ISSN 0325-2221
Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología. T. XVI, N. S. 1984-1985, Bs. As.

CONTRIBUCIONES A LA ARQUEOECOLOGIA DE PAMPA GRANDE, PROVINCIA DE SALTA

Myriam Rosa Oller *
*Héctor Luis D'Antoni**
María Alejandrina Nieto *

INTRODUCCION

Entre las serranías de Las Pirguas y El Rodeo, a 25°46'S y 65°24'O, se encuentra la localidad arqueológica de Pampa Grande (Fig. 1). Los aborígenes prehistóricos usaron como sitios ceremoniales numerosos abrigos rocosos de esta localidad ubicados por encima de los 2.000 metros sobre el nivel del mar. Allí enterraron a sus muertos, unas veces sacrificados y otras en entierros secundarios. En 1975, H. L. D'Antoni y J. Togo dieron a conocer un resumen de sus trabajos paleoecológicos sobre los materiales recuperados en las excavaciones arqueológicas realizadas por A. Rex González, D. García y J. Togo en 1971 (ver D'Antoni y Togo, 1975).

El objetivo general del presente trabajo es aplicar nuevos métodos a los estudios palinológicos de sedimentos y excrementos animales, interpretando los resultados sin emitir hipótesis antes de ordenar objetivamente la información recuperada, para verificar finalmente si la interpretación tradiconal de 1975 se mantiene cuando los datos son tratados con técnicas numéricas avanzadas. Un segundo objetivo general que este trabajo comparte con el anterior, es encontrar respuestas a los siguientes interrogantes: a) ¿Cómo fue el ambiente natural durante el lapso en que los abrigos rocosos fueron utilizados por los aborígenes? y b) ¿Cómo se insertaron sus prácticas de funebria dentro del ciclo anual?

El análisis de polen consiste en la determinación y recuento de los tipos que componen la "lluvia polínica" actual o del pasado, su expresión proporcional o absoluta, su tratamiento estadístico, la representación gráfica de los resultados y su interpretación para servir a los objetivos del trabajo (D'Antoni, 1979). Es ante todo un instrumento para reconstruir la historia de la vegetación; pero la vegetación es una expresión del ambiente total de modo que del registro polí-

* Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250 (7600) Mar del Plata.

nico puede inferirse no sólo la vegetación sino también otros componentes del complejo ambiental.

Las técnicas numéricas y estocásticas multivariadas que se aplicaron a los datos generaron grupos de variables y grupos de muestras, los que trataron de explicarse en base a la referencia actual. Por último, la aplicación palinológica de una técnica tomada de la arqueología permitió estimar la estacionalidad de las prácticas de funebria.



FIGURA 1: Mapa de la Provincia de Salta, con la ubicación de la localidad arqueológica de Pampa Grande.

MATERIALES Y METODOS

D'Antoni y Togo (1975) analizaron cinco niveles de sedimento del relleno de la Cueva El Litro y 36 coprolitos (heces secas) de Camellidae recuperados en las excavaciones de 1971. Para concentrar el contenido polínico de los sedimentos, las muestras se procesaron siguiendo las etapas usuales en Palinología: defloculación, remoción de materiales no esporopolenínicos, inclusión del residuo, coloración y montaje de alícuotas del mismo.

En cuanto a los coprolitos, el tratamiento incluyó ebullición en 10 % de KOH, filtrado en malla de 250 μ, acetólisis, inclusión en aceite de siliconas y montaje. Entre sedimentos y coprolitos se analizaron 41 muestras determinándose 67 taxa polínicos y recontándose en total 8.148 granos.

Para los tratamientos numéricos de la información, se redujo la dimensión del cuerpo de datos considerando únicamente aquellos taxa que por lo menos una vez alcanzaron a totalizar el 1 % de la suma de polen correspondiente.

Metodología Numérica:

Los datos de los recuentos polínicos de cada muestra analizada fueron presentados como la probabilidad de aparición de cada uno de los tipos polínicos expresada en porcentajes del total, según el modelo:

$$\hat{p}_i\ \% = \frac{x_i}{n} . 100$$

donde $\hat{p}_i\%$ es la probabilidad porcentual de un tipo polínico, x_i es el número de granos de polen de ese tipo y n es la suma de granos de polen de la muestra considerada.

Los valores computados para $\hat{p}$ son los estadísticos de la muestra utilizados como estimadores de los respectivos parámetros de la comunidad. El valor de $\hat{p}$ es el que con mayor probabilidad corresponde al parámetro que se estima, pero puede fluctuar al repetirse los ensayos. Aplicando el análisis multinomial positivo desarrollado por Mosimman (1963, 1965) mediante un programa propio (D'Antoni, 1979) se computaron los intervalos de confianza para el 95 % de probabilidad para todos los $\hat{p}_i$. Los resultados de este análisis se interpretaron como los rangos dentro de los cuales se encontraba el valor verdadero de cada parámetro (x_i) en la comunidad reflejada en cada muestra, dando una idea clara del ajuste de los estimadores. Cuando se los compara diacrónicamente permiten estimar la significación de las fluctuaciones de cada población (en su rol dentro de la comunidad) a través del tiempo. El modelo empleado es:

$$\hat{p}_i = \frac{\hat{p} + (3.84/2n) \pm (1.96)\ \sqrt{p\ (1-p/n) + (3.84/4n^2)}}{1 + (3.84/n)}$$

donde $\hat{p}_i$ son los límites (para el 95 %) de las probabilidades estimadas para cada tipo, p es la probabilidad estimada como $\frac{x}{n}$ donde n es la suma de polen en cada espectro.

Otra técnica empleada fue la estimación de la diversidad sistémica en base a la cantidad H de información contenida en cada espectro polínico. El modelo empleado fue el de Shannon y Wheaver (1949):

$$H = -\Sigma \hat{p}_i\ \log_2\ \hat{p}_i$$

Esta aplicación de la teoría de la información a la ecología ha sido sostenida por varios autores (ver Margalef, 1974). La lectura de la cantidad de información interpretada como diversidad de la comunidad supone adherir a la hipótesis de una relación entre aquella y la estabilidad de un ecosistema. Esta hipótesis continúa siendo materia de discusión (Gould, 1982) pero nosotros creemos que es interesante ensayarla en Palinología.

Con algunas innovaciones, las técnicas reseñadas hasta aquí han permitido presentar los datos analíticos de una manera que facilita la interpretación tradicional de los diagramas. Sin embargo, en este trabajo se ha tratado de cambiar los fundamentos de la investigación de 1975 a la luz de las llamadas "técnicas objetivas".

Así, considerada la matriz de datos de un perfil como un grupo de transformaciones (D'Antoni, 1983), se trató de descubrir las estructuras sincrónicas

y diacrónicas. Para ese fin se realizó un análisis de la correlación entre las variables polínicas (T) que dio como resultado una matriz de correlación TxT. Del mismo modo se compararon las muestras (M) y se obtuvo una matriz de correlación MxM. Ambas fueron generadas mediante el modelo de Pearson para Producto-Momento:

$$r = \frac{S\ a\ b}{Sa\ .\ Sb}$$

donde Sa b es la covarianza de a y b, Sa es la varianza de a y Sb es la varianza de b.

Los resultados fueron leídos por Cluster Analysis (Anderberg, 1973; Everitt, 1977) en la modalidad "Single Pair-group, Mean Average" (Sokal y Sneath, 1963) con programas propios (D'Antoni, 1979). Los resultados de estas lecturas se presentaron como dendrogramas. Las mismas matrices se utilizaron para alimentar nuestros programas de Análisis Factorial en la opción para Componentes Principales (D'Antoni, 1984, inédito). Los resultados de este análisis se expresaron como gráficos de coordenadas.

Finalmente, con el fin de establecer un patrón de estacionalidad se ordenaron los espectros polínicos de los coprolitos de animales mediante el Método de Ford (1962), tomado de la Arqueología. Los tipos de polen presentan la diversidad de la naturaleza y son categorías bien establecidas, lo que disminuye el riesgo, inherente al Método de Ford de construir cronologías sobre la base de "artefactos" de las técnicas de recuperación y tratamiento de la información.

RESULTADOS

En el diagrama de la Figura 2 se presentan los resultados de los intervalos de Confianza Multinominales para una probabilidad del 95 % obtenidos con los datos del perfil sedimentario de la Cueva "El Litro". La contribución de esta técnica consiste en clasificar las fluctuaciones significativas permitiendo una mejor evaluación visual de su importancia.

El diagrama integrado que fue realizado en base a los datos proporcionados por el análisis de Componentes Principales (Figura 3) evidenció las variaciones sincrónicas de los indicadores más importantes a través de la oposición AP vs. NAP. El dendrograma en modo a discrimina claramente dos grupos de muestras: 4-5 y 1-2-3, resultado que también se manifiesta en la Curva de Diversidad, donde se observa una heterogeneidad creciente a partir de la muestra 4.

El cálculo de los Componentes Principales en base a la matriz en modo Q nos permitió relacionar el conjunto de las cinco muestras, redefiniendo los dos grupos: 2-3-1 y 4-5 de acuerdo a sus proximidades en el espacio delimitado por los dos primeros componentes que explican el 98,98 % de la varianza. (Figura 3, A).

De los doce componentes calculados a partir de la matriz R, para la representación gráfica se utilizaron los cuatro primeros que explican un 80 % de la varianza total (Figura 3, B-G).

Esta técnica discriminó dos grupos de variables, el primero está formado por: *Almus* (Al), *Celtis* (Ce), Monocotilodoneae (MO) y *Schinus* (Schl)

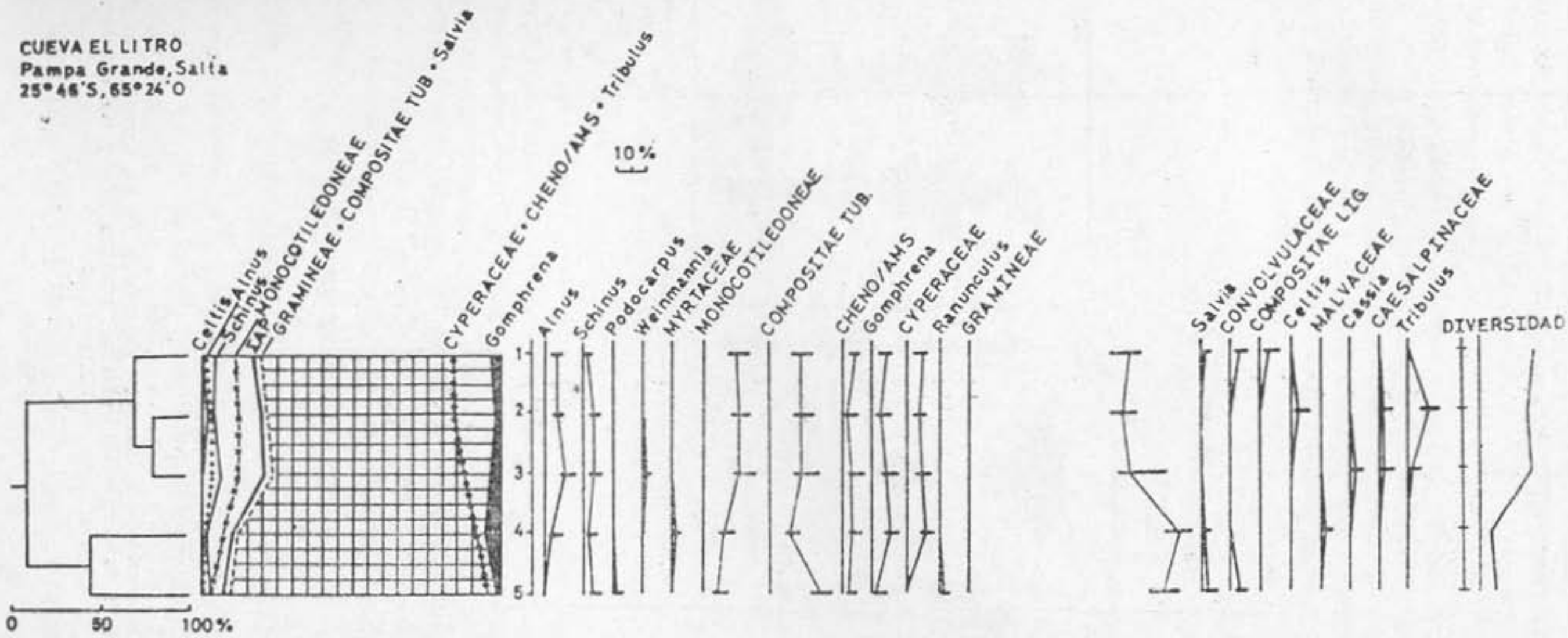


FIGURA 2: Diagrama disociado, con intervalos de Confianza; curva de Diversidad a la derecha; Diagrama integrado, y a la izquierda de éste el dendrograma en modo Q.

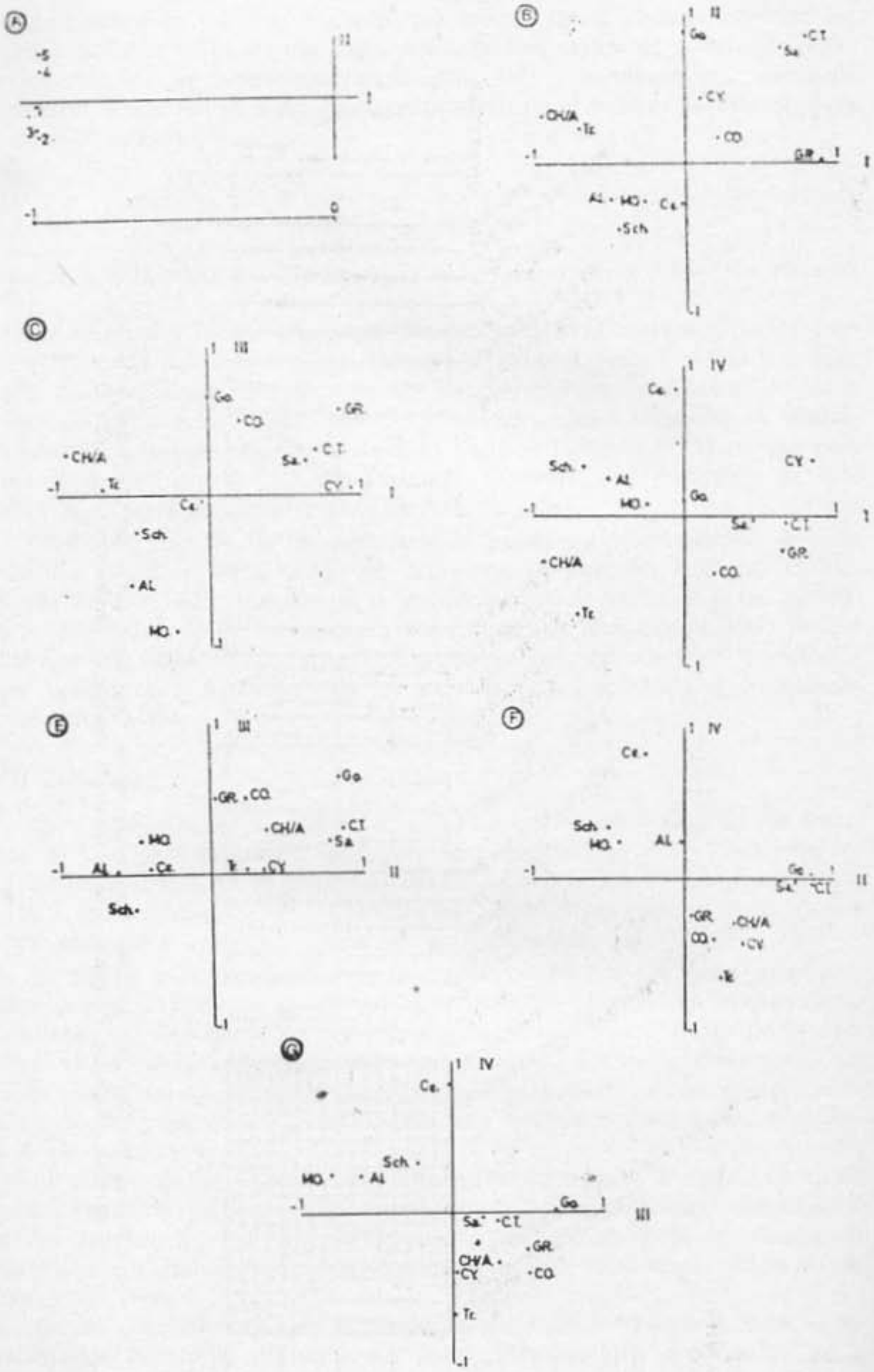


FIGURA 3: Gráficos bidimensionales, obtenidos del cálculo de los Componentes Principales, basado en el análisis de la correlación entre las muestras (A) y las variables polínicas (B - G).

que corresponden a taxa dominantes del bosque y elementos asociados. El segundo está formado por Gramineae (GR), Convolvulaceae (CO), Chenopodiaceae/Amaranthaceae (CH/A), *Tribulus* (Tr), Cyperaceae (CY), *Salvia* (Sa), Compositae Tubuliflorae (C.T.) y *Gomphrena* (Gr), elementos que pertenecen a la pradera montana.

El diagrama resultante de la aplicación del Método de Ford mostró la distribución de los espectros polínicos obtenidos de las muestras de coprolitos animales formando "husos" que sirvieron para establecer la estacionalidad de la localidad estudiada (Fig. 4). Este diseño evidencia que Gramineae, Compositae, Cheno/Ams y *Gomphrena* tienen períodos de floración superpuestos produciendo un espectro continuo o pseudocontinuo.

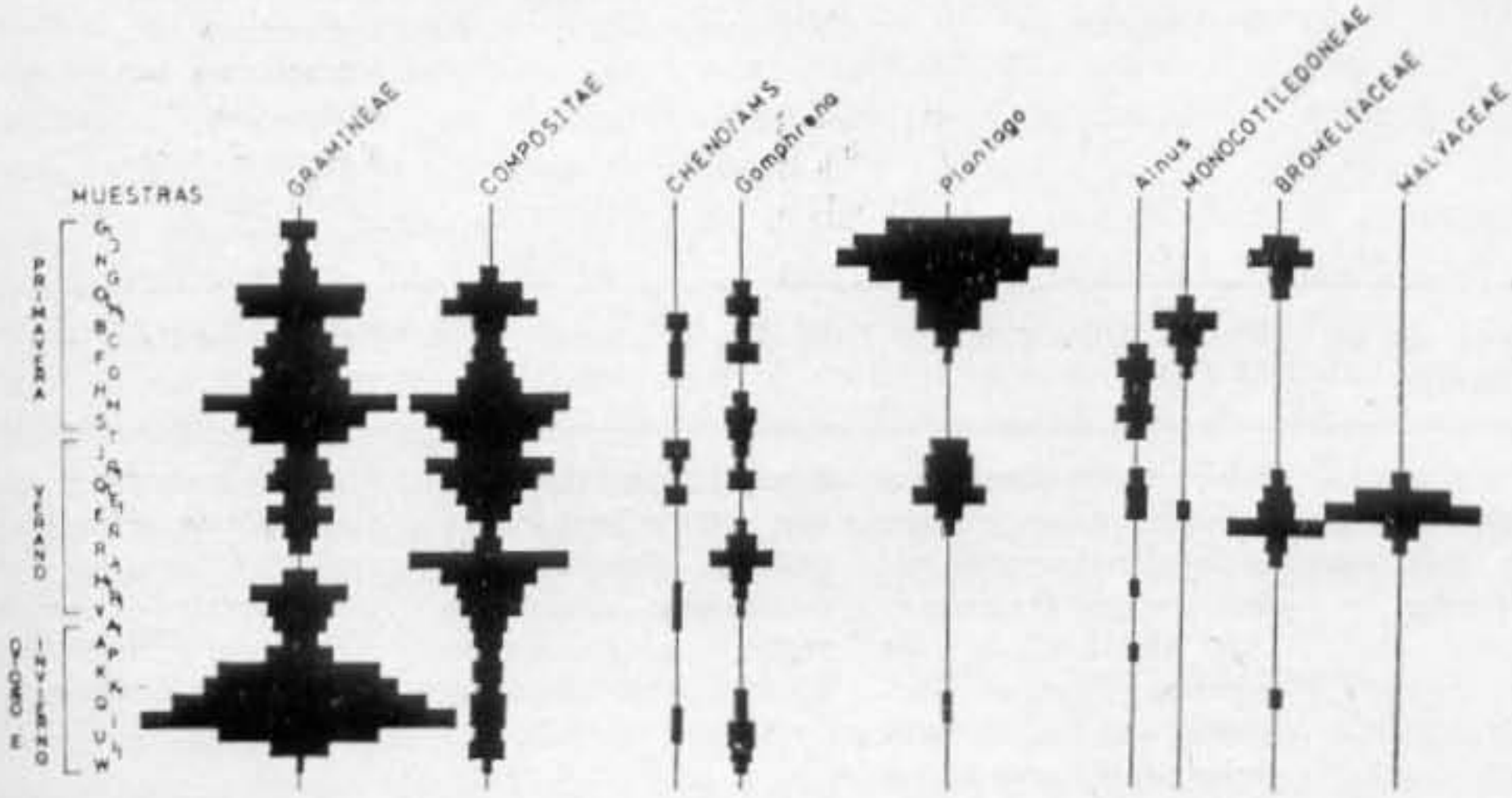


FIGURA 4: Diagrama resultante de la aplicación del Método de Ford a los datos de los recuentos de las muestras de coprolitos animales.

Como estas plantas herbáceas presentan varias poblaciones específicas que son polinizadas a lo largo de toda la estación de crecimiento, aquellas con requerimientos ambientales diferentes, florecerán sucesivamente produciendo una serie de estaciones superpuestas.

Los restantes taxa: *Plantago*, *Alnus*, Monocotiledoneae, Bromeliaceae y Malvaceae presentan sus ciclos de floración bien definidos, ya que sus requerimientos para crecer y reproducirse son mucho más estrictos que los de las hierbas de estación continua.

RESUMEN DE LOS PARAMETROS DE REFERENCIA ACTUAL

El tipo predominante es la selva nublada en valles y llanuras al pie de las montañas mientras que en las laderas y serranías se extiende el Distrito de Selvas y Bosques Montanos (*sensu* Cabrera, 1976). Entre estos bosques y por encima de ellos existen praderas herbosas que ascienden a más de 2.700 m de altura donde se fusionan con manchas de vegetación abierta de la Provincia Prepuneña. Según Lillo (1919) y Hueck (1959) Pampa Grande puede ubicarse

en la "Región del Aliso y Queñoa" y en la de los "Prados Alpinos" entre los 1.800 y 2.700 metros de altura.

El siguiente cuadro resume las características florísticas, edáficas y topográficas más importantes correspondientes a la zona de estudio, según referencias de Tortorelli (1956), Hueck (1959) y Meyer (1963).

Ubicación:	Distrito Oranense Desde los 1.000 m. hasta los 1.500 m.	Distrito Montano Desde los 1.500 m. a 2.000 m. de altura	Distrito de Pradera De 2.000 m. a 2.700 m. y hasta 3.000 m.
Flora recuperada en los análisis de polen:	Acacia sp. Caesalpinacea Cassia sp. Celtis sp. Weinmannia sp.	Alnus jorullensis Bromeliaceae Podocarpus parlatorei Polylepis australis Schinus molle	Chenopodiineae Compositae Liguliflora Compositae Tubiliflora Convolvulaceae Cyperaceae Gomphrena sp. Malvaceae Ranunculus sp. Salvia sp. Tribulus sp.
Tipos de vegetación:	Bosque subtropical	Bosque montano	Pradera montana
Comunidades vegetales más importantes:	Bosques con densa vegetación interior que incluye numerosos estratos según las exigencias de luz de las especies. Bosques ribereños en las terrazas bajas inmediatas a los ríos.	Bosque subclimácico con estrato herbáceo y epifítico, elementos secundarios. Disminuye según la altitud y marca el límite climático.	Pradera herbosa y pocas especies arbustivas asociadas. En zonas elevadas domina la estepa graminosa y vegas en terrenos de deshielo.
Relieve y suelo:	Quebradas y valles. Suelos ácidos, cubiertos por detritos vegetales. Tres horizontes bien característicos.	Montañas y laderas elevadas. Suelos inmaduros, pedregosos arenosos en algunas zonas.	Valles y altiplanicies. Horizonte "A" muy estructurado y espeso, localmente se detectan materiales loessoides sin horizonte "B".

CLIMA

Aunque las diferencias de altura, relieve y exposición determinan considerables variaciones en lugares relativamente próximos, las características generales en la zona son las siguientes: en el Distrito de las Selvas, que ocupa las llanuras al pie de las montañas y cerros bajos inmediatos de los primeros contrafuertes cordilleranos, el ambiente es húmedo y sombrío y la vegetación se distribuye en estratos de acuerdo a sus necesidades de luz.

La zonación altitudinal está determinada por la cantidad creciente de precipitaciones, mientras que la temperatura decreciente tiene efectos significativos a partir de los 2.000 metros. En las zonas más elevadas, el clima es templado y húmedo durante la temporada estival, mientras que los inviernos son fríos y

secos con abundantes nevadas, debido al deslizamiento del aire frío cordillerano. Estas condiciones permiten que durante el verano aparezcan, entre los pastos dominantes, numerosas especies herbáceas anuales con ciclo de vida bien definido, mientras que en los meses desfavorables sólo persisten algunas especies de Gramineae.

Las precipitaciones y el descenso de la temperatura hacen que las cuevas permanezcan cubiertas de nieve desde mayo hasta fines de septiembre, resultando inaccesibles para el hombre y para los animales.

DISCUSION

En cuanto al primer objetivo de este trabajo: verificar si la interpretación tradicional se mantiene cuando los datos son tratados con técnicas objetivas, cabe señalar que las interpretaciones logradas al ordenar los datos analíticos mediante estas técnicas, no difieren formalmente de las propuestas en el trabajo de 1975. En efecto, mediante dos tratamientos distintos de la similitud entre las muestras se verificó que el límite zonal del perfil se encuentra entre 3 y 4, siendo este resultado idéntico al anterior.

La lectura del modelo gráfico no es la única forma posible de ordenar la información y resulta subjetiva en cuanto el autor elige las variables que le parecen significativas en base a sus propios conocimientos. La ordenación numérica de los datos es coherente con el modelo matemático utilizado, independientemente de la voluntad del investigador. Si los resultados de ambas interpretaciones coinciden no es porque el tratamiento numérico "dio bien en este caso" sino porque en el modelo subjetivo se eligieron acertadamente las variables. Pero este último hecho es difícil de probar si no se lo verifica con un tratamiento numérico.

En cuanto al segundo objetivo general: ¿cómo fue el ambiente natural durante el lapso en que los abrigos rocosos fueron utilizados por los aborígenes?, las cinco muestras de la Cueva "El Litro" brindaron información básica para conocer las etapas sucesionales que condujeron a la configuración actual. Así, los distintos espectros polínicos de las muestras pueden agruparse con algunas de las dos fisonomías que describe Cabrera (1976) para esta topografía de la Provincia de las Yungas: 1) Distrito de los Bosques Montanos y 2) Distrito de las Praderas Montanas, grupos que presentan estrategias diferentes a una variación climática dada, manteniendo un comportamiento conservador de la homeostasia del sistema.

Mediante el análisis de los Componentes Principales de los taxa polínicos se reprodujo la oposición AP (Arboreal Pollen) vs. NAP (Non Arboreal Pollen) como Bosque Montano vs. Pradera Montana.

En cuanto a la diacronía, el Cluster Analysis y el Análisis de Componentes Principales coinciden en fijar el límite de las dos zonas del perfil entre las muestras 3 y 4. Por encima de ese límite el ambiente tiene una mayor influencia de los Bosques Montanos que por debajo del mismo, reflejando el control de la estructura R sobre la Q del sistema. Traduciendo esto a términos ecológicos, dentro de un ambiente de pastizal, el límite entre las muestras 3 y 4 refleja el momento en que los Bosques Montanos ascienden por el gradiente topográfico, acercándose a la cueva. Esto puede interpretarse como un aumento de la temperatura que es el factor limitante del sistema.

En cuanto al segundo interrogante de este objetivo: ¿cómo se insertaron las

prácticas de funebria dentro del ciclo anual?, el análisis de coprolitos de Camellidae ofreció el mejor material. Sin considerar las edades de cada una de las heces analizadas, se trataron estos materiales como si constituyesen los exponentes de un ciclo anual. Sobre esta hipótesis de trabajo se realizó una "seriación" de los espectros polínicos mediante el "Método de Ford".

Para determinar la estacionalidad a partir de este conjunto de muestras se tuvo en cuenta que ciertas especies de Bromeliaceae típicas de la zona (por ej.: *Tillandsia maxima* y *Vriesia tucumanensias*) viven asociadas al Bosque Montano, prosperan y florecen desde comienzos de la primavera y se multiplican vegetativamente en el verano (Castellanos, 1945). Este fenómeno aparece en el huso correspondiente a este taxon (Bromeliaceae), que coincide con el de *Plantago* sp., lo que puede marcar el comienzo de la estación primaveral. El verano se evidencia desde la muestra S, a partir de la cual están representados la mayoría de los grupos. Nuevamente aparece un huso de Bromeliaceae que correspondería a otras especies de floración estival, más o menos coincidente con las figuras correspondintes a Malvaceae, *Plantago* sp. y *Gomphrena* sp. Estas parecen delimitar el desarrollo de la etapa estival que se extiende hasta la muestra V, aproximadamente. A partir de ella aparecen condiciones climáticas más rigurosas reflejadas en las escasas o nulas proporciones de casi todos los taxa polínicos, con la excepción de Gramineae. El gran desarrollo de este taxon podría explicarse por la plasticidad de varias de sus especies que prosperan en condiciones adversas para casi todas las demás. En los estudios aeropalinológicos las Gramineae se consideran como un taxon de "floración continua". En resumen, puede postularse que los ritos de funebria tenían lugar en primavera. Las muestras G_1 a N_1 quedan agrupadas en la etapa primaveral del diagrama de Ford y son las que se hallaron como ofrendas en el interior de las urnas funerarias.

RECOMENDACIONES PARA UN TRABAJO ULTERIOR

Del presente análisis se desprende, en primer término, la necesidad de aumentar el número de muestras para los perfiles como el de la cueva "El Litro". La zonación obtenida es válida, dentro de los límites del modelo establecido, pero resulta demasiado simple para permtiir especulaciones más profundas que las realizadas.

Las dataciones de ^{14}C en distintos segmentos del perfil, permitirían utilizarlo como "columna tipo" para los estudios regionales y correlacionarlo con otros perfiles de ésta y otras regiones.

Así, la primera recomendación es un nuevo estudio de los sedimentos de "El Litro". Estos conservaron el polen en buenas condiciones y han demostrado que el emplazamiento del sitio es correcto para estudiar las variaciones sistémicas de la vegetación debidas a las fluctuaciones de los distintos factores de control.

La segunda recomendación es el estudio de la frecuencia polínica absoluta (APF) para poder evaluar el comportamiento de cada fuente de polen independientemente de todas las demás y construir la totalidad en base a la covariación de variables independientes y del influjo absoluto de polen (API) para estimar el comportamiento independiente de las fuentes en los espectros de un perfil en el que se ha corregido la escala de tiempo en base a las variaciones de la tasa de sedimentación.

La tercera recomendación es continuar con el uso de una metodología objetiva para producir los datos numéricos y detectar interacciones significativas en-

tre las variables para construir un modelo. Mientras que en la metodología estadística tradicional se emiten hipótesis en base a conocimientos previos (y no siempre pertinentes), para validarlas o desecharlas mediante tests, las técnicas multivariadas invierten el planteo ya que en base a sus resultados se generan las hipótesis.

Ante la información analítica objetivamente ordenada, el investigador busca causas que expliquen el orden. De este modo, la subjetividad del científico entra en el último momento del proceso investigativo y en una proporción menor que en los métodos tradicionales. Su creatividad se aplica eficientemente sobre una totalidad estructurada en base a la covarición de sus elementos.

La cuarta recomendación es la construcción de un modelo actual de la dispersión y sedimentación del polen en relación con la vegetación y el clima del presente. Este posibilita la investigación del pasado mediante un enfoque actualista de las interacciones.

Mar del Plata, Abril de 1985

BIBLIOGRAFIA

ANDERBERG, L. 1973. "Cluster Analysis for application", Academic Press, New York.

CABRERA, A. L. 1976. "Regiones fitogeográficas de la República Argentina". ACME SACI, 2ª Edición, Buenos Aires.

D'ANTONI, H. L. 1979. "Arqueoecología. El hombre en los ecosistemas del pasado a través de la Palinología". Colección Científica, Nº 72, México.

1979. "Matrix Correlation and Cluster Analysis". Hewlett Packard User's Library, 04117, D67.

1980. "Positive and Negative Multinomial Confidence Intervals", Programme 04468 D, Hewlett Packard User's Library.

1983. "Palinología Estructural". Premio Coca-Cola en las Artes y las Ciencias, Buenos Aires.

D'ANTONI, H. L. y J. TOGO. 1975. "Contribuciones a la Paleocología Arqueológica de Pampa Grande". Congreso Nacional de Arqueología, Uruguay.

EVERITT, B. 1974. "Cluster Analysis". John Willey and Sons, New York.

FORD, J. 1962. "A quantitative method for deriving cultural chronology". Pan American Union, Technical Manuals N 1, Washington, D.C.

GOULD, S. J. 1981. "Palaeontology plus ecology as paleobiology". In. May, R. Theoretical ecology. 2nd. Ed., Sinaner, Sunderland Mass., Chap. 13:295-317.

HUECK, K. 1959. "Bosques secos de la zona tropical y subtropical de la América del Sur". Instituto Forestal Latinoamericano, Bolivia.

LILLO, M. 1919. "Reseña fitogeográfica de la provincia de Tucumán". Primera Reunión Nacional de la Soc. Argentina de Cs. Nat., Tucumán.

MARGALEF, R. 1974. ' Ecología". Omega, S.A. Buenos Aires.

MEYER, T. 1963. "Estudios sobre la Selva Tucumana". Opera Lilloana.

MOSIMMAN, J. E. 1963. "On the compound negative multinomial distribution correlations among inversely sampled pollen counts". Biometrika, V 50, pp. 47-54.

1965. "Statistical methods for the pollen analyst". En: Kummel, B. y Raup, D. (Eds.). Handbook of Paleontological Techniques. Freeman, New York, 636-673.

SHANNON, C. E. y W. WEAVER, 1949. "The mathematical theory of communication". University of Illinois Press, Urbana.

SOKAL, R. y P. SNEATH, 1963. "Principles of numerical Taxonomy", W. H. Freeman and Co., San Francisco.

TORTORELLI, L. A. 1956. "Pradera y Bosques Argentinos", ACME SACI, XXVII, Buenos Aires.