

Un resumen de los registros de polen del cuaternario tardío, del Río Bravo al Istmo de Tehuantepec

R. Ben Brown*

Traducción: Adrián Velázquez Castro

Resumen

Este artículo resume los registros de polen del cuaternario tardío, marinos, arqueológicos y lacustres, que han sido recuperados del Río Bravo al istmo de Tehuantepec. En tanto que la calidad y presentación de los datos varían grandemente, deben sacarse las siguientes conclusiones: antes de 9500 A.P. los registros marinos de polen indican un medio ambiente árido que hacia 6500/5500 años A.P. dio lugar a un periodo de muy variadas condiciones de humedad y a un gradiente relativo, frío-tibio, de sur a norte. De 6500/5500 a 3000 años A.P. los registros marinos de polen sugieren condiciones más húmedas y posiblemente más tibias. Después de 3000 años A.P. el registro de polen del Golfo de California es interpretado indicando una tendencia desecante o una tendencia decreciente en las lluvias de verano, mientras que de 3000 a 2000 años A.P. el registro de polen de la costa de Guerrero indica un periodo de humedad, y el registro de polen de la costa de Oaxaca indica un periodo seco. Después de los 2000 años A.P. el registro marino de polen es más coherente, sugiriendo un periodo árido entre los ca. 2000 y 1800 años A.P., seguido por un periodo de humedad que duró hasta ca. 700-1000 años A.P. Los últimos 700-1000 años son interpretados como un periodo de relativa aridez.

El registro arqueológico de polen indica un patrón de altos niveles del compuesto cheno-am y de polen de pasto, que están asociados con los altos niveles de disturbio asociados a la última expansión preclásica y a la fase intermedia entre el clásico tardío y el postclásico temprano.

El registro lacustre de polen es el más extenso e indica un cambio de condiciones de frío y seco a tibio y húmedo alrededor de 12000 años A.P. en el núcleo de Texcoco, y 9500 en otras muestras, que continúa hasta ca. 6500 años A.P. A partir de los 6500 años A.P. hay

* Universidad de Arizona, Tucson, E.U.A.

gico (Deevey, 1943; 1944; 1957; Schulman, 1944; Sears, 1947; 1948; 1951a; 1951b; 1952a; 1952b; 1953a; 1953b; 1955). La ola inicial de investigación fue seguida por una laguna de cerca de veinte años.

Entre los sesentas y setentas la investigación paleoecológica floreció no sólo como un auxiliar de la investigación arqueológica sino como una empresa propia. Dieter Ohngemach (1973; 1977), bajo el auspicio de la Fundación Alemana para la Investigación Científica, recogió varias muestras de polen de los alrededores del volcán La Malinche, en la cuenca de Puebla-Tlaxcala; Lauro González Quintero (1980; González Quintero y Fuentes Mata, 1980) estudió varios perfiles polínicos costeros y de las tierras altas; William A. Watts y J. Platt Bradbury (1982) analizaron el polen y diatomeas de muestras tomadas en la ciudad de México y en la cuenca de Pátzcuaro; Hellen Perlstein Pollard (1979) estudió la ecología de la cuenca de Pátzcuaro y el surgimiento del imperio tarasco; Thomas R. Van Deventer (1979) analizó los fósiles biológicos de antiguas "packrat middens" encontradas en el desierto de Chihuahua (Bermejillo y cerca de Cuatro Ciénegas); Edward R. Meyer (1973; 1975) analizó el polen recogido de Cuatro Ciénegas, Coahuila; Stuart Scott dirigió un proyecto multidisciplinario en la planicie costera occidental mexicana (Scott, 1967; 1968; 1969; 1970; 1971; 1972; 1973; 1974) que incluyó trabajo de polen realizado por Les Sirkin (1974) y Bonnie Fine Jacobs (1982); Socorro Lorzano (1979a; 1979b) analizó la lluvia de polen moderna de San Luis Potosí, y Palacios Chávez y Arreguín (1980) iniciaron estudios de polen en el área de San Juan del Río.

En los ochentas Brown y Jacobs (Brown, 1980:1984; Brown y Jacobs, en prep.) analizaron varias muestras de polen de Nayarit, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí. Sarah Metcalfe (Street-Perrot *et al.*, 1982) está estudiando las diatomeas, polen y geomorfología del alto Río Lerma, en y alrededor de las cuencas de Pátzcuaro y Zacapu.

Este artículo resumirá y analizará los resultados de los estudios de polen al occidente del istmo de Tehuantepec; en otras palabras, de esa parte de México que es geográficamente parte de América del Norte. Tal resumen es necesario ya que muchos de los registros individuales están dispersos en publicaciones distintas y obscuras. En tanto que la exhaustividad ha sido una meta de este estudio, hay limitaciones respecto a estudios que no han publicado ningún resultado, o que se han perdido totalmente. El material presentado en este artículo cubre el Pleistoceno tardío así como el Holoceno, y claramente indica el tremendo impacto de la civilización mesoamericana sobre su medio ambiente.

El registro de polen del Cuaternario tardío proveniente del área entre el Río Bravo y el istmo de Tehuan-

un aumento en la humedad que continúa hasta 5000/4500 años A.P. en la mayoría de los sitios, y hasta 3500/3000 años A.P. en los sitios más orientales. La mayor parte de los sitios presentan aridez desde 5000/4500 años A.P. hasta 3500/3000 A.P. Después de 3500/3000 años A.P. el polen de maíz es ubicuo y el gran disturbio humano asociado al surgimiento de la civilización mesoamericana es indicado por incrementos del compuesto cheno-am y de polen de pasto. En las zonas centrales la gran perturbación humana continuó hasta los tiempos modernos, pero cambió en la periferia hacer alrededor de 1000 años.

Juntos, estos registros de polen indican un medio ambiente frío y seco antes de los 9500 años A.P., que se volvió más húmedo y más tibio hacia los 6000 años A.P. De ca. 6000 a 3000 años A.P. las condiciones de humedad y temperatura son bastante variadas. Después de 3000 años A.P. el disturbio humano domina el registro lacustre y arqueológico, aunque el registro marino indica periodos de aridez de ca. 2000 a 1800 años A.P. y de ca. 1000 años A.P. a la actualidad, con un periodo intermedio de humedad.

Introducción

Los cambios del medio ambiente y su relación con la actividad cultural han sido de considerable interés desde que los primeros artículos especulativos de Ellsworth Huntington (Huntington, 1913; 1914; 1917) estimularon por primera vez el interés por las relaciones entre clima, paleoecología y actividad humana en México. En los años treinta, parcialmente en respuesta, se emprendieron varios estudios arqueológicos (Vaillant, 1944) y geográficos (Sauer y Brand, 1932), pero no fue sino hasta la década de los cuarenta, conforme se desarrollaron y difundieron apropiados acercamientos paleoecológicos, que se recogió algún dato paleoecolo-

tepec se deriva de tres tipos de datos polínicos (marinos, arqueológicos y lacustres) y es complementado con datos geomorfológicos y radiométricos.

Estudios marinos

Los registros marinos de polen alrededor de México (Fig. 1) se derivan del estudio de polen moderno en el lecho oceánico del golfo de California y del polen de pequeñas muestras recogidas en las costas del Pacífico. La interpretación y comparación de este material se ha complicado por la forma en que los datos son presentados y por la presentación de diagramas y datos.

Golfo de California. El estudio del polen del fondo oceánico recogido del golfo de California (Cross, Thompson y Zaitzeff, 1966; Cross, 1972, 1973) ha iden-

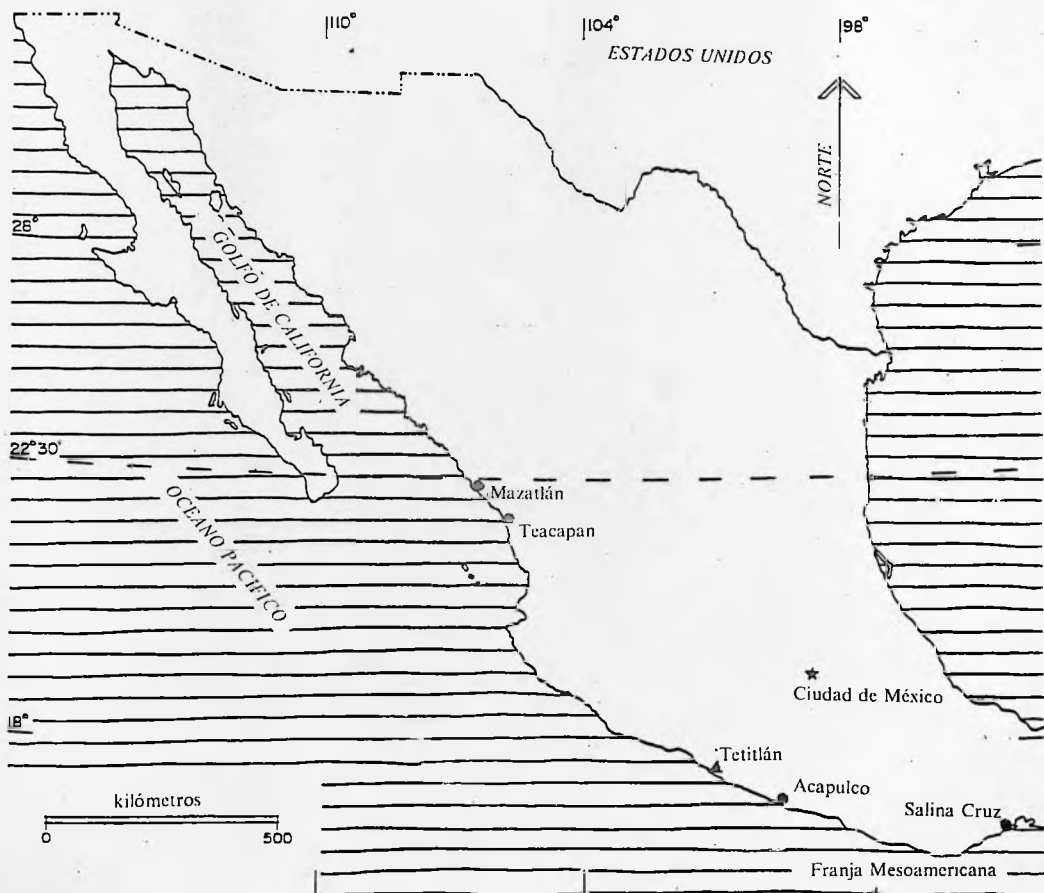


Ilustración 1. Sitios costeros de estudio.

tificado pocas relaciones claras. La relación más notable se basa en la observación de que desde que el transporte de los ríos proporciona la mayor entrada de polen, los valores de afluencia de polen corresponden a cantidades relativas de escurrimientos de las tierras altas.

Como parte de los grandes recorridos de estudio oceanográfico patrocinados por la National Science Foundation, varias muestras profundas del océano han sido recogidas del golfo de California. Heusser (1982) y Byrne (1982) han estudiado el registro cuaternario de polen del agujero 480. En tanto que la interpretación climática de las secciones relevantes de esta muestra ha sido obstaculizada por problemas de fechamiento (Byrne, 1982) y, "el incompleto entendimiento de las actuales interrelaciones de la vegetación entre parámetros de polen, vegetación y clima en el Desierto de Sonora." (Heusser, 1982, p. 1222), Heusser y Byrne están de acuerdo en que los más altos valores de cheno-am hacia la parte superior de la muestra probablemente indican un periodo Holoceno medio ca. 6000-3000 años A.P. de más alta lluvia invernal. A causa de que los altos valores de polen de pino y de pasto son reemplazados por altos valores de polen compuesto, Heusser (1982) postula la reducción de bosques de pinos y praderas en el Wisconsin tardío (ca. 20000-10000 años A.P.), y la expansión de comunidades de chaparral en el Holoceno temprano (ca. 10000-6000 A.P.). Dado que ella asocia altos valores de compuesto con mayores lluvias de verano, la tendencia declinante de los compuestos a través del Holoceno es interpretada como un total incremento de la aridez. Esto contrasta con la interpretación de Byrne (1982). Basado en el cambio en el grupo morfológico TCT, que se compone de miembros de Taxodiaceae, Cupressaceae, y Taxaceae (Adams, 1964), y de que alrededor el golfo de California está probablemente limitado a *Juniperus*, así como en cambios en valores de pólenes de abeto y artemisa, que están escasamente presentes en los diagramas de Heusser (1982), Byrne (1982) postula una reducción de temperatura. Estos dos análisis divergentes de la misma muestra serán resueltos sólo cuando la muestra sea sujeta a un mayor control de fe-

chamiento, y hay acuerdo total en lo que respecta a la naturaleza del perfil polínico.

Trincheras de la América Media. Dos muestras marinas (V18-338 (7.5 m de largo y datada radiométricamente); V18-339 (10 m de largo y datada por estratigrafía cruzada)) fueron tomadas de cerca de 100 Km. proa al sur de Salina Cruz, Oaxaca en la trincheras de la América Media (TAM) (Habib, *et al.*, 1970). Con base en datos geomorfológicos, palinológicos (valores porcentuales y de afluencia) y radiométricos, ellas han sido divididas en cinco zonas estratigráficas. La zona superficial indica una tendencia desecante en los últimos mil años, precedidos por un periodo de humedad de 750 años. El periodo más seco es de 1750 a 3000 años A.P., mientras que el periodo de 3000-5500 años A.P. es el más tibio y húmedo. La zona de base, que se extiende hacia atrás a cerca de 8-9000 años A.P., es descrita como una mezcla de condiciones frías-secas y frías húmedas, pero es casi totalmente tan seca como el periodo seco entre 1750 y 3000 años A.P.

Tetitlán. Dos muestras de polen de 1.9 m. han sido tomadas de la laguna costera de Tetitlán que se encuentra a cerca de 100 Km. al noroeste de Acapulco, Guerrero (González-Quintero, 1980). La segunda muestra tiene dos fechas de radiocarbono, a los 0.9 m. (I-9020; 2070 ± 150 años A.P.) y a los 1.8 m. (I-9021; 3170 ± 280 años A.P.). De la curva de polen de la muestra No. 2, González-Quintero (1980) derivó curvas de temperatura, precipitación, clima y limnica. La curva de temperatura, esta basada en la proporción relativa de tres grupos ecológicos; elevación baja o elementos tropicales (excluyendo mangle), elementos de elevación media tales como robles, y elementos de elevación alta como pinos; elementos de temperatura tales como robles y pinos. La curva de temperatura se divide en una tendencia tibia en los últimos 1000 años, la cual es precedida por una tendencia fría de 2000 años. Los últimos 500 años de la tendencia fría son identificados como templados o más fríos que ahora. Anteriormente a esto la temperatura, a pesar de declinar, es visualizada como más tibia que ahora. La curva de humedad, basada en los porcentajes relativos de mangle, espadaña, juncia y cheno-am, indica un periodo de humedad constante y luego declinante para 3000-2000 años A.P. Esto es seguido por un periodo de 300 años de incremento en la precipitación, que alcanza su máximo por los 700 A.P. y logra su mínimo hacia los 450 A.P. Combinando estas dos curvas González-Quintero (1980) crea una curva de clima que identifica un periodo cálido-húmedo anterior a 2500 A.P., un periodo cálido-seco de 2500 a 1800 años A.P., un periodo templado de alrededor de 1800 a 1000 A.P., y el periodo moderno subsecuente con mayor tendencia hacia precipitación y temperatura.

Estuario de Teacapan. El registro de polen (Sirkin y

Gilbert, 1980; Sirkin, 1984) es presentado como una lista parcial de presencia/ausencia en lugar de un diagrama de porcentaje o de afluencia de polen. Está dividida en cinco zonas que reflejan actividad tectónica y cambios en el nivel del mar en lo que respecta a consideraciones climáticas. Las cuatro zonas más bajas corresponden al desarrollo del suelo Cañas (ca. 8700 años A.P.) sobre la Playa inicial (ca. 14500 años A.P.), Playa temprana (ca. 6300 años A.P.), la subsiguiente ruptura de la laguna asociada y el surgimiento del suelo Teacapán (ca. 5400 años A.P.) (Connally 1984). Los datos de polen sugieren que esta parte de la secuencia empezó con un bajo pero creciente nivel del mar seguido por un incremento en la entrada ribereña y después polen local no arborecentes. De manera similar los cambios subsiguientes pueden comprender el desarrollo de las playas tardías pero la naturaleza parcial de los datos publicados imposibilita cualquier conclusión sólida.

Sumario. Tres grupos de muestras marinas y una colección de muestras del fondo oceánico presentan un registro de polen que es dominado por polen de pino con valores que son resultado de precipitaciones y escurrimientos de las tierras altas. Aunque cada muestra responde de distinta forma, hay siete cambios importantes en momentos determinados: 10000/9500, 8700/8500, 6500/5500, ca. 3000, ca. 2000, ca. 1800 y ca. 1000 años A.P.

El material del golfo de California anterior a los 10000/9500 años indica una más baja temperatura (Byrne, 1982) por la presencia de abeto, enebro y artemisa, y una tendencia creciente en aridez (Heusser, 1982) por la tendencia decreciente en pinos y pastos. Los altos valores relativos de compuestos sugieren significativas lluvias de verano (Heusser, 1982). El desarrollo de Playa inicial en Teacapán (14500 años A.P.) (Connally, 1984) da base a la afirmación de Heusser sobre una tendencia desecante.

En el Holoceno temprano (10000/9500 a ca. 6500 años A.P.) la muestra del golfo de California es interpretada indicando un periodo más seco (Heusser, 1982) y más tibio (Byrne, 1982). La Trincherita de la América Media indica un cambio de frío/húmedo a frío/seco para la segunda mitad de este periodo mientras que los materiales de Teacapán indican un ciclo de desarrollo de suelo y playa que puede indicar intervalos secos hacia 8700 y 6500 años A.P.

De 6500/5500 a 3000 años A.P. los altos valores de cheno-am en la muestra del golfo de California sugieren altas lluvias invernales (Heusser, 1982) en tanto que La Trincherita de la América Media da un registro más tibio y más húmedo (Habib *et al.*, 1970).

En los últimos 3000 años la muestra del golfo de California indica una tendencia decreciente en lluvias de verano (Heusser, 1982), mientras que otras muestras presentan evidencia contradictoria. Para el periodo

entre 3000 y 2000 años A.P. la Trincherita de América Media indica un periodo seco y las muestras de Tetitlán indican un periodo húmedo. Para un periodo breve de 2000 a 1700 años A.P. las muestras de la Trincherita de América Media y Tetitlán sugieren un periodo de aridez que es seguido por un periodo de creciente humedad. Los últimos 700-1000 años son un periodo de relativa aridez.

Estudios arqueológicos

Los primeros estudios arqueológicos de polen fueron iniciados en 1941 como auxiliares de estudios limnológicos que se centraron en el lago de Pátzcuaro (Deevey, 1943; 1944). Deevey (1943; 1944) trató cuatro grandes problemas: la cuestión de cambios de vegetación derivados climáticamente *versus* culturalmente, preservación de polen y selección de sitios, establecimientos de secuencias regionales, y la necesidad del mayor conocimiento de la ecología regional y de las plantas. El registro arqueológico de polen ha sido desarrollado de muestras recolectadas dentro de contextos arqueológicos estratigráficos o de lagunas dentro de sitios arqueológicos. Por su naturaleza los sitios arqueológicos demuestran altos niveles de disturbio humano, el cual a menudo se registra en la forma de altos niveles de compuestos de cheno-am. Esta alteración puede enmascarar cualquier señal climática. Los sitios serán considerados en secuencia del noroeste al suroeste (Fig. 2).

Casas Grandes. Los perfiles de polen (Kelso, 1976) derivados de los sedimentos recuperados de la Represa No. 2 dentro del sitio Casas Grandes, Chihuahua (Di Peso *et al.*, 1976), son dominados por altos valores de cheno-am (40-60%) y compuestos (10-20%). Chenomam tuvo su máximo valor durante el periodo de ocupación humana (A.D. 1260-1340). Dado que la represa aún contenía un metro de agua cuando el sitio fue abandonado, estos valores se interpretaban como el resultado de la actividad humana y del abandono del sitio más que como cualquier señal climática. Los pocos granos de polen de *Zea* recuperados de este rasgo corresponden a los más tempranos niveles de ocupa-

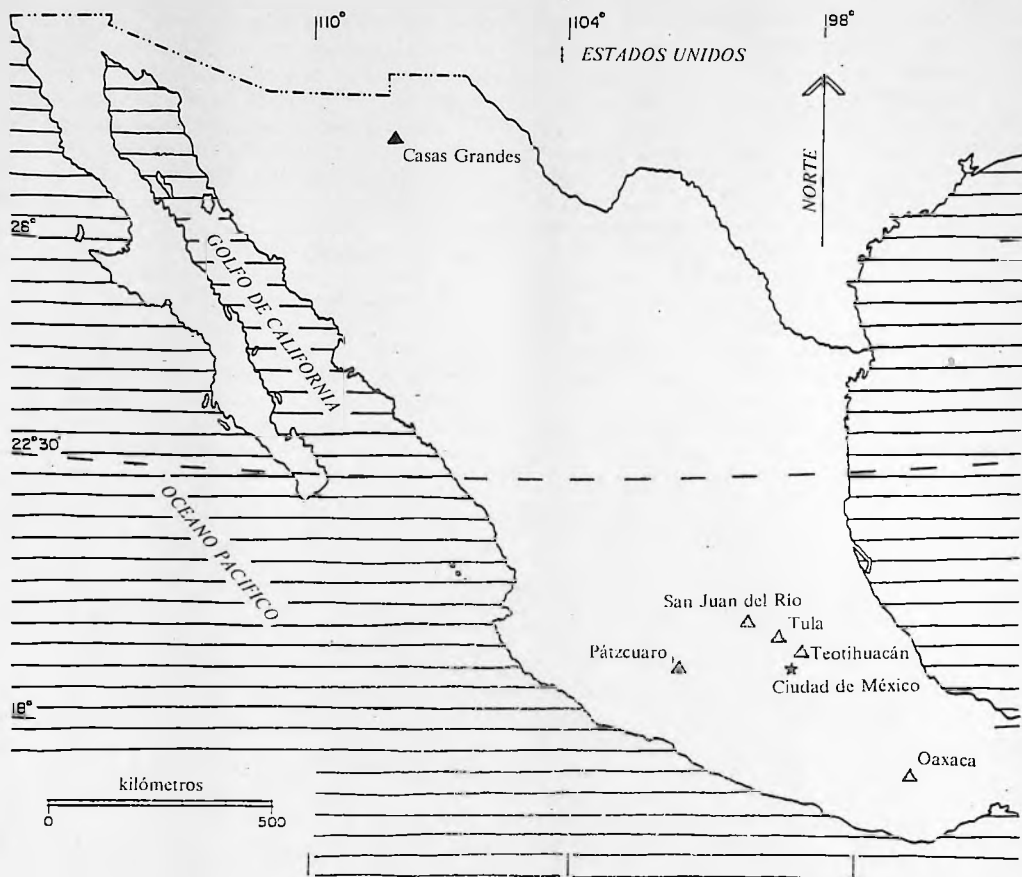


Ilustración 2. Sitios arqueológicos de estudio.

ción. Grupos de polen de cheno-am y de polen de pasto junto con relativamente altos valores de polen de cucurbita en rasgos arqueológicos interpretados como jaulas para pericos, son usados para sustentar esta identificación e identificar a cheno-am, pastos y calabazas como los alimentos más importantes.

San Juan del Río. Los perfiles de polen obtenidos de seis sitios arqueológicos en el valle de San Juan del Río, Querétaro (Palacios Chávez y Arreguín, 1980) demuestran señales de alta frecuencia que no proporcionan patrones claros, aunque los valores máximos de polen de maíz, ambrosía y compuestos de cheno-am implican cambios en el uso humano de la tierra. Datos de la muestra de San Juan del Río son interpretados como evidencia de difusión de desmonte y agricultura después de 500 A.C. Datos de muestras de Los Cerri-

tos, La Trinidad y Santa Rosa Xajaji son interpretados indicando un cambio en los patrones de uso del suelo entre 800 y 1000 años A.P. (Palacios Chávez y Arre-guín, 1980).

Tula. Un núcleo no fechado de polen extraído del barco del Río Tula, Hidalgo, proporciona una historia de los flujos y reflujos del río y de la actividad humana local (González-Quintero y Montufar, 1980). La presencia de maíz de los 1.6 a 0.9 m. aparejada con el dramático incremento de valores en compuestos de espina baja y el total incremento en polen de pasto y cheno-am arriba de los 1.4 m., implican una expansión de la agricultura seguido por un patrón decreciente de disturbio. González-Quintero y Montufar (1980) presentan curvas de temperatura y precipitación basadas en porcentajes relativos de pino *versus* roble, y cheno-am *versus* Cyperaceae más Typha.

Teotihuacan. En asociación con estudios arqueológicos de Teotihuacan y su supuesto sistema de irrigación (Sanders *et al.*, 1979), Anton Kovar (1970) muestreó un pequeño manantial llamado El Tular, aproximadamente 3 Km. al suroeste de San Juan Teotihuacan, Estado de México. A una profundidad de 3 m. este perfil demuestra una dramática caída en los valores de polen de Juncia y un incremento concomitante en valores de polen de pino, que pueden indicar un cambio de medio ambiente más húmedo a uno más seco. Sin embargo no hay cambios en los valores polínicos de compuestos ni de cheno-am, como sería esperado con el incremento del disturbio alrededor del manantial o su desecación. La ausencia de polen de Typha y Taxodium y la escasa presencia de polen de maíz arriba de este cambio es considerada notable (Kovar, 1970).

Kovar (1970) recuperó una sección aluvial de la excavación del sitio Cuanalan que se parece vagamente a la porción baja de la muestra de El Tular. Con base en esta vaga relación y en la estratigrafía de la sección Cuanalán, Sanders, Parsons y Santley (1979) proponen que los cambios Juncia/Pino en la muestra El Tular representan la incorporación del manantial El Tular a la red de irrigación de Teotihuacan por 150 A.C., o bien 600 A.C.

La cuenca de la Ciudad de México. En 1941 Deevey (1943, 1944) recolectó series de muestras de sitios arqueológicos tales como Zacatenco, Copilco, Cuicuilco y Ticomán, y concluyó que no contenían polen suficiente para una interpretación. En 1948 Sears (1952a; 1952b) recolectó muestras de sitios arqueológicos cerca de Xico, Culhuacán, Tlatelolco, Zacatenco, Copilco y El Tepalcate. En conjunción con secuencias aluviales y lacustres recolectadas en 1949 y 1950, Sears (1952b) concluyó que el Preclásico temprano era húmedo (valores de pino 90%) pero fue seguido por una tendencia desecante (valores de roble 10%) que fue bien establecida por 500/400 A.C. Este periodo seco continuó a tra-

vés del periodo clásico hasta A.D. 900/800 cuando empezó un periodo húmedo y siguió hasta la invasión española.

Oaxaca. Los estudios de polen más orientales que se mencionan en este artículo son los de James Schoenwetter en el valle de Oaxaca (Schoenwetter, 1974; Flannery y Schoenwetter, 1970). Con base en material recuperado de la cueva Guila Naquitz, justo arriba del pueblo de Mitla, en el extremo oriental del brazo este del valle de Oaxaca, Schoenwetter reconstruye un clima más frío y más xerofítico de ca. 10000 a 8000 años A.P. Llevan a esta conclusión tres factores: los totales de polen se limitan a 100 granos, las medidas básicas de radiocarbono están fuera de secuencia y hay un largo e inexplicable hiato deposicional entre 8000 y 1000 años A.P., pero ya que las muestras fueron recogidas de pisos de viviendas, los cambios de polen podrían ser el resultado de actividad humana dentro de la caverna más que del clima exterior. Schoenwetter (1974) trata de superar esta limitación analizando una serie de muestras modernas de superficie que le permiten identificar cuatro comunidades de vegetación, pero no se asemejan mucho al polen de Guila Naquitz. Schoenwetter (1974) identifica polen de maíz en el nivel fechado para 8000 años A.P., aunque los microfósiles de Zea no se conocen en otras partes del valle hasta alrededor de los 3000 años A.P. (Flannery y Schoenwetter, 1970).

Otras series de muestras recolectadas de cuatro sitios arqueológicos (Huitzo, San José Mogote, Monte Albán y Zaachila) en los ramales occidentales del valle, son interpretados (Flannery y Schoenwetter, 1970), con base en valores relativos de cheno-am y compuestos, indicando un periodo seco de 3200 a 2900 años A.P., un periodo más húmedo bastante similar al clima moderno de 2900 a 2400 años A.P. y de 2400 a 2000 años A.P. un periodo más lluvioso que el actual.

Sumario

El patrón de altos valores de cheno-am, compuestos y polen de pasto, además de la presencia de polen de maíz, es indicativo del disturbio humano relacionado con la actividad cultural mesoamericana. Los estudios arqueológicos proporcionan sólo dos puntos de cambio comunes. El primero (ca. 2500 años A.P.) coincide con la expansión de las culturas del preclásico tardío, y el segundo (ca. 1000 u 800 años A.P.) coincide con cambios en los patrones de uso de la tierra, que se relacionan con la interfase entre las culturas del clásico tardío y el establecimiento de las culturas del postclásico temprano.

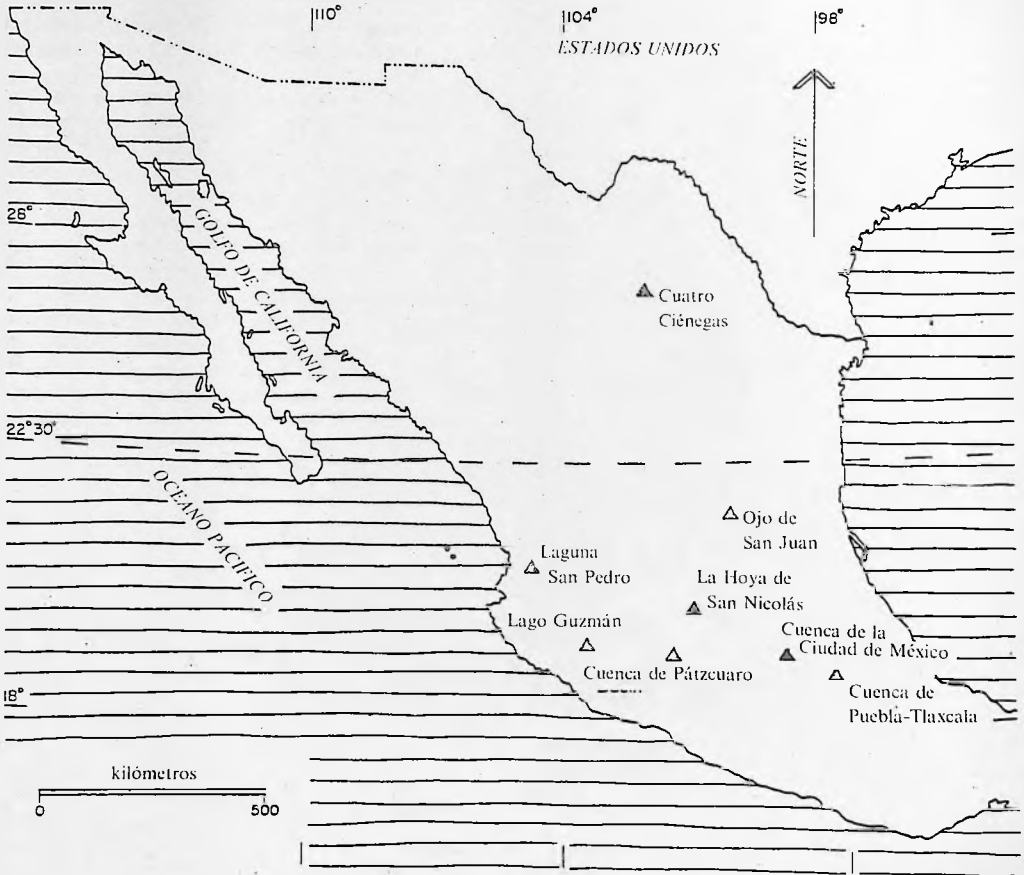


Ilustración 3. Sitios lacustres de estudio.

Desde que el polen generalmente se preserva mejor ya sea bajo condiciones extremadamente secas o anaeróbicas, los lechos lacustres pueden proporcionar situaciones ideales para el muestreo de polen antiguo. Aunque debe reconocerse que hay problemas con producción diferencial, transporte y preservación, el polen usualmente representa la vegetación regional y proporciona una representación del clima regional. Muchos de los diagramas de esta sección son versiones simplificadas de las presentadas por los autores originales. Para detalles posteriores se recomienda al lector que consulte los documentos originales. De nuevo los sitios se considerarán de norte a sur (Fig. 3).

Cuatro Ciénegas. Dos núcleos de sedimento fueron recuperadas del suelo de la cuenca de Cuatro Ciénegas, Coahuila (27°N; 104°W), que se sitúa a 710 m. sobre el nivel del mar (Meyer, 1973; 1975). Los perfiles de polen resultantes son bastante satisfactorios y no sugieren cambios significativos de vegetación en el área. Sin embargo Meyer interpreta sus datos indicando un rebajamiento de los límites entre los bosques de pino y los bosques de tierras alta durante Wisconsin medio. O, en sus palabras, "el clima regional era más frío y tal vez más húmedo que lo que es hoy" pero "vegetación ecológicamente equivalente, si no idéntica a la ahora presente, ocupaba el suelo de la cuenca" (Meyer, 1973, p. 982). Esta interpretación es apoyada por los análisis de Van Devenders (1979; Brown, 1980; 1984) de "packrat middens" del Wisconsin tardío de Durango y Coahuila.

Ojo de San Juan. Un corto núcleo de polen entre extraída de un manantial, el Ojo de San Juan cerca de Villa Juárez, San Luis Potosí, que se localiza a N 22°17'30"; W 100°16' y está a 1100 m. sobre el nivel del mar. El Ojo de San Juan, junto con otros manantiales, alimentaba anteriormente un lago substancioso, lago de Buenavista, el cual ha sido desecado y su lecho cultivado. La vegetación regional ha sido descrita por Puig (1976; 1979) y Rzedowski (1966; 1981), y la lluvia de polen regional ha sido descrita por Lorzano (1979a; 1979b). El perfil polínico, limitado por totales pequeños y amplios intervalos de muestreo, revela un registro satisfactorio de 6100 años (Brown, 1984).

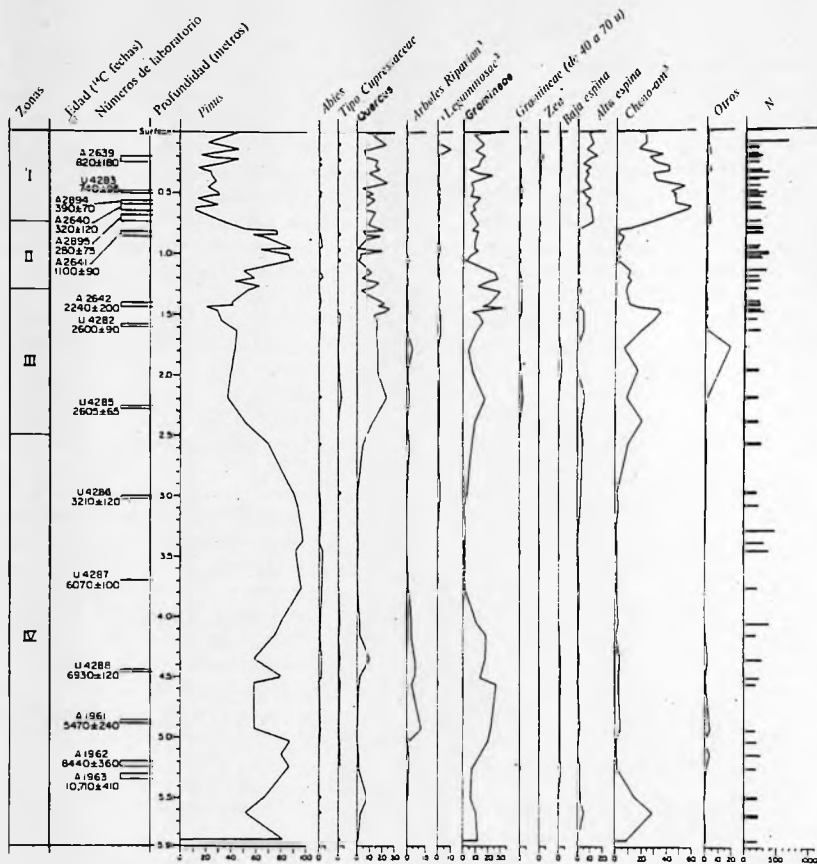
El perfil polínico de Ojo de San Juan es dominado por el grupo TCT, que en este caso se piensa que está principalmente compuesto por *Taxodium* degradado (Brown, 1984). La fuente de polen de *Taxodium* es probablemente *Taxodium muchronatum*, un componente ribereño del Ojo de San Juan. La continua presencia de polen de *Taxodium* y de microfósiles indican que el Ojo y su lago asociado no se secaron totalmente por ningún periodo extenso.

Asumiendo que las variaciones en las otras taxa son

ocultadas por el constreñimiento del TCT, su valor fue recalculado excluyendo a TCT de la suma. Consecuentemente se deduce que aunque el Ojo de San Juan ha estado húmedo continuamente, la vegetación circundante ha experimentado por lo menos un periodo (después de 1000 A.D.) de creciente aridez, como es indicado por los cambios en valores polínicos de altos compuestos espinosos y pastos. La relación inversa entre roble y cheno-am sugiere que la cantidad de robles en la vegetación declinó concomitantemente con una expansión en el disturbio agrícola o un periodo de aridez. La presencia de *Zea* en una fecha extrapolada de 4500 años A.P. sugiere una temprana difusión de la agricultura del maíz de la sierra de Tamaulipas (Mangelsdorf *et al.*, 1964).

Laguna de San Pedro. Laguna de San Pedro, Nayarit, se localiza a los N 21°12'30"; W 104°45' en una vasta cuenca aluvial que desagua en el río Ameca. Este lago está justo debajo de la curva de nivel de los 1300 m. y está circundado por montañas que se elevan sobre los 1900 m. La vegetación regional está clasificada como bosque tropical deciduo (Rzedowski, 1981; Flores-Mata, *et al.*, 1971). El cambio de una vegetación arbórea mixta de pino roble a una de roble es indicativo de un incremento en aridez. La aparición de maíz en ca. 3000 años A.P. es indicativa de agricultura de maíz y del principio de un periodo de perturbación agrícola que termina alrededor de 800 años A.P. y da paso a una reexpansión de una pradera mixta pino-roble o a una expansión del bosque de coníferas (Brown, 1984; Brown y Jacobs, en prep.).

La Hoya de San Nicolás de Parangueo. La Hoya de San Nicolás de Parangueo es el lago de un cráter que se encuentra cerca de la confluencia de los ríos Lerma y Laja, en las proximidades del pueblo del valle de Santiago. La Hoya de San Nicolás de Parangueo se localiza a N 20°23'; W 101°17'. La parte más alta de la pared del cráter está cerca de los 1780 m., y el lecho del lago está alrededor de los 1700 m. El lago tiene un área de dre-



- ¹ Los Arboles Ripariani incluyen: Acer, Alnus, Fraxinus, Juglandaceae, Moraceae, Sambucus, Populus y Platanus.
² Los Leguminosae incluyen: el Prosopis, Mimoidaeae y Acacia.
³ El Cheno-Am incluye: Chenopodiaceae y Amaranthus.

Ilustración 4. La Hoya de San Nicolás de Paranguo.

naje de cerca de 1 km². Los análisis de las muestras de polen se basaron en su división en cuatro zonas (Fig. 4) (Brown, 1984).

Zona IV (11000 a 3000 años A.P.) es dominada por altos valores de polen de pino (55 a 97%) pero incluye cumbres de polenes de pasto y de cheno-am. La zona IV es interpretada como un periodo fuertemente dominado por la presencia de bosque de pino en las colinas circundantes, y que empieza por un periodo de disturbio seguido por el establecimiento de una pradera en los valles bajos, los cuales fueron subsecuentemente invadidos por bosque de pino.

Entre ca. 10000 y 9000 años A.P. las cumbres de polen de cheno-am son interpretadas como parte de la se-

cuencia resultante de la interfase Pleistoceno-Holoceno, o como una respuesta al postulado incremento del aislamiento del Holoceno temprano (Kutzbach, 1981). Esto es seguido (ca. 9000-7000 años A.P.) por el establecimiento de praderas en elevaciones bajas y la presencia continua de bosques de pinos en elevaciones más altas. Entre 7000 y 3000 años A.P. los bosques de pino se movieron ladera abajo reemplazando a las praderas.

En la zona III de 3000 a 1700 años A.P. los valores de polen de pino cayeron considerablemente mientras que los de roble, cheno-am y pasto aumentaron, sugiriendo una vegetación de roble que reemplaza al bosque de pino, o la limpieza selectiva de la tierra en conjunción con la introducción de la agricultura asociada con la cultura de Chupícuaro.

La zona II, fechada de 1700 a 1000 años A.P., exhibe una fuerte recuperación de pino (pino 85%) seguido por un trastocamiento que parece estar en concierto con la más fuerte recuperación arqueológica regional.

La zona I, que cubre los últimos 1000-800 años, presenta una serie anómala de fechas invertidas de radio-carbono que son en su mayoría parsimoniosamente explicadas por la erosión del suelo, abrupta y masiva, causada por la introducción de prácticas agrícolas europeas.

La cuenca de Pátzcuaro

Desde el establecimiento de la Estación de Investigación Limnológica en los 1930's (Batalla, 1940; De Beun, 1941; 1944) la cuenca de Pátzcuaro (N 19°35'; W 101°35', a 2044 m. sobre el nivel del mar) ha sido un centro de estudios ecológicos y paleoecológicos. En 1941 Edward S. Deevey (1943; 1944; 1957) tomó un cierto número de muestras de polen de México central, de las cuales las dos procedentes del lago de Pátzcuaro fueron consideradas las más productivas. Una (P-1) tenía alrededor de tres metros de largo y fue recuperada de aproximadamente 4.5 m. de profundidad, mien-

tras que la otra (P-3) estaba justo sobre los seis metros de largo y fue recuperada de aproximadamente 3 m. de profundidad.

Deevey (1944) presentó sus resultados con base en totales de por lo menos 200 granos por muestra. Los valores de polen de pino varían de 50 a 90%, y de 50 a 70% en las muestras más corta y más larga respectivamente. Ambas muestras tienen un pequeño porcentaje de polen de abeto en las dos terceras partes más bajas. En ambas muestras el polen de roble tiene una ligera tendencia decreciente, escasamente de 20 a 10%, aunque hay más variación en P-1 que en P-3. El polen de aliso muestra una más fuerte tendencia decreciente. El polen de pasto tiene valores bastante constantes de aproximadamente 10%, aunque se incrementa ligeramente y luego decrece de nuevo hacia la parte superior de ambas muestras. Los valores polínicos de cheno-am son satisfactorios en la muestra más grande P-3, pero muestra una dramática cima en el tercio superior de la muestra más corta P-1, con valores que van de menos de 10 a alrededor de 40%. El polen de maíz (*Zea*) se presenta raramente hacia la parte superior de las muestras. Mientras que los pólenes de roble y aliso generalmente tienen una tendencia conjunta, el único cambio dramático en la cima de cheno-am hacia la parte superior de P-1.

La interpretación de estos perfiles de polen es difícil porque no están fechadas, y sólo el cambio en los valores de polen de cheno-am de P-1 claramente está fuera del rango de variación esperado en una vegetación sin cambios. Deevey divide los perfiles en tres zonas, e interpreta a la zona más baja como bosque de pino y roble con aliso y abeto, la zona media como representando una reducción en el nivel del lago debido al incremento de la aridez, y la zona más alta como bosque de pino-roble disturbado por prácticas agrícolas.

Más tarde la flora alguífera química y fósil de estas muestras fue analizada (Hutchinson *et al.*, 1956) y el polen fue reanalizado en conjunción con los datos resultantes. Hutchinson *et al.*, (1956) usaron el índice de humedad de Sears (Sears, 1952a; Sears y Clisby, 1952) para interpretar estos datos pero concluyen que las muestras estaban tan dominadas por polen de pino, que pequeños cambios en los valores de éste creaban variaciones relativamente notables en los valores porcentuales de polen de otras taxa. Sin embargo cambios en los valores de carbonato de calcio en la muestra corta son vistos como apoyo a la afirmación de que la cima de polen de cheno-am representa un periodo seco.

Deevey (1956; Hutchinson *et al.*, 1956) comparó esta secuencia con la que Sears (1951a; 1951b; 1952a; 1952b; 1953a; 1953b) desarrolló para la Cuenca de la Ciudad de México, aún cuando ninguna está fechada. Basado más en los datos de la Ciudad de México que en los datos de Pátzcuaro concluyó que antes de 1500 A.C., el

medio ambiente del Holoceno tardío era seco; de 1500-500 A.C. era húmedo; de 500 A.C. a 900 A.D. era bastante variado pero con un intervalo muy seco; y de A.D. 900 a 1521 era húmedo nuevamente.

A mediados de los setentas se tomó otra muestra del lago de Pátzcuaro (Watts y Bradbury, 1982) (Fig. 5). Tiene una edad básica radiométrica de 44000 años A.P. La porción baja entre 44000 y 9500 años A.P. es dominada por cerca de un 50% (de 25 a 65%) de polen de pino y por menores porcentajes de polen de aliso y roble. Porcentajes bajos y bastante constantes de polen de pasto (5 a 10%), junípero (5 a 10%), artemisa (5%), abeto (1%) y ambrosía (1%) completan el diagrama. Si bien los valores porcentuales de las últimas tres taxa no son altos, su desaparición a los 9500 años A.P. les da mayor significancia. La eliminación de estas taxa

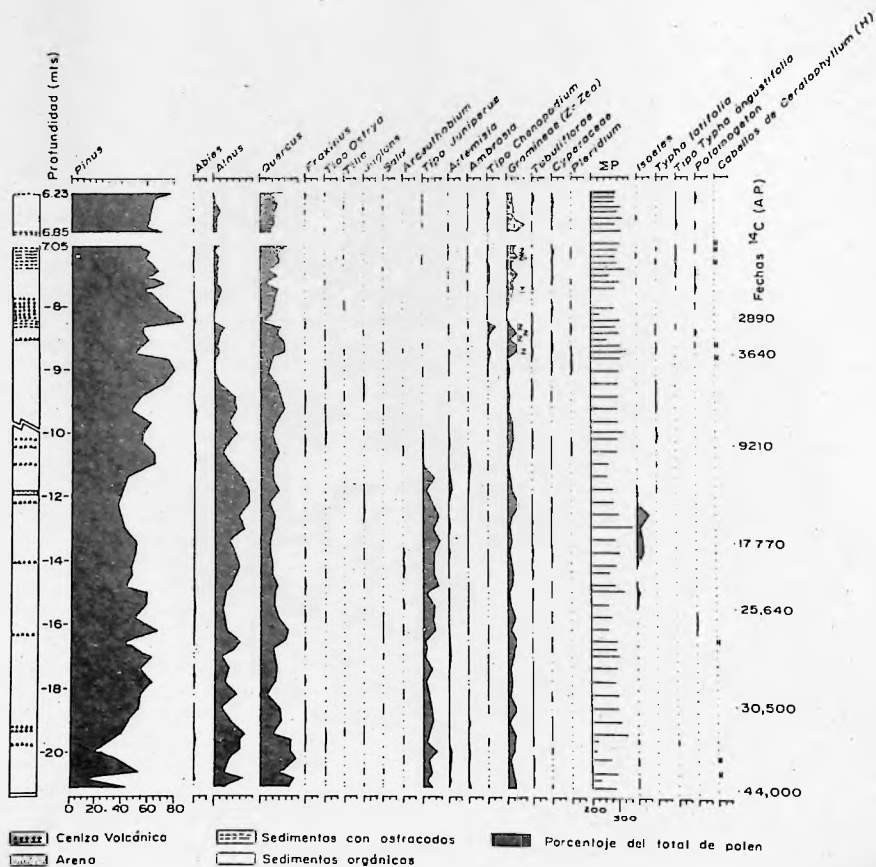


Ilustración 5. Perfil del polen del Lago de Pátzcuaro (según Watts y Bradbury, 1982).

es interpretada como la representación de la fase intermedia entre el Pleistoceno y el Holoceno; un cambio de un medio ambiente seco y frío a uno de mayor humedad y calor.

Entre aproximadamente 9500 y 5000 años A.P., el pino continuó dominando, con ligeras variaciones de polen de pasto, aliso y roble. Después de 5000 años A.P. los valores de aliso decrecen y los valores de polen de cheno-am se incrementan. Este cambio es interpretado como indicando el inicio de la agricultura con el reemplazamiento de aliso ribereño por lotes agrícolas y un incremento concomitante en malezas de cheno-am, o la deliberada manipulación de *Chenopodium* como grano cultivado. La aparición de granos de polen de *Zea* después de 3600 años A.P. indica agricultura en el lugar. El acompañante incremento de juncia sugiere un incremento en hábitos favorables a ella, ya sea que la erosión llenó los bajos del lago de Pátzcuaro, o que el uso cambiante de la tierra creó bajos y charcas en las laderas de las colinas circundantes. La ausencia de polen de maíz en los 60 cms. superiores puede ser el resultado de cambios coloniales o más recientes en niveles de población y prácticas agrícolas tales como el abandono de chinampas, mientras que la desaparición de polen de abeto es probablemente debida a la industria maderera (Watts y Bradbury, 1982).

Los datos palinológicos del lago de Pátzcuaro indican una vegetación complaciente en el Pleistoceno tardío, que fue dominada por pino con componentes substanciales de roble, abeto, aliso, junípero, artemisa y ambrosía. La eliminación de junípero, artemisa y ambrosía en el Holoceno temprano sugiere un aumento de la humedad y posiblemente de la temperatura. Cambios en el perfil polínico subsecuente de alrededor de 5000 años A.P. parecen ser el resultado del impacto humano más que del climático. El periodo de erosión, que ha sido radiométricamente datado para 2300 ± 60 años A.P. (SRR 1862) (Street-Perrot *et al.*, 1982), parecería relacionarse con desarrollos del preclásico tardío. Subsecuentemente hay suficientes de-

talles en estos datos para discutir la interacción entre los ocupantes humanos de la cuenca de Pátzcuaro y su medio ambiente (Pollard, 1979; 1980; 1982).

La cuenca de la Ciudad de México. Estimulado por los trabajos de Deevey (1943; 1944; 1947) y Schulman (1944), Paul B. Sears tomó un número de muestras de varios sitios arqueológicos (Sears, 1951a; 1951b; 1952a; 1952b; 1953a; 1953b) antes de obtener acceso a los grandes núcleos recogidas de la ciudad de México (Zeevaert, 1952). Estas muestras lacustres fueron seleccionadas para incrementar la profundidad de tiempo y para minimizar el impacto de la actividad humana en el registro polínico. Asumiendo que el polen arbóreo refleja la producción regional de polen, que el polen no arbóreo refleja la producción local del mismo, y que el disturbio humano es un fenómeno local, se pensó que el polen no arbóreo reflejaría el medio ambiente natural básico (Sears, 1952b). Sin embargo actividades culturales tales como la agricultura y la deforestación han sido tan extensivas a través de Mesoamérica que han afectado a la producción de polen en ambos niveles, local y regional.

Este intento por dilucidar los climas del holoceno y pleistoceno del México central es debilitado por la ausencia de la zona I, el pequeño tamaño de la muestra de abajo de la zona II, y la falta de control de fechamiento (Sears, 1955; Foreman, 1955; Clisby y Sears, 1955; Sears y Clisby, 1952; 1955). La zona I fue considerada relleno cultural reciente y fue descartada sin ningún estudio. La zona II es dominada por una poco usual combinación de pólenes de pino y de *Maydeae*, que desaparecen para la parte baja de la zona. En la parte superior de la zona II los totales de polen alcanzan los 200 granos, pero en la parte inferior los conteos totales generalmente oscilan por los 100 granos de polen por muestra. Si bien Bakley (1943) demostró que totales de tal tamaño eran suficientes para comparar confiablemente (a un nivel de significancia del 0.85) sus muestras dentro de una muestra dada, no consideró a qué tamaño ni a qué nivel estadístico una muestra reflejaba confiablemente el universo del cual fue extraída. Martin (1963) ayudó a codificar los 200 granos totales como el estándar mínimo moderno, cuando gráficamente demostró que a 200 granos totales correspondían dos veces la diversidad taxonómica de un total de 100 granos, y la mitad de la diversidad de un total de 2000 granos. Subsecuentemente otros han presentado información que sugiere que los totales considerablemente grandes son garantía (Malher, 1972; Faegri e Iversen, 1975; Duffield y King, 1979).

Bradbury (1971) redibujó (Fig. 6) el diagrama de Madero de Clisby y Sears, y la figura resultante claramente demuestra la ausencia virtual de polen de sedimentos diferentes que ceniza del aire y arcilla, lo que efectivamente excluye a las zonas IV (34 a 37 m.), VI y VII (48

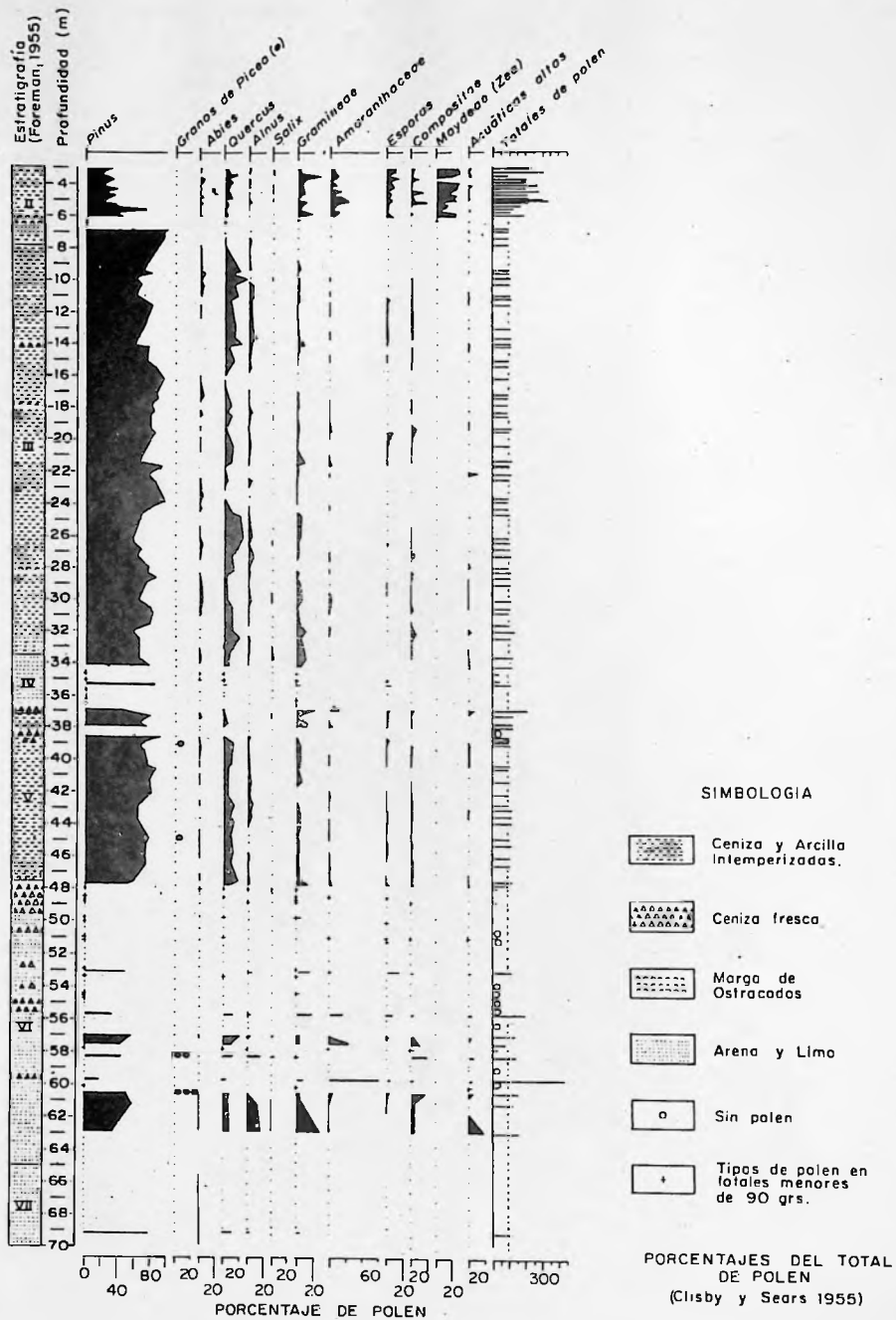


Ilustración 6. Centro Madero (Bradbury, 1971).

a 70 m.). La zona V (37 a 48 m.) demuestra altos valores ($\pm 70\%$) de polen de pino en asociación con valores bajos ($\pm 15\%$) de roble, más la presencia de aliso, pasto y polen compuesto. El perfil polínico de la zona III (8 a 34 m.) es bastante similar a la de la zona V, pero con más fuerte y clara relación inversa entre polen de pino y de roble. Sin embargo en ambas zonas los totales de polen escasamente pasan los 100 granos. En la porción más baja de la zona II hay un rompimiento en la secuencia de polen originado por un cambio de sedimentos. En el metro de arena y lodo, cubierta por una marga ostral entre 6 y 7 m., no hay virtualmente polen. Sobre el nivel de 6 m. los totales de polen alcanzan los 200 granos por primera vez. Los valores de pino son más bajos que antes, yendo de 20 a 60%, pero los valores de polen de pasto, cheno-am y compuesto son mucho más altos que antes. El cambio más dramático es la aparición de polen de maíz, que va de 0 a más de 20%.

La presencia de polen de maíz, en conjunción con los relativamente más altos valores de pasto y cheno-am, es un claro indicador de la agricultura de maíz. Ya que el polen de maíz cae cerca de la planta (Raynor *et al.*, 1972), el alto porcentaje de polen del cereal implica que la muestra fue tomada o de un basurero que incluía un lote de desperdicios domésticos, o de una chinampa que fue usada para cultivar maíz, o de un campo que fue desarrollado parcialmente con tallos de maíz. Debido a la localización del sitio de muestreo, cualquiera de estas especulaciones es probable (Calknek, 1971; González Aparicio, 1973; Adams, 1977).

Aún cuando Sears y sus colegas han publicado extensamente acerca del paleoclima de la Cuenca de la Ciudad de México, una rigurosa inspección de su material revela que muy pocos de sus datos pueden ser usados en la actualidad. Sears, Clisby y Foreman deben ser elogiados por publicar sus datos con suficiente detalle para que éstos puedan ser reanalizados y discutidos, y por su papel pionero en los estudios de polen en México.

El más reciente perfil polínico de la Cuenca de la Ciudad de México (González-Quintero y Fuentes Mata, 1980) fue recuperado del Lago de Texcoco, y puede ser convenientemente dividido en tres zonas (Fig. 7). La figura 7 es un diagrama resumido que ha simplificado los datos publicados y presenta dos fechas de radiocarbono no incluidas en la publicación original. Como tal, ha sido redibujado de los varios diagramas presentados por González-Quintero y Fuentes Mata (1980). El lector que requiera más información debe consultar a González Quintero y Fuentes Mata (1980).

La zona I de la figura 7 corresponde a las zonas A2-A5 de González Quintero y Fuentes Mata (1980); la zona II corresponde a sus zonas A1, y la zona III corresponde a sus B1 a B6. Las divisiones más finas de González Quintero y Fuentes Mata se basan parcialmente

en separaciones de polen dentro del género *Pinus*, que son problemáticas (Ting, 1965; 1966; Martin, 1963; Mack, 1971; Hansen y Cushing, 1973). Por ejemplo Martin (1963, p. 20, Fig. 9) presenta clasificaciones de longitud de tronco y vejiga de once especies de pino, lo cual indica que mientras el polen de pino ponderosa tiende a ser el más grande y el polen de pino piñón tiende a ser el más pequeño, las clasificaciones se traslapan considerablemente. Si el porcentaje total de polen es presentado en la columna denominada "suma polínica" de los diagramas sin rótulo, entre las páginas 116 y 117 (González-Quintero y Fuentes Mata, 1980), el valor de polen de pino se mantiene alto y constante.

La zona III, la más vieja, va de aproximadamente 30000 a 12000 años A.P. Es dominada por polen de pino y tiene más altos valores de polen de roble, abeto (spruce) y pasto que la zona II. Los pólenes de abeto (fir) y aliso están constantemente presentes con bajos valores porcentuales. Polen de cheno-am y polen compuesto están erráticamente presentes con valores bajos, y los valores de polen de paso declinan.

Mientras que la identificación de pinos que hacen los autores les hace creer que podrían hacer análisis ecológicos detallados, una interpretación más conservadora sugeriría que durante el periodo de tiempo de la zona III el medio ambiente alrededor de la Cuenca de la Ciudad de México era bastante estable y más frío que hoy. En otras palabras, las laderas volcánicas estaban cubiertas con una mezcla de bosque de pino-roble y pino, con una mayor proporción de pino que la actual. Esta visión es derivada de los consistentes valores de polen de aliso, abeto y roble, aparejada con los valores pequeños y erráticos de pólenes de compuesto y cheno-am. Los relativamente altos valores de pastos sugieren una vegetación arbórea con pino o roble como componentes principales de las elevaciones más bajas, y que el componente de pasto fue lentamente suplantado conforme la vegetación arbórea se desarrolló en un bosque.

La zona II, de 12000 a 9500 años A.P. es caracterizada por altos valores de polen de pino y abeto, la virtual ausencia de roble y abeto (*spruce*), la presencia errática de polen de aliso y de pasto, así como los reducidos valores de compuestos y otros indicadores de disturbio. Esta parecería ser la culminación del periodo más tibio y húmedo. Hacia la porción superior de la zona II, pólenes de abeto (*spruce*) y roble hacen apariciones erráticas, lo cual puede representar trastornos climáticos y arguye contra la anterior extirpación del abeto (*spruce*) de la cuenca de la ciudad de México.

En la zona I, de 9500 años A.P. a la actualidad, los valores de pino dominan aunque son más bajos que en las zonas II o III. la zona I se caracteriza por el retorno de polen de roble y aliso junto con un incremento substancial de polen compuesto, de pasto y de cheno-am. Entre 0.6-0.3 m. los valores de polen de pino caen por debajo del 50%, mientras que los valores de polen compuesto, de pasto y de cheno-am suben correspondientemente. Desde que los valores de *Zea* están en su más alto nivel entre 0.6-0.3 m., este incremento en indicadores de disturbio sugiere un aumento en la actividad agrícola entre 3000 y 1500 años A.P.

La zona I puede ser posteriormente dividida en cuatro subzonas. Si a la zona I se le da una edad básica estimada de 9500 años, cada 0.1 m. representa aproximadamente 480 años (Brown, 1984). La subzona Ia se extiende de 2 a 1.75 m., o de 9500 a 8300 años A.P. Los valores de polen de pino caen de alrededor de 100% a 60% y se recobran a 80%, mientras los valores de polen de roble suben de cero a aproximadamente 25% y vuelven a caer a 10%. Conforme los valores de pino caen los valores de polen de aliso aumentan de 5 a 10%. Polen compuesto se presenta irregularmente mientras que los pólenes de pasto y de cheno-am están presentes regularmente pero a muy bajos valores. En la subzona Ib, de 8300 a 6000 años A.P., los valores de polen de pino decrecen de aproximadamente 80 a 60% y se recuperan a 90%, mientras que el polen de roble es constante entre 10 y 15% hasta el final de esta subzona, cuando caen a 5%, pólenes de compuesto, pasto y cheno-am están presentes en bajos valores pero no demuestran ninguna tendencia particular. En la subzona Ic, de 6000 a 3400 años A.P., los valores de polen de pino decrecen de aproximadamente 90 a 40%, los valores de roble se elevan a entre 5 y 10%, mientras que los pólenes de compuesto, pasto y cheno-am mantienen bajos pero consistentes valores. La subzona Id empieza a una profundidad de 0.75 m. (ca. 3400 años A.P.), como los pólenes de compuesto, cheno-am y pasto empiezan a aumentar, y logran sus valores máximos entre 3000 y 1500 años A.P., mientras que los valores de pino siguen decreciendo y alcanzan su mínimo de 25% hace 2500 años. Arriba de esta profundidad los valores de pino se recobran hasta alcanzar valores esti-

mados de aproximadamente 80% en la superficie mientras que todas las otras taxa declinan en igual proporción. La subzona Ia se piensa que representa el periodo de hace 3400 años a la fecha, y el mayor disturbio parecería cubrir el periodo de 2500 a 1500 años A.P., el cual con los límites de precisión de determinación de fecha corresponde al surgimiento y apogeo de Teotihuacan.

El Pleistoceno tardío en la cuenca de la ciudad de México es definido por la presencia de bosque de coníferas que incluía pino, abeto, y "*spruce*", y un medio ambiente que era generalmente más frío y seco que el actual. El Holoceno temprano, con la ausencia de "*spruce*" y la casi total dominancia de pino, fue probablemente más tibio y húmedo que los periodos precedente y subsiguiente. Para el Holoceno medio y tardío el clima exhibe una tendencia desecante seguida por ciclos de expansión y contracción de la actividad humana.

Lago Guzmán. Está localizado al sur de Guadalajara (N 19°45'; W 103°30') a 1500 metros sobre el nivel del mar. Ya que el tamaño del lago varía con las estaciones su área aproximada es de 3 por 7 Km. La vegetación regional ha sido estudiada por Rzedowski y Mc Vaugh (1966). El perfil polínico de Lago Guzmán, si bien limitado por pequeños totales y una necesidad de intervalos de muestreo más pequeños, está dotado de dos medidas de radiocarbono que le dan una edad básica estimada de 1300 años. La zona de base tiene valores de polen de pino de 50% y valores de roble entre 10% y 20%. La zona media se caracteriza por la aparición de crestas polínicas de *Zea* y cheno-am, que probablemente datan de 1200 A.D. (ca. 1000 a 1500). En la zona superior la recuperación de más de 20% de polen de pino haploxyton sugiere una expansión de pino piñón. Este perfil es interpretado indicando el aumento o introducción de la agricultura de maíz en el Postclásico temprano y su subsecuente abandono (Brown, 1984).

La cuenca de Puebla-Tlaxcala. Dieter Ohngemach (1973, 1977; Ohngemach y Straka, 1978) tiene cuatro series de núcleos de la región de Puebla-Tlaxcala cuya edad se extiende de aproximadamente 35000 años A.P. a la actualidad. Las series "Tlaloqua" (Fig. 8) de muestras fueron recuperadas del cráter Tlálóc o Tlalo-

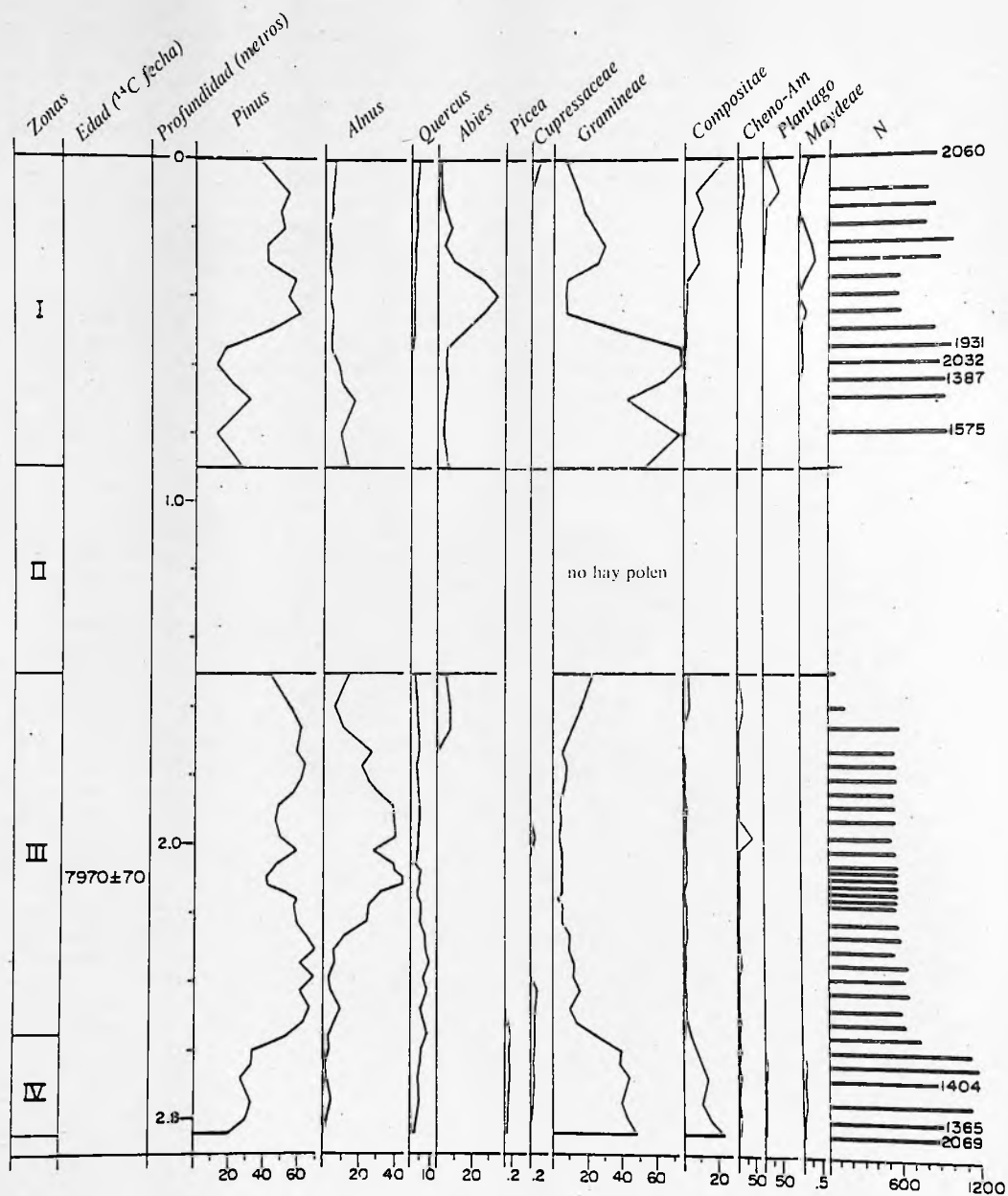


Ilustración 8. Tlaloqua I (Ohngemach, 1971).

qua en el volcán La Malinche, y se reporta que tiene una edad ^{14}C de ca. 8000 años A.P. a una profundidad de 1.7 m. Las "series orientales" de núcleos fueron tomadas del lado este del Pico de Orizaba, mientras que las series "Jalisquillo" (Fig. 9) fueron extraídas del mar entre los pueblos de San Salvador el Seco y Zacatepec, todos los cuales están localizados en el estado de Puebla, y las series "Acuitlapilco" de Acuitlapilco, Tlaxcala.

En Tlaloqua (3100 m.) los perfiles de polen son dominados por pino, aliso y pastos y/o compuestos. La zona más baja de Tlaloqua, la zona IV (2.25 a 2.85 m.) con una edad estimada de entre 12000 a 9500 años A.P. representa el final del Pleistoceno (Ohngemach, 1973; Heine, 1973). La combinación de altos valores de polen de pasto (arriba de 50%), polen compuesto (arriba de 20%) más la presencia de aliso, es sugerente de praderas alpinas. La presencia del taxon *Maydeae* parece fuera de lugar en la zona IV. Moviéndose de la zona IV a la zona III los pólenes de pasto y compuestos decrecen.

En la zona III, de 2.25 a 1.5 m., o ca. 9500 a 6000 años A.P., los valores de polen de pino generalmente exceden los 50% y a menudo alcanzan los 60%. El polen de aliso aumenta de menos de 10% a 40%, después decreciendo a cerca de 10%. Para la mayor parte de la zona III los valores de polen de pasto son menos de 10%, y los valores de *Maydeae* están ausentes. Los valores de polen compuesto son generalmente menos de 1%. Los altos valores de polen de pino sugieren que Tlaloqua era circundado por bosque de pino, con aliso como el componente ribereño más importante.

La zona II (1.5 a 0.9 m.) está compuesta de pumita (piedra pómez), y no contiene polen fósil. La zona I comienza arriba de la pumita a 0.9 m. con una edad estimada de 6000 años A.P., y con altos valores de polen de pasto (arriba de 70%), insignificantes cantidades de polen compuesto, bajos (menos de 30%) valores de polen de pino, cantidades insignificantes de polen de roble y bajas de polen de aliso y abeto. Los valores de polen de pasto permanecen altos mientras que los valores de aliso permanecen constantes hasta aproximadamente 4500 años A.P., cuando los valores de polen de pino y abeto aumentan y los pólenes de roble y *Maydeae* reaparecen. Los valores de abeto alcanzan su máximo a 3000 años A.P., conforme los valores de polen de pasto caen a 10%, posiblemente debido al impacto de la agricultura. Sobre los 0.4 m. los valores de polen de pino decrecen ligeramente, los valores de polen de abeto se reducen a menos de 5%, mientras que los valores de polen de pasto, plantago, compuesto y cheno-am aumentan.

La presencia temprana, subsecuente ausencia y reaparición de granos de polen de *Maydeae* es anómala. Ohngemach (1977, Fig. 2) describe este tipo de polen

como semillas de pasto sobre los 60 μm de longitud, y demuestra que incluye a todos los granos de maíz (*Zea mays*) y casi la mitad de los granos de teosinte (*Zea mexicana*) presentes. Aunque no hay discusión respecto a la definición de este taxon, su presencia en el Pleistoceno, su subsecuente ausencia y su reaparición en el Holoceno tardío es anómala en y por sí misma. La situación se vuelve aún más confusa cuando se considera la elevación de Tlaloqua (3100 m.). De las varias explicaciones ninguna es satisfactoria. Desde que la mayoría de los diagramas de polen muestran la aparición del polen de maíz entre 4000-3500 años A.P. (Watts y Bradbury, 1982; Brown, 1984) y la evidencia microfósil (Mangeisdorf *et al.*, 1964) es más reciente que 7000 años A.P., la identificación de polen de maíz anterior a los 7000 años A.P. es sospechosa. En tanto hay afirmaciones de hallazgos más tempranos, no están fuera de controversia (Bartlett *et al.*, 1969; Beadle, 1981; Mangeisdorf, 1974; Wilson, 1974).

La subsecuente recuperación del tipo de polen *Maydeae* se correlaciona con la difusión de la agricultura del maíz entre 4000 y 3000 años A.P. Si maíz y teosinte fueron cultivados en las tierras bajas del valle Puebla-Tlaxcala, no podría esperarse que su polen fuera transportado la distancia mínima estimada de 5000 m. lateralmente y 500 m. verticalmente (Raynor *et al.*, 1972). Es posible que el polen de *Maydeae* del Holoceno tardío represente ofrendas rituales, ya que algunos ejemplos etnográficos (Lumbholtz, 1904) sientan un precedente del uso ritual del polen del maíz y del teosinte en un lago para propiciar a las fuerzas de la fecundidad. Sin embargo, esto no explica la presencia de estos granos en el Pleistoceno tardío o en el Holoceno temprano.

Ohngemach (Ohngemach y Straka, 1978) es de la opinión de que el cambio de la zona IV a la zona III en las series Tlaloqua representa la interfase entre el Pleistoceno tardío y el Holoceno temprano, si no el final del periodo glacial M III de La Malinche (Heine, 1973). Ohngemach postula que durante la glaciación M III el cráter Tlaloqua era circundado por praderas alpinas y que la línea arbórea superior estaba deprimida de 600 a 800 m. con relación a su posición moderna. Conforme el glaciar se retrajo la línea arbórea superior se elevó

hasta circular y cercar el cráter. Ohngemach posteriormente postula que el líder de estas migraciones es *Pinus hartwegii* porque es el pino moderno de más altura en el centro de México. Ohngemach (1973) apoya esta visión con la presencia de polen fósil de un muérdago (mistletoe) específico de este pino.

Consecuentemente las muestras Tlaloqua sugieren que en el Pleistoceno tardío la cima de La Malinche estaba cubierta con praderas alpinas que fueron rápidamente reemplazadas por un movimiento ascendente del bosque de pino, aproximadamente 9500 años A.P. La vegetación del Holoceno temprano fue un estable bosque de pino perturbado por actividad volcánica en una edad estimada de 6000 años A.P. Después de esta actividad volcánica el área alrededor del cráter fue restablecida como una pradera reemplazada por un bosque mixto de pino-roble. Cambios subsiguientes en el perfil polínico sugieren la introducción de la agricultura en la cuenca Puebla-Tlaxcala entre 4500-3000 años A.P. El perfil no datado para Oriental es bastante satisfactorio. Puede ser dividido en dos zonas. La zona inferior es dominada por polen de pino, pero incluye bajos porcentajes de polen de roble, aliso, abeto (spruce), abeto (fir) y pasto. La zona superior es 100% zona alpina. Consecuentemente se interpreta que la zona inferior representa una zona mixta de bosque de coníferas que data del Pleistoceno, y que la zona superior representa vegetación pura de pino que podría asociarse con el Holoceno temprano.

El sitio Jalapasquillo (2400 m.) reveló un perfil (Fig. 9) que cubre el Pleistoceno tardío y el Holoceno temprano, con una edad básica mayor a los 2600 años A.P., y una edad terminal estimada de 5000 años. Este perfil sugiere una estable vegetación Pleistocénica dominada por pino con algo de roble, abeto (spruce) y aliso; i.e. un clima que era más caliente y posiblemente más húmedo que el de hoy. En la porción superior, donde el pino es virtualmente el único componente del espectro de polen, es bastante posible que cualquier cambio sea el resultado de un constreñimiento estadístico más que de un evento ecológico. Cuando el abeto (spruce) desaparece, en una edad estimada de

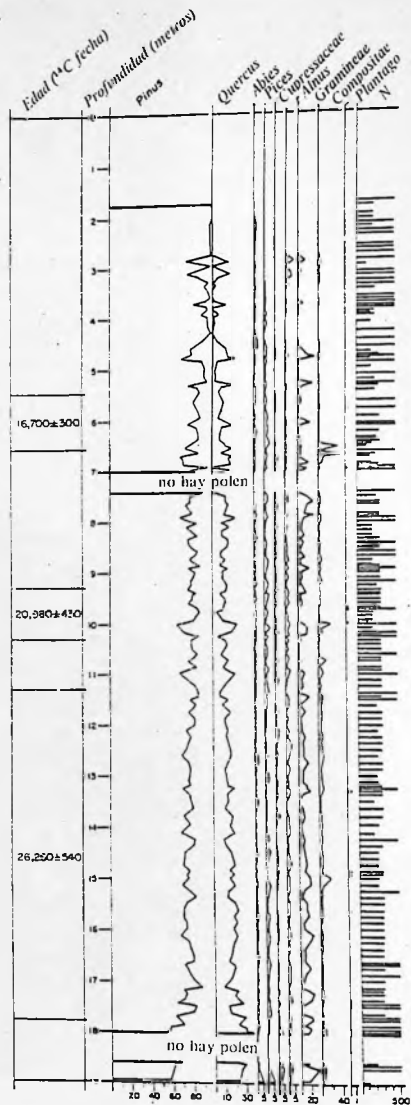


Ilustración 9. Jalapasquillo (Ohngemach, 1977).

9500 años A.P., el polen de aliso rápidamente desaparece en conjunción con los pólenes de cheno-am, pasto y artemisa. La subzona superior de este perfil es casi sólo polen de pino con un poco de abeto a una edad estimada de 7000 ó 6000 años A.P. Es concluido que para el periodo de tiempo cubierto por la muestra el sitio Jalapasquillo estaba rodeado por bosque de pino.

El material de Acuitlapilco (2200 m.) cubre los últimos 600 años. La muestra menos complaciente, Acuitlapilco III, es aún bastante complaciente, con polen de pino raramente menor a 70%. Polen de roble y aliso completan el resto del total polínico excepto en la parte superior de la columna, donde pólenes de Maydeae, pasto largo, compuesto, y cheno-am se vuelven prominentes. Esto es debido probablemente a la implementación de una nueva tecnología agrícola.

En resumen, la evidencia de polen del valle Puebla-Tlaxcala indica que durante el Pleistoceno tardío el cráter Tlaloqua era una pradera alpina. Esto implica que la línea arbórea superior estaba 600 u 800 m. más abajo que en la actualidad, y si no hubo compactación en la zona, que muchos de los valles bajos estaban cubiertos con bosque de pino o bosque mixto de pino-robble. Esto es claramente corroborado por los sitios de elevación baja tales como Oriental y Jalapasquillo.

A la fase intermedia entre el Pleistoceno y el Holoceno se le asigna una edad aproximada de 9500 años A.P. Los perfiles de la elevación superior sugieren que la línea arbórea superior del Holoceno subió hasta rodear la laguna Tlaloqua, con un bosque de pino y una comunidad ribereña de aliso. En los sitios de baja altura el bosque de pino continúa. El registro de alta elevación del Holoceno medio, después de una erupción volcánica en 6000 años A.P., varía de seco a frío y de húmedo a frío y a más húmedo aún. En las elevaciones bajas a un periodo más tibio y húmedo sigue un corto periodo húmedo y frío. Después de aproximadamente 2000 años A.P., se observa disturbio cultural en Tlaloqua a pesar de su elevación.

Resumen

Las series lacustres indican siete momentos cruciales que empiezan con un cambio de frío y seco a más tibio y húmedo en 12000 años A.P., como lo indican la muestra de Texcoco. En otras muestras de edad suficiente este cambio no es notado hasta 9500 años A.P. En la cuenca de Pátzcuaro Watts y Bradbury (1982) identifican este cambio con una reducción en polen de junípero, ambrosía y artemisa. En la cuenca de la ciudad de México (González-Quintero y Fuentes Mata, 1980) este cambio puede ser identificado con la presencia de abeto (spruce), y un incremento en polen de roble, compuesto, pasto y cheno-am, así como pólenes de "junco toro" (bull rush) y carrizo. En la cuenca Puebla-Tlaxcala Ohngemach (1975-1977) identifica este cambio con la ascensión de 600 m. o más de la línea arbórea superior conforme sus sitios en La Malinche van de pradera alpina a bosque mixto de pino. Si bien estos cambios no carecen de contradicciones, cuando se consideran juntos, son interpretados indicando un aumento en temperatura y probablemente humedad.

De 9500 a ca. 6500 años A.P., el consenso general es por un clima más tibio y húmedo, pero la muestra de Texcoco indica fluctuaciones entre húmedo y seco mientras que la muestra de la Hoya de San Nicolás indica condiciones más secas. Este periodo incluye los primeros indicios de maíz en la cuenca de la ciudad de México.

De ca. 6500 a 5500/4500 años A.P. la tendencia es de húmedo a seco y termina con la aparición del maíz en dos series más. De 5000/4500 a 3500/3000 años A.P. la tendencia general es de sequedad continua aunque las dos series más orientales son húmedas. El maíz es ubicuo y el gran disturbio es indicado por el incremento en valores de polen de cheno-am, compuesto, pasto, así como de otras taxa rurales. Niederberger (1976, 1979) tiene buenas evidencias arqueológicas de un pueblo agrícola en la cuenca de la ciudad de México para 4000 años A.P. El patrón de disturbio agrícola continúa hasta los tiempos modernos en áreas metropolitanas tales como las cuencas de la ciudad de México y Puebla-Tlaxcala, pero cambia en la periferia alrededor de 1000 años A.P.

Mientras muchos de los problemas primeramente delucidados por Deevey (1943, 1944) aún existen, tres tipos de datos palinológicos han sido ligados para desarrollar una secuencia regional general. Como ocurre con cualquier secuencia que se proponga ser general para una área tan grande, hay algunas grandes simplificaciones. La secuencia sintética tiene ocho puntos de cambio básicos.

La fase intermedia entre el Pleistoceno-Holoceno es el primer punto culminante. Esta interfase se data en 1200 años A.P. en la muestra de Texcoco y 9500 años A.P. en otras muestras. El cambio es de condiciones frías y secas a más tibias y húmedas, como se sabe por la desaparición de polen de abeto (spruce), y a veces de junípero y de ambrosía, seguido por una sucesión que involucra polen de abeto y aliso en el desarrollo de un

bosque mixto de pino en elevaciones más altas. En elevaciones bajas este evento no se identifica claramente.

El Holoceno temprano (9500 a ca. 6500 años A.P.) es considerado más tibio que el precedente Pleistoceno. Con base en la humedad puede ser subdividido en un periodo temprano (9500 a ca. 8500 años A.P.) y uno tardío (ca. 8500 a ca. 6500 años A.P.). La mayoría de las secuencias indican que el periodo temprano era relativamente seco y el tardío húmedo, aunque la Trinchera de América Media indica frío y húmedo seguido por condiciones frías y secas, y Teacapan pasó por dos ciclos de aridez en ca. 8500 y ca. 6500 años A.P.

Durante el Holoceno medio (ca. 6500 a ca. 3500 años A.P.) los perfiles marinos indican condiciones más tibias y húmedas mientras que las muestras de Pátzcuaro y San Nicolás indican condiciones húmedas continuas. Cambios en valores de polen de pasto y pino en el material Tlaloqua sugieren condiciones secas de ca. 6500 a ca. 4500 años A.P., y condiciones más húmedas de ca. 4500 a ca. 3500 años A.P. En la muestra de Texcoco el decrecimiento en pino y el aumento correspondiente en valores de roble sugieren aridez creciente, aunque la presencia continua de aliso contradice esta conclusión. Polen de maíz aparece en la cuenca de la ciudad de México al principio de este periodo y es difundido para el final del mismo.

Durante el Holoceno tardío (ca. 3500 años A.P. a la actualidad) el mensaje climático del registro polínico es considerablemente distorsionado por el impacto de la actividad humana. La agricultura, vista por primera vez en la cuenca de la ciudad de México hacia 6000 años A.P., es difundida para 3500 años A.P. y subsecuentemente distorsiona el registro terrestre. Sin embargo del registro marino es posible identificar un periodo de humedad de ca. 3500 a ca. 2000 años A.P., el cual fue seguido por un breve (ca. 300 años) periodo árido y otro periodo húmedo hasta aproximadamente 1000 años A.P. Después de esta última fecha los tres tipos de estudio indican cambios medioambientales que son debidos probablemente a cambios en el patrón de uso de la tierra, pero sólo los registros marinos dan indicaciones claras de una tendencia desecante general.

ADAMS, D.P.

1964 *Exploratory Palynology in the Sierra Nevada, California. Interim Research Report. #4, Geochronological Laboratories, University of Arizona.*

ADAMS, R.E.W.

1977 *Prehistory in Mesoamerica.* Little, Brown, Boston.

BARKLEY, F.A.

1934 *The Statistical Theory of Pollen Analysis. Ecology,* 15:283-289.

BARTLETT, A.S., BARGHOORN, E.S., and BERGER, R.

1969 *Fossil Maize from Panama. Science,* 152:642-643.

BATALLA, M.A.

1940 *Estudios morfológicos de los granos de polen de las plantas vulgares del Valle de México.* Published M.A. thesis, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

BEADLE, G.W.

1981 *Origin of Corn: Pollen Evidence. Science,* 213:890-892.

BRADBURY, J.P.

1971 *Paleolimnology of Lake Texcoco, Mexico: Evidence from Diatoms. Limnology and Oceanography,* 16:180-200.

BROWN, R.B.

1980 *A Preparatory Statement to a Paleoeological Study on the Northern Frontier of Mesoamerica.* Manuscript on file with the Arizona State Museum Library.

1984 *The Paleoeology of the Northern Frontier of Mesoamerica Unpublished Ph. D. thesis, Department of Anthropology, University of Arizona, Tucson.*

BROWN, R.B., and JACOBS, B.F.

In prep. *Analysis and Interpretation of the Pollen from two West Mexican Lakes.*

BYRNE, R.

1982 *Preliminary Pollen Analysis of Deep Sea Drilling Project Leg 64, Hole 480, Cores 1-11. Initial Report of the Deep Sea Drilling Project,* 64(2):1225-1235.

CALNECK, E.E.

1972 *Settlement Pattern and Chinampa Agriculture at Tenochtitlan. American Antiquity,* 37(1):104-115.

CONNALLY, G.G.

1984 *Soil Stratigraphy and Inferred Tectonic History of the West Mexican Coastal Plain. In Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area, a Symposium.* (V. Malpica-Cruz, S. Celis-Gutiérrez, J. Guerrero-García and L. Ortlieb, eds.), Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

CROSS, A.T.

1972 *Recycled Fossil Palynomorphs in Marine Sediments. Abstracts with Programs 1972,* 4(7):480. Geological Society of America.

1973 *Source and Distribution of Palynomorphs of the Gulf of California. Geosciences and Man,* XI:156.

CROSS, A.T., THOMPSON, G.G., and ZAITEFF, J.B.

1966 *Source and Distribution of Palynomorphs in Bottom Sediments, Southern Part Gulf of California. Marine Geology,* 4:467-524.

- CLISBY, K.H., and SEARS, P.B.
 1955 Palynology of Southern North America. III: Microfossil profiles under Mexico City correlated with the sedimentary profiles. *Bulletin Geological Society of America*, 66:511-520.
- DE BUEN, F.
 1941 El Lago de Pátzcuaro. *Instituto Panameño de Geografía e Historia, Revista Geográfica*, 1:20-44.
 1944 Limnobiología de Pátzcuaro. *Anales del Instituto de Biología*, 15:261-312.
- DEEVEY, E.S.
 1943 Intento Para Datar Las Culturas Medias Del Valle de México Mediante Análisis de Polen. *Ciencia*, 4(4 & 5):97-105.
 1944 Pollen Analysis and Mexican Archaeology; an attempt to apply the method. *American Antiquity*, 10:135-149.
 1957 Limnological Studies in Middle America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 39:213-328.
- DIPESO, C.C., RINALDO, J.B., and FENNER, G.J.
 1976 *Casas Grandes*, Northland Press, Flagstaff, Arizona.
- DUFFIELD, R., and KING, J.E.
 1979 Sample Size and Palynology: A Midwestern Test. *Transactions of the Illinois Academy of Science*, 72(2):1-7.
- FAEGRI, K., and IVERSEN, J.
 1975 *Textbook of Palynology*. Hafner, New York.
- FLANNERY, V.K., and SCHOENWETTER, J.
 1970 Climate and Man in Formative Oaxaca. *Archaeology*, 23(2):144-152.
- FLORES MATA, G., J. JIMENEZ LOPEZ, X. MADRIGAL SANCHEZ, F. MONCAYO RUIZ, and F. TAKAKI TAKAKI
 1971 *Tipos de vegetación de la República Mexicana*. Secretaría de Recursos Hídricos. Mexico City.
- FOREMAN, F.
 1955 Palynology in Southern North America. II: Study of Two Cores from Lake Sediments of the Mexico City Basin. *Bulletin Geological Society of America*, 66:475-510.
- GONZALEZ APARICIO, L.
 1973 *Plano Reconstructivo de la Región de Tenochtitlán*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México City.
- GONZALEZ-QUINTERO, L.
 1980 Paleoecología de un Sector Costero de Guerrero, México (3,000 años). *In: Memorias, III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología*. (Coordinación, Fernando Sánchez). *Colección Científica Prehistoria*, 86:133-158. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.
- GONZALEZ-QUINTERO, L., and FUENTES MATA, M.
 1980 El Holoceno de la porción central de la Cuenca del Valle de México. *In: Memorias, III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología*. (Coordinación, Fernando Sánchez). *Colección Científica Prehistoria*, 86:113-132. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.
- HABIB, D., THURBER, D., ROSS, D., and DONAHUE, J.
 1970 Holocene Palynology of the Middle American Trench near Tehuantepec, México. *Memoirs of the Geological Society of America*, 126:233-261.
- HANSEN, B.S., and CUSHING, E.J.
 1973 Identification of Pine Pollen of Late Quaternary Age from the Chuska Mountains, New Mexico. *Bulletin Geological Society of America*, 84:1181-1200.
- HEUSSER, L.E.
 1982 Pollen Analysis of Laminated and Homogeneous Sediment from the Guaymas Basin, Gulf of California. *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, 64(2):1217-1223.
- HEINE, K.
 1973 Variaciones más importantes del clima durante los últimos 40,000 años en México. *Comunicaciones*, 7/1973, 51-58. Puebla.
- HUNTINGTON, E.
 1913 Shifting Climatic Zones As Illustrated in Mexico. *Bulletin of the American Geographical Society*, 45(1):1-12 and 45(2):107-116.
 1914 The Climactic Factor as Illustrated in Arid America. *Publication No. 192*. Carnegie Institute of Washington.
 1917 Maya Civilization and Climatic Change. *XIXth International Congress of Americanists*. Washington, D.C.
- HUTCHINSON, G.E., PATRICK, R., and DEEVEY, E.S.
 1956 Sediments of Lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico. *Bulletin Geological Society of America*, 67:1491-1504.
- JACOBS, B.F.
 1982 Modern Pollen Spectra from Surface Soil Samples, Northern Nayarit, Southern Sinaloa, Mexico. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences*, 17:1-14.
- KELSO, G.
 1976 Pollen Analysis of Reservoir 2 and Macaw Nesting Boxes. *In: Casas Grandes*. (Charles C. DiPeso, John B. Rinaldo and Gloria Fenner, eds.), 4:34-36. Northland Press, Flagstaff, Arizona.
- KOVAR, A.
 1970 The Physical and Biological Environment of the Basin of Mexico. *In: The Natural Environment, Contemporary Occupation and 16th. Century of the Valley, the Teotihuacan Valley Project Final Report*, Vol. 1. *Occasional Papers in Anthropology*, 3:13-67. Department of Anthropology, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania.
- KUTZBACC, J.E.
 1981 Monsoon Climate of the Early Holocene: Climate Experiment with the Earth's Orbital Parameters for 9,000 Years Ago. *Science*, 214:59-61.

LORZANO, M. DEL S.

1979a *Première Approche de l'Analyse Pollinique Dans la Région de San Luis Potosí (Mexique)*. Docteur de Troisième Cycle. Université D'Aix-Marseille.

1979b *Atlas de Polen de San Luis Potosí, México. Pollen et Spores*, 21(3):287-336.

LUMHOLTZ, C.

1904 *El México Desconocido*, tomo II. Charles Scribner's Sons, New York.

MACK, R.N.

1971 *Pollen Size Variation in Some Western North American Pines as Related to Fossil Pollen Identification*. *Northwest Science*, 45(4):257-269.

MAHLER, L.J.

1972 *Nomograms for Computing 0.95 Confidence Limits of Pollen Data*. *Review of Paleobotany and Palynology*, 13:85-93.

MANGELSDORF, P.C.

1974 *Corn*. Harvard University Press, Cambridge.

MANGELSDORF, P.C., MACNEISH, R.S., and WILLEY, G.R.

1964 *Origins of Agriculture in Middle America*. In: *Natural Environments and Early Cultures* (edited by Robert C. West), pp. 413-445. *Handbook of Middle American Indians*, vol. 1, Robert Wauchope, general editor. University of Texas, Austin.

MARTIN, P.S.

1963 *The Last 10,000 Years*. University of Arizona, Tucson, Arizona.

METCALFE, S., and HARRISON, H.E.

1983 *Preliminary reconstruction of the Late Quaternary environmental changes as recorded by lake margin deposits in The Basin of Zacapu, Michoacán*. Ms. on file, The Tropical Paleoenvironments Research Group, School of Geography. University of Oxford, Oxford.

MEYER, E.R.

1973 *Late Quaternary Paleocology of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico*. *Ecology*, 54(5):982-995.

1975 *Vegetation and Pollen Rain in the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico*. *The Southwestern Naturalist*, 20(2):215-224.

NIEDERBERGER, C.

1976 *Zohapilco*. Colección Científica Arqueología, No. 30. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México City.

NIEDERBERGER, C.

1979 *Early Sedentary Economy in the Basin of Mexico*. *Science*, 203:131-140.

OHNGEMACH, D.

1973 *Análisis polínico de los sedimentos del pleistoceno reciente y del holoceno en la región de Puebla-Tlaxcala*. *Comunicaciones*, 7/1973:40-45.

1977 *Pollen sequence of the Tlaloqua crater (La Malinche Volcano, Tlaxcala, Mexico)*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 36:33-40.

OHNGEMACH, D., and STRAKA, H.

1978 *La Historia de la Vegetación de la región de Puebla-Tlaxcala durante el cuaternario tardío*. *Comunicaciones*, 15/1978:189-204.

PALACIOS CHAVEZ, R., and ARRENGUIN, M. DE LA L.

1980 *Análisis polínico de algunos sitios de interés arqueológico en el Valle de San Juan del Río, Querétaro*. In: *Memorias, III Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología*. (Coordinación Fernando Sánchez). Colección Científica Prehistoria, 86:179-184. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.

POLLARD, H.P.

1979 *Paleoecology of the Lake Patzcuaro Basin: Implications for the Development of the Tarascan State*. *Paper presented at the 43rd International Congress of Americanists, Vancouver*.

1980 *Central places and cities: a consideration of the protohistoric Tarascan state*. *American Antiquity*, 45:677-696.

1982 *Water and Politics Paleocology and the Centralization of the Tarascan State*. *Paper presented at the 44th International Congress of Americanists, Manchester*.

PUIG, H.

1976 *Vegetation de la Huasteca, Mexique*. Mission Archeologique et Ethnologique Française au Mexique. *Collection de Etudes Mesoamericaines*, No. 5. Mexico City.

1979 *Notice de la feuille Guadalajara-Tampico. Carte Internationale du Tapis Végétal. Extrait des Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut Français de Pondichéry*. Hors serie No. 16-1979. Institut Français Pondichéry, India.

RAYNOR, G.S., OGDEN, E.C., and HAYES, J.V.

1972 *Dispersion and Deposition of Corn Pollen from Experimental Sources*. *Agronomy Journal*, 64:420-427.

RZEDOWSKI, J.

1966 *Vegetación del Estado de San Luis Potosí*. *Acta Científica Potosina*, 5(1 & 2):1-291.

1981 *La Vegetación de México*. Limusa, Mexico City.

RZEDOWSKI, J., and MCVAUGH, R.

1966 *La Vegetación de Nueva Galicia*. *Contributions of the University of Michigan Herbarium*, 9:1-123. Southern Illinois University, Carbondale, Illinois.

SANDERS, W.T., PARSONS, J.R., and SANTLEY, R.S.

1979 *The Basin of Mexico*. Academic Press, New York.

SCHOENWETTER, J.

1974 *Pollen Records of Guila Naquitz Cave*. *American Antiquity*, 39(2):292-303.

- SCHULMAN, E.
 1944 The Possibilities of Dendrochronology in Mexico. *El Norte de México y el Sur de Estados Unidos*, pp. 305-307. Mexico City.
- SCOTT, S.D. (editor)
 1967 *West Mexican Prehistory*, part 1. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1968 *West Mexican Prehistory*, part 2. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1969 *West Mexican Prehistory*, part 3. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1970 *West Mexican Prehistory*, part 4. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1971 *West Mexican Prehistory*, part 5. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1972 *West Mexican Prehistory*, part 6. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1973 *West Mexican Prehistory*, part 7. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
 1974 *West Mexican Prehistory*, part 8. Department of Anthropology, State University of New York at Buffalo.
- SAUER, C.O., and BRAND, D.D.
 1932 Azatlan. *Ibero-Americana*, #1.
- SEARS, P.B.
 1947 Notes on correlated pollen profiles and glacial sub-stages. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, 9(1, 2 & 3):165-168.
 1948 Forest sequence and climactic change in northeastern North America since early Wisconsin time. *Ecology*, 29:326-333.
 1951a Palynology in North America. *Svensk Botanisk Tidsskrift*, 45(1):241-246.
 1951b Pollen profiles and culture horizons in the Basin of Mexico. 29th International Congress of Americanists, 1:57-61. University of Chicago.
 1952a El Análisis de Polen en la Investigación Arqueológica. *Tlatoani*, 1(3 & 4):29-30.
 1952b Palynology in Southern North America. I: Archaeological horizons in the basins of Mexico. *Bulletin of the Geological Society of America*, 63:241-254.
 1953a An Ecological View of Land Use in Middle America. *CEIBA*, 3:157-165.
 1953b The Interdependence of Archaeology and Ecology with Examples from Middle America. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Series II, 15:113-117.
 1955 Palynology in Southern Northern America. Introduction and Acknowledgements. *Bulletin of the Geological Society of America*, 66:471-474.
- SEARS, P.B., and CLISBY, K.H.
 1952 Two long climactic records. *Science*, 166:176-178.
 1955 Palynology of Southern North America. IV: Pleistocene Climate in Mexico. *Bulletin of the Geological Society of America*, 66:21-530.
- SIRKIN, L.
 1974 A Palynologic Model for Reconstructing Vegetation and Environments in the Marismas Nacionales, Sinaloa, Mexico. In: *West Mexican Prehistory*, 8:22-32. Stuart Scott, editor.
 1984 Late Pleistocene Stratigraphy and Environments of the West Mexican Coastal Plain. *Neotectonics and Sea Level Variations in the Gulf of California Area, a Symposium* (V. Malpica-Cruz, S. Celis-Gutiérrez, J. Guerrero-García and L. Ortlieb, editors). Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- SIRKIN, L., and GILBERT, D.
 1980 Holocene Palynology of the West Mexican Coastal Plain 1. The Teacapan Estuary Region. *Palynology*, 4:252.
- STREET-PERROT, F.A., PERROT, R.A., and HARKNESS, D.D.
 1982 Holocene Environments and Man in Central Mexico—Some Preliminary Results. Paper presented at the 44th International Congress of Americanists, Manchester.
- TING, W.S.
 1965 The saccate pollen grains of Pinaceae mainly from California. *Grana Palynologica*, 6:270-289.
 1966 Determination of *Pinus* species by pollen statistics. *University of California Publications in Geological Science*, No. 58.
- VAILLANT, G.C.
 1944 *The Aztecs of Mexico*. Doubleday, Doran and Co., New York.
- VAN DEVENDER, T.R.
 1979 Reconstruction of late Pleistocene and Holocene vegetation and climate in the Chihuahuan Desert. Research proposal submitted to the Climate Dynamics Office of the National Science Foundation, Washington, D.C.
- WATTS, W.A., and BRADBURY, J.P.
 1982 Paleocological Studies at Lake Patzcuaro on the West-Central Mexican Plateau and at Chalco in the Basin of Mexico. *Quaternary Research*, 17(1):56-70.
- WILSON, D.
 1974 *The New Archaeology*. New American Library, New York.
- ZEEVAERT, L.
 1952 Estratigrafía y problemas de ingeniería en los depósitos de arcilla lacustres de la ciudad de México. *Revista Ingeniería*, 25(1):12-28.