Interpretaciones sobre la lluvia de polen en la región de San Luis Potosí, México

SOCORRO LOZANO-GARCÍA¹

RESUMEN. En una región ubicada principalmente en el estado de San Luis Potosí, se hicieron levantamientos florísticos y se tomaron muestras de suelo para realizar el análisis palinológico de las mismas.

La comparación de los levantamientos y los espectros palinológicos en ocho tipos de vegetación, muestra que existen taxa como *Pinus* y *Quercus*, con una alta representación polínica (RP) en la mayoría de los espectros. Algunos presentaron una RP normal, como las gramíneas en el pastizal y se detectó una RP baja o nula en algunos taxa típicos de las comunidades de matorrales.

Con el análisis de conglomerados aplicado a los espectros palinológicos de cuarenta y siete muestras de suelo se obtuvo una clara separación entre: a) bosque de encino y chaparral, y b) los otros tipos de vegetación.

ABSTRACT. In a region located mainly in the State of San Luis Potosí, México, floristic and soil samples were taken, in order to obtain palynological spectra.

The comparison between the floristic results and the palynological spectra corresponding to eight types of vegetation, shows that there are taxa such as *Pinus* and *Quercus* with a high pollen representation (RP) in most of the spectra. There were some, such as the grasses that exhibited a normal RP. Also, low values of RP were detected in some taxa typical of scrubland.

A cluster analysis was applied to forty-seven soil samples and yielded a clear separation between a) oak forest and chaparral, and b) other vegetation types.

El análisis palinológico es una de las herramientas más útiles para los estudios de reconstrucción de climas, ambientes y comunidades antiguos. Un paso previo a estas investigaciones consiste en establecer la relación entre vegetación y la lluvia de polen. Es decir, se requiere de una interpretación del conjunto de espectros palinológicos de las muestras de superficie de una comunidad, en términos de vegetación, ya que un mismo taxon puede tener en los espectros una representación palinológica muy variada, dependiendo del tipo de vegetación en donde se encuentre.

El espectro palinológico de una muestra de superficie es el resultado de la interacción de la vegetación, clima, topografía, entre otros (Schoenwetter y Doerschlang, 1971).

¹ Laboratorio de Ecología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F.

La lluvia de polen contiene aportes de otros lugares, de tal manera que ésta solamente es una imagen aproximada de la vegetación. En la lluvia de polen, las frecuencias de cada especie pueden variar según la productividad polínica de cada taxon, la capacidad de dispersión del polen, el medio de sedimentación, el régimen de vientos y otros factores.

Una gran parte de las investigaciones sobre lluvia de polen ha sido efectuada en Norteamérica (Wright, 1967). Entre los trabajos realizados en comunidades de clima templado podemos mencionar los estudios de David y Goodlett (1960), Litchie-Federovich y Ritchie (1965), Janssen (1960, 1970), Marck y Bryant (1974). En el suroeste de Estados Unidos, el examen de muestras de superficie ha mostrado la eficacia de este método en tipos de vegetación de zonas áridas y semiáridas. Los trabajos desarrollados en tales regiones son múltiples: Helvy *et al.* (1965) en el desierto de Sonora, Potter y Rowley (1960) y Dixon (1962) en Nuevo México; Martin (1963) analizó suelos en pastizales de Arizona y Schoenwetter y Dorschlang (1971), King y Siegle (1973) llevan a cabo estudios en la misma zona.

Palacios-Chávez (1977) analizó la lluvia de polen de los principales tipos de vegetación de la Cuenca del Valle de México, utilizando musgos y líquenes.

Meyer (1973) estudió muestras de suelo en la Cuenca de Cuatro Ciénegas, Coahuila; realizando colectas al azar en el fondo del valle, y estableciendo dos transectos, compara los espectros modernos con los fósiles, concluyendo que existe una vegetación ecológicamente equivalente, aunque no idéntica.

En la región de San Luis Potosí, Lozano-García (1979) analizó la lluvia de polen empleando muestras de suelo y epífitas del género *Tillandsia* en nueve tipos de vegetación con base en los estudios regionales realizados por Rzedowski (1965) y por Puig (1976). En éstos se analiza la composición florística, estructura y ecología de las formaciones vegetales que se desarrollan en esta región.

En este trabajo, que es parte de una tesis doctoral de la autora (Lozano-García, 1979), se comparan levantamientos florísticos con sus respectivos espectros palinológicos, con el fin de conocer la representación palinológica de los taxa en ocho tipos de vegetación en el estado de San Luis Potosí. Por otro lado, a partir de los datos obtenidos sobre lluvia de polen en la región (Lozano-García, 1979), se efectúa un análisis de conglomerados con la idea de realizar el agrupamiento de las muestras, basándose en las frecuencias de los taxa en los espectros polínicos. La agrupación de las muestras por sus similitudes, en lo que se refiere a su composición polínica (géneros y/o especies presentes con sus respectivos porcentajes), permitirá, por una parte, conocer si a través del contenido palinológico de una muestra es posible inferir el tipo de vegetación de que se trata. Por otra parte, se obtiene de esta manera información para la posterior interpretación florística y ecológica de espectros fósiles.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el estado de San Luis Potosí, situado en la parte central de México, entre 21°11', 24°21' N y 98°23', 102°13' W, con una superficie aproximada de 63 000 km².

Desde un punto de vista geomorfológico, es posible distinguir tres grandes unidades: la Planicie Costera, la Sierra Madre Oriental y el Altiplano, cuyo límite oriental es aproximadamente 99°45' W (fig. 1). Esta amplia gama de condiciones (topográficas, climáticas, etc.) permite el establecimiento de tipos de vegetación muy variados, desde

el bosque tropical deciduo localizado en la Planicie Costera, hasta los matorrales xerófilos del Altiplano.

Fig. 1. Mapa de San Luis Potosí (tomado de Rzedowski, 1965). Se señala la localización de treinta muestras de suelo, siguiendo tres transectos. Se indican en el mapa las unidades geomorfológicas y las principales ciudades.

La colecta de las muestras de superficie se realizó en dos etapas. En la primera etapa del trabajo de campo se colectaron muestras de suelo en veinte localidades (tabla 1), abarcando todos los tipos de vegetación que se desarrollan en la zona. Para cada localidad se efectuó un “levantamiento” —revelé—, anotándose datos sobre abundancia-dominancia de las especies, suelo, altitud, localización, etc. De los nueve tipos de vegetación que se encuentran en San Luis Potosí, se hicieron los levantamientos en ocho, faltando el matorral submontano.

Durante la segunda etapa, se llevaron a cabo treinta colectas de suelo siguiendo tres transectos, los dos primeros en dirección este-oeste y el tercero en dirección norte-sur (fig. 1). El primero, con una longitud de 170 km, comienza a 20 km al E de la ciudad de San Luis en el Altiplano, dirigiéndose rumbo a Río Verde, atravesando la Sierra hacia Ciudad Valles, situada en la Planicie Costera. El segundo transecto alcanza una longitud de 110 km, está situado al N del primero con la misma dirección. El muestreo se inició en la Planicie Costera para continuar hacia el W de Ciudad del Maíz. El tercero, que presenta una extensión de 160 km, comienza al N del Altiplano, a 15 km al N de Mathehuala y se extiende siguiendo una dirección S hacia Moctezuma. Durante esta colecta se registraron los nombres de las especies encontradas en el sitio de muestreo sin tomar índices de abundancia-dominancia.

TABLA 1. *Localización de veinte de las localidades muestreadas*

Localidad

- 1 2 km E de San Francisco, S.L.P. Sierra Madre Oriental. 2 100 m. Bosque de encino.
- 2 2 km O entronque hacia Ignacio Zaragoza, Mpio. I. Zaragoza, S.L.P. Sierra Madre Oriental. 1880 m. Matorral crasicaule y micrófilo.
- 3 20 km O Mezquitic, Mpio. Mezquitic, S.L.P. Cerros del Altiplano. 1900 m. Matorral espinoso y crasicaule.
- 4 El Salto, Mpio. Pinos, Zac. Altiplano. 2050 m. Matorral crasicaule.
- 5 Las Huertas, Mpio. Pánfilo Natera, Zac. Altiplano 2050 m. Matorral crasicaule.
- 6 10 km E de Guadalupe, Mpio. Guadalupe, Zac. Altiplano 2100 m. Matorral crasicaule.
- 7 Barbecho de Guadalupe, Mpio. Villa de Hidalgo, S.L.P. Altiplano 1780 m. Mezquitil.
- 8 3 km N crucero hacia Cerritos, Mpio. Guadalcázar, S.L.P. Altiplano 1500 m. Matorral micrófilo con *Yucca*.
- 9 10 km S crucero hacia el Huizache, Mpio. Guadalcázar, S.L.P. Altiplano 1380 m. Matorral micrófilo.
- 10 11 km O Dr. Arroyo, Mpio. Dr. Arroyo, N.L. Altiplano. 1860 m. Matorral rosetófilo.
- 11 13 km N Ahualulco, Mpio. Ahualulco, S.L.P. Altiplano. 2100 m. Matorral crasicaule.
- 12 20 km N Catorce, Mpio. Catorce, S.L.P. Altiplano. 1850 m. Matorral micrófilo.
- 13 5 km S Moctezuma, Mpio. Moctezuma, S.L.P. Altiplano. 1820 m. Matorral micrófilo.
- 14 8 km N Venado, Mpio. Venado, S.L.P. Altiplano. 1850 m. Matorral espinoso y crasicaule.
- 15 7 km NE Laguna Seca, Mpio. Laguna Seca, S.L.P. Altiplano. 2100 m. Matorral rosetófilo.
- 16 4 km O Guadalcázar, S.L.P. Altiplano. 1800 m. Chaparral de Encino.
- 17 Vallejos, S.L.P. Altiplano. 1840 m. Matorral micrófilo.
- 18 3 km E Mezquitic, Mpio. Mezquitic, S.L.P. Cerros del Altiplano. 1950 m. Matorral espinoso y crasicaule.
- 19 10 km O Salinas, S.L.P. Altiplano. 2050 m. Pastizal.
- 20 8 km E Matehuala, S.L.P. Altiplano. 1500 m. Matorral rosetófilo.

Las muestras de suelo fueron colectadas según el método propuesto por Mehninger (1967) con el objeto de reducir al mínimo la sobrerrepresentación de ciertos taxa. En cada localidad se colectaron al azar en una superficie de 60 m², múltiples submuestras de suelo, las cuales se mezclaron inmediatamente para constituir una sola muestra de aproximadamente 500 g.

Los levantamientos se hicieron según el método clásico de Braun-Blanquet (1951), estimando conjuntamente para cada especie la abundancia y el grado de cobertura según la escala:

- + : 1%
- 1 : 1 — 5%
- 2 : 5 — 25%
- 3 : 25 — 50%
- 4 : 50 — 75%
- 5 : 75 — 100%

En el laboratorio, la extracción de polen se hizo por la técnica de concentración de Frenzel (1958), simplificada por Goeury y Beaulieu (1979).

Del total de cincuenta muestras de suelo colectadas, solamente fueron analizadas cuarenta y siete, ya que no se encontró polen en las tres restantes. En cada muestra se determinó su contenido palinológico y posteriormente a partir de los conteos fueron elaborados los espectros.

Los resultados de las comparaciones entre los levantamientos y los espectros, en ocho diferentes tipos de vegetación que corresponden a la primera etapa del trabajo de

campo, se presentan en forma de tablas, indicando el tipo de vegetación y la localidad donde se efectuó la colecta. A continuación se enlistan, en orden alfabético, las especies arbóreas y no arbóreas, señalándose sus valores de cobertura-abundancia según la escala de Braun-Blanquet.

En el espectro palinológico correspondiente a cada levantamiento, los taxa están separados en arbóreos y no arbóreos. Se presentan el número de granos contados para cada taxon, el número total de granos arbóreos, no arbóreos y el total de granos contados. Todos los valores anteriores son expresados en porcentajes y al final del espectro se calculan los valores de polen arbóreo/total de polen encontrado (PA/T).

Se realizó un análisis de conglomerados, empleando el paquete de análisis estadístico SAS. Para esto, fue construida una matriz compuesta por los datos de frecuencias relativas de los taxa que componen los espectros para cada una de las muestras, haciendo un total de cuarenta y siete muestras correspondientes a nueve tipos de vegetación.

RESULTADOS

La presentación de resultados se ha dividido en dos partes. La primera contiene las comparaciones de los espectros polínicos con los levantamientos correspondientes a ocho de las nueve comunidades típicas de la zona. Posteriormente, en la segunda parte, se muestran los resultados de la aplicación del método de conglomerados al total de las muestras de suelo colectadas.

1. Comparaciones entre los levantamientos florísticos y los espectros de polen

No todos los taxa tienen la misma capacidad para manifestarse a través de su polen en los espectros. Algunos con un alto índice de cobertura-abundancia pueden tener una frecuencia reducida e inversamente. Este hecho es importante cuando se intenta deducir la cobertura vegetal a partir de los espectros polínicos.

En este trabajo se adopta la llamada representación polínica de Triat (1978), para evaluar la capacidad correspondiente de los diferentes taxa. Ella puede ser nula, baja, normal y alta, según los valores de la frecuencia polínica atribuida a los individuos de un taxon que crece en una localidad a una distancia de 20 m. La representación polínica se calcula tomando en cuenta la relación entre la cobertura media de la escala de Braun-Blanquet (Heim, 1962) y la frecuencia polínica de la especie:

Representación
polínica (RP):

Nula

Baja

Normal

Alta

F = 0	F < ½ C	½ C < F < 1½ C	F > 1½ C
-------	---------	----------------	----------

F = Frecuencia polínica relativa del taxon

C = Cobertura media del taxon

C = 0.5% para +

C = 37.5% para 3

C = 3.0% para 1

C = 62.5% para 4

C = 15.0% para 2

C = 87.5% para 5

Utilizando este método desarrollado y aplicado con buenos resultados en comunidades vegetales europeas, se comparan a continuación los resultados del análisis palinológico de las muestras de suelo con los levantamientos en ocho tipos de vegetación a fin de determinar la RP de los taxa más característicos que constituyen la lluvia de polen en la región.

Bosque de encino. Comparando el levantamiento y el espectro obtenidos (tablas 2 y 3), tenemos que *Quercus*, con una cobertura media de 41% en la vegetación, alcanza una RP normal en el espectro (44.3%). Hay tipos de polen arbóreo que a pesar de no estar presentes en el levantamiento contribuyen a la lluvia de polen de la localidad: *Pinus* (15.3%), *Alnus* (0.8%), *Ostrya* (0.8%), *Carya* (0.45) y *Juglans* (0.8%), indicando una influencia de las comunidades vecinas.

Al observar el polen de los taxa no arbóreos en el espectro, las compuestas son las únicas que están sobrerrepresentadas: 13.6% de polen para una cobertura media de 4.5%.

TABLA 2. Bosque de encino: levantamiento, loc. núm. 1

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa arbóreos	
Fagaceae	
<i>Quercus castanea</i> Née	+
<i>Q. polymorpha</i> Cham. & Schlecht.	1
<i>Q. rugulosa</i> Mart. et Gal.	3
Cupressaceae	
<i>Juniperus flacida</i> Schlecht.	1
Taxa no arbóreos	
Anacardiaceae	
<i>Rhus andreuxi</i> Engl.	2
<i>R. trilobata</i> Nutt.	2
Aspleniaceae	
<i>Asplenium</i> sp.	+
Compositae	
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc.	+
<i>Eupatorium</i> sp.	1
<i>Senecio roldana</i> DC.	+
<i>Tagetes</i> sp.	+
Cornaceae	
<i>Cornus disciflora</i> DC.	+
<i>Garrya</i> sp.	2
Gramineae	
<i>Eragrostis</i> sp.	+
<i>Sporobolus</i> sp.	+
<i>Stipa</i> sp.	2
Labiatae	
<i>Salvia mexicana</i> L.	2
Polypodiaceae	
<i>Polypodium</i> sp.	+
Rubiaceae	
<i>Crusea subulata</i> A. Gray	+
<i>Gallium</i> sp.	+

TABLA 3. Bosque de encino: espectro palinológico, loc. núm. 1

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Betulaceae		
<i>Alnus</i> sp.	2	0.8
<i>Ostrya</i> sp.	10	4.0
Cupressaceae	2	0.8
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	110	44.3
Juglandaceae		
<i>Carya</i> sp.	1	0.4
<i>Juglans</i> sp.	2	0.8
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	38	15.3
Total PA*	165	66.5
Taxa no arbóreos		
Anacardiaceae		
<i>Rhus</i> sp.	2	0.8
Compositae	34	13.6
Cornaceae		
<i>Garrya</i> sp.	5	2.0
Cruciferae	1	0.4
Cycadeceae	1	0.4
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	6	2.4
Geraniaceae	1	0.4
Gramineae	4	1.6
Labiatae		
<i>Salvia</i> sp.	1	0.4
Malvaceae		
<i>Hibiscus</i> sp.	1	0.4
Onagraceae		
cf. <i>Epilobium</i>	2	0.8
Papilionaceae		
<i>Dalea</i> sp.	1	0.4
cf. <i>Trifolium</i>	1	0.4
Pteridofitas	7	2.8
Rosaceae		
<i>Prunus</i> sp.	3	1.2
Rubiaceae		
<i>Gallium</i> sp.	1	0.4
Sapindaceae		
<i>Dodonaea</i> sp.	3	1.2
Sparganiaceae		
<i>Sparganium</i> sp.	1	0.4
Ulmaceae		
<i>Celtis</i> sp.	2	0.8
Total PNA**	77	30.8%
Indeterminados	6	2.8
Total	248	99.7%

PA/T = 66.5%

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

El resto de los taxa tienen una RP baja: *Rhus*, *Garrya* y gramíneas, y otras con representación nula: *Gallium*, *Crusea*, *Mimosa*, *Cornus* y *Plantago*.

Chaparral. En el espectro palinológico (tabla 5), *Quercus* presenta una frecuencia de 39%, mientras que en el levantamiento (tabla 4) se registró una cobertura media de 38.5%, por lo que la RP de este taxon es normal. Entre los taxa no arbóreos con una RP baja, se encuentran: *Rhus* (8.1%), *Dalea* (1.7%) y las gramíneas (con 1.7%). Se puede notar una RP alta en el caso de las compuestas y *Dodonea viscosa*. Existen además especies que crecen en el sitio muestreado pero que están ausentes en el espectro: *Myrtus*, *Calliandra* y *Sophora*, o sea que su RP es nula.

TABLA 4. Chaparral de encino: levantamiento, loc. núm. 16

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa arbóreos	
Fagaceae	
<i>Quercus furfuraceae</i> Liebm.	+
Taxa no arbóreos	
Anacardiaceae	
<i>Rhus</i> sp.	2
<i>Rhus trilobata</i> Nutt.	1
Compositae	
<i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray	+
<i>Dysodia pinnata</i> (Cav.) Robinson	+
Fagaceae	
<i>Quercus opaca</i> Trel.	3
<i>Quercus</i> sp.	+
Gramineae	
<i>Aristida</i> sp.	2
<i>Bouteloua gracilis</i> (H.B.K.) Scribn.	1
<i>Erionerus</i> sp.	1
<i>Setaria</i> sp.	1
Labiatae	
<i>Salvia</i> sp.	+
Lauraceae	
<i>Litsea glaucescens</i> H.B.K.	+
Mimosaceae	
<i>Calliandra</i> sp.	1
Myrsinaceae	1
Myrtaceae	
<i>Myrtus ehrenbergii</i> Breg.	1
Palmae	
<i>Sabal</i> sp.	+
Papilionaceae	
<i>Dalea</i> sp.	2
<i>Sophora secundifolia</i> (Ortega) Lag.	+
Rhamnaceae	
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Schult.) Zucc.	+
Sapindaceae	
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	+

TABLA 5. Chaparral de encino: espectro palinológico, loc. núm. 16

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Betulaceae		
<i>Alnus</i> sp.	2	0.6
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	114	39.0
Juglandaceae		
<i>Juglans</i> sp.	2	0.6
Mimosaceae		
<i>Prosopis</i> sp.	1	0.3
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	53	18.0
Total PA*	172	58.5
Taxa no arbóreos		
Anacardiaceae		
<i>Rhus</i> sp.	24	8.1
Compositae	29	10.0
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	1	0.3
Euphorbiaceae	9	3.0
Gramineae	5	1.7
Linaceae		
<i>Linum</i> sp.	1	0.3
Palmae		
cf. <i>Sabal</i>	1	0.3
Papilionaceae		
<i>Dalea</i> sp.	5	1.7
Polemoniaceae	1	0.3
Ranunculaceae		
<i>Clematis</i> sp.	2	0.6
Rosaceae		
<i>Potentilla</i> sp.	1	0.3
Rubiaceae	3	1.0
Sapindaceae		
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	19	6.5
Solanaceae	1	0.3
Ulmaceae		
<i>Celtis</i> sp.	1	0.3
Verbenaceae	1	0.3
Total PNA**	104	32.0%
Indeterminados	17	5.8
Total	293	96.3%

PA/T = 58.7

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

Matorral micrófilo. El espectro de polen de esta comunidad (tabla 7) se ve modificado por el alto porcentaje de polen arbóreo (41.6%), constituido por: *Alnus*, *Quercus*, *Pinus* y *Salix*; ninguno de estos taxa forman parte de ella, como se observa en el levantamiento correspondiente (tabla 6).

Los valores de la RP de los taxa característicos de matorral registrados en el espec-

TABLA 6. Matorral micrófilo con *Larrea* y *Yucca*: levantamiento, loc. núm. 17.

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa no arbóreos	
Amaryllidaceae	
<i>Agave</i> sp.	+
Cactaceae	
<i>Echinocactus visnaga</i> Hook.	+
<i>Opuntia imbricata</i> DC.	+
<i>O. kleiniae</i> DC.	+
<i>O. robusta</i> Wendl.	+
Compositae	
<i>Flaveria</i> sp.	2
Cucurbitaceae	2
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha spathulata</i> (Orteg.) Muell. Arg.	+
Gramineae	
<i>Bouteloua gracilis</i> (H.B.K.) Scribn.	1
<i>Erionerum pulchellum</i> (H.B.K.) Tateoka	+
<i>Scleropogon</i> sp.	1
Liliaceae	
<i>Yucca filifera</i> Chab.	3
<i>Y. potosina</i> Rzedowski	1
Mimosaceae	
<i>Prosopis julifera</i> DC.	1
Rhamnaceae	
<i>Condalia</i> sp.	+
Zygophyllaceae	
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	3

tro son muy bajos. Además, es notable la ausencia de polen de *Larrea* en el espectro, ya que alcanza una cobertura media considerable en el levantamiento (37.5%). Finalmente, existe una alta RP de las compuestas, para las cuales se obtuvo (40%) de polen y (1.5%) de cobertura media.

Matorral espinoso-crasicaule. En el matorral espinoso-crasicaule (tabla 8) el total de polen arbóreo alcanza un valor de 17.5% (tabla 9) y está constituido por elementos ajenos a esta comunidad. Respecto a la RP de los taxa que forman parte del matorral, tenemos que sólo en las gramíneas y *Acacia* es normal mientras que para las compuestas la RP es alta; en *Opuntia*, *Mimosa* y *Agave* es baja y en el caso de *Calliandra* y *Dalea* es nula.

Matorral rosetófilo. Aunque no forman parte del matorral, el polen de elementos arbóreos como *Pinus* y *Quercus* presentan altas frecuencias en el espectro (tablas 10 y 11), lo cual indica la fuerte dispersión del polen de estos taxa y la consecuente modificación de los espectros. Exceptuando las compuestas, que están sobrerrepresentadas, el resto de los taxa muestran representaciones bajas: *Larrea*, *Opuntia*, *Hechtia*, *Jatropha*, *Koeberlina* y gramíneas.

Matorral crasicaule. La alta RP de taxa arbóreos como *Pinus*, *Quercus*, etc., es clara,

ya que en el espectro (tabla 13) tienen valores de 35%, mientras que en el levantamiento (tabla 12) están ausentes. Lo mismo ocurre con las compuestas, que alcanzan valores de 29% en el espectro. Por otra parte, los taxa más característicos del matorral como lo son las cactáceas, tienen RP bajas, debido tal vez al tipo de dispersión del polen. Las gramíneas son las únicas en tener una representación normal en esta comunidad.

Mezquital. El elemento arbóreo del espectro palinológico (tabla 15) del mezquital

TABLA 7. Matorral micrófilo con *Larrea* y *Yucca*: espectro palinológico, loc. núm. 17

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Betulaceae		
<i>Alnus</i> sp.	3	0.8
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	8	2.0
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	145	38.0
Salicaceae		
<i>Salix</i> sp.	3	0.8
Total PA*	159	41.6%
Taxa no arbóreos		
Allionaceae		
<i>Boerhavia</i> sp.	4	1.0
Amaryllidaceae		
<i>Agave</i> sp.	1	0.2
Cactaceae		
<i>Opuntia</i> sp.	6	1.5
Compositae	155	40.6
Ephedraceae		
<i>Ephedra</i> sp.	1	0.2
Euphorbiaceae		
<i>Euphorbia</i> sp.	23	6.0
<i>Phyllanthus</i> sp.	1	0.2
Gramineae	8	2.0
Liliaceae		
<i>Yucca</i> sp.	2	0.5
Mimosaceae		
<i>Acacia</i> sp.	1	0.2
Papilionaceae	2	0.5
Pteridofitas	2	0.5
Rhamnaceae	1	0.2
Rosaceae	3	0.8
Sapindaceae	2	0.5
Ulmaceae	3	0.8
Verbenaceae	1	0.2
Total PNA**	216	55.9%
Indeterminados	6	1.5
Total	381	99.0%

PA/T = 41.7

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

TABLA 8. Matorral espinoso y crasicaule: levantamiento, loc. núm. 18

	Índice de cobertura abundancia
Taxa no arbóreos	
Amaryllidaceae	
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	+
Cactaceae	
<i>Echinofossolucactus</i> sp.	+
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart.) Console	+
<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	1
<i>O. streptacantha</i> Lem.	2
Convolvulaceae	
<i>Dichondra argentea</i> H.B.K.	+
Compositae	
<i>Eupatorium brevipes</i> DC.	+
<i>E. aff. espinosarum</i> A. Gray	+
<i>Stevia stenophylla</i> A. Gray	1
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	+
Gramineae	
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	+
<i>B. gracilis</i> (H.B.K.) Scribn.	2
<i>Eragrostis</i> sp.	+
<i>Muhlenbergia</i> sp.	1
<i>Oxybaphus</i> sp.	+
Mimosaceae	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	+
<i>Calliandra</i> sp.	1
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	3
Papilionaceae	
<i>Dalea</i> sp.	1
Polypodiaceae	
<i>Notholaena</i> sp.	
Rubiaceae	
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	+

está representado por *Prosopis* (14.8%), *Pinus* (13.0%) y *Quercus* (12%), pero solamente el primero forma parte de esta comunidad (tabla 14); los otros son el resultado de la dispersión de polen de otras comunidades. Dentro de los taxa no arbóreos con una RP baja tenemos: *Opuntia* (0.3%) y *Larrea* (0.3%). Las compuestas tienen una RP normal, ya que alcanzan en el espectro un valor del 40%, lo cual corresponde a la cobertura media registrada en el levantamiento (34%).

Pastizal. En el caso del pastizal vemos que los resultados obtenidos en el espectro palinológico (tabla 17) reflejan adecuadamente su composición florística (tabla 16), el elemento arbóreo en el espectro está casi ausente (2%) y el conjunto de gramíneas alcanza el 33.7%, lo cual corresponde a una RP normal de este taxón. *Plantago* y las crucíferas tienen una cobertura media de 15% en el levantamiento; sin embargo, su RP en ese espectro es baja: 0.3% y 0.7% respectivamente. Lo contrario ocurre en el caso de las compuestas, las cuales dominan el espectro, alcanzando un alto porcentaje.

TABLA 9. Matorral espinoso y crasicaule: espectro palinológico, loc. núm. 18

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Betulaceae		
<i>Alnus</i> sp.	4	0.8
Casuarinaceae		
<i>Casuarina</i> sp.	1	0.2
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	28	6.2
Mimosaceae		
<i>Prosopis</i> sp.	2	0.4
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	45	10.0
Total PA*	80	17.6%
Taxa no arbóreos		
Anacardiaceae	7	1.5
Amaryllidaceae		
<i>Agave</i> sp.	2	0.4
Cactaceae	8	1.7
<i>Opuntia</i> sp.	23	5.1
Compositae	122	27.1
<i>Artemisia</i> sp.	2	0.4
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	19	4.2
Gramineae	56	12.4
Euphorbiaceae		
<i>Euphorbia</i> sp.	3	0.6
<i>Jatropha</i> sp.	2	0.4
Liliaceae	1	0.2
Mimosaceae		
<i>Acacia</i> sp.	5	1.1
<i>Mimosa</i> sp.	31	6.8
Myrtaceae		
<i>Eugenia</i> sp.	1	0.2
Papilionaceae	1	0.2
Pteridofitas	27	6.0
Ranunculaceae	7	1.5
Rubiaceae		
<i>Bouvardia</i> sp.	1	0.2
Rutaceae	13	2.8
Sapindaceae		
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	18	4.0
Solanaceae	1	0.2
Ulmaceae		
<i>Celtis</i> sp.	10	2.2
Total PNA**	360	79.2
Indeterminados	10	2.2
Total	450	99.0%

PA/T = 17.7%

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

TABLA 10. Matorral rosetófilo: levantamiento, loc. núm. 20

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa no arbóreos	
Amarylladaceae	
<i>Agave lechugilla</i> Torr.	1
Bromeliaceae	
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	3
Cactaceae	
<i>Echinocactus visnaga</i> Hook.	+
<i>Opuntia rastrera</i> Weber	1
<i>O. tunicata</i> (Lehm.) Link et Otto	+
Compositae	
<i>Sanvitalia</i> sp.	+
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha spathulata</i> (Orteg.) Muell. Arg.	1
Gramineae	
<i>Aristida</i> sp.	2
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	1
<i>Scleropogon</i> sp.	+
<i>Setaria</i> sp.	2
Labiatae	
<i>Salvia</i> sp.	1
Loasaceae	
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	+
Mimosaceae	
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega	1
Rhamnaceae	
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. et. (Schult.) Zucc.	3

2. Análisis de conglomerados

El resultado del análisis se presenta bajo la forma de un dendrograma (fig. 2).

Como se puede observar, en éste se separan claramente dos grupos al nivel de agrupación dos. El primero que se localiza hacia la izquierda del dendrograma está constituido por diez muestras, correspondientes al bosque de encino (A) y al chaparral (E). Es interesante señalar que a pesar de que fisionómicamente ambos tipos de vegetación son diferentes, sus espectros polínicos son similares, debido a que los porcentajes de polen de *Quercus* se agrupan en un solo conjunto. En el nivel de agrupación once se observa una separación de este grupo en dos subgrupos, los cuales se dividen posteriormente. Lo anterior se explicaría porque si bien tienen semejanzas en su composición polínica, los porcentajes de sus componentes varían, lo que puede afectar la formación de conglomerados.

El segundo grupo, localizado hacia la derecha del dendrograma, es relativamente grande, formado por 37 muestras. Están incluidos en este grupo todos los tipos de matorrales: crasicaule, micrófilo, rosetófilo, espinoso y submontano, así como las muestras del pastizal y mezquital. En el extremo derecho de este grupo se observan dos muestras que se separan claramente del resto: 1G y 3G, correspondientes al matorral submontano. El resto de las muestras se van separando paulatinamente como se observa en la

Fig. 2. Dendrograma. En la parte superior se encuentran las muestras de suelo con su respectivo tipo de vegetación, con la siguiente clave: A = bosque de encino, B = matorral crasicule, C = matorral espinoso, D = mezquital, E = chaparral, F = pastizal, G = matorral submontano, H = matorral rosetófilo, y K = matorral micrófilo. Los niveles de agrupación están señalados hacia la izquierda del dendrograma.

porción central del dendrograma. No existe una separación clara de las muestras por tipos de vegetación; es posible encontrar en un mismo subgrupo un matorral rosetófilo (2H) y el mezquital (1D). Es decir que el análisis cuantitativo de los espectros polínicos de estas comunidades no permite diferenciarlas entre ellas mismas.

DISCUSIÓN

A partir de las comparaciones entre los espectros y los levantamientos se señalan los hechos más notables:

Para el elemento arbóreo

— el polen de *Pinus* está presente en todos los espectros con porcentajes que oscilan entre 10-35%;

TABLA 11. Matorral rosetófilo: espectro palinológico, loc. núm. 20

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	10	2.2
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	136	31.0
Juglandaceae		
<i>Carya</i> sp.	1	0.2
Total PA*	147	33.4%
Taxa no arbóreos		
Bromeliaceae		
<i>Hechtia</i> sp.	19	4.3
Caryophyllaceae	2	0.4
Compositae	102	23.3
Cruciferae	3	0.6
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	17	3.9
Euphorbiaceae		
<i>Euphorbia</i> sp.	1	0.2
<i>Jatropha</i> sp.	1	0.2
Gramineae	5	1.1
Labiatae		
<i>Salvia</i> sp.	27	6.1
Malvaceae	2	0.4
Onagraceae		
cf. <i>Epilobium</i>	1	0.2
Papilionaceae		
<i>Dalea</i> sp.	1	0.2
Pteridofitas	79	18.0
Rhamnaceae		
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. 20 et Schult.) Zucc.	20	4.5
Rosaceae	1	0.2
Ulmaceae		
<i>Celtis</i> sp.	1	0.2
Total PNA**	282	63.8
Indeterminados	9	2.0
Total	438	99.2%
PA/T = 33.5%		

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

generalmente este taxon está sobrerrepresentado. El mismo fenómeno sucede con *Quercus* pero con porcentajes inferiores 2-12%, excepto en el bosque de encino y el chaparral, en los cuales tiene una RP normal.

- otros taxa son registrados en la mayor parte de los espectros, con excepción del pastizal, aunque con proporciones muy bajas se puede decir que están sobrerrepresentados: *Alnus* 0.2-3%, *Carya* 0.2-4%, *Juglans* 0.6-0.8%, *Salix* 0.8%.

Para el elemento no arbóreo

- hay que señalar que en general existe una sobrerrepresentación del polen de las compuestas en los espectros, alcanzando valores de 23.3-53.4%. Esta abundancia de polen de compuestas,

TABLA 12. Matorral crasicaule: levantamiento, loc. núm. 4

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa no arbóreos	
Asclepiadaceae	
<i>Asclepias linaria</i> Cav.	+
Cactaceae	
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haworth) Britt. & Rose	+
<i>Opuntia fuliginosa</i> Griffiths	1
<i>O. imbricata</i> DC.	+
<i>O. rastrera</i> Weber	+
<i>O. robusta</i> Wendl.	2
<i>O. streptacantha</i> Lem.	3
Convolvulaceae	
<i>Dichondra argentea</i> H.B.K.	+
Compositae	
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	+
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	1
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha spathulata</i> (Orteg.) Muell. Arg.	1
Gramineae	
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	1
Labiatae	
<i>Teucrium</i> sp.	+
Mimosaceae	
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	1
Rubiaceae	
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	+
Umbelliferae	
<i>Eryngium</i> sp.	+

puede ser explicada por la alta producción de polen, asociada a una buena conservación de los granos en el suelo.

- en la mayor parte de los espectros, las gramíneas presentan bajos porcentajes, su representación polínica es baja, excepto en el caso del pastizal, en el cual la representación es normal.
- la representación polínica de especies características de los matorrales es baja o nula.

Evidentemente es necesario conocer la RP de los diversos taxa que constituyen la lluvia de polen de una zona determinada. Como se mostró en el caso de los matorrales de San Luis Potosí, el polen de los taxa característicos es escaso en las muestras de superficie, mientras que otros, como el polen arbóreo y en algunos casos las compuestas, es abundante. Esta representación palinológica diferencial de los taxa lleva a una modificación considerable de los espectros, por lo que es indispensable tenerla en cuenta para la correcta interpretación de los espectros actuales y/o fósiles.

Por último, la relación $\frac{\text{Polen arbóreo}}{\text{Total granos contados}}$ (PT/T), sí refleja la cobertura arbórea

en el bosque de encino, pero no así en los matorrales, ya que el polen arbóreo registrado en éstos corresponde a comunidades vecinas. El resultado de esta fuerte dispersión de polen arbóreo a las comunidades de matorrales tiene como consecuencia la modificación de los espectros polínicos.

TABLA 13. Matorral crasicaule: espectro palinológico, loc. núm. 4

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Betulaceae		
<i>Alnus</i> sp.	1	0.2
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	10	2.7
Mimosaceae		
<i>Prosopis</i> sp.	1	0.2
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	118	31.6
Ulmaceae		
	1	0.2
Total PA*	131	34.9%
Taxa no arbóreos		
Anacardiaceae	4	1.0
Cactaceae		
<i>Opuntia</i> sp.	21	5.6
Compositae	107	28.7
Cruciferae	5	1.3
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	9	2.1
Ephedraceae		
<i>Ephedra</i> sp.	1	0.2
Euphorbiaceae		
<i>Croton</i> sp.	7	1.9
Gramineae	28	7.5
Labiatae	1	0.2
Malvaceae	6	1.6
Mimosaceae		
<i>Acacia</i> sp.	2	0.5
Onagraceae	1	0.2
Papilionaceae		
<i>Dale</i> sp.	2	0.5
Pteridofitas	12	3.2
Rosaceae	2	0.5
Rutaceae	1	0.2
Sapindaceae		
<i>Dodonaea</i> sp.	7	1.9
Verbenaceae	1	0.2
Ulmaceae		
<i>Celtis</i> sp.	5	1.3
Total PNA**	237	62.8
Indeterminados	5	1.3
Total	373	99.0%
PA/T = 35.1%		

*PA = polen arbóreo

**PNA = polen no arbóreo

TABLA 14. Mezquital: levantamiento, loc. núm. 7

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa arbóreos	
Mimosaceae	
<i>Prosopis julifera</i> DC.	3
Taxa no arbóreos	
Cactaceae	
<i>Echinocereus</i> sp.	1
<i>Ferocactus latispinus</i> (Hawarth) Britt. & Rose	+
<i>Opuntia kleiniae</i> DC.	1
<i>O. robusta</i> Wendl.	+
Compositae	
<i>Bahia</i> sp.	2
<i>Dyssodia</i> sp.	+
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	1
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	+
<i>Zaluzania</i> sp.	2
Gramineae	
<i>Bouteloua gracilis</i> (H.B.K.) Scribn.	1
<i>Erioneuron pulchellum</i> (H.B.K.) Tateoka	1
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	1
Labiatae	
<i>Teucrium</i> sp.	+
Mimosaceae	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1
Nyctaginaceae	
<i>Oxybaphus</i> sp.	+
Rhamnaceae	
<i>Condalia</i> sp.	+
Zygophyllaceae	
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	1

Por otra parte, en este análisis cuantitativo preliminar podemos distinguir el bosque de encino junto con el chaparral de los otros tipos de vegetación. Sin embargo, para efectuar una separación más fina de este amplio conjunto de comunidades, que comprende matorrales, mezquital y pastizal, la sola aplicación de este método no es suficiente. Es necesario tener en cuenta criterios como la representación palinológica de los taxa. Así por ejemplo, la constante sobrerrepresentación del polen arbóreo en los matorrales influye y/o confunde la abundancia de otros tipos de polen más característicos de la comunidad que se estudia. Además, especies típicas como *Larrea*, *Opuntia*, *Yucca* no se encuentran lo suficientemente representadas en los espectros.

Ante este hecho, es necesario incluir en posteriores análisis de espectros palinológicos, el valor de la representación polínica, a fin de compensar los bajos valores de los taxa característicos. Esto permitirá lograr una separación más adecuada de los tipos de vegetación en los análisis estadísticos a través de los espectros.

AGRADECIMIENTOS. Agradezco a la M. en C. Luz del Carmen Calderón su valiosa ayuda en la aplicación del análisis de conglomerados, y al Dr. Enrique Martínez sus críticas y comentarios al manuscrito.

TABLA 15. Mezquital: espectro palinológico, loc. núm. 7

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Betulaceae		
<i>Alnus</i> sp.	2	0.6
Fagaceae		
<i>Quercus</i> sp.	34	12.0
Mimosaceae		
<i>Prosopis</i> sp.	42	14.8
Pinaceae		
<i>Pinus</i> sp.	37	13.0
Total PA*	115	40.4%
Taxa no arbóreos		
Cactaceae		
<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	1	0.3
Caryophyllaceae		
cf. <i>Saponaria</i>	1	0.3
Compositae	113	40.0
Cruciferae	1	0.3
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	9	3.1
Ephedraceae		
<i>Ephedra</i> sp.	1	0.3
Gramineae	23	8.1
Liliaceae	1	0.3
Pteridofitas	1	0.3
Rhamnaceae	1	0.3
Sapindaceae		
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	6	2.1
Ulmaceae		
<i>Celtis</i> sp.	2	0.6
Urticaceae	1	0.3
Zygophyllaceae		
<i>Larrea</i> sp.	1	0.3
Total PNA**	162	56.6%
Indeterminados	6	2.1
Total	283	99.1%
PA/T = 40.6		

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

TABLA 16. Pastizal: levantamiento, loc. núm. 19

	Índice de cobertura-abundancia
Taxa no arbóreos	
Cactaceae	
<i>Echinocereus</i> sp.	+
<i>Mamillaria</i> sp.	+
<i>Opuntia imbricata</i> DC.	+
<i>O. robusta</i> Wendl.	+
Compositae	
<i>Happlopappus</i> sp.	+
<i>Zaluzania</i> sp.	1
Chenopodiaceae	
<i>Chenopodium</i> sp.	+
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha spathulata</i> (Orteg.) Muell. Arg.	1
Gramineae	
<i>Aristida</i> sp.	1
<i>Scleropogon</i> sp.	2
<i>Stipa</i> sp.	3
Labiatae	
<i>Salvia</i> sp.	+
Plantaginaceae	
<i>Plantago</i> sp.	2
Zygophyllaceae	
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	1

TABLA 17. Pastizal: espectro palinológico, loc. núm. 19

	Número de granos contados	Porcentaje
Taxa arbóreos		
Mimosaceae		
<i>Prosopis</i> sp.	5	1.9
	Total PA*	1.9%
Taxa no arbóreos		
Convolvulaceae	1	0.3
Compositae	100	38.7
<i>Artemisia</i> sp.	38	14.7
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	5	1.9
Cruciferae	2	0.7
Euphorbiaceae		
<i>Jatropha</i> sp.	8	3.0
Gramineae	88	34.0
Liliaceae	3	1.0
Nyctaginaceae	1	0.3
Papilionaceae	1	0.3
Plantaginaceae		
<i>Plantago</i> sp.	1	0.3

TABLA 17. Continuación

		Número de granos contados	Porcentaje
Pteridofitas		5	1.9
Sapindaceae			
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.		3	1.0
	Total PNA**	256	97.4%
Indeterminados		2	0.7
	Total	258	100.0%
PA/T = 1.3%			

* PA = polen arbóreo

** PNA = polen no arbóreo

LITERATURA CITADA

- BRAUN-BLANQUET, J. 1951. *Pflanzensoziologie*. 2. Auflage. Wien. Springer Verlag 631 p.
- DAVID, M. y J. GOODLETT. 1960. Comparison of the present vegetation with pollen spectra in surface samples from Brownington pond. Vermont. *Ecology* 41:346-357.
- DIXON, H.N. 1962. *Vegetation, pollen rain and pollen preservation, Sangre de Cristo Mountains, New Mexico*. M.S. Tesis, Univ. New Mexico, Albuquerque, 69 p.
- GOEURY, C. y J.L. BEAULIEU. 1979. À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores* 21:239-251.
- HEIM, J. 1962. Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes Belges. *Bull. Soc. Bot. Belg.* 96:5-92.
- HELVY, R.H., P.J. MEHRINGER y H. YOKUM. 1965. Modern pollen rain in the Sonoran Desert. *J. Ariz. Acad. Sci.* 3:123-135.
- JANSSEN, C.R. 1960. Recent pollen spectra from deciduous and coniferous forest of northern Minnesota interpreted from pollen indicators and surface samples. *Ecol. Monogr.* 37:187-198.
- . 1970. Problems in recognition of plant communities in pollen diagrams. *Vegetatio* 20(1-4):187-198.
- KING, J.E. y R.W. SIEGLO. 1973. Modern pollen in the grand canyon, Arizona. *Geoscience and Man* 7:73-81.
- LITCHE-FEDEROVICH, S., y J.C. RITCHIE. 1965. Contemporary pollen spectra in Central Canada. *Pollen et Spores* 7:87.
- LOZANO-GARCÍA, S. 1979. *Première approche de l'analyse pollinique dans la région de San Luis Potosí (Mexique). La représentation pollinique de la végétation actuelle*. These Marsielle, Université d'Aix-Marseille III, 100 p.
- MARCK, R.N., y V.M. BRYANT. 1974. Modern pollen spectra from the Columbia basin, Washington. *Northwest Science* 48:183-194.
- MARTIN, P.S. 1963. *The last 10,000 years. A fossil pollen record of the American Southwest*. University Arizona Press, 87 p.
- MEHRINGER, P.J. 1967. Pollen analysis of the Tule Springs area, Nevada. *Nevada State Museum Anthropol. Paper* 13:132-200.
- MEYER, E.R. 1973. Vegetation and pollen rain in Cuatro Ciénegas basin. *Southw. Naturalist*. 20 (2):982-995.
- PALACIOS-CHÁVEZ, R. 1977. Lluvia de polen moderno en diferentes habitats del Valle de México. *Bol. Soc. México* 36:45-69.
- PORITZER, L.D. y J. ROWLEY. 1960. Pollen rain and vegetation. San Agustín Plains. New York. *Bot. Gaz.* 122:1-25.
- PUIG, H. 1976. *Végétation de la Huasteca, Mexique*. Mission Archeologique et Ethnologique Française au Mexique. México, 531 p.
- RZEDOWSKI, J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Cient. Potos.* 5(1-2):1-291.
- SCHONWETTER, J. y L.A. DOERSCHLANG. 1971. Superficial pollen records of Central Arizona. I. Sonora Desert scrub. *J. Arizona Acad. Sci.* 6:216-221.
- TRIAT, H. 1978. *Contribution pollinique analytique à l'histoire tardiglaciaire et postglaciaire de la végétation de la basse vallée de Rhône*. These Marseille, Université d'Aix Marseille III, 343 p.
- WRIGHT, H.E. 1967. The use of surface samples in Quaternary pollen analysis. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2:321-330.