

## PALINOLOGÍA DEL PERFIL DEL ALERO DEL CAÑADÓN DE LAS MANOS PINTADAS

(Las Pulgas, Provincia del Chubut)

*Héctor I. D'Antoni\**

### INTRODUCCIÓN

El Alero de las Manos Pintadas está ubicado en el faldeo occidental de la Sierra de San Bernardo, cerca del paraje denominado "Las Pulgas", al Sur de la Provincia de Chubut. Sus coordenadas son 45°28' Sur y 69°42' Oeste aproximadamente, encontrándose el sitio a unos 500 metros sobre el nivel del mar. Se trata de un alero de 50 metros de longitud por 10 de profundidad, que despertó el interés de varios investigadores (Gradin, C., 1973:169; Aschero, C., 1975:187).

Las muestras de sedimento fueron remitidas al autor por Carlos Gradin para el estudio de su contenido de polen fósil. Aunque no fueron tomadas mediante la técnica métrica tradicional, la que no se justificaría en las capas 5, 7 y 8 y sería insuficiente en la capa 6 (Aschero, C., 1975:189), contenían información relevante como para dar sentido a este trabajo.

El análisis sedimentológico efectuado por M. C. Etchichury (1975) permite clasificar el relleno de este alero como de origen eolo-ácueo-volcánico, considerando que una parte de éste ha llegado al sitio en forma de cenizas volcánicas mientras que el resto, originado en la destrucción de tobas y vulcanitas, debió haber sido arrastrado por el agua de las lluvias temporarias y por el viento (Etchichury, M. C., 1975:184). La mencionada autora sugiere que el clima árido y frío debió dominar durante una parte del tiempo que abarca la estratigrafía estudiada mientras que otra parte estaría vinculada con una erosión intensa y una rápida sedimentación en el abrigo que nos ocupa (Etchichury, M.C., 1975:184).

La primera ocupación humana del sitio está testimoniada por un fogón excavado y circunscripto a los sectores A y B sin asociación con material lítico. Siguen hacia arriba testimonios de ocupaciones esporádicas caracterizadas por fogones y restos líticos. La capa 2 es la última con contenido arqueológico. Desde la cúspide de la capa 9 y hasta la 0b, abundantes capas de guano atribuible a guanacos se intercalan en las capas de sedimento mineral. La capa 8 representa un amplio derrumbe producido mientras se formaba la capa 9. Los bloques caídos contienen pictografías rupestres de manos que fueron ejecutadas en algún momento anterior al  $3330 \pm 70$  antes del presente. Tal es el fechado radiocar-

\* Universität Hohenheim, Inst. für Botanik. 7000 Stuttgart 70, República Federal Alemana.

bónico (IVIC 860 FRA 100) de un fogón sepultado por el drerumbe (Aschero, C., 1975:187-193). Otra datación (ver Gradin y Aschero, 1978, en este volumen) emplazaría el evento en fecha más reciente (alrededor del  $2610 \pm 80$  A.P.).

En cuanto al ambiente actual, el climatograma de la Fig. 1, basado en los datos de la estación de aforo "Sarmiento" del Servicio Meteorológico Nacional da cuenta de un clima patagónico, caracterizado por mayores precipitaciones en

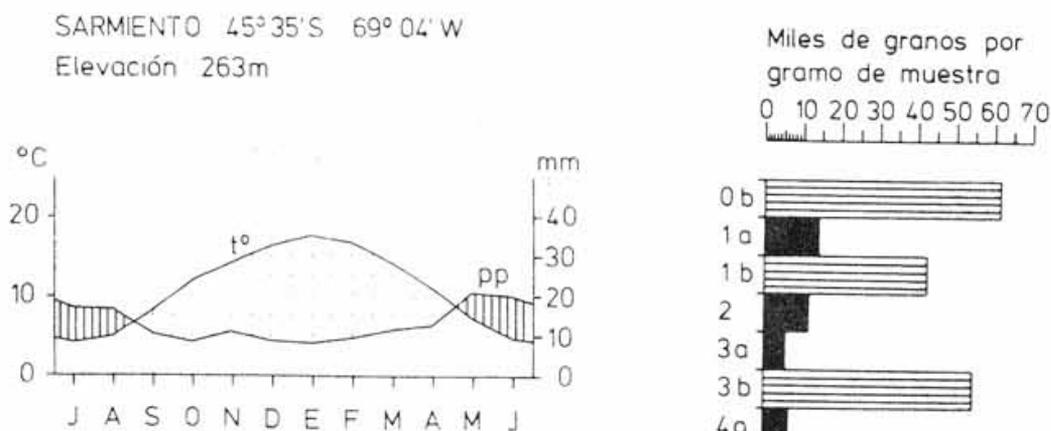
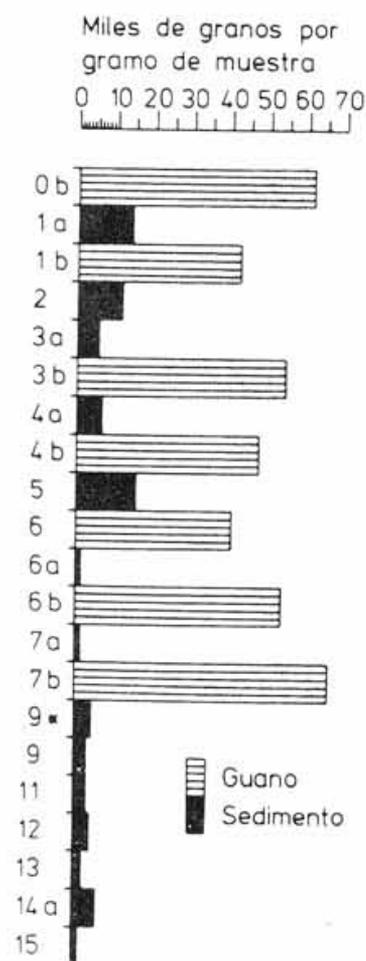


Fig. 1: (izquierda) Climatograma según Walter (simplificado) para la estación de aforo "Sarmiento" ubicada a 7 minutos al Sur, a 38 minutos al Este y sobre una cota 237 metros más baja con respecto al Alero del Cañadón de las Manos Pintadas. El rayado vertical indica la estación húmeda y el punteado la seca.

Fig. 2: (derecha) Concentración de polen en cada uno de los niveles analizados (en granos por gramo de muestra).



los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, cuando las temperaturas son más bajas. En el resto del año las precipitaciones son escasas y esporádicas y francamente insuficientes para satisfacer los requerimientos de la evapotranspiración potencial.

La vegetación, por su parte, consiste en una estepa arbustiva climax en las mesetas y de hierbas, pastos y arbustos en los cerros. Existen además estepas halófilas, con *Atriplex*, *Frankenia*, *Lycium* y otros géneros (Cabrera, A. L., 1958:1971-181; Soriano, A., 1950:330-331).

#### ANÁLISIS POLÍNICO

*Extracción del polen.* — Todas las muestras fueron tratadas de la misma manera aunque 0b, 1b, 3b, 4b, 6, 6b y 7b exigieron una eliminación de materia orgánica más larga y enérgica. Luego del agregado de tabletas con polen foráneo y del "HCl swirl" el material recuperado se centrifugó y lavó con agua destilada. Se centrifugó nuevamente y después de volcar el sobrenadante se colocaron los tubos boca abajo por espacio de una hora. A continuación se agregaron ca. de 15 ml de una solución acuosa de Br<sub>2</sub>Zn (ajustada a una densidad conveniente),

se revolvió con varillas de vidrio y se colocaron los tubos en una cuba ultrasónica durante 5 minutos. Se centrifugó cerca de media hora a 3.500 r.p.m., se recuperó el sobrenadante, se transfirió a otros tubos y se agregó agua destilada hasta duplicar el volumen del líquido recuperado en el paso anterior. Se centrifugó a 2.000 r.p.m. y se volcó el sobrenadante. El residuo obtenido se trató con HF al 50 % en caliente por 3 minutos para eliminar algunos minerales libianos que flotaron durante la separación. A continuación se lavó con HCl en frío y luego repetidas veces con agua caliente. A continuación se deshidrató con Ácido Acético Glacial y se sometieron todas las muestras a 3 minutos de ebullición en mezcla acetolítica. Como se ha señalado, algunas muestras requirieron una intensificación de esta etapa del tratamiento. Después de los lavados necesarios, las muestras se incluyeron en glicerina y se hicieron preparaciones para el estudio al microscopio (D'Antoni, H. L., 1979).

*Los tipos polínicos determinados\**. — Se identificaron 40 taxa polínicos correspondientes a la flora regional y a floras de regiones relativamente alejadas del sitio estudiado. Sólo 18 de tales tipos tuvieron por lo menos una vez a lo largo del perfil concentraciones superiores al 2 % y fue en base a estos que se efectuaron las interpretaciones del presente trabajo, según se reflejan en los diagramas. Los demás tipos sirvieron para afirmar las interpretaciones obtenidas de los 18 más significativos ya que en general se trataba de plantas de polinización entomófila o de tipos polínicos que se dispersan muy poco, careciendo de significación cuantitativa para los diagramas pero comportándose como excelentes indicadores cualitativos.

Se recontaron entre 250 y 500 granos por muestra pero en aquellas con concentraciones muy elevadas la suma polínica se llevó a 1000 granos por muestra.

*Tratamiento estadístico de los datos.* — El agregado de polen foráneo a todas las muestras permitió calcular la cantidad de granos de polen fósil contenidos en cada una. Una sencilla conversión permitió calcular otro parámetro aún más valioso: la cantidad de polen contenido en un gramo de muestra. Los resultados de tal análisis se muestran en la Fig. 2.

Si se dejan a un lado las muestras de guano, puede observarse una clara tendencia al aumento de la concentración de polen por gramo de sedimento desde el pasado hasta la actualidad, aunque las muestras 7a, 6a y 5 representen casos algo particulares. En lo que respecta a las muestras de guano, el contenido de polen es entre 6 y 60 mil veces mayor que en los sedimentos. Sin embargo, esos valores no son estrictamente comparables por cuanto el peso específico de los materiales comparados es ampliamente diferente y por tanto, las concentraciones del polen en el guano resultan un poco exageradas cuando se las compara con aquellas de los sedimentos minerales.

También mediante la información de la concentración de polen por gramo de muestra se confeccionaron diagramas APF (*vide infra*) que se utilizaron para complementar la interpretación del diagrama general de la Fig. 3.

La aplicación de algunas técnicas estadísticas y matemáticas multivariadas a la palinología dio origen a las llamadas técnicas "objetivas". Estas se basan únicamente en los datos del recuento polínico y no requieren el uso de hipótesis antes de ser aplicadas. Esto pareció especialmente adecuado para una primera aproximación paleoecológica de esta localidad.

La técnica utilizada en el presente trabajo es el "Cluster Analysis" en sus dos modalidades, R y Q. Consiste esencialmente en agrupar aquellas variables

\* No se incluyen fotomicrografías de polen pues los tipos determinados se encuentran descritos e ilustrados en *Polen flora of Argentina* (Markgraf y D'Antoni, 1978a).

(u observaciones) que presentan la mayor similitud entre ellas y tratarlas de allí en más como si fuesen una unidad. El proceso continúa hasta que todas las variables (u observaciones) constituyen un único grupo.

A despecho de las sugerencias de Adam (1970) los datos no fueron normalizados, lo que no se justifica al trabajar con porcentajes en los cuales aquellas variables con las mayores varianzas son también las que contribuyen a la mayor parte de la variabilidad general de la población (Wishat, D. 1969:13).

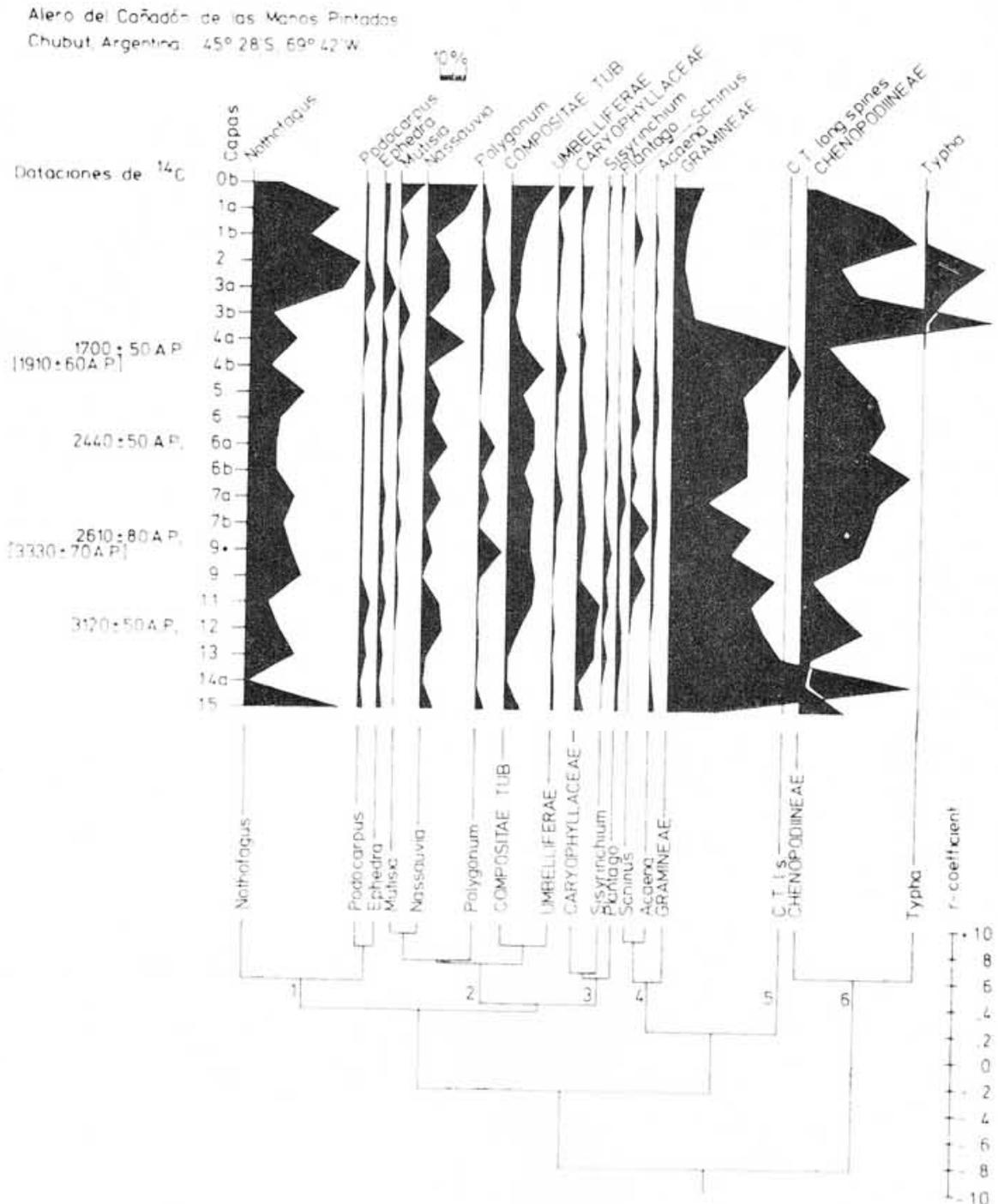


Fig. 3: Diagrama polínico general, relativo. En la parte inferior se ve el dendrograma producido mediante el modo R de Cluster Analysis ("complete linkage") según una escala basada en el coeficiente r de correlación (Producto-Momento de Pearson). Los números indican los seis grupos de taxa polínicos reconocidos.

*Aproximación a los grupos ecológicos.* — El dendrograma de la parte inferior de la Fig. 3 muestra el modo en que se han agrupado los distintos taxa polínicos de acuerdo con sus comportamientos a lo largo del perfil estudiado.

La forma de análisis utilizada fue la del "Complete linkage" que permite adicionar a un cluster previamente formado sólo un nuevo cluster o un nuevo elemento en cada ciclo computacional, con la condición de que éste sea el que tiene la mayor similitud con todos los elementos que constituyen el cluster preexistente. Aunque tal modalidad exige mucho más trabajo de computadora (Sokal y Sneath, 1963), asegura que la agrupación obtenida es óptima. El modelo del "complete linkage" tiene el inconveniente de producir los conocidos "reversals" (Sokal y Sneath, 1963) cuya explicación teórica es virtualmente imposible, pero en el presente estudio no se produjeron tales inversiones.

Utilizando un umbral de similitud del 75 % ( $r = 0,5$ ) se generaron 6 clusters, uno de los cuales tiene solamente un elemento.

El cluster 1 (Fig. 3) contiene a *Nothofagus*, *Podocarpus* y *Ephedra*. Se trata de elementos transportados a través de grandes distancias y que no forman parte de la vegetación local. Al menos los dos primeros dan cuenta de la llegada al lugar que nos ocupa de masas de aire del oriente cordillerano, concretamente de la provincia fitogeográfica subantártica, mientras que Cabrera (1958:178) menciona a *Ephedra frustillata* Miers. en el distrito patagónico occidental y a *Ephedra ochreatea* Miers. en el distrito del Golfo de San Jorge, ambos en la provincia fitogeográfica patagónica. Tanto por su alta correlación con *Podocarpus* (Fig. 3) cuanto por la morfología de los granos determinados (Markgraf y D'Antoni, 1978:177) puede afirmarse que se trata de *Ephedra frustillata* y que ha llegado al sitio con las mismas masas de aire proveniente del Oeste que transportaron el polen de los dos taxa arbóreos.

El cluster 2 (Fig. 3) reúne a *Mutisia*, *Nassauvia*, *Polygonum*, a las Compositae Tubuliflorae y a las Umbelliferae, incluyendo al género *Azorella*. Puede considerarse a este grupo con sus dos subconjuntos como un buen representante del distrito patagónico central, donde *Nassauvia glomerulosa* (Lag.) Don y *Mulinum spinosum* (Cav.) Pers. son plantas características. Varias especies de *Mutisia* pertenecen también a la región (Cabrera, A. L., 1971:321-325). Otro tanto sucede con las Compositae Tubuliflorae mientras que *Polygonum* se halla en localizaciones peculiares.

El cluster 3 (Caryophyllaceae, *Sisyrinchium* y *Plantago*) indica condiciones de humedad edáfica suficiente y refleja, con toda seguridad, ambientes locales más restringidos (Fig. 3).

El cluster 4 contiene tres elementos de la Patagonia: *Schinus*, *Acaena* y a las dominantes Gramineae. Entre estas últimas, *Stipa* y *Festuca* son pastos característicos de aquella porción del territorio nacional. *Acaena* se menciona en las vegas junto a plantas de hábito palustre y litoral. Por su parte, *Schinus* pertenece a la flora del distrito patagónico occidental (Cabrera, 1958:176-182) (Fig. 3).

El cluster 5 está constituido por un único tipo polínico que se ha denominado Compositae Tubuliflorae de echinae largas y aparece sólo una vez en el perfil, en un nivel de guano. Se trata seguramente del polen de alguna hierba tierna, sin especial importancia en la vegetación y que los animales del tiempo de la capa 4b consumieron de buen grado (Fig. 3).

Por fin, el cluster 6 reúne a las Chenopodiineae con *Typha*. Así se enfatiza en la vinculación entre los ambientes halófilos indicados por las primeras y los palustres reflejados por *Typha* (Fig. 3).

De este modo, los resultados del Cluster Analysis de los tipos polínicos determinados en el perfil concuerdan aceptablemente con los conocimientos disponibles para la vegetación patagónica y sugieren interesantes interpretaciones en cuanto al desplazamiento de las masas de aire en esa latitud.

Podría argumentarse que las preferencias alimentarias de los herbívoros que ocuparon el Alero en diversas oportunidades son capaces de producir una sobrerrepresentación de las especies que consumen. Sin embargo, las comunidades vegetales visitadas por ellos están igualmente sometidas a la depositación del polen regional y extrarregional que traen las masas de aire que se desplazan sobre la localidad estudiada. Solamente en un caso (muestra 3b) el guano contenía una proporción notablemente mayor del polen de un taxón que aquellas de los sedimentos que se encontraban por encima y por debajo de la capa de excrementos. Así, la posible contaminación introducida por el guano tiene un carácter cuantitativo antes que cualitativo y por ello no presenta inconvenientes para la interpretación palinológica del ambiente local. Esta parece ser la conclusión a la que arriban otros colegas dedicados a la copropalinología: el polen contenido en los excrementos refleja el ambiente en que vivieron los animales antes que sus dietas específicas, las que pueden estudiarse mediante otros métodos microanalíticos.

Finalmente, la totalización representada en el diagrama de polen (Fig. 3) puede concebirse como un sistema de múltiples oposiciones estructurales, pero resulta claro que la clásica oposición polen arbóreo *versus* polen no arbóreo (AP/NAP), a menudo asociada al nombre de un eminente palinólogo danés, el desaparecido Prof. J. Iversen, sería aquí, como en otras localidades del desierto argentino, insuficiente y hasta engañosa (D'Antoni, H. L., 1976; 1977).

*Zonación o segmentación del perfil polínico.* — Otro aspecto del análisis polínico para el cual se ha empleado la estadística multivariada es la *zonación* o *segmentación* del perfil en base al contenido polínico de sus capas. Es muy improbable que en el lapso durante el cual se formó el relleno del Alero se hayan producido modificaciones cualitativas en la morfología del polen relacionadas a los procesos evolutivos de las plantas (Waterbolk, H. T., *en* Faegri e Iversen, 1964:152). Por lo tanto, la segmentación de este perfil cuaternario se efectuó en base a los cambios cuantitativos de la vegetación según se reflejan en los espectros polínicos.

Clásicamente la zonación de un perfil polínico es una operación realizada mediante el examen visual del diagrama. Así, los límites zonales se trazan toda vez que se observan cambios significativos en las curvas de algunos taxa indicadores. La computación de los intervalos de confianza multinomiales (positivos y negativos) para una probabilidad del 95 ó 99 % (Mosimann, J., 1965; Maher, L., 1977) es una contribución de inestimable valor que retoma y profundiza la problemática precozmente planteada por Faegri y Ottestad (1948) (ver aplicaciones en D'Antoni, H. L., 1976; 1977; D'Antoni, H. L., y V. Markgraf, 1977; 1978).

Sin embargo, es posible utilizar otra estrategia para la zonación: el análisis multivariado de la matriz de los datos del recuento. Al igual que en la aproximación a los grupos ecológicos, se parte aquí de una matriz de coeficientes de similitud computada en este caso según el modo Q. Dicha matriz es sometida luego al Cluster Analysis y mediante éste van agrupándose los niveles que exhiben entre sí la mayor similitud. En el presente trabajo se utilizó el modelo del producto-momento de Pearson como medida de la similitud para ambos análisis Q y R. Pero, debido a que al aplicar el "complete linkage" al modo Q se produjeron numerosos "reversals" (*vide supra*) se adoptó la técnica del "mean linkage" (Adam, D. P., 1970:36-44). Aquí, cada nuevo cluster o elemento a ser ingresado en un cluster preexistente debe tener el más alto coeficiente de similitud de la matriz remanente del anterior ciclo computacional. A continuación, los valores de similitud del cluster, formado en base al preexistente más el nuevo

clemento o cluster incorporado, con los demás elementos de la matriz se obtiene como la media aritmética de los coeficientes del viejo cluster y del cluster elemento agregado, con cada uno de los elementos remanentes en la matriz.

Los resultados del "mean linkage" y del "complete linkage" no son significativamente diferentes cuando no se produce "reversals" en el segundo.

La ventaja de esta técnica multivariada para efectuar la zonación consiste en que no requiere hipótesis previas a su aplicación y en que no se basa en un número menor de indicadores sino en todos los tipos polínicos considerados en cada muestra, a lo largo de todo el perfil.

Mediante un umbral de similitud del 86 % ( $r = 0,72$ ) se obtuvieron cuatro clusters y con ellos la zonación que se propone en este trabajo (Fig. 4).

El cluster A reúne las muestras 0b, 3b y 1b. Todas son muestras de niveles de guano y la subactual (0b) tiene una similitud comparativamente baja con las otras dos.

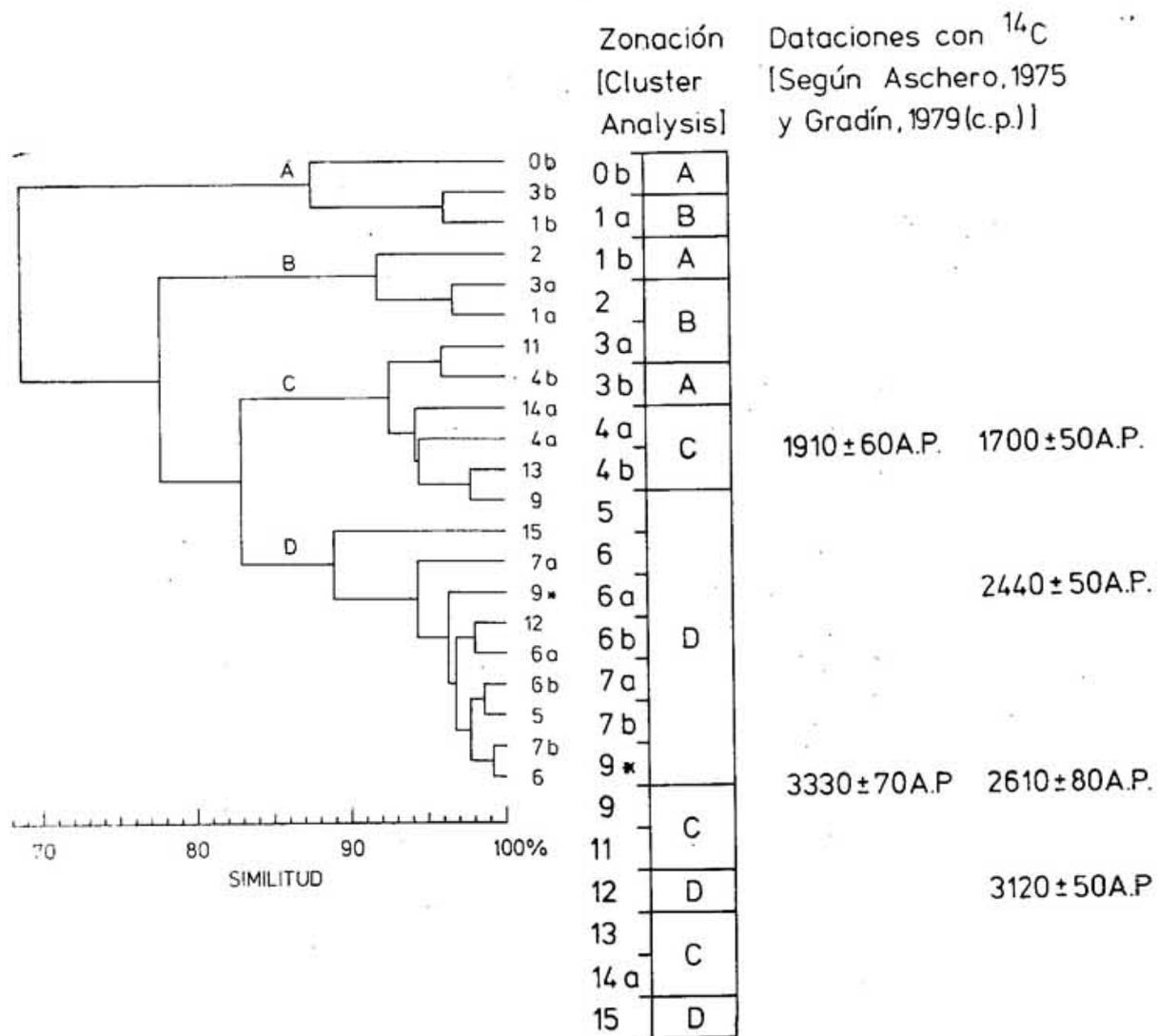


Fig. 4: (izquierda) Dendrograma producido mediante el modo Q de Cluster Analysis ("mean linkage") para el perfil estudiado.

Fig. 5: (derecha) Zonación "objetiva" del perfil mediante Cluster Analysis consistente en el ordenamiento estratigráfico de los elementos de la Fig. 4.

El cluster B reúne a 2, 3a y la que son niveles de sedimento mineral. Este cluster junto con el anterior (A) representan la porción superior del perfil y ambos guardan entre sí una diferencia apreciable. Es importante señalar que sólo en esta parte las muestras de guano tenían diferencias significativas a la

luz del cluster analysis. La observación de la Fig. 3 al modo clásico permite apreciar una estabilidad de las Gramineae dentro de la zona, un retroceso de *Nothofagus* a nivel de 1b que corresponde con pequeños aumentos de *Schinus*, *Mutisia*, *Acaena* y las Umbelliferae y un fuerte aumento de las Chenopodiineae. Esto último no es sorprendente si se piensa que 1b es un nivel de guano y que los máximos absolutos de este taxón (*vide infra*) corresponden a muestra de excrementos. Pero entre 2 y 3a se registran los máximos valores de *Typha*, taxon que solamente se encuentra en proporciones menores en el excremento mientras que alcanza sus picos absoluto y relativo en las dos muestras que nos ocupan.

Como hemos señalado más arriba, el cluster 6 (Fig. 3), enfatiza la vinculación de los ambientes halófilos con los palustres. En esta perspectiva, el pico de *Typha* y el retroceso de las Chenopodiineae en los niveles 2 y 3a puede reflejar una variación positiva del balance hídrico local con una mayor extensión de los ambientes palustres en detrimento de los salinos. La tendencia señalada se invierte hacia la actualidad. Esta interpretación resulta reafirmada, a su vez, por el análisis APF (*vide infra*).

El cluster C (Fig. 4) agrupa las muestras 11, 4b, 14a, 4a, 13 y 9, esto es tres pares de muestras consecutivas ubicadas en otras tantas porciones del perfil. Dos taxa, Chenopodiineae y Gramineae parecen constituir la principal oposición del sistema y en las tres zonas C del perfil se observan fuertes picos negativos de las primeras que corresponden a fuertes oscilaciones positivas de las segundas. Posiblemente estas zonas C reflejan una reducción del ambiente salino y la correspondiente extensión de los pastos patagónicos con el consiguiente desplazamiento espacial de las restantes comunidades que no parecen particularmente afectadas.

El cluster D reúne a las restantes muestras, apareciendo en el nivel más bajo de la excavación (muestra 15) para encontrarse luego en la 12, con una fecha radiocarbónica de  $3120 \pm 50$  A.P. (Gradin y Aschero, *op. cit.*) y ocupando luego toda la porción comprendida entre las muestras 9\* y 5, durante un lapso de unos 1.400 años. Es en este lapso cuando se produce el desmoronamiento del bloque con pinturas de relevante significado arqueológico.

La gran similitud entre los cluster C y D (83 %) puede explicarse en base al argumento ya utilizado al discutir C, esto es, que la principal oposición del sistema ocurre también entre las Chenopodiineae y las Gramineae. Sin embargo, a diferencia de C son las primeras las que registran variaciones positivas, pero ambos taxa dominan los espectros polínicos. Consistentemente puede pensarse que estos hechos reflejan una extensión de los ambientes salinos y una circunscripción de las áreas cubiertas por los pastos patagónicos. Las Compositae Tubuliflorae acompañan a las Gramineae especialmente desde la muestra 12, mientras que *Polygonum* tiene un comportamiento similar del de *Nassauvia* en esta parte del perfil. La observación del diagrama (Fig. 3) sugiere un clima riguroso con una relativa abundancia de agua, lo que limitaría la extensión del área de los coirones y crearía pequeñas zonas anfibias apropiadas para el desarrollo de halófitas y de otras plantas cuando la salinización no fuese grande. Por su parte, muchas Chenopodiineae son anuales que pueden madurar en corto tiempo y soportar la estación desfavorable en forma de semillas.

Así, dentro de un ambiente patagónico reflejado por las Umbelliferae y los característicos pastos, existirían también lugares apropiados para otros taxa más hidrófilos y aun para otros que aprovecharían la estación favorable dejando luego el suelo desnudo durante el resto del año.

*La concentración de polen y el diagrama APF.*— El diagrama APF (Frecuencia Polínica Absoluta) fue realizado para verificar algunas de las hipóte-

sis enunciadas más arriba. El objetivo teórico perseguido al introducir esta herramienta en el instrumental del palinólogo ha sido el de evaluar *separadamente* el efecto de cada una de las fuentes de polen que se encuentran dentro de la misma región o área general. Debe recordarse que con este criterio los tipos polínicos se comportan como variables independientes. Aun cuando la traducción de los datos polínicos a vegetación sería más fácil y segura con los valores absolutos que con los relativos con que se trabaja habitualmente, las dificultades inherentes a la aplicación del método requieren siempre una interpretación crítica de los resultados (Faegri e Iversen, 1975:160; Davis, M. B., 1967:227; Davis, Brubaker y Webb, 1973:9-25).

En este trabajo se ha empleado la técnica descrita por Stockmarr (1971: 615-621) y las tabletas de *Eucalyptus* preparadas por ese autor.

Más arriba (Fig. 2) se ha mostrado la diferencia de contenido polínico en todas las muestras del perfil. Es conveniente ahora observar algunos aspectos cronológicos. En este trabajo se usó únicamente la última serie de fechados radiocarbónicos (Gradin y Aschero, 1978, op. cit.) realizados en el Laboratorio Rocasolano de Madrid:

Capa 4	250 D.C. ± 50	(1700 A.P.)
Capa 6	490 A.C. ± 50	(2440 A.P.)
Capa 9	660 A.C. ± 80	(2610 A.P.)
Capa 12	1170 A.C. ± 50	(3120 A.P.)

Así, teniendo en cuenta la profundidad de las capas y el espesor de las mismas (Aschero, 1975:189) se calcularon las siguientes tasas de sedimentación:

Capa 0 a capa 4 (570 mm)	: 0,34 mm/año
Capa 4 a capa 6 (310 mm)	: 0,42 mm/año
Capa 6 a capa 9 (670 mm)	: 3,94 mm/año (Derrumbe)
Capa 9 a capa 12 (100 mm)	: 0,20 mm/año

Tres de las tasas determinadas tienen valor para los propósitos del presente trabajo. La tasa 6-9 resulta grande pues es en ese momento cuando se producen los derrumbes de los bloques con pintura, los que a su vez quitan algún significado al espesor de la capa en términos de tiempo transcurrido. Cabe señalar, por fin, que las tasas calculadas son valores medios, que deberán ajustarse a la luz de nuevos conocimientos sobre la estratigrafía.

Dejando de lado las capas de guano que pueden haberse depositado en unidades de tiempo relativamente cortas, el resto del perfil muestra una gran homogeneidad granulométrica, aunque las capas 15B y 12 sean algo más finas. La capa 1 tiene también una proporción menor de arena muy fina (Etchichury, M. C., 1975:181). En las muestras minerales del perfil encuentra Etchichury (1975:183) claras indicaciones de un origen ígneo extrusivo.

En las tasas de crecimiento que se han determinado (exceptuada la capa del derrumbe) se ve un lento crecimiento del depósito desde la capa 12 a la 9, luego un aumento entre las capas 6 y 4 y finalmente un ritmo algo más lento hacia la actualidad entre la capa 4 y la superficie del depósito.

El diagrama APF (Fig. 6) muestra tres grandes contribuyentes para el registro polínico: *Nothofagus*, Gramineae y Chenopodiineae el primero de los cuales proviene de los bosques subantárticos.

La muestra 14a tiene rasgos sumamente interesantes tanto en el diagrama APF (Fig. 6) como en el porcentual (Fig. 3). Se ve un amplio predominio de las gramíneas que alcanzan al 92 % de la suma polínica y unos 5.750 granos por gramo en el cómputo absoluto. Hacia arriba se ve una marcada disminución

en la concentración de polen y la persistente oposición Gramineae/Chenopodiineae, más visible en la Fig. 3. Hasta la muestra 6a se observan valores menores en la concentración de polen de las capas. Tal vez la verdadera tasa de crecimiento entre las capas 6 y 9 ha sido más rápida, reflejándose en un contenido menor de granos de polen por gramo de sedimento. También parece cierto que bajo condiciones más rigurosas el influjo de polen haya sido notablemente menor. Tal sería la época de erosión y gran sedimentación mencionada por Etchichury (1975).

La capa 5 (Fig. 6) muestra un fuerte incremento en casi todos los taxa locales y regionales como en los transportados desde largas distancias. Esta situación, junto con las indicaciones del diagrama de la Fig. 3 parecen reflejar condiciones más benignas en el clima local tanto como en el regional. Pero, si se comparan las figuras absolutas con las relativas queda claro que hay un buen desarrollo de la vegetación local en sus distintas comunidades.

Alero del Cañadón de las Manos Pintadas  
Diagrama APF

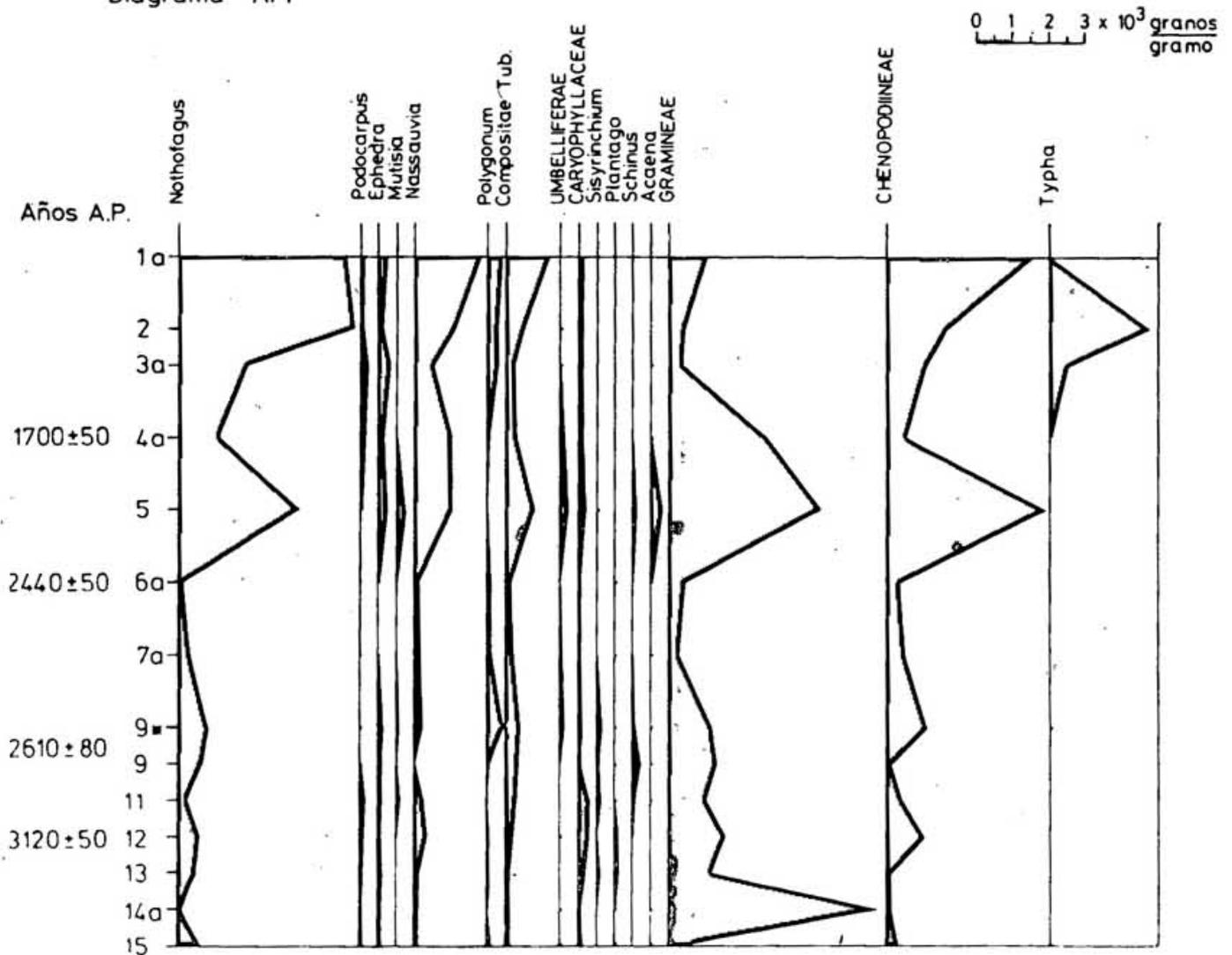


Fig. 6: Diagrama de la Frecuencia Absoluta de Polen (APF) en granos por gramo de sedimento mineral.

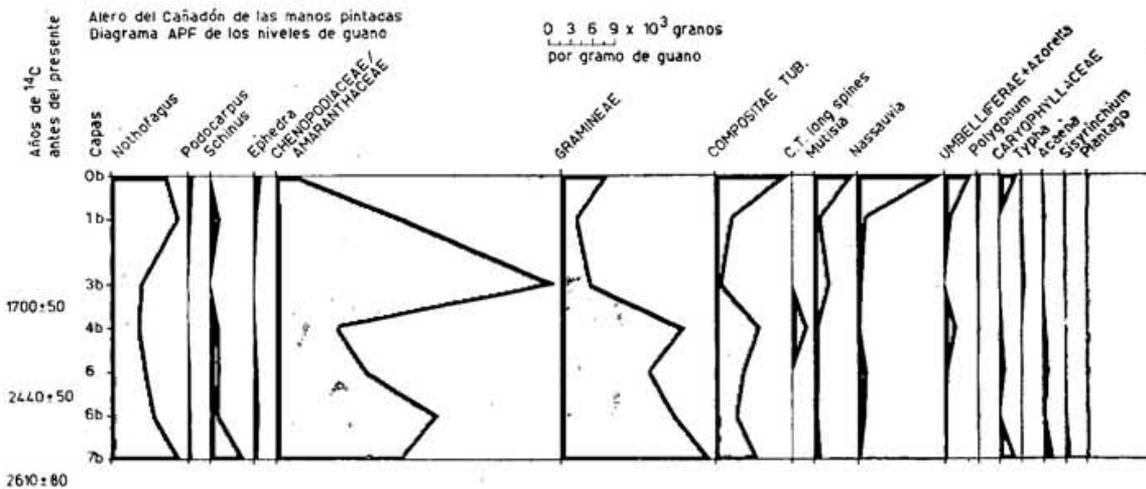
El ambiente de la capa 4 parece ser adverso a las Chenopodiineae, pero fue ampliamente favorable para las Gramineae y para *Nassauvia*. Los valores absolutos de *Nothofagus* descendieron marcadamente.

Desde 3a hasta 1a se produce un incremento marcado en la concentración de polen, pero son las Chenopodiineae, las comunidades regionales y las extra-regionales las que más contribuyen. Los pastos patagónicos sufren en cambio un marcado descenso que persiste hasta la actualidad. La irrupción de *Typha* en 3a y 2 y su drástica disminución hacia la actualidad debe marcar un episodio local significativo. En el diagrama relativo (Fig. 3) su pico se produce a expensas de las Chenopodiineae con las cuales guarda este taxón un 80 % de similitud (Dendrograma de la Fig. 3). *Nothofagus* vuelve a tener un papel relevante tanto en valores absolutos como relativos.

La Fig. 7 muestra otra parte del análisis APF, aplicado esta vez a los espectros polínicos de las muestras de excrementos. Como puede verse, las figuras no difieren significativamente de aquellas de las muestras de sedimento mineral, salvo en cuanto a la mayor incidencia de los tipos locales y moderadamente regionales. Las visitas de los animales a las poblaciones locales de plantas en busca de alimentos los pusieron continuamente en contacto directo con las fuentes de polen que resultan sobre representadas en los espectros. Pero las fuentes extra regionales, como *Nothofagus*, se encuentran abundantemente representadas lo que muestra que los complejos ciclos diarios de la dispersión de polen "contaminan" con polen extra regional a las propias fuentes locales.

Como puede verse en la Fig. 5 por debajo de la muestra 3b los niveles de guano no fueron especialmente separados de los minerales por el Cluster Analysis lo que sugiere que también ellas reflejan principalmente el ambiente vegetal antes que las preferencias alimentarias.

El agudo pico de las Chenopodiineae en 3b contrasta con los valores moderados del mismo taxón en 3a y 4a, reflejando aquí una especial predilección de los animales por estas plantas. El caso se repite aunque de manera menos estridente y con otros taxa en los niveles 0b y 1b, los que junto con 3b fueron reunidos en el cluster A (Figs. 4 y 5).



**Fig. 7:** Diagrama de la Frecuencia Absoluta de Polen (APF) en granos por gramo de excremento seco. Aquí el término Chenopodiaceae/Amaranthaceae debe considerarse como estrictamente equivalente a Chenopodiineae utilizado en las otras figuras.

Por último, cabe señalar que los valores absolutos de la Fig. 7 resultan exagerados al compararlos con aquellos de la Fig. 6. Esta sobre dimensionalidad puede ser explicada en gran parte por la diferencia de densidad existente entre los coprolitos (inferior a un gramo por centímetro cúbico) y la de los sedimentos minerales (superior a dos gramos por centímetro cúbico). Dado que el APF

se basó en el peso de las muestras y dadas las diferentes densidades de las mismas, los volúmenes comparados han sido desiguales. Tal desigualdad, introducida por la densidad de las muestras trató de compensarse dibujando la Fig. 7 en una escala tres veces más pequeña que la de la Fig. 6. Con tal corrección se aprecia más correctamente el alto contenido polínico de los excrementos.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

El análisis absoluto y relativo del contenido polínico de las muestras del relleno del Alero del Cañadón de las Manos Pintadas brinda un cuadro paleoecológico preliminar para esa región del Sur de Chubut. Al carecerse de suficiente información sobre la dispersión actual del polen en relación con la vegetación se recurrió al Cluster Analysis como una aproximación a los grupos ecológicos que contribuyen su polen al relleno del Alero. Los clusters 2, 3 y 4 (Fig. 3) reflejan la existencia de comunidades conocidas para los ámbitos local y regional. El cluster 5 sólo puntualiza la existencia de una Compositae palatable para los guanacos. El cluster 6 reúne a las halófitas (y seguramente también a cierta proporción de anuales adaptadas a otros ambientes) con las palustres. Este grupo tiene particular importancia en la indicación de las variaciones ambientales acaecidas durante el lapso estudiado. Finalmente, el cluster 1 reúne los elementos transportados desde grandes distancias, puntualizando una vez más la importancia de esta fuente en los espectros polínicos de los ambientes áridos (D'Antoni, 1977; D'Antoni y Markgraf, 1978).

También se utilizó el Cluster Analysis para la zonación del perfil de una manera más objetiva que la corriente, esto es, mediante todos los tipos considerados. El límite zonal más importante del perfil es el que se encuentra entre las muestras 3b y 4a, cuando el ambiente local asume su fisonomía actual. El cluster A incluye a las tres muestras de guano de la porción superior del perfil mientras que el B hace lo propio con las de origen mineral. Esta separación puede interpretarse como el reflejo de una mayor selección de alimentos por parte de los animales en la última parte de la columna geológica.

El cluster D se interpreta como una situación ambiental más severa caracterizada por temperaturas más bajas dentro y fuera de la región lo que se refleja en una contribución menor de los elementos de los bosques Subantárticos y de la flora local. Probablemente la caída del bloque con pinturas pueda vincularse a fenómenos de congelamiento y derretimiento del agua infiltrada en las fisuras de la roca. En una situación como la que se sugiere, tal vez las anuales tuvieron una importancia peculiar en la fisonomía de la vegetación. Es posible que se haya acentuado el carácter patagónico del clima lo que haría que la estación térmicamente favorable fuese menos húmeda y que la época de las precipitaciones fuese demasiado fría. De este modo la superficie del suelo quedaría desnuda por más tiempo y el viento podría aportar al relleno más minerales y menos polen en cada unidad de tiempo. Con una evaporación más lenta de las precipitaciones invernales se producirían muchos microambientes húmedos apropiados para plantas palustres resistentes al frío y para las anuales de ciclo corto. También las halófitas resistentes al frío tendrían aquí buenas oportunidades.

El cluster C —tres pares de muestras intercaladas en otros tantos sectores del perfil— refleja condiciones de transición con aumentos de los elementos de larga distancia y buen desarrollo de los pastos patagónicos. La muestra 15 da lugar al máximo absoluto y relativo de las Gramineae que se producirá en 14b. Los otros dos máximos de este taxón se encuentran entre 9 y 11 entre 4a y 4b. A partir de este punto, los pastos retroceden hasta su emplazamiento actual.

En el presente trabajo se ha producido información paleoecológica mediante la combinación del APF y el análisis porcentual tradicional en palinología y se han hecho breves incursiones en el campo del paleoclima. Sin embargo, es necesaria mucha más investigación local y regional antes que los diagramas ofrecidos puedan interpretarse con la precisión debida y las hipótesis puedan ser rectificadas o ratificadas.

Para ofrecer una interpretación más rica, utilizando toda la información producida tanto en éste como en otros trabajos es indispensable una elaboración conjunta por parte de todos los investigadores que han trabajado sobre materiales de este interesante sitio.

*Agradecimientos.* — El autor desea expresar su profundo agradecimiento a Carlos J. Gradin (CONICET, Argentina), al Prof. B. Frenzel (Universidad de Hohenheim, Stuttgart, R.F.A.) y a la Fundación Alexander von Humboldt (Bonn, R.F.A.).

#### BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, D.P.; 1970. *Some Palynological Applications of Multivariate Statistics*. Dissertation for the Ph.D. degree in the Graduate College, University of Arizona, Tucson.
- ASCHERO, C. A.; 1975. *Secuencia Arqueológica del Alero de las Manos Pintadas Las Pulgas, Departamento Río Senguerr, Chubut*. Relaciones. Sociedad Argentina de Antropología IX (N.S.): 187-209. Buenos Aires.
- CABRERA, A. L.; 1958. *Fitogeografía*. En *La Argentina. Suma de Geografía*. Aparicio y Difrieri (eds.). III (II): 103-207, Buenos Aires.
- 1971. *Parte VII. Compositae*. En *Flora Patagónica*. Maevia N. Correa (Dir.). Colección Científica del INTA, Buenos Aires, 451 pp.
- D'ANTONI, H. L.; 1976. *Paleoecología de la Gruta del Indio (San Rafael, Mendoza) y sus correlaciones*. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Naturales y Museo, Univ. Nac. La Plata.
- 1977. *Los últimos 30.000 años en el Sur de Mendoza (Argentina)*. III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología, México D.F. (en prensa; resumen publicado en *Programa y resúmenes de los trabajos, 1977*).
- 1979. *Arqueoecología. El hombre en los ecosistemas del pasado a través de la palinología*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Colección Científica. México (en prensa).
- 1979 b. *Similarity Matrix*. Program number 04006D. User's Library, Hewlett-Packard Co. Corvallis, Oregon, U.S.A.
- y V. Markgraf; 1978. *Dispersión del Polen Actual en el Oeste árido argentino*. Anales 4 (1977): 125-150. IANIGLIA (CONICET). Mendoza.
- DAVIS, M. B.; 1967. *Pollen accumulation rates at Rogers Lake, Conn., during the late and post-glacial time*. *Review of Paleobotany and Palynology* 2: 219-230. Amsterdam.
- ; Brubaker, L. B. and T. Webb; 1973. III. *Calibration of absolute pollen influx*. en *Quaternary Plant Ecology*, Birks & West (eds.) Blackwell Scientific Publications London, 9-25.
- ETCHICHURY, M. C.; 1975. *Sedimentología del perfil de el Alero de las Manos Pintadas*. Relaciones. Sociedad Argentina de Antropología IX (N.S.): 177-185, Buenos Aires.
- FAEGRI, K. and P. Ottestad; 1948. *Statistical problems in pollen analysis*. Univ. Bergen Arb. Naturv. rk3. Bergen.
- and J. Iversen; 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. (3rd. revised edition). Munksgaard, Copenhagen.
- FREDSKILD, B.; 1975. *A late-glacial and early post-glacial pollen-concentration diagram from Langeland, Denmark*. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 97: 151-161, Stockholm.
- GRADIN C.; 1973. *El Alero de las Manos Pintadas (Las Pulgas, Pcia. de Chubut)*. Centro Camuno di Studi Preistorici 10: 169-207. Capo di Ponte, Brescia, Italia.

- MAHER, L.; 1977. *The confidence limit is a necessary statistic for relative and absolute pollen data.* Proceedings of the IVth. International Palynology Conference. Lucknow (India). Preprint.
- MARKGRAF, V. and. H. L D'Antoni; 1978a. *Pollen Flora of Argentina. Modern Spore and Pollen Types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae.* University of Arizona Press, Tucson. 208 pp.
- 1978 b. *Comparison of Principal Component and Cluster Analysis Techniques on Modern Pollen and Vegetation data from Argentina.* II Annual Meeting of the American Association of Stratigraphic Palynologists, Phoenix, Arizona.
- MOSIMANN, J. B.: 1965. *Statistical Methods for the Pollen Analysis.* En *Handbook of Paleontological Techniques.* Kummel & Raup (eds.). Freeman, San Francisco, 636-673.
- SOKAL, R. R. and F.H.A. Sneath; 1963. *Principles of Numerical Taxonomy.* Freeman, San Francisco, 359 pp.
- SORIANO, A.; 1950. *La vegetación del Chubut.* Revista Argentina de Agronomía 17: 30-66, Buenos Aires.
- STOCKMARR, J.; 1971. *Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis.* Pollen et Spores XIII (4): 615-621, Paris (1972).
- WATERBOLK, H. T.; 1964. *Pre-Quaternary Pollen Analysis.* En *Textbook of Pollen Analysis.* Faegri & Iversen, 2nd. ed. 2nd. printing. Munksgaard, Copenhagen: 140-153.
- WISHARDT, D.; 1969. *Clustan IA. User Manual.* Edition 1, First issued in november 1969. Printout from Tucson.