LLUVIA DE POLEN MODERNO EN DIFERENTES HABITATS DEL VALLE DE MEXICO*,**

Rodolfo Palacios Chávez***

INTRODUCCION

Los estudios de las lluvias de polen moderno son de importancia en diversas ramas de las Ciencias Biológicas y Geológicas. Los datos obtenidos en estos tipos de investigación tienen aplicación en la medicina, en algunos problemas relacionados con los granos de polen capaces de producir las llamadas fiebres de heno (alergias), en la aerobiología, nueva ciencia que entre otras actividades se ocupa también de estudiar el polen que se encuentra en la atmósfera y en los estudios paleoecológicos, donde los resultados de las lluvias de polen actual son correlacionados con las lluvias de polen fósil, ayudando en esta forma a la reconstrucción de comunidades de plantas y floras del pasado, experiencias que también tienen su aplicación en la arqueología y en algunas ramas de las Ciencias Geológicas.

OBJETIVOS

El propósito de esta contribución consiste en obtener datos acerca de las lluvias de polen moderno en los principales tipos de vegetación que existen en la Cuenca del Valle de México y en esta forma determinar los espectros polínicos en las áreas que se encuentran dominadas por un determinado tipo de vegetación.

ANTECEDENTES

Pocos estudios pueden mencionarse al respecto y los que se han llevado a cabo están relacionados con la alergología, como es el trabajo de Salazar (1940) que trata sobre el polen que se encuentra en la atmósfera de la Ciudad de México. También se han hecho algunos estudios sobre polen fósil como los de Deevey (1943), de Sears (1952), de Clisby y Sears (1955), de Sears y Clisby (1955) y de Bopp (1961), en los que se muestrearon

* Trabajo presentado en el VI Congreso de Botánica, celebrado en Jalapa, Ver., en Septiembre de 1975.

** Trabajo financiado por el CoNaCyt, a través del proyecto de la Flora y Vegetación del Valle de México.

*** Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México 17, D. F. Becario de la C.O.F.A.A., del Instituto Politécnico Nacional.

sedimentos lacustres del Pleistoceno Superior de diferentes localidades del Valle de México.

MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración de este trabajo se han recorrido algunas localidades donde existen los principales tipos de vegetación de la Cuenca del Valle de México, como son los bosques de *Pinus hartwegii*, bosques de *Abies religiosa*, bosques de *Quercus*, bosques de *Juniperus*, matorral de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Mimosa* y pastizales, de donde se tomaron al azar muestras de musgos y líquenes, tomando en consideración que éstos retienen parte de los granos de polen que se han producido durante el tiempo que tales criptógamas han permanecido en esos lugares.

En el laboratorio el polen fue separado lavando y agitando los musgos y líquenes con agua destilada y para evitar partículas gruesas, el líquido se hizo pasar por varios tamices, hasta obtener residuos libres de material que obstaculizara las observaciones y conteos de granos de polen.

El polen fue separado por medio de centrifugación y posteriormente se recuperó en una mezcla de alcohol y glicerina en partes iguales, de donde se tomaron muestras para analizarlas al microscopio. Los resultados de la identificación y del conteo de los granos de polen encontrados se expresan en porcentajes en las tablas (1 y 2) y las gráficas (figs. 2 a 13) que representan los espectros polínicos de las diferentes comunidades estudiadas.

El estudio se hizo en dos localidades diferentes con el mismo tipo de vegetación con el fin de comparar los espectros polínicos y apreciar las variaciones que pudieran registrarse en las lluvias de polen de cada comunidad.

a.—BOSQUE DE *Pinus hartwegii*

Para el estudio de las lluvias de polen en los bosques de *Pinus hartwegii* se escogieron las localidades de Tlmacas en las laderas del volcán Popocatepetl y el Parque Nacional denominado Llano Grande ubicado en la Sierra Nevada (sitios Nos. 1 y 2, Fig. 1). Los muestreos de líquenes y musgos se hicieron entre los 3100 y 4000 m de altitud. Los resultados se pueden observar en la tabla No. 1 y en las gráficas (Figs. 2 y 3).

En el diagrama de la localidad de Tlmacas se puede observar que los principales porcentajes corresponden en primer lugar a *Pinus* con 57.40, que como era de esperarse resultó ser el más alto, le siguen *Alnus* con 11.03%. Compositae tienen 5.54%, *Abies* 5.28% y *Quercus* 4.98%.

En la gráfica de la localidad denominada Llano Grande, el polen que abarcó el mayor porcentaje fue también el de *Pinus* con 86.5 y le sigue el de *Abies* con 7.95.

Fig. 1.—Esquema de la Cuenca del Valle de México, los números indican los lugares donde se hicieron los muestreos de líquenes y musgos para este estudio y corresponden a las siguientes localidades: No. 1 Tlamacas, Mex., 2.—Llano Grande, Mex., No. 3.—Desierto de los Leones, D. F., 4.—Parque Nacional de El Chico, Hgo., No. 5.—entre Santa Fe y Huixquilucan, Mex., 6.—Parque Nacional de El Chico, Hgo., No. 7.—Desviación al Chico, Hgo., 8.—Tepeapulco, Hgo., No. 9.—Cerro Gordo, Mex., 10.—Cerro de Tolcayuca, Hgo., No. 11.—Presa de la Concepción, Mex. y 12.—NW de Tepozotlán, Mex.

Fig. 2.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Pinus hartwegii* en Tlaxiaco, Mex.

Fig. 3.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Pinus hartwegii* en Llano Grande, Mex.

El espectro polínico de este tipo de vegetación se caracteriza por tener un porcentaje mayor de granos de polen de pino, lo cual sucedió en ambas localidades con variaciones entre 57% y 86%. Este resultado es considerado como normal, sin embargo existen discordancias en los porcentajes secundarios que pueden ser debido principalmente a la diferencia de altitudes en que se hicieron los muestreos: en la primera localidad (Tlamacas) éstos fueron hechos entre los 3600 y 4000 m de altitud y en la segunda (Llano Grande) de los 3100 a los 3500, por lo que se puede observar que el espectro polínico correspondiente a las partes más altas refleja en parte la vegetación que se encuentra por arriba de los 4000 m de altitud, como lo demuestran los porcentajes de Gramineae y de *Juniperus*, los cuales se encuentran más bajos en la otra localidad. El alto porcentaje del polen de *Alnus* en las partes altas quizás sea debido a la morfología que éste presenta, la que favorece que sea llevado por las corrientes aéreas a las partes altas.

El polen arbóreo en la primera localidad (Tlamacas) tiene un porcentaje de 81.97 y el no arbóreo de 17.94%. En la otra localidad (Llano Grande) los porcentajes fueron de 97.18 y 2.72 respectivamente. La mejor representación del espectro polínico indudablemente fue lograda en la última localidad (Llano Grande), debido a que en los bosques de coníferas de otros lugares el polen de *Pinus* llega a abarcar hasta más de 90%.

b.-BOSQUES DE *Abies*

Para realizar el estudio en los bosques de *Abies*, se tomaron muestras de líquenes y musgos en las localidades siguientes: Desierto de los Leones, D. F., Parque Nacional que se localiza en los cerros que se encuentran al Oeste de la ciudad de México, y el Parque Nacional de El Chico, Hgo., el cual se encuentra al Norte de la Ciudad de Pachuca (sitios Nos. 3 y 4, de la Fig. 1). Los muestreos se hicieron entre los 2800 m y 3300 m de altitud y los resultados se pueden observar en la tabla No. 1 y en las gráficas correspondientes (Figs. 4 y 5). En el diagrama del espectro polínico de la primera localidad (Desierto de los Leones) el polen más numeroso resultó ser el de pino con 46.43% y le siguió el de *Abies* con 29.19%

En los bosques de *Abies* que se encuentran en el Parque Nacional denominado "El Chico" los resultados fueron como sigue: en la gráfica correspondiente se puede observar que el polen más numeroso y con mayor porcentaje resultó ser también el de *Pinus* con 36.64% y le sigue el de *Abies*, al igual que en la localidad anterior, con 23.32%.

El espectro polínico de los bosques de *Abies*, tiene las siguientes características: el polen de pino resultó ser el más numeroso en ambas localidades y consecuentemente ocupa los mayores porcentajes, los cuales tienen una variación entre 36.6 y 46.4%. El hecho de que el polen de *Abies* se encuentra en menos proporciones que el de *Pinus*, hasta cierto punto puede ser considerado como normal puesto que no todos los árboles de *Abies* florecen con la misma intensidad anual como lo hacen los de *Pinus*, por lo que la baja producción del polen de *Abies* se refleja en los espectros polínicos

Fig. 4.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Abies* en el Desierto de los Leones, D.F.

Fig. 5.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de Abies en el Parque Nacional de El Chico, Hgo.

El polen arbóreo en los bosques de *Abies* de la primera localidad (Desierto de los Leones) alcanzó 89.64% y el polen no arbóreo 10.24%; en la segunda localidad (El Chico) los porcentajes fueron de 87.36% y de 12.57% respectivamente.

c.—BOSQUES DE *Quercus*

Para el estudio de la lluvia de polen en este tipo de vegetación se escogieron las siguientes localidades: los bosques de encino que se localizan entre los poblados de Santa Fe y Huixquilucan en el Estado de México y los que se encuentran cerca de la desviación al Chico, (sitios Nos. 5 y 6, Fig. 1). Las muestras de musgos y líquenes se tomaron entre los 2400 y 2800 m de altitud; los resultados se pueden observar en la tabla No. 1 y en las gráficas de las Figs. 6 y 7. En el diagrama polínico que corresponde a la localidad que se encuentra entre Santa Fe y Huixquilucan el polen más numeroso resultó ser el de *Quercus* con 64.29% y le siguió el de *Pinus* con 20.79%.

En los bosques de *Quercus* que se localizan cerca de la desviación al poblado de El Chico, los resultados fueron los siguientes: en la gráfica correspondiente se puede observar que al igual que en la localidad anterior el polen más numeroso resultó ser también el de *Quercus* con un porcentaje de 41.36, el de *Pinus* 23.29%, *Alnus* 9.24% y el de Compositae con 6.02%.

El espectro polínico de los bosques de *Quercus*, tiene las siguientes características: en ambas localidades el mayor porcentaje de polen, correspondió al de *Quercus* con variaciones de 41 a 64%, lo que es considerado como normal, pues generalmente en este tipo de vegetación es dominante el polen de los encinos. Con respecto a los porcentajes secundarios, éstos son más o menos semejantes en las dos localidades.

Referente al polen arbóreo, su magnitud se calculó en 93.88% en la localidad que se encuentra entre Santa Fe y Huixquilucan, mientras 6.04% correspondió al polen no arbóreo y para la otra localidad (cerca de la desviación a El Chico) los resultados fueron de 83.31% y 16.55% respectivamente.

d.—BOSQUES DE *Juniperus*

Para el estudio de las lluvias de polen en este tipo de comunidad se seleccionaron los bosques de *Juniperus* que se localizan al Noreste de Pachuca cerca de la desviación que va al poblado de El Chico, en el Estado de Hidalgo y los cerros que se encuentran al Este de Tepeapulco, Hgo. (sitios Nos. 7 y 8, de la Fig. 1). Las muestras en este caso consistieron de líquenes en su totalidad y se colectaron entre los 2500 y los 2800 m de altitud; los resultados se pueden observar en la tabla No. 2 y en las gráficas correspondientes (Figs. 8 y 9). En la correspondiente a los bosques de *Juniperus* que se encuentran cercanos a la desviación a El Chico, el mayor porcentaje lo tiene el polen de *Pinus* con 64.8 y dentro de los porcentajes secundarios destacaron el de *Abies* con 12.74% y *Juniperus* con 7.61%.

Fig. 6.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Quercus* que se localiza entre Santa Fe y Huixquilucan, Mex.

Fig. 7.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Quercus* que se encuentra cerca de la desviación a El Chico, Hgo.

En la gráfica correspondiente a los bosques de *Juniperus* que se localizan al Este del poblado de Tepeapulco, Hgo. el mayor porcentaje también lo ocupó el polen de *Pinus* con 36.23% y los porcentajes secundarios importantes fueron los siguientes: Compositae con 13.94%, *Quercus* 12.6%, *Juniperus* 12%, y *Alnus* con 11.53%.

Las características del espectro polínico de los bosques de *Juniperus* son las siguientes: en ambas localidades el mayor porcentaje corresponde al polen de *Pinus* con variaciones de 36 a 64%, el de *Juniperus* en los dos lugares se encuentra entre los porcentajes secundarios y oscila entre 7.6 y 12%, el de las Compositae lo hace de 2 a 13.94% y el de las Gramineae de 2 a 4.67%.

El polen arbóreo tiene 91.66% en la localidad que se encuentra cerca de la desviación a El Chico y el no arbóreo tiene 8.24%, en cambio la otra localidad cerca de Tepeapulco tiene 74.75% y 25.21% respectivamente.

Se piensa que para este tipo de vegetación no se ha logrado una buena representación del espectro polínico, debido en gran parte a las variaciones que presentan los porcentajes de granos de polen ajenos a este tipo de habitat, provocadas principalmente por la cercanía de otras asociaciones vegetales y a los vientos que acarrean polen de otros lugares, como en el caso de la localidad que se encuentra cerca de la desviación a El Chico, donde el polen de *Pinus* y *Abies* se encuentra exageradamente representado y lo mismo sucede aunque no en las mismas proporciones en la otra localidad (cerca de Tepeapulco) con el polen de *Pinus* y *Quercus*. Sin embargo, tales variaciones son frecuentes en las lluvias de polen de estos habitats, principalmente cuando existen otros tipos de vegetación en la cercanía, como lo demuestra Hevly (1968, págs. 120-122), quien hace un estudio de las lluvias de polen moderno a lo largo de un transecto en el Norte de Arizona, que incluye varios tipos de vegetación, entre ellos el bosque de *Juniperus*. El mencionado autor encuentra que en las cercanías de los bosques de *Pinus* la lluvia de polen en aquella comunidad llega a tener hasta más de 50% de polen de *Pinus* y el de *Juniperus* oscila entre 10 y 20%, sin embargo a medida que se va alejando de los pinares el polen de éstos disminuye y el de *Juniperus* aumenta más de 40%. Potter y Rowley (1960, pág. 135) en su estudio de lluvias de polen depositados en musgos y líquenes en los llanos de San Agustín, Nuevo México, encuentran que en las comunidades donde existen *Pinus* y *Juniperus*, el polen dominante es el del primer género, con variaciones entre 83 y 98%, en cambio el de *Juniperus* varía entre 5 y 6%.

Los resultados que se obtienen en las lluvias de polen en los bosques de *Juniperus* del Valle de México, son parecidos a los que obtiene Hevly (1968) en los ecotonos del transecto estudiado.

c.—MATORRAL DE *Opuntia*, *Zaluzania* Y *Mimosa*

Para el estudio de las lluvias de polen en este tipo de vegetación se tomaron muestras en las localidades denominadas Cerro Gordo, el cual se encuentra a un lado del poblado

Fig. 8.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Juniperus* que se localiza cerca de la desviación a El Chico, Hgo.

Fig. 9.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del bosque de *Juniperus* que se encuentra al Este de Tepeapulco, Hgo.

de Santiago Tolmán, cerca de las pirámides de Teotihuacán en el Estado de México y el Cerro de Tolcayuca cerca del poblado del mismo nombre en el Estado de Hidalgo (sitios Nos. 9 y 10, de la Fig. 1). Los muestreos se hicieron entre los 2400 y 2800 m de altitud y se escogieron únicamente líquenes que se encontraron sobre piedras; los resultados se pueden observar en la tabla No. 2 y en las gráficas correspondientes (Figs. 10 y 11).

En el espectro polínico de la localidad de Cerro Gordo el mayor porcentaje lo obtuvo el polen de la familia Compositae, la cual abarca varios géneros de esta comunidad; quizá el de *Zaluzania* sea el polen más numeroso dentro del total obtenido que fue de 59.40%; le siguió el de *Pinus* con 21.17%, y el de Gramineae con 5.07%.

En los resultados de la gráfica que corresponde a la lluvia de polen en el Cerro de Tolcayuca, se puede observar que a diferencia de la localidad anterior, el polen más abundante fue el de *Pinus* con 37.23% y el de las Compositae se encontró entre los porcentajes secundarios con 22.69%; le siguen *Alnus* 9.23% y *Schinus molle* con 8.92%.

El espectro polínico de estos tipos de vegetación tiene las siguientes características: hay diferencias en el polen dominante, en la localidad de Tolcayuca resultó ser más numeroso el de *Pinus* y en la de Cerro Gordo el de las Compositae. Posiblemente esta diferencia sea debida a la dirección de los vientos que acarrearán gran cantidad de polen de *Pinus* y de otros árboles de tipos de vegetación diferentes y lo depositan en la región de Tolcayuca. Las variaciones que se obtuvieron en los porcentajes del polen de *Pinus* fueron entre 21.17 y 37.23%, el de las Compositae oscila entre 22 y 59.4%, el de Gramineae es de 3.92 a 5.07% y las Rhamnaceae de 3.17 a 4.54%; en cambio el polen de *Mimosa* y *Opuntia* tiene representación muy baja, sus porcentajes fluctúan entre 0.1 y 0.15%, lo cual puede considerarse como normal, dado el carácter zoófilo del polen de estos géneros.

En la lluvia de polen de la región del Cerro de Tolcayuca, el polen arbóreo fue calculado en 61.43% y el no arbóreo en 38.47% en la otra localidad (Cerro Gordo) los resultados fueron de 29.04% para el primero y 70.91% para el segundo. Por consiguiente resulta ser más representativo el espectro polínico de esta última localidad, debido a que el polen no arbóreo abarca más del 50% y además el polen de las Compositae es el más abundante como generalmente resulta en semejantes tipos de vegetación.

f.-PASTIZALES

Para el estudio de la lluvia de polen en este tipo de vegetación, se escogieron los pastizales que se encuentran en las cercanías de la Presa de la Concepción, al Oeste de Tepozotlán, y los que se localizan al Noroeste del poblado del mismo nombre, por el camino que va a las lumbreras, a la altura de la No. 12, cerca de la torre de microondas (sitios Nos. 11 y 12, de la Fig. 1). Los muestreos se hicieron en líquenes que se

Fig. 10.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del matorral de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Mimosa* en Cerro Gordo, Mex.

Fig. 11.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del matorral de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Mimosa* del Cerro de Tolcayuca, Hgo.

colectaron entre los 2300 y 2700 m de altitud; los resultados pueden observarse en la tabla No. 2 y en las gráficas correspondientes (Figs. 12 y 13).

En el diagrama que corresponde a la lluvia de polen de los pastizales que se encuentran cerca de la Presa de la Concepción el mayor porcentaje correspondió al polen de *Pinus* con 45.55, le siguió el polen de las gramíneas con 23.61%. Compositae 8.18%, *Alnus* 6.41% y *Quercus* con 5.27%.

En los resultados que se obtuvieron en la gráfica que corresponde a los pastizales que se localizan a la altura de la lumbrera No. 12, cerca de la torre de microondas al Noroeste de Tepozotlán el polen más numeroso resultó ser el de las gramíneas con un porcentaje de 45.15, siguiéndole el de las Compositae con 23.07%, *Pinus* 15.7% y *Quercus* con 5.6%.

Como se puede observar las características de los espectros polínicos son diferentes, en los pastizales cercanos a la Presa de la Concepción el polen de pino fue el dominante, en cambio en la otra localidad (lumbrera No. 12) resulta ser el más abundante el de las gramíneas. Quizás tal hecho sea debido a las causas que se han enunciado con anterioridad (vientos y presencia de otros tipos de vegetación en las cercanías) y son las que marcan estas diferencias. El polen de *Pinus* tuvo una variación entre ambas localidades de 15.7 a 45.5% y el de las gramíneas oscila de 23.7 a 45.15%, el de las Compositae varió de 8.17 a 23.07%.

El polen arbóreo tiene porcentaje de 61.7 en los pastizales que se encuentran en las cercanías de la Presa de la Concepción y el polen no arbóreo tiene 38.18% en la otra localidad que se encuentra sobre el camino a las lumbreras tiene porcentajes de 27.15 y de 72.8 respectivamente. Se considera más representativo el espectro polínico de esta última localidad, debido a que el polen de las gramíneas es el más abundante como generalmente suele resultar en este tipo de vegetación, además ahí el polen no arbóreo ocupa más del 50%. Según Hevly (1968), en las lluvias de polen de pastizales y matorrales el polen no arbóreo es superior a 50% principalmente cuando los sitios de muestreo se encuentran alejados de la influencia de otros tipos de vegetación.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

- 1.—En la mayor parte de los casos se puede observar que los géneros dominantes en un determinado tipo de vegetación están más o menos bien representados por sus granos de polen en los espectros polínicos correspondientes; por lo cual reflejan la comunidad en la que se hicieron los muestreos.
- 2.—El polen producido por los árboles de *Pinus*, *Abies*, *Alnus* y *Quercus* es el más abundante y se encuentra en las lluvias de polen de todos los habitats del Valle de México.
- 3.—De acuerdo con algunos de los resultados, se puede observar que en las lluvias de polen, no siempre es más abundante el o los géneros dominantes en un determinado tipo

Fig. 12.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del pastizal que se encuentra cerca de la Presa de La Concepción, Mex.

Fig. 13.—Gráfica correspondiente al espectro polínico del pastizal que se encuentra al NW de Tepozotlán, Mex.

de vegetación, como sucede en los bosques de *Abies*, donde el polen dominante fue el de *Pinus*; en los matorrales de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Mimosa*, por lo menos el primero y el último están muy pobremente representados en sus espectros polínicos correspondientes y lo mismo sucede en los bosques de *Juniperus*, donde el polen dominante resultó ser el de *Pinus*, *Abies* y *Quercus*.

4.—El hecho de encontrar elevadas proporciones de polen de plantas de otros tipos de vegetación en los espectros polínicos de una comunidad se debe a la cercanía de estos tipos de vegetación, lo que generalmente sucede en el Valle de México.

5.—La presencia de polen arbóreo oscurece la interpretación de las lluvias de polen de matorrales y pastizales, y sólo sirve como indicadora de otros tipos de vegetación cercanos o bien demuestra la acción de los vientos que acarrean polen de otras regiones. Tal acción se muestra también por la presencia del polen de *Ephedra* en algunos de los espectros polínicos estudiados en este trabajo, ya que como es sabido, esta planta no se encuentra en el Valle de México.

6.—Clisby y Sears (1955, pág. 519,20) realizaron el estudio de algunos sedimentos procedentes del subsuelo de la Ciudad de México, en el cual tratan de establecer los efectos de las glaciaciones en la flora del Valle de México, de sus hallazgos se deduce que el polen fósil más numeroso resulta ser el de *Pinus*, *Abies*, *Alnus* y *Quercus*. Bopp (1961, pág. 154) en su estudio de depósitos post glaciales del fondo del Valle de México a través de los perfiles de Peñón III y San Vicente Chicoloapan, también señala que los géneros mejor representados en los espectros polínicos de esos lugares son *Pinus*, *Abies*, *Alnus* y *Quercus*. Estos datos coinciden con el inciso 2 de las conclusiones de este trabajo. En cambio en las lluvias de polen moderno no se han localizado granos de polen de *Picea*, *Ilex* ni *Taxodium*, que encuentran los autores mencionados.

Comparando los resultados obtenidos en este trabajo con los de otros autores, se puede observar que los datos que se obtuvieron en los bosques de *Pinus hartwegii* más o menos coinciden con los de Hevly (1968), quien estudia las lluvias de polen recientemente del Norte de Arizona y en los bosques de *Pinus edulis* de esos lugares obtiene en los espectros polínicos porcentajes del polen de *Pinus* entre el 70 y 80% que resultan parecidos a los que se obtienen en las lluvias de polen del bosque de *P. hartwegii* estudiadas en este trabajo.

Respecto a los bosques de *Abies*, Heusser (1969) en sus estudios de lluvias de polen en la Península Olympic en Washington encuentra que la proporción del polen de *Abies grandis amabilis* en los espectros polínicos varía entre 20% y 35%, resultados parecidos a los que se obtuvieron en los espectros polínicos del bosque de *Abies religiosa* en el Valle de México.

En los estudios efectuados por Nicholas (1969) en los bosques de *Quercus rubra* y *Q. velutina* de Sterling, New York, se encuentra que en las lluvias de polen moderno en esos lugares, el polen de *Quercus* tiene variaciones entre el 70% y 90%, por lo que dichos

resultados son diferentes a los que se encuentran en los bosques de *Quercus* del Valle de México, cuyos espectros polínicos registran porcentajes inferiores para ese género.

De acuerdo con los datos obtenidos en los bosques de *Juniperus*, se ha dicho con anterioridad que esos resultados en las lluvias de polen moderno de las comunidades aquí estudiadas, son muy parecidos a los que obtiene Hevly (1968) en los ecotonos de un transecto estudiado en el Norte de Arizona donde el polen de *Pinus* resulta ser más numeroso que el de *Juniperus*.

Comparando los resultados que se obtuvieron en las lluvias de polen moderno en los matorrales de *Opuntia*, *Zafuzania* y *Mimosa* con los que se obtienen en otros lugares, se encuentra que según Hevly et al. (1970) en los espectros polínicos de los matorrales espinosos del Desierto de Sonora, el polen dominante con mayores porcentajes resulta ser el de las Compositae con variaciones entre el 50% y el 70%, por lo que se puede decir que solamente la localidad No. 9 (Cerro Gordo) tiene en sus espectros polínicos resultados que coinciden con los que menciona dicho autor.

En relación a las lluvias de polen en los pastizales, Meyer (1975) en sus estudios de lluvias de polen en Cuatro Ciénegas, Coah., encuentra en los espectros polínicos de los pastizales de ese lugar que el polen de las Gramineae es dominante con porcentajes entre el 60 y 70%. Esos resultados son más altos que los que se obtienen en los pastizales del Valle de México, pues solamente en la localidad 12 (Noroeste de Tepozotlán) se registran espectros polínicos donde el polen de Gramineae es dominante con 45.15%.

Es difícil establecer características fijas en los espectros polínicos de las comunidades estudiadas puesto que las variaciones en diferentes lugares de las lluvias de polen no son constantes, pero si se pueden hacer algunas observaciones diagnósticas al respecto. Por ejemplo en los bosques de *Pinus hartwegii*, en los espectros polínicos el polen de *Pinus* fue completamente dominante y sobrepasa en ambas localidades el valor de 50%, sin embargo en algunas otras comunidades resulta ser contaminante en semejantes proporciones y engañoso.

En las lluvias de polen de los bosques de *Abies* se pudo observar que el polen del género dominante (*Abies*) resulta escaso y es enmascarado por las microsporas de *Pinus* en los espectros polínicos de las localidades estudiadas, en cambio el polen de *Abies* se encuentra como porcentaje secundario con variaciones entre el 23.32 y 29.19%.

En los espectros polínicos del bosque de *Quercus*, resultó ser dominante el polen de ese género, lo cual es bastante normal, aunque como ya se indicó anteriormente en otros lugares los porcentajes resultan superiores, lo cual quizás sea debido a los disturbios ocasionados por la tala en dichos bosques del Valle de México.

En los espectros polínicos del bosque de *Juniperus*, el polen de este género resulta bastante escaso. En las lluvias de polen de ambas localidades estudiadas resulta dominante el polen de *Pinus*. Sin embargo, cuando esta comunidad está alejada de otros tipos de vegetación, en sus lluvias de polen es dominante el polen de *Juniperus*, como lo demuestran Potter y Rowley (1960) y Hevly (1968).

PALACIOS, LLUVIA DE POLEN EN EL VALLE DE MEXICO

En los matorrales de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Mimosa* se obtuvieron espectros polínicos donde el polen de las Compositae tiene variaciones entre el 22.69% y 59%; la mejor representación se obtiene en la localidad No. 9 (Cerro Gordo) donde se registra el más alto porcentaje del polen mencionado; en la otra localidad (No. 10, Cerro de Tolcayuca) el polen de Compositae es enmascarado por el de *Pinus*. En estos tipos de vegetación (matorrales) en sus lluvias de polen generalmente el polen de las Compositae debe ser el más numeroso, principalmente cuando no existen otros tipos de vegetación cercanos. En los pastizales estudiados ocurre algo semejante, la mejor representación del espectro polínico se obtiene en la localidad No. 12 (Noroeste de Tepozotlán) donde el polen de Gramíneae es dominante con 45.15%, en cambio en la otra localidad (No. 11, Presa de la Concepción) el polen de esa familia es enmascarado por el de *Pinus*.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Dr. Jerzy Rzedowski las críticas y sugerencias que hizo en el transcurso de la elaboración de este trabajo, para que se llevase a cabo en la mejor forma posible

RESUMEN

Mediante la colecta de musgos y líquenes en diferentes habitats del Valle de México, se han extraído los granos de polen que éstos han retenido durante el tiempo que han permanecido en esos lugares, se han identificado la mayor parte de ellos, se efectuaron conteos y se obtuvieron los espectros polínicos modernos en los principales tipos de vegetación, que son los siguientes: bosque de *Pinus hartwegii*, bosque de *Abies*, bosque de *Quercus*, bosque de *Juniperus*, matorral de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Mimosa* y pastizal.

De acuerdo con los espectros polínicos obtenidos en los diferentes tipos de vegetación se pudo apreciar lo siguiente: en las lluvias de polen moderno del bosque de *Pinus hartwegii*, el polen más abundante resultó ser el de *Pinus*, con porcentajes entre 57.4 y 86.5%. En los bosques de *Abies*, el polen de este género resultó escaso y por lo tanto en los espectros polínicos de este tipo de vegetación, se encuentra en bajos porcentajes que varían entre 23.32 y 29.19%.

En los espectros polínicos del bosque de *Quercus*, el polen más abundante fue el de los encinos con porcentajes entre 41.36 y 64.29%. En los bosques de *Juniperus* se considera que no se obtuvo una buena representación del espectro polínico, debido a que el polen de *Juniperus* está representado en muy bajas proporciones que varían entre 7.61% y 12%, en cambio el polen de pino se encuentra en mayores porcentajes.

En el matorral de *Opuntia*, *Zeluzania* y *Mimosa* se obtuvieron resultados en los cuales hay notables diferencias en los porcentajes del polen de las Compositae, en una localidad resulta en menores proporciones con 22.69% en cambio en la otra es dominante y abundante con 59.4%. Resultados parecidos se encontraron en los espectros polínicos de los pastizales, en una de las localidades el polen de las Gramineae también resulta escaso en el espectro polínico respectivo con 23.61%, pero en la otra localidad es dominante y con porcentaje más elevado de 45.15%.

El polen de *Pinus*, *Abies*, *Quercus* y *Alnus* se considera el más abundante por encontrarse en todos los habitats y algunas veces está sobrerrepresentado.

SUMMARY

Pollen grains accumulated on moss and lichens in different places of the Valley of Mexico, were sampled identified and counted. In this way modern pollen spectra were obtained from the following types of vegetation: pine forest, fir forest, oak forest, junipers forest, *Opuntia*, *Zaluzania* and *Mimosa* scrub and grassland.

Modern pollen rain in forest of *Pinus hartwegii* is characterized by percentages of pine pollen between 57.4 and 86.5%. The fir forest is characterized by lower percentages of *Abies* pollen, ranging from 23.32 to 29.19%.

In oak forest, within the area studied, *Quercus* pollen is the most abundant, ranging from 41.36 to 64.29%. The results obtained in juniper forest are considered as scarcely representative, as *Juniperus* pollen is scarce with percentages ranging from 7.61 to 12%.

In the pollen rain of *Opuntia*, *Zaluzania* and *Mimosa* ample differences were registered as in one station Compositae pollen amounted only 23.61%, while in the other it was dominant with 59.4%. In the grassland similar situation occurred, as in one station Gramineae pollen amounted to 23.61%, while the other was dominant by Gramineae pollen with percentage of 45.15.

The pollen of *Pinus*, *Abies*, *Quercus* and *Alnus* is generally the most abundant and sometimes overrepresented.

BIBLIOGRAFIA

- BARGHOORN, S., M. K. WOLFE y K. H. CLISBY. 1954. Fossil maize from the Valley of Mexico. *Bot. Mus. Leaflet, Harvard Univ.* 16:229-239.
- BIRKS, H. J. B. y R. G. WEST 1972. *Quaternary plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 321 p.
- BOPP OESTE, M. G. 1961. El análisis de polen con referencia especial a dos perfiles

- polínicos de la Cuenca de México. In: homenaje a Pablo Martínez del Río. México, D. F. pp. 49-56.
- CLISBY, K. H. y B. P. SEARS 1955. Microfossil profiles under Mexico City correlated with the sedimentary profiles. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 66:511-520.
- DEEVEY, E. S. 1943. Intento para datar las culturas medias del Valle de México mediante análisis de polen. *Ciencia* 1(4/5):97-105.
- FOREMAN, F. 1955. Study of two cores from lake sediments of the Mexico City basin. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 66:475-510.
- HEIM, J. 1971. Etude statistique sur la validité des spectres polliniques provenant d'échantillons de mousses. *Lejeunia* 59:1-34.
- HEVLY, H. R., J. H. MERHINGER y G. H. YOCUM 1965. Modern pollen rain in the Sonora desert. *Ariz. Acad. Sci.* 3(3):123-135.
- HEVLY, H. R. 1968. Studies of pollen rain in northern Arizona. *Ariz. Acad. Sci.* 5(2):116-126.
- HEUSSER, J. C. 1969. Modern pollen spectra from the Olympic Peninsula, Washington. *Bull. Torrey Bot. Club* 96(4): 407-417.
- NICHOLAS, T. J. 1969. Pollen rain-present vegetation relations, Sterling Forest, New York. *Bull. Torrey Bot. Club.* 96(3):361-369.
- POTTER, D. L. y J. ROWLEY 1960. Pollen rain and vegetation, San Agustin plains, New Mexico. *Bot. Gaz.* 122(1):1-25.
- RZEDOWSKI, J., G. GUZMAN, A. HERNANDEZ y R. MUÑIZ. 1964. Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del Valle de México. *An. Esc. Nav. Cienc. Biol., Méx.* 13(1-4):31-37.
- SALAZAR, M. M. 1940. Estudio de los pólenes en la atmósfera de la Ciudad de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 1(3):147-164.
- SEARS, B. P. 1952. Archeological horizons in the basins of Mexico. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 63:241-254.
- SEARS, B. P. y K. H. CLISBY 1955. Pleistocene climate in Mexico. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 66:521-530.
- STANLEY, R. G. y H. F. LINSKENS 1974. *Pollen*. Springer-Verlag, New York. 307 p.

Tabla 1. ESPECTROS DE LLUVIA DE POLEN MODERNO OBTENIDOS EN
6 LOCALIDADES DEL VALLE DE MEXICO.

Bosque de <u>Pinus hartwegii</u>				Bosque de <u>Abies religiosa</u>				Bosque de <u>Quercus</u>				
Localidades 1			2		3		4		5		6	
	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%
<u>Pinus</u>	1129	57.40	2345	86.50	1069	46.43	608	36.64	771	20.79	325	23.29
<u>Alnus</u>	217	11.03	50	1.84	66	2.86	137	8.25	144	3.88	129	9.24
Compositae	109	5.54	14	0.51	80	3.47	71	4.28	97	2.61	84	6.02
<u>Abies</u>	104	5.28	216	7.95	672	29.19	387	23.32	131	3.53	68	4.87
<u>Quercus</u>	98	4.98	16	0.59	86	3.73	160	9.64	2383	64.29	577	41.36
Gramineae	88	4.47	35	1.29	32	1.39	35	2.11	94	2.53	23	1.64
<u>Juniperus</u>	62	3.15	7	0.25			69	4.15			13	0.93
<u>Ceanothus</u>	28	1.42	1	0.03	57	2.47	18	1.08	22	0.60	16	1.14
<u>Salvia</u>	20	1.01	2	0.07	1	0.04	2	0.12				
<u>Ribes</u>	17	0.86	4	0.14	3	0.13	1	0.06			3	0.21
<u>Salix</u>	16	0.81	4	0.14	24	1.04	17	1.02	1	0.02	8	0.57
Cheno-Am	14	0.71	2	0.07	23	1.00	22	1.32	10	0.27	11	0.78
<u>Crataegus</u>	9	0.45			1	0.04	1	0.06	2	0.05	4	0.28
<u>Solanum</u>	9	0.45			10	0.42	3	0.18	4	0.10	14	1.00
<u>Eryngium</u>	8	0.40	3	0.11			3	0.18			43	3.08
No identificado	8	0.40	3	0.11	5	0.21	11	0.66	4	0.10	2	0.14
Otras Umbelliferae	6	0.30			3	0.13	8	0.48	5	0.13	9	0.64
<u>Potentilla</u>	5	0.25	4	0.14	21	0.91	8	0.48				
<u>Lupinus</u>	5	0.25										
<u>Eucalyptus</u>	4	0.20										
<u>Prunus</u>	3	0.15	2	0.07	11	0.47			16	0.43	15	1.07
<u>Garrya</u>	3	0.15			60	2.60			4	0.10		
<u>Litsea</u>	1	0.05										
<u>Cupressus</u>	1	0.05	1	0.03	9	0.39	33	2.00	8	0.21		
<u>Symphoricarpos</u>	1	0.05										
<u>Urtica</u>	1	0.05					3	0.18			1	0.07
<u>Osmorhiza</u>	1	0.05									9	0.64
<u>Fraxinus</u>			1	0.03	4	0.17						
Otras Onagraceae			1	0.03								
<u>Loeselia</u>					23	1.00	7	0.42			12	0.86
<u>Epilobium</u>					20	0.86	15	0.90			3	0.21
<u>Rhamnus</u>					9	0.39						
Saxifragaceae					6	0.25						
<u>Buddleia</u>					6	0.25						
<u>Berberis</u>					1	0.04					2	0.14
<u>Pseudotsuga</u>							18	1.08			4	0.28
<u>Ephedra</u>							7	0.42			2	0.14
<u>Polygala</u>							3	0.18			2	0.14
<u>Viburnum</u>							2	0.12				
<u>Fuchsia</u>							2	0.12	7	0.18	1	0.07
Violaceae							2	0.12			5	0.35
<u>Arbutus</u>							1	0.06	4	0.10	1	0.07
<u>Lonicera</u>							1	0.06				
<u>Physalis</u>							1	0.06			5	0.35
<u>Cerastium</u>							1	0.06				
Verbenaceae							1	0.06				
<u>Eysenhardtia</u>											2	0.14
<u>Sambucus</u>											1	0.07
<u>Acalypha</u>											1	0.07
Totales	1967	99.91	2711	99.90	2302	99.88	1659	99.93	3707	99.92	1395	99.86

Tabla 2. ESPECTROS DE LLUVIA DE POLEN MODERNO OBTENIDOS EN
6 LOCALIDADES DEL VALLE DE MEXICO.

Bosque de <u>Juniperus</u>			Matorral de <u>Opuntia</u>			<u>Zaluzania</u> y <u>Mimosa</u>			Pastizal			
Localidades 7			8		9		10		11		12	
	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%	Polen contado	%
Compositae	29	2.60	197	13.94	1159	59.40	295	22.69	439	8.18	592	23.07
Gramineae	30	2.70	66	4.67	99	5.07	51	3.92	1267	23.61	1158	45.15
<u>Pinus</u>	723	64.80	512	36.23	413	21.17	484	37.23	2444	45.55	401	15.70
<u>Abies</u>	142	12.74	6	0.42	67	3.48	28	2.15	185	3.44	8	0.31
<u>Juniperus</u>	85	7.61	169	12.00			4	0.30	14	0.26	14	0.54
<u>Quercus</u>	34	3.04	178	12.60	16	0.82	26	2.00	283	5.27	142	5.60
<u>Alnus</u>	27	2.42	163	11.53	36	1.84	120	9.23	344	6.41	97	3.80
<u>Pseudotsuga</u>	6	0.53										
Cheno-Am	6	0.53	7	0.49	3	0.15	12	0.92	53	1.00	33	1.29
<u>Lopezia</u>	6	0.53	1	0.07								
No identificado	4	0.45	11	0.77	5	0.25	4	0.30	14	0.26	12	0.46
<u>Salix</u>	4	0.35	16	1.13	9	0.46	17	1.30	16	0.29	8	0.31
<u>Ceanothus</u>	4	0.35										
<u>Salvia</u>	3	0.26							13	0.24	2	0.07
<u>Solanum</u>	3	0.26			9	0.46	7	0.54				
<u>Ephedra</u>	2	0.17	1	0.07	3	0.15	7	0.54			2	0.07
<u>Cerastium</u>	2	0.17										
<u>Polygala</u>	2	0.17										
<u>Loeselia</u>	1	0.08	4	0.28	5	0.25	7	0.54	16	0.29		
<u>Eryngium</u>	1	0.08							5	0.10	1	0.03
<u>Bouvardia</u>	1	0.08	3	0.21	3	0.15			3	0.05	2	0.07
<u>Eucalyptus</u>	1	0.08	4	0.28			3	0.23	6	0.11	4	0.15
Otras Rhamnaceae+			31	2.19	62	3.17	59	4.54	96	1.78	36	1.40
Otras Umbelliferae			11	0.77	2	0.10	3	0.23				
<u>Yucca</u>			8	0.56								
<u>Dasyllirion</u>			5	0.35								
<u>Fraxinus</u>			5	0.35								
<u>Colubrina</u>			2	0.14								
Caryophyllaceae			2	0.14					1	0.01	4	0.15
<u>Bursera</u>			2	0.14								
<u>Acalypha</u>			2	0.14								
<u>Dalea</u>			2	0.14	8	0.41						
<u>Heliotropium</u>			1	0.07								
<u>Typha</u>			1	0.07								
<u>Prosopis</u>			1	0.07								
<u>Mimosa</u>			1	0.07	2	0.10	2	0.15	1	0.01	3	0.11
<u>Cyperus</u>			1	0.07								
<u>Schinus</u>					21	1.07	116	8.92	20	0.37	19	0.74
<u>Menodora</u>					6	0.30	15	1.15	17	0.31	2	0.07
Otras Onagraceae					6	0.25	4	0.30				
<u>Cassia</u>					5	0.25	5	0.38				
<u>Eysenhardtia</u>					4	0.20						
<u>Krameria</u> ?					3	0.15	1	0.07				
<u>Acacia</u>					2	0.10	11	0.84				
<u>Opuntia</u>					2	0.10	2	0.15				
<u>Agave</u>					1	0.05			7	0.13		
<u>Verbena</u>							5	0.38				
<u>Echinocereus</u>							2	0.15				
<u>Gaura</u>									43	0.80	5	0.19
<u>Myrtillocactus</u>							1	0.07				
<u>Mammillaria</u>											3	0.11
Otras Solanaceae									23	0.42		
<u>Plantago</u>									1	0.01	1	0.03
<u>Potentilla</u>									24	0.44	11	0.42
<u>Tillandsia</u>							8	0.61				
<u>Cupressus</u>							1	0.07				
Cruciferae									11	0.20	4	0.15
Polygonaceae											1	0.03
<u>Oxalis</u>									17	0.31		
<u>Viburnum</u>									2	0.03		
Totales	1116	99.90	1413	99.96	1951	99.95	1300	99.90	5365	99.88	2565	99.95