Presente. Los episodios con una duración de 60 y 70 años, se insertaron en el perfil desde los 5672 años AP, mientras que aquellos con una duración +/- de 77 años, se observaron desde el

comienzo al final de perfil, con mayor o menor temperatura y disponibilidad del agua. Entre los 3922-2416, 1700-708 años AP, aproximadamente, las temperaturas son en general muy elevadas (no siempre), siendo la disponibilidad del agua inferior o superior. Además en el perfil, son nítidos los eventos con 212 años de duración, generando siempre en los intervalos temporales siguientes, el aumento de la temperatura ya sea en forma inmediata o después de un lapso de tiempo. Es posible que el último evento registrado también este asociado con un ciclo solar de los 212 años.

Los eventos con un posible balance de masa positivo están asociados con el ciclo de los 11 años, con eventos de 30, 40 años, con el ciclo solar de 60 años, y una sola vez con el ciclo solar de los 212 años. Los eventos en los cuales la disponibilidad del agua depende de escasas ó abundantes precipitaciones nivales, además del derretimiento de la capa activa del hielo enterrado, están asociados con eventos de 30 y 40 años, y con los ciclos solares de 60, 70 y 80-90 años. Se propone continuar descubriendo los secretos de la naturaleza con las investigaciones glaciológicas, geocriológicas, climatológicas y palinológicas -actuales y cuater-

narias- conjuntas en el área estudiada y en localidades contiguas, para poder quizá, a través de la integración de los conocimientos adquiridos, administrar adecuadamente el pequeño sector de la Tierra que habitamos.

AGRADECIMIENTOS

Estoy agradecida por los comentarios a Arturo Corte, Wolfgang Volkheimer, Rodríguez Echandía, Kurt Graf, Peter Smolka, Calvin Heusser, Fidel Roig (padre), Jorge Suárez, Juan Carlos Leiva, Ricardo Villalba y Pablo Pazos. Por los trabajos técnicos estoy eternamente agradecida a Liliana Andrada, Rafael Bottero y Jorge Suárez, sin cuya colaboración este trabajo no hubiese sido factible. También agradezco los aportes de Hugo Videla, Roberto Bruce, Gabriel Cabrera, Mario Medero, Darío Soría, María Elena Soler, Cecilia Calatayud, Eduardo Fabre y Claudia Bottero. Mi gratitud al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, al Gobierno de Mendoza, al Centro Científico Tecnológico (Mendoza), al Instituto de Investigaciones de las Zonas Áridas, al Instituto Nacional de Tecnología Industrial y muy especialmente al Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales. Por último un agradecimiento muy especial a Darío Trombotto quién comprendiendo la importancia de este trabajo, hizo factible su actual publicación.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Absy, M. 1979. A palynological study of Holocene sediments in the Amazon basin. *Academisch Proefschrift, Faculteit der Letteren, Universiteit van Amsterdam*, 86 p., Amsterdam.
- Agua y Energía Eléctrica (Empresa del Estado). 1961. *Anuario Hidrológico (1953-1958)*, Tomo II, Buenos Aires.
- Ahumada, A. L. 1987. Procesos criogénicos y mineralógicos en quebrada Benjamín Matienzo Cordillera Principal. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, 208 p., Mendoza.
- Ambrosetti, J., Del Vitto, L. y Roig, F. 1986. La vegetación del Paso de Uspallata, provincia de Mendoza Argentina. *Veröffentlichung Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel* 91: 141-180, Zürich.
- Barbour, M., Burk, J. y Pitts, W. 1981. *Terrestrial Plant Ecology*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 604 p., California.
- Barrow, C. 1978. Postglacial pollen diagrams from south Georgia (sub-Antarctic) and west Falkland island (south Atlantic). *Journal of Biogeography*, Blackwell Scientific Publications 5: 251-274, Hull.
- Beer, J., Mende, W. y Stellmacher, R. 2000. The role of the sun in climate forcing. *Quaternary Science Reviews* 19: 403-415, Amsterdam.
- Bernabo, J. 1981. Quantitative estimates of temperature changes over the last 2700 years in Michigan based on pollen data. *Quaternary Research* 15: 143-159, Seattle, Washington.
- Billings, W.D. 1970. *Plants, man and the ecosystem*, 2nd ed., Wadsworth Pub., Belmont, California.
- Birkeland, P. 1984. *Soils and Geomorphology*. Oxford University Press, 372 p., Oxford.
- Cabrera, A. 1971. *Fitogeografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Botánica 14, 1-2: 1-42, Buenos Aires.
- Churchill, D. 1968. The distribution of *Eucalyptus diversicolor*, *E. marginata* and *E. calophylla* in relation to rainfall. En Hope, G. (1974) *The vegetation history from 6000 B.P. to Present of Wilsons promontory, Victoria, Australia*, *New Phytologist* 73: 1035-1053, Lancaster.
- Clapperton, C., Sugden, D., Birnie, J. y Wilson, M. 1989. Late-Glacial and Holocene glacier fluctuations and environmental change on south Georgia, southern ocean. *Quaternary Research* 31: 210-228, Seattle, Washington.
- Corte, A. 1954-1957. Sobre geología glacial pleistocénica de Mendoza. *Anales del Departamento de Investigaciones Científicas, Sección Geofísica*, 2: 27 p., Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Davis, O. 1983/1984. Pollen frequencies reflect vegetation patterns in a great basin (U.S.A), mountain range. *Review of Paleobotany and Palynology* 40: 295-315, Amsterdam.
- Delcourt, H. y Dan Pitillo, J. 1986. Comparison of contemporary vegetation and pollen assemblages. *Grana* 25: 131-141, Oslo.
- Dodson, J. 1974. Vegetation history and water fluctuations at lake Leake, south-eastern south Australia I, 10,000B.P. to Present. *Australian Journal of Botany* 22: 719-741, Canberra.
- Ellison, M. 1955. El sol y su influencia. *Problemas científicos y filosóficos*, Universidad Autónoma de México, México.
- Espizúa, L. y Corte, A. 1981. Inventario de Glaciares de la Cuenca del Río Mendoza. *Edit. IANIGLA*, 64 p., Mendoza.
- Espizúa, L. 1993. Quaternary glaciations in the río Mendoza valley, Argentine Andes. *Quaternary Research* 40: 150-162, Seattle, Washington.
- Espizúa, L. 2000. Quaternary glacial sequence in the río Mendoza valley, Argentina. En Smolka P. y Volkheimer W. (eds.) *Southern Hemisphere Paleo and Neoclimates*, 381 p., Heidelberg.
- Espizúa, L. y Pitte, P. 2009. The Little Ice Age glacier advance in the Central Andes (35°L.S.), Argentina. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 281: 345-350, Mendoza, Berna.
- Fægri, K. e Iversen, J. 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. Hafner Press, A division of Macmillan Publishing Co. Inc., 295 p., Nueva York.
- Garreaud, R., Vuille, M., Compagnucci, R. y Marengo, J. 2009. Present-day South America climate. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology* 281: 180-195, Amsterdam.
- González, M. 1989. Holocene levels in the Bahía Blanca estuary, Argentine Republic. *Journal of Coastal Research* 5: 65-77, West Palm Beach.
- Graf, K. 1979. *Untersuchungen zur rezenten Pollen und Sporenflora in der nördlichen Zentralkordillere Boliviens und Versuch einer Auswertung von Profilen aus postglazialen Torfmooren*. Juris Druck-Verlag- Zürich, 104 p., Zürich.
- Graf, K. 1991. Ein Modell zur Eiszeitlichen und heutigen Vergletscherung in der bolivianischen Westkordillere. *Bamberg Geographische Schriften* 11: 139-154, Bamberg.
- Graf, K. 2001. Comparación palinológica entre el páramo y la puna de Los Andes sudamericanos. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 8: 107-114, Buenos Aires.
- Gré, J., Abreu de Castilhos, J. y Horn Filho, N. 1995. Quaternary deposits of the Pantano do Sul beach, Santa Catarina island, Brazil. En Argollo J. y Mourguiart Ph. (eds.) *Cambios Cuaternarios en América del Sur*, ORSTOM, 121-131 p., La Paz.
- Hauman, L. 1918. *La Vegetation des Hautes Cor-*

- dilleres de Mendoza. *Anales de la Soc. Cient. Argentina*, 121-348 p., Buenos Aires.
- Heusser, C. 1966b. Polar hemispheric correlation: palynological evidence from Chile and the Pacific north-west of America. En Sawyer J. (ed.) Royal Meteorological Society Proceedings of the International Symposium on World Climate from 8000 to 0 B.C.
- Heusser, C. 1971. *Pollen and Spores of Chile*. The University of Arizona Press, 167 p., Tucson, Arizona.
- Heusser, C. 1987. Fire history of Fuego-Patagonia. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 5, Rotterdam- Brookfield.
- Iriondo, M. 1992. El Chaco. En Iriondo M. (ed.) *El Holoceno en la Argentina*, Comité Argentino de Investigación del Cuaternario 50-63 p., Argentina.
- Iriondo, M. 1993. El Litoral. En Iriondo M. (ed.) *El Holoceno en la Argentina*, Comité Argentino de Investigación del Cuaternario 2: 1-21, Argentina.
- Iriondo, M. y Ramonell, C. 1993. San Luis. En Iriondo M. (ed.) *El Holoceno en la Argentina*, Comité Argentino de Investigación del Cuaternario 2: 131-162, Argentina.
- Iriondo, M. 1995. La Pampa. En Argollo J. y Mourguiart Ph (eds.) *Climas Cuaternarios en América del Sur*, ORSTOM, 283-306 p., La Paz.
- Knoppers, B., Machado, E., Moreira, P. y Turcq, B. 1989. A physical and biogeochemical description of lagoa de Guarapina, a subtropical Brazilian lagoon. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary: Past-Present-Future. ABEQUA-INQUA, San Pablo.
- Lean, J. 2010. Cycles and trends in solar irradiance and climate. *Focus Articles* 1: 111-122.
- Leiva, J. 1999. Recent fluctuations of the Argentinian glaciers. *Global and Planetary Change* 22: 169-177, Amsterdam.
- Leiva J.C. 2002. La situación actual de los glaciares andinos Present situation of the Andean glaciers. En Trombotto D. y Villalba R. (eds.) *IANIGLA, 30 años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales*. IANIGLA, 30 Years of Basic and Applied Research on Environmental Science, 181-185 p., Mendoza.
- Leiva, J.C. 2006. Assessment of climate change impacts on the water resources of northern oases of Mendoza province, Argentina. En Price M. (ed.) *Global Change in Mountain Regions*, 81-83 p., Dumfriesshire.
- Leiva, J., Cabrera, G. y Lenzano, L. 1986. Glacier mass balances in the Cajón del Rubio, Andes Centrales Argentinos. *Cold Regions Science and Technology* 13: 83-90, Amsterdam.
- Leiva, J. y Cabrera, G. 1996. Glacier mass balance analysis and reconstruction in the Cajón del Rubio, Mendoza, Argentina. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Universitäts-Verlag Wagner, 101-107 p., Innsbruck.
- Leiva, J.C., Cabrera, G.A. y Lenzano, L.E. 2007. 20 years of mass balances on the Piloto glacier, Las Cuevas river basin, Mendoza, Argentina. *Global and Planetary Change* 59: 10-16, Amsterdam.
- Louveau, J., Maurizio, A. y Vorwohl, G. 1978. *Methods of Melissopalynology*. Bee World 59: 139-157, Cardiff.
- Markgraf, V. y D'Antoni, H. 1978. *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press, 206 p., Tucson, Arizona.
- Markgraf, V. 1980. New data on the late and postglacial vegetational history of "La Mision", Tierra del Fuego, Argentina. *Proceedings from the IV International Palynological Conference Lucknow*, 3: 68-74, Lucknow.
- Markgraf, V. 1983. Late and postglacial vegetational and paleoclimatic changes in Subantarctic, temperate and arid environments in Argentina. *Palynology* 7: 43-70, Nottingham.
- Markgraf, V., Bradbury, J. y Busby, J. 1986. Paleoclimates in southwestern Tasmania during the last 13,000 years. *Palaeos* 1: 368-380, Kansas.
- Markgraf, V. 1987a. Paleoclimates of the southern Argentine Andes. *Current Research in Pleistocene* 4: 150-157, Texas.
- Martin, L., Flexor, J. y Suguio, K. 1989. Ten periods of inversion in directions of dominant waves, from 5000 years to present, recognized in the Doce river coastal plain (State of Espírito Santo, Brazil). En Argollo J. y Mourguiart Ph. (eds.) *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary: Past-Present-Future*, Special Publication N.1, ABEQUA-INQUA, San Pablo.
- Martin, L., Flexor, J. y Suguio, K. 1995. Variación de la dinámica costera durante los últimos 5000 años a lo largo de la costa brasileña como indicador de condiciones de tipo El Niño. En Argollo J. y Mourguiart Ph. (eds.) *Cambios cuaternarios en América del Sur*, ORSTOM, 95-109 p., La Paz.
- Miller, A. 1976. The climate of Chile, in world survey of climatology. En Schwerdtfeger W. (ed.) *Climate of central and south America*, 113-145 p., Amsterdam.
- Mourguiart, Ph., Argollo, J., Carbonel, P., Correge, T. y Wirmann, D. 1995. El lago Titicaca durante el Holoceno: una historia compleja. En Argollo J. y Mourguiart Ph. (eds.) *Cambios Cuaternarios en América del Sur*, ORSTOM, 173-188 p., La Paz.
- Munsell, 1975. *Munsell Soil Color Charts*. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland.
- Newman, B., Wilcox, B., Archer, S., Breshears, D., Dahm, C., Duffy, C., McDowell, N., Phillips, F., Scanlon, B. y Vivoni, E. 2006. *Ecohydrology of water-limited environments: A scientific vision*. Water Resources Research, American Geophysical Union 42: 1-15.
- Oberdorfer, E. 1960. *Flora et Vegetatio Mundi*. Pflanzensoziologische Studien in Chile. Herausgegeben von Reinhold Tüxen, Verlag von J. Cramer, 206 p., Weinheim.
- Ortlieb, L., Machare, J., Fournier, M. y Woodman, R. 1989. Late Holocene beach ridge sequences in northern Peru: did they register the strongest paleo-El Niño? *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary*, Special Publication N°1. ABEQUA-INQUA, San Pablo.
- Quintanillas Perez, V. 1985. *Carta Fitogeográfica de Chile Mediterráneo*. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas, Área Geociencias* 4°, 5°, 70: 29 p., Santiago de Chile.
- Ramos, V. 1999. *Las provincias geológicas del territorio Argentino*. *Geología Argentina Anales* 29: 41-96, Buenos Aires.
- Roig, F., Carretero, E. y Méndez, E. 1998. *Mapa de vegetación de la provincia de Mendoza*. Programa Fitocartográfico Mendocino. IADIZA-CRICYT-Mendoza.
- Rojo, L. D. 2009. *Condiciones paleoambientales durante el Holoceno entre los 33°-34° L.S. (Mendoza y San Luis)*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Mar del Plata, 129 p., Mar del Plata.
- Ruthsatz, B. 1995. *Vegetation und Ökologie tropischer Hochgebirgsmoore in den Anden Nord-Chiles*. *Phytocoenologia* 25: 185-234, Stuttgart.

- Salgado-Labouriau, M. 1976. Historia de la vegetación de Los Andes en los últimos 8000 años. *Líneas* 232: 6-11, Bogotá.
- Salgado-Labouriau, M. 1989. Vegetation and climatic changes in the Mérida Andes during the last 13000 years. *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary: Past-Present-Future*, Special Publication N.1. ABEQUA-INQUA, San Pablo.
- Schäbitz, F. 1989. Untersuchung zum aktuellen Vegetationsentwicklung in den Anden Nord-Neuquens, Argentinien. *Bamberg Geographische Schriften* 8: 132, Bamberg.
- Schäbitz, F. 1991. Holocene vegetation and climate in southern Santa Cruz, Argentina. *Bamberger Geographische Schriften* 11: 235-244, Bamberg.
- Scott, L. 1982. A 5000 years-old pollen sequence from Spring deposits in the Bushveld at the north of the Soutpansberg, South Africa. En Coetzee L. y van Zinderen Bakker A.A. (eds.) *Palaeoecology of Africa and Southern Island*, Rotterdam.
- Servicio Meteorológico Nacional (Ministerio de Aeronáutica). 1958. *Estadísticas Climatológicas. (1941-1950)*. B 3, 161 p., Buenos Aires.
- Servicio Meteorológico Nacional (Fuerza Aérea Argentina, Comando de Regiones Aéreas). 1975. *Estadísticas Climatológicas (1951-1960)*. B 6, 156 p., Buenos Aires.
- Servicio Meteorológico Nacional (Fuerza Aérea Argentina, Comando de Regiones Aéreas). 1981. *Estadísticas Climatológicas (1961-1970)*. B 35, 188 p., Buenos Aires.
- Servicio Meteorológico Nacional (Fuerza Aérea Argentina, Comando de Regiones Aéreas). 1986. *Estadísticas Climatológicas (1971-1980)*. B 36, 169 p., Buenos Aires.
- Stager, J. 1982. The diatom record of lake Victoria (East Africa): The last 17,000 years. *Proceedings of the Seventh International Diatom Symposium*, Philadelphia.
- Stine, S. y Stine, M. 1990. A record from lake Cardiel of climate change in southern south America. *Nature* 345, 62-77, Londres.
- Suárez, J. 1983. Rasgos del modelado glaciario en la quebrada Benjamín Matienzo, Andes Centrales, Cordillera Principal, Mendoza, Argentina. Suárez J. (ed.), *IANIGLA, CRICYT*, 40 p., Mendoza.
- Tonni, E. 1992. Mamíferos y clima del Holoceno en la provincia de Buenos Aires. En: *Iriondo M. (ed.) El Holoceno en la Argentina*, Comité Argentino de Investigación del Cuaternario 1: 4-78, Argentina.
- Trombotto, D. 1991. Untersuchungen zum periglazialen Formenschatz und zu periglazialen Sedimenten in der "Lagunita del Plata", Mendoza, Argentinien. *Geographische Arbeiten*, 90: 171 p., Heidelberg.
- Trombotto, D., Buk, E. y Hernández, J. 1999. Rock glaciers in the southern Central Andes (Approximate. 33°-34°L.S.), Cordillera Frontal, Mendoza, Argentina. *Beiträge zur quartären Landschaftentwicklung Südamerikas*. *Bamberger Geographische Schriften*, 19: 145-173, Bamberg.
- Trombotto, D. y Ahumada, A. 2005. Los fenómenos periglaciales. Identificación, determinación y aplicación. *Opera Lilloana* 45: 131 p., Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- van der Hammen, T. 1962. Palinología de la región de "Laguna de los Bobos". *Historia de su clima, vegetación y agricultura durante los últimos 5000 años*. *Revista Académica Colombiana Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 11°, 44, Bogotá.
- van der Hammen, T. 1970. Ensayo de un esquema en tiempo y espacio de la vegetación y el medio ambiente en el noroeste de Suramérica. *Revista Académica Colombiana Ciencias Exactas, Físicas, Naturales* 13°, 52 p., Bogotá.
- Veit, H. 1991. Jungquartäre Relief-und Bodenentwicklung in der Hochkordillere im Einzugsgebiet des Río Elqui (Nordchile, 30° L.S.). *Bamberg Geographische Schriften* 11: 81-97, Bamberg.
- Videla, C. 1996. Fluctuaciones del glaciar Horcones Superior, región del cerro Aconcagua, Mendoza, Argentina y la variabilidad climática actual. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Videla, C. y Suárez, J. 1991. *Mendoza Andina. Precordillera Alta Cordillera*. ADALID S.A. (ed.), 149 p., Mendoza.
- Villalba, R. 1994. Fluctuaciones climáticas en latitudes medias de América del Sur durante los últimos 1000 años: sus relaciones con la oscilación del sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 453-461.
- Villwock, J. y Tomazelli, L. 1989. Sea level changes and Holocene evolution in the Rio Grande Do Sul coastal plain, Brazil. *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary: Past-Present-Future*, ABEQUA-INQUA, Special Publication N°1, San Pablo.
- Vitinskii, Y. 1962. Solar activity forecasting. Published for the U.S. National Aeronautics and Space Administration and the National Science Foundation, Washington D.C.
- Wijmstra, T. y van der Hammen, T. 1966. Palynological data on the history of tropical savanna in northern south America. *Leidse Geologische Mededelingen*, Deel 38: 71-90.
- Wingenroth, M. y Heusser, C. 1984. Polen en la Alta Cordillera Quebrada Benjamín Matienzo Mendoza Argentina. *IANIGLA (ed.) CRICYT*, 195 p., Mendoza.
- Wingenroth, M. y Suárez, J. 1984. Flores de Los Andes Alta montaña de Mendoza. *IANIGLA (ed.) CRICYT*, 144 p., Mendoza.
- Wingenroth, M. 1990. Historia de la vegetación y del clima en la Quebrada Benjamín Matienzo, Cordillera de Los Andes, Mendoza, Argentina. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 322 p., Buenos Aires.
- Wingenroth, M. 1992. La Quebrada Benjamín Matienzo, su naturaleza presente y pasada. Cordillera de Los Andes Mendoza Argentina. Ediciones Culturales de Mendoza (ed.), 122 p., Mendoza.
- Wingenroth, M. 2000. Palynological data indicating glacier growth and environmental conditions. En Smolka P. y Volkheimer W. (eds.) *Southern Hemisphere Paleo-and Neoclimates: Key Sites, Methods, Data and Models*, UNESCO, 151-169 p., Heidelberg.
- Wingenroth, M. 2001. La Naturaleza Presente y Pasada en la Quebrada Benjamín Matienzo Cordillera de Los Andes, Argentina. Wingenroth M. (ed.), *IANIGLA*, 15 p., Mendoza.
- Yrigoyen, M. 1979. *Cordillera Principal. Geología Regional Argentina 1*, Academia Nacional de Ciencias, 1: 651-694, Buenos Aires.
- Zirker, J. 1962. *Collier's Encyclopedia* V.21.

Recibido: 24 de enero, 2012
 Aceptado: 29 de mayo, 2012