



2ej  
87

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

IDENTIFICACION DE SEMILLAS DE CACTACEAS PROCEDENTES DEL  
SITIO ARQUEOLOGICO TETITLA, TEOTIHUACAN, ESTADO DE  
MEXICO.

por

Javier González Vázquez

TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE BIOLOGO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

MEXICO. D. F. 1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

Agradecimientos

## I INTRODUCCION

I.1. Objetivo.

## II Definiciones y Datos Históricas

II.1. Breve definición de arqueobotánica y paleoetnobotánica

II.2. Características del material arqueobotánico.

II.3. Historia de los estudios paleoetnobotánicos en América y en México.

II.4. Ubicación del área en estudio.

## III METODOLOGIA

III.1. Técnica de recuperación de las semillas carbonizadas.

III.2. Separación del material.

III.3. Identificación de las semillas encontradas.

III.4. Métodos de descripción utilizados.

## IV Descripción del área en estudio.

IV.1. Clima.

IV.2. Hidrología.

IV.3. Geología.

IV.4. Vegetación.

## V Análisis de los resultados.

## VI Discusión y Conclusiones.

## VII Bibliografía.

## Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Léia Scheinvar por la dirección de esta tesis.

A la Dra. Emily McClung de Tapia por su orientación y ayuda, tanto en la elaboración como en la revisión de este trabajo.

Al Biólogo Fernando Sánchez Martínez por la asesoría y revisión de este trabajo.

Al Biólogo Luis Roldan y a Hector Hernández por la realización del material gráfico.

A Miguel Mireles por su ayuda y orientación en el trabajo de computación.

Al M. en C. Hermilo J. Quero Director del Jardín Botánico de la UNAM por las facilidades prestadas en material y de las instalaciones.

A la M. en C. Ana Cecilia Tomasini Ortiz por sus valiosos comentarios y su revisión de este trabajo.

A la Biol. Gilda Ortiz Calderón por la revisión de este manuscrito.

## RESUMEN

Se identificaron dos géneros de semillas carbonizadas de cactáceas (Myrtillocactus y Opuntia), por medio de estudios de morfología comparada con ayuda de semillas actuales que forman parte de las colecciones del laboratorio de Cactología del Jardín Botánico de la U.N.A.M.

Las semillas carbonizadas provienen de Tetitla, un conjunto habitacional prehispánico, ubicado al oeste de la llamada "Calzada de los Muertos" dentro del antiguo centro urbano de Teotihuacan, Estado de México.

Actualmente estos dos géneros de cactáceas se encuentran distribuidas en el Valle de México. La presencia de estas semillas nos indica la importancia que tenía en la dieta de los antiguos pobladores de Teotihuacan, así como nos permite conocer el probable clima en el que se desarrollaron éstas desde hace aproximadamente 1636 años.

## I INTRODUCCION

### I.1. Objetivo.

La presente tesis tiene como objetivo la identificación de las semillas de cactáceas encontradas carbonizadas, en el sitio arqueológico Tetitla, Teotihuacan, Estado de México. Esto nos indica qué especies de cactáceas existían silvestres o cultivadas hace aproximadamente 1636 años tomando en cuenta la fecha más antigua y 1236 años la fecha de la última ocupación de este sitio por los habitantes de la región. Este material nos permite compararlo con las especies de semillas que actualmente ahí habitan y elaborar algunas hipótesis sobre la correlación que exista entre ellas. La presencia de determinadas semillas que actualmente ya no se encuentran en esta área geográfica, nos da una información acerca de las probables variaciones climáticas ocurridas en la Cuenca de México. Por otra parte, estos restos encontrados en la zona habitacional pueden también proporcionar datos acerca de su utilización en la alimentación de los pobladores de esta región, además de otros aspectos de su economía.

El estudio realizado por Scheinvar & González V. (1985) se restringió a una localidad de toda el área cultural que ocupa Teotihuacan: Tlajinga. En este trabajo se indica la necesidad de proseguir estudiando con detalle todos los restos vegetales relativos a cactáceas, procedentes de la zona urbana de Teotihuacan.

## II Definiciones y Datos Históricos.

### II.1. Breve definición de arqueobotánica y paleoetnobotánica.

Los arqueólogos, en su trabajo de identificación del material recabado en excavaciones, que incluyen restos de plantas, cuentan con la colaboración de botánicos que muchas veces pueden dilucidar problemas sobre la identificación de restos de plantas encontradas, su utilización y/o aportación de probables ecologías de las localidades habitadas por los antiguos pobladores del sitio en estudio.

El término arqueobotánica define una ciencia que se ocupa del estudio de vegetales derivados de contextos arqueológicos, permitiendo la recuperación e identificación de restos de plantas que se encontraban en las localidades en estudio, hace miles de años (Ford, 1979). En cuanto a la paleoetnobotánica, es el análisis e interpretación de las relaciones directas entre las plantas y el hombre, con base en datos obtenidos a partir de los registros arqueológicos (Ford, op. cit.).

## II.2. Características del material arqueobotánico.

Dentro de cualquier excavación es posible recuperar gran cantidad de materiales vegetales: semillas enteras o fragmentos, restos de madera, fibras, polen u otros. Para el botánico que se dedica a la taxonomía y a la sistemática vegetal, la identificación de los fragmentos vegetales rescatados en investigaciones arqueológicas constituye un reto, ya que se enfrenta al problema de encontrar pequeñas porciones de los mismos. A lo anterior se puede agregar que el grado de preservación del material varía en forma circunstancial, de acuerdo con peculiaridades físico-químicas y biológicas, propias de los fenómenos que ocurrieron durante el proceso de sedimentación, dificultando a veces las labores que pueden conducir a su identificación (Sánchez, 1978).

En muchas ocasiones los restos macroscópicos de plantas, obtenidos a partir de excavaciones arqueológicas, están carbonizados, pero conservan sus características estructurales, lo que puede permitir su identificación. Esta carbonización es más efectiva cuando la combustión se hace en ausencia de oxígeno, ya que en su presencia este material carbonizado es friable.

Existe una serie de combinaciones climáticas y físico-químicas que puede conservar el material arqueobotánico, como es el caso de baja humedad ambiental, combinada con una mínima cantidad de oxígeno y el mantenimiento de la temperatura por debajo del punto de congelación, por ejemplo, en manantiales, lagos, ríos y turberas, en donde el suelo está completamente inundado y sin aire. La madera y otros materiales orgánicos se conservan durante un largo período de tiempo, siempre y cuando los materiales que el agua contiene en disolución no produzcan reacciones en el tejido vegetal y la estabilidad del medio no varíe bruscamente (Martínez y Sánchez, 1985).

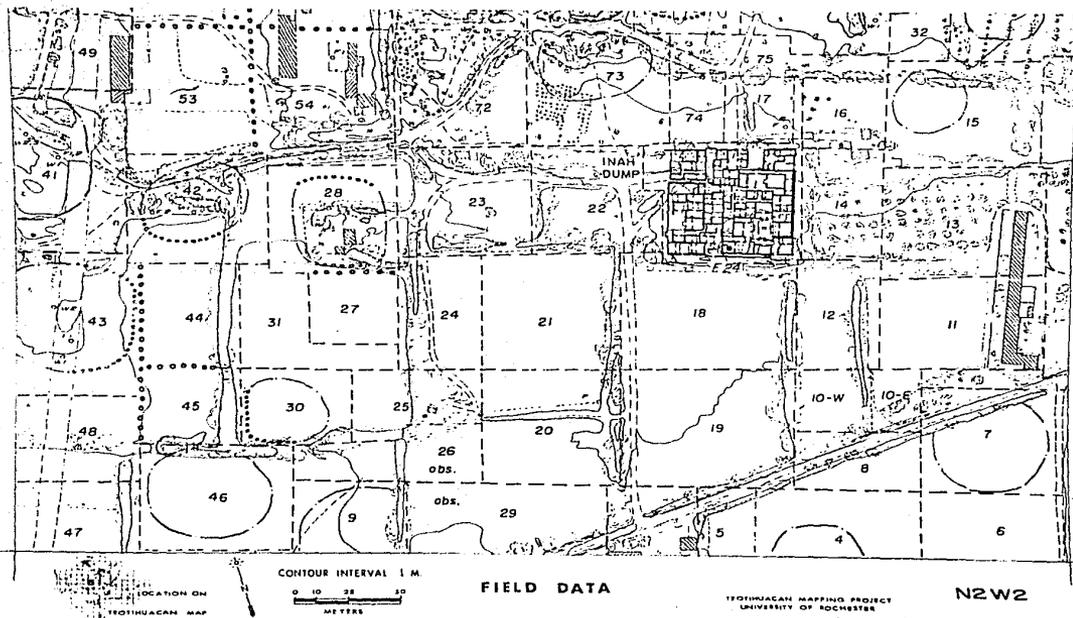
Donde el suelo está completamente seco, como sería el caso de una cueva, o en sitios arqueológicos en el desierto, por ejemplo, los restos de plantas pueden permanecer intactos durante milenios.

El material analizado en este trabajo en su totalidad se encontró carbonizado y son abundantes las semillas de cactáceas encontradas en la excavación arqueológica realizada en el sitio llamado Tetitla (Fig. 1), en el antiguo centro urbano de Teotihuacán.

## II.3. Breve descripción de los estudios paleoetnobotánicos en América y en México.

Yarnell (1969), en su trabajo denominado: "Paleoethnobotany in America", sintetiza los principales

Fig. 1 Sitio Tetilla, N2 W2 constituido por un conjunto de departamentos (Millon y cols., 1973).



logros alcanzados en América con relación a los estudios paleoetnobotánicos y que a seguir resumimos: Uno de los primeros trabajos antecedentes a los estudios paleoetnobotánicos fue realizado en Perú en el siglo XIX, por un francés, Saffray (1876), quien estudió una momia peruana y el material vegetal encontrado asociado al entierro. A partir de este trabajo, el francés Alphonse Tremeau de Rochebrune (1879) continuó con los estudios en Perú.

A principios del siglo XX, los siguientes arqueólogos publican investigaciones realizadas en Perú: Constantino y Bois (1910), Safford (1917), Harms (1922), Yacovleff y Herrera (1934-35) y Margaret Towle (1961) en su libro "The ethnobotany of precolumbian Peru".

De las investigaciones paleoetnobotánicas se han derivado estudios que permitieron conocer cuáles serían los distintos cultivos de la antigüedad, sobre todo del maíz; aportando sobre estos importantes conocimientos podemos referir los trabajos de: E. Anderson (1942), en Arizona; F. Mangelsdorf (1939) y por otro lado, C.E. Smith Jr. (1950) en Bat Cave, USA., Galiani (1965) y otros. Nickerson (1953) ha estudiado el maíz ancestral en el sur de Dakota, y Cutler & Blake (1971) han trabajado restos de maíz procedentes de Arkansas. Las cucúrbitas, otra familia de plantas cultivadas importante, han sido bien estudiadas por Thomas A. Whitaker y Cutler (1965), señalando las distintas cucúrbitas silvestres y cultivadas recolectadas, de varios sitios de América. Los frijoles ancestrales han sido estudiados por Lawrence Kaplan (1960), con material obtenido de Tamaulipas, México y de otros sitios arqueológicos. El algodón ha recibido una especial atención por Kate Pat Kent (1957), quien estudió los cultivos y las formas de tejer el algodón en la prehistoria en el sureste de los Estados Unidos y por C.E. Smith Jr. (1967), quien trabajó el material encontrado en Tehuacán, Puebla.

Los coprolitos, materia fecal que por condiciones específicas se ha podido preservar, proporcionan bastante información acerca del tipo de alimentación, ya que de ellos se pueden recuperar semillas, pelos, fibras vegetales y otros restos de tejidos que pasaron por el tracto digestivo; se hacen análisis de este material en los trabajos de Volney H. Jones (1936), quien reportó el contenido vegetal recuperado en heces de New Kash Hollow, E.U.A.; R.L. Fonner (1957) analizó muestras de coprolitos procedentes de Danger Cave y Juke Box Cave, Utah. Eric D. Callen (1963) trabajó coprolitos de Hueca Prieta, Perú. También trabajó muestras de Tamaulipas y Tehuacán, México, encontrando Agave, Opuntia, Cucurbita y Zea, entre otros.

Las excavaciones arqueológicas en el Valle de Tehuacán, Puebla, muestran que tallos, frutos y semillas de cactáceas formaban parte considerable de la dieta del hombre que habitó esta localidad alrededor del año 6500 a.C. (González Quintero,

1972). Palacios & Arregín (1979) encontraron polen semifosilizado de cactáceas de hace 3000 años en el Valle de San Juan del Río, Estado de Querétaro.

Scheinvar & González V. (1985) publican un trabajo sobre la identificación de semillas carbonizadas de cactáceas procedentes del sitio arqueológico Tlajinga, Teotihuacan de hace aproximadamente 1800 años, comparándolas con semillas actuales, utilizando para este trabajo el microscopio electrónico de barrido.

Otros estudios regionales de análisis de material arqueobotánico son los realizados por George F. Carter (1945). Otro estudio regional es el que coordinó R.S. Mac Neish y fue publicado por Richard A. Yarnell (1964).

De gran utilidad para conocer las plantas precolombinas cultivadas en México han sido los testimonios recopilados por Dressler (1953). En resumen, éstos han sido algunos de los distintos trabajos que se han realizado en América y en México.

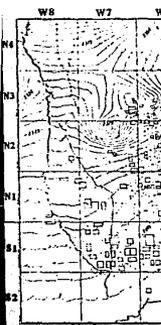
En la década de los 60, el Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia se encargó del estudio de materiales vegetales (como polen, esporas, semillas, fibras y maderas) recuperados de excavaciones arqueológicas, procedentes de distintas regiones de México. Posteriormente, dentro del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, se organizó el laboratorio de Paleoetnobotánica, creado en 1977, a cargo de la Dra. Emily McClung de Tapia. Este laboratorio tiene la tarea de identificar el material botánico recuperado en investigaciones arqueológicas donde se encuentran palinomorfos (polen y esporas), semillas, madera, fibras (ya sea aisladas o que forman parte de textiles) y otros restos de vegetales macroscópicos. En este laboratorio, se han analizado muestras arqueobotánicas de distintos sitios arqueológicos; entre ellos destacan los del "Teotihuacan Mapping Project", dirigido por el Dr. René Millon. Parte del material ha sido trabajado por la Dra. Emily McClung de Tapia (1979a) en su tesis doctoral. Del material analizado, las mejores plantas representadas en restos carbonizados fueron: maíz, frijol, chile, calabaza, amaranto, huachtzontli, tomate, verdolaga y diferentes cactáceas.

#### II.4. Ubicación del área en estudio.

Los restos botánicos carbonizados que aquí se analizan fueron obtenidos de una excavación arqueológica realizada en el antiguo centro urbano de Teotihuacan (Fig.2), en el sitio llamado "Tetitla" (excavación Te 24), por miembros del "Teotihuacan Mapping Project", bajo la dirección del Dr. René Millon de la Universidad de Rochester, Nueva York, E.U.A. Tetitla, según los arqueólogos, representa un conjunto habitacional (y está ubicado a aproximadamente 600 m al oeste

# LEGEND

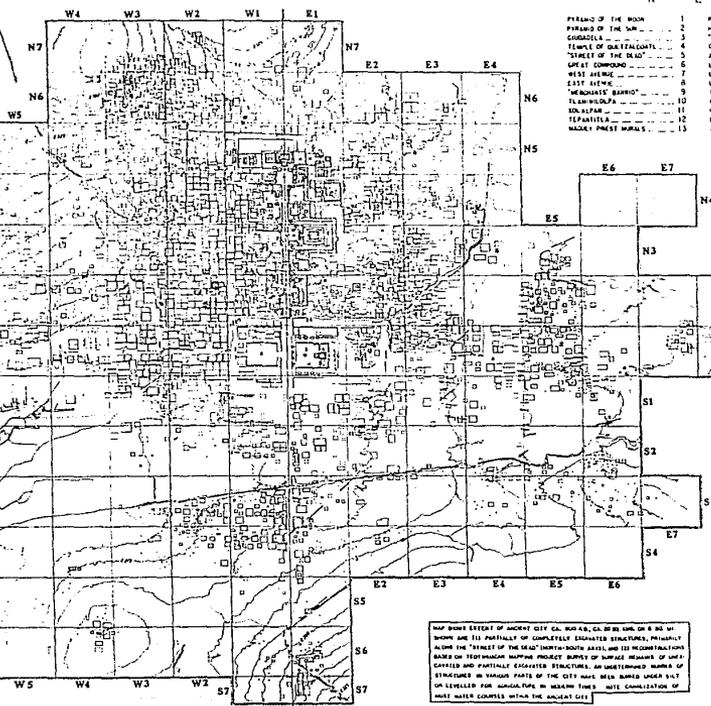
- ELEVATED ROOM COMPLEX OR OTHER STRUCTURE
- POSSIBLE ROOM COMPLEX
- WALLS - SOME UNITS UNCLEAR
- TEMPLE PLATFORM
- SINGLE STEPS PLATFORM
- INDUSTRIAL STRUCTURE
- WALLS
- WATER COURSE
- POSSIBLE OLD WATER COURSE
- WELLS ABOVE WATER LEVEL
- WELLS BELOW WATER LEVEL
- WATERING POINT STATION



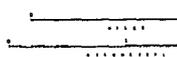
TEOTIHUACAN IS 10 KILOMETERS (6.2 MILES) WEST OF MEXICO CITY

## TEOTIHUACAN CENTRAL PLATEAU OF MEXICO ARCHAEOLOGICAL AND TOPOGRAPHIC MAP

SEPTEMBER 1970  
COPYRIGHT 1970 BY HILLON & HILLON



UNION ORIGINAL SIZE METERS



MAP SHOWS EXTENT OF MEXICAN CITY CA. 1000 B.C. TO 900 A.D. IN  
SHOWS ARE THE PORTIONS OF COMPLETELY ELEVATED STRUCTURES, PRESERVED  
ALONG THE "TRAIL OF THE DEAD" (MEXICAN) AVENUE AND THE RECONSTRUCTION  
BASES OF TEOTIHUACAN WATERING POINTS. SOME OF THESE REMAINS OF WALLS  
COVERED AND PARTIALLY ELEVATED STRUCTURES. AN UNLIMITED NUMBER OF  
STRUCTURES IN VARIOUS PARTS OF THE CITY HAVE BEEN EXCAVATED BUT  
UNLEVELLED FOR AGRICULTURE IN MEXICAN TIMES. DATE CORRELATION OF  
WALL WATER COURSES WITH THE PRESENT CITY

TEOTIHUACAN MAPPING PROJECT  
FIELD SURVEY CONDUCTED BY  
DEPARTMENT OF ANTHROPOLOGY  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
MEXICO CITY, MEXICO  
COPYRIGHT 1970 BY HILLON & HILLON

K		E		Y	
PIRAMID OF THE SUN	1	PIAZA 5011	14	PIRAMID OF THE MOON	1
PIRAMID OF THE SUN	2	HOUSE ON THE EAGLES	15	PIRAMID OF THE SUN	2
CHOCOLATE	3	"TODD CITY"	16	LAGARONIA	2
TEMPLE OF QUATZALCOATL	4	GRANDER BARRIO	17	TEMPLE OF QUATZALCOATL	3
"TRAIL OF THE DEAD"	5	ATESCADO	18	"TRAIL OF THE DEAD"	4
GREAT COMPOUND	6	LA VENTILLA A	19	GREAT COMPOUND	5
WEST AVENUE	7	LA VENTILLA B	20	MO SAN JUAN	24
ESTR. AVENUE	8	LA VENTILLA C	21	PIAZA OF THE MOON	28
"WINDMILL" BARRIO	9	TEOPANACAO	22	ORIENTAL-PYRAMIDON PALACE	29
TUMBUZANA	10	MO SAN JUAN	23	GROUP 3	30
SOLOMILAN	11	MO SAN JUAN	23	GREAT COMPOUND	31
TEPANACAO	12	RECARVED	23, 24, 27, 28	WALL COMPOUND	32
WALLS - PREST. MURALS	13	ACOMACAO	22	BUILDING OF THE ALTARS	33

GRID IS ORIENTED  
CA 15°25' EAST OF  
AZIMUTHAL NORTH  
SUN PYRAMID  
19°41'30" N LAT.  
98°50'30" W LONG.

# KEY TO INSET MAP

PIRAMID OF THE MOON	1
PIRAMID OF THE SUN	2
LAGARONIA	3
TEMPLE OF QUATZALCOATL	4
"TRAIL OF THE DEAD"	5
GREAT COMPOUND	6
MO SAN JUAN	24
PIAZA OF THE MOON	28
ORIENTAL-PYRAMIDON PALACE	29
GROUP 3	30
GREAT COMPOUND	31
WALL COMPOUND	32
BUILDING OF THE ALTARS	33
TEMPLE OF QUATZALCOATL	34
METEOLOGICAL CHANNELS	35
PIAZA MURAL	36
PIECE OF THE COLLENS	37
EXCAVATIONS OF 1935	38
PIAZA OF THE SUN	39
PIECE OF THE FOUR SMALL TEMPLES	40
HOUSE OF THE PHOENIX	41
YOUNG GROUP	42
"TRAIL OF THE DEAD" TOWER	43
EXCAVATIONS OF 1951	44
SUPERELEVATED BUILDINGS	45
EXCAVATIONS OF 1958	46
TEOTIHUACAN PALACE	47
TEOTIHUACAN PALACE	48
TEOTIHUACAN PALACE	49
TEOTIHUACAN	50

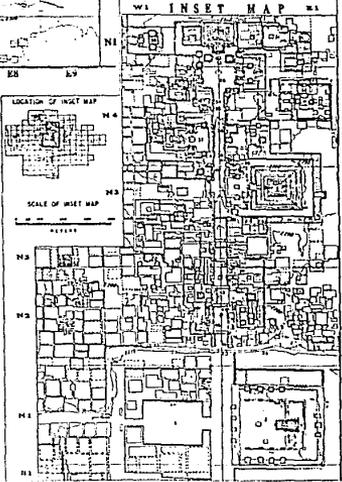


Fig. 2 Mapa de la antigua ciudad de Teotihuacan (Hillon, 1970).

de la llamada "Calzada de los Muertos" (sitio 1: cuadro N2W2) en el mapa de Teotihuacan, elaborado por Millon (1970) y colaboradores y por Millon, Cowgill y Drewitt (1973)). Ha sido excavada en forma parcial en varias ocasiones: por Pedro Armillas en los 50; Laurette Sejourné (1966) y por miembros del Instituto Nacional de Antropología e Historia, además del "Teotihuacan Mapping Project". En general, el sitio está caracterizado por una serie de pinturas murales bien preservadas y su calidad arquitectónica, más los artefactos, como cerámica, indican que sus habitantes mantuvieron una posición socioeconómica elevada en la sociedad Teotihuacana (McClung de Tapia, 1979a).

El material arqueobotánico fue abundante en las capas estratigráficas de la excavación de Tetitla y numerosos pisos de tierra fueron descubiertos, muchos de los cuales contenían fogones con bastante material botánico carbonizado. Las fases de ocupación representadas por las capas estratigráficas de la excavación cubren un periodo aproximado de 350 a 550 años d.C. y de 650 a 750 d.C. (fases arqueológicas: Tlamimilolpa tardío, Xolalpan temprano y Metepec).

### III METODOLOGÍA

#### III.1. Técnica de recuperación de las semillas carbonizadas.

El análisis del material arqueobotánico depende de una serie de procedimientos practicados durante la recolección de las muestras en el campo al momento de la excavación, además de otros pasos llevados a cabo en el laboratorio que incluyen la flotación (aunque este paso puede realizarse en el campo bajo ciertas condiciones), separación microscópica, identificación y finalmente, interpretación de los datos.

Hay ocasiones en las cuales el material botánico se logra encontrar in situ, sin necesidad de recurrir al empleo de otras técnicas, pero en la mayoría de los casos, hay necesidad de recurrir a técnicas mecánicas de separación.

La técnica empleada de separación del material arqueobotánico varía según la excavación y la naturaleza del terreno. Smith (1985) afirma que el uso experimental de varios métodos indicará el más adecuado para los propósitos de cada investigación.

La flotación es una de las técnicas mecánicas más adecuadas de separación de los restos de plantas preservados en contextos arqueológicos. Es la que ocasiona menos daños al material.

En el caso de las semillas de cactáceas, estas son muy pequeñas (0.2-3 mm) y generalmente fragmentadas. Se trata de material casi microscópico y la técnica de flotación es la que permite recuperarlo. Struever (1928), utilizó unas tinajas de lavado galvanizadas cuyo fondo había sido reemplazado por una malla de 1/16 de pulgada. La tina era parcialmente sumergida en el agua de un arroyo, mientras una persona la sostenía y otra vertía la muestra dentro de ella, moviéndola constantemente, vertiendo la tierra hasta que solo quedaran fragmentos de cerámica, piedras, huesos y restos vegetales hasta de 1/16". En este momento, una persona provista de una coladera recuperaba el material flotante, mientras que otras sostenían la tina sumergida en el agua. El material que flotaba consistía de hueso y plantas, ya que las piedras y algunos huesos que son lo suficientemente pesados, se depositaban en el fondo. Otra técnica fue reportada por R. B. Stewart (1976), en la cual usó un tambor de 55 galones como tina de flotación. El tambor estaba equipado con una válvula en la base que drenaba el contenido.

### III.2. Separación del material.

La técnica que se utiliza en el laboratorio de Lawrence Kaplan, en la Universidad de Massachusetts, Boston, incorpora las ideas del laboratorio de etnobotánica de la Universidad de Cambridge. Kaplan construyó unas tinajas cilíndricas con doble fondo. El fondo interior era perforado para permitir que el aire saliera de la tina al mismo tiempo que se aumentaban los chorros de agua. Una cubeta instalada abajo de la orilla superior, detenía el material flotante que se levantaba con las burbujas de aire hasta la orilla. El agua se drenaba hacia una serie de tamices permitiendo así la separación de los materiales flotantes. En forma rutinaria, un número conocido de semillas era introducido con la muestra que se iba a flotar. El número recuperado de éstas servía como control para la recuperación total de todos los flotantes.

La técnica de flotación utilizada actualmente en el laboratorio de Paleoetnobotánica del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, consiste en vaciar el contenido de la muestra de tierra, aproximadamente un litro, en una palangana que contiene 5 litros de agua en la que se disuelven 50 ml de silicato de sodio. Este es un producto comercial que se puede conseguir fácilmente y tiene la función de incrementar la densidad de la solución, facilitando así la flotación de semillas, madera y ciertos huesos. El material flotado es recuperado por medio de coladeras que tienen una malla de 0.5 mm quedando atrapado material más grande que los 0.5 mm de la malla. El sedimento que no flota se examina para asegurar la total recuperación del material arqueobotánico.

La obtención de muestras de tierra para flotación es un

proceso muy sencillo. La técnica generalmente consiste en:

- a) Tomar una medida standard de tierra con una cucharilla de albañil de contextos procedentes de la excavación, por ejemplo: pisos de ocupación, fogones, contenidos de vasijas, entierros, etc... Se vacía la muestra en una bolsa limpia de plástico.
- b) Se mete la bolsa con la muestra dentro de otra bolsa limpia y se marca con el letrero: "Muestra para Flotación".
- c) Se etiqueta la bolsa, asignándole un número secuencial, acompañado por la siguiente información:
  1. nombre del proyecto arqueológico.
  2. sitio arqueológico,
  3. contexto arqueológico de la muestra (entierro, piso de cuarto de habitación, adoratorio, contenido de vasija, fogón, etc...).
  4. capa, cuadro y unidad de excavación (dependiendo del sistema empleado por el arqueólogo),
  5. profundidad a la que se obtuvo la muestra de tierra,
  6. tipo de vegetación circundante (si es relevante),
  7. nombre del colector,
  8. fecha y
  9. observaciones que puedan ayudar en la interpretación de la muestra (estado de preservación, tipo de suelo, etc...).
- d) Se guardan las muestras en cajas y se envían al laboratorio o al lugar donde se va a llevar a cabo la flotación.

En general, las muestras de tierra para flotación son de un litro de volumen, lo cual facilita su rápido estudio, aunque en muchas ocasiones la muestra queda almacenada durante un tiempo. Se calcula que un litro de tierra debe proporcionar material representativo de la capa estratigráfica de la excavación y por lo general, cada capa estratigráfica está representada por varias muestras, entre las del hallazgo, las de control provenientes de su alrededor, etc... La cantidad de muestras que se toman en cada capa estratigráfica y de cada excavación varía mucho, según el tipo de excavación realizada y sus propósitos, desde el punto de vista arqueológico. En el caso específico de Tetitla cabe señalar que la excavación considerada constaba de un pozo estratigráfico de 2 X 2 m, con una profundidad de varios metros. En vista de que la excavación fue llevada a cabo al principio de los años 70, cuando apenas se comenzaba

a utilizar la flotacion y quizá por falta de experiencia, los arqueólogos tomaron muestras de mucho volumen, sin control alguno para el análisis e interpretación posterior de los datos obtenidos a partir de la flotacion. La decisión de tomar muestras de un litro es solamente una conveniencia, para hacer más eficiente el proceso de análisis. En algunos casos, una muestra no puede alcanzar este límite por falta de material. En otras ocasiones, lo sobrepasa. A final de cuentas, el tamaño necesario de la muestra está directamente relacionado con el grado de preservación del sitio.

Sin duda la presencia de semillas de cactáceas en estos restos arqueológicos está muy relacionada con actividades humanas, puesto que estas plantas, desde que el hombre se encontró en México, están ligadas a sus costumbres.

### III.2.1. Separación del material a ser estudiado.

Para facilitar la separación del material se vació el litro de tierra en tamices de distintos diámetros (0.25 mm, 0.64 mm y 1.22 mm). La separación de las semillas o de sus fragmentos se hizo por medio del microscopio estereoscópico (Wild M5 X6-X50) del laboratorio de Paleobotánica con ayuda de una serie de instrumentos de disección y una dotación de capsulas de gel y cajitas de cartón en las cuales se guardaban las muestras. El material identificable se conservaba en capsulas de gel acompañado de una etiqueta que señalaba su probable identificación (Fig. 3).

### III.3. Identificación de las semillas encontradas.

Es muy escasa la literatura orientada hacia la identificación de restos de plantas arqueológicas y especialmente de semillas de cactáceas. Los manuales y monografías botánicas que hay disponibles, casi no se refieren a la estructura de las semillas a nivel específico y pocos datos aportan a nivel genérico. El material arqueobotánico de semillas requiere de estos datos para lograr su identificación, es decir, para hacer el estudio de la morfología comparada con las semillas actuales. Una herramienta importante para este estudio es contar con buenas fotografías tomadas bajo el microscopio estereoscópico y otra, obtenidas con el microscopio electrónico de barrido que permite observar finos detalles de la estructura de la superficie de la testa. En el caso del Valle de México, la tesis doctoral de Scheinvar (1982), fue de gran utilidad para el estudio de la morfología comparada de las semillas de cactáceas procedentes de Teotihuacán, puesto que se ubica en esta región geográfica de la Cuenca de México.

### III.4. Métodos de descripción utilizados.

En esta investigación el material arqueobotánico fue:

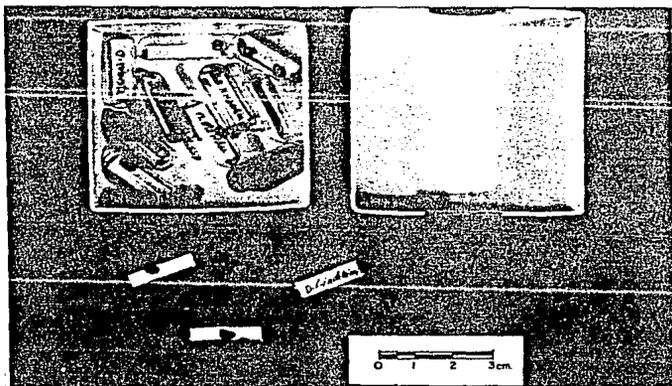


Fig. 3 Cajita de cartón y cápsulas de gel conteniendo semillas, acompañadas de un letrero.

A) Fotografiado bajo el microscópio estereoscópico (Wild), obteniéndose fotografías de 35 mm; B) Comparado con el material actual que forma parte de las colecciones de semillas del laboratorio de Cactología del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México y C) Medido en largo y ancho (máximos, mínimos y promedio, éste último entre paréntesis).

Para designar las formas encontradas, se tomó el modelo del trabajo de Murley (1951) y para encontrar la terminología más apropiada para la morfología de las semillas se siguió el criterio de Scheinvar (1982).

#### IV Descripción del área en estudio.

Teotihuacan está situado en un pequeño valle que pertenece a la Cuenca de México, con un largo total de 35 km<sup>2</sup> (Sanders, 1965) y su elevación es superior a los 2250 m.s.n.m. (Fig. 4), sobre el Eje Volcánico Transversal que cruza México de E a W, al sur del paralelo 20° N. Los límites hacia el sur y sureste forman la Sierra Patlachique con una elevación máxima de 2800 m.s.n.m. Los límites al norte incluyen varios volcanes separados por brechas en los diamontes, incluyendo los cerros Chiconautla (2550 m.s.n.m.), cerro Malinalco (2580 m.s.n.m.) y cerro Gordo (3050 m.s.n.m.). En el noreste se limita por San Martín de las Pirámides, Axapusco y al sureste se abre la llanura de Texcoco.

##### IV.1. Clima.

El clima de la región es del tipo BS<sub>1</sub>k' w(w)(i') (semiseco, con cociente P/T mayor de 22.9, siendo P=precipitación total anual en mm y T=temperatura media anual en °C). Templado con verano fresco, temperatura media anual entre 12° y 18° C; temperatura media del mes más fría entre -3° C y +18° C y temperatura media del mes más caliente abajo de 18° C. Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que el mes más seco. Con poca oscilación anual en temperaturas medias mensuales (entre 5° C y 7° C) (García, 1981).

El hecho de que el área se localice en las zonas de transición entre climas secos y subhúmedos le hace susceptible de ser afectada muy profundamente por cambios climáticos (García, 1974).

García (op.cit.), menciona en su trabajo sobre la situación climática durante el auge de la cultura Teotihuacana (700 a 750 d.C.) que el clima pudo ser tan húmedo como en los años más lluviosos del presente, así como presentar intensas sequías, lo que indicaría que la vegetación podría haber sido muy similar a la presente o más seca.

##### IV.2. Hidrología.

Varias barrancas llevan agua al río San Juan con un volumen medio de 4,609,000 m<sup>3</sup> de agua superficial (calculada en Tepexpan). El flujo de este río no es permanente llegando hasta el punto sur del pueblo moderno de San Juan Teotihuacan, donde hay una serie de manantiales. Estos auxilian el abastecimiento de los poblados y el riego de los cultivos, como es el caso de los ocho manantiales que se encuentran en la parte baja de Teotihuacan y que desde tiempos prehispánicos hasta nuestros días han cumplido con



esta función, aprovechándose en la actualidad un volumen medio anual de  $12\ 047 \times 10^6\ m^3$  de agua en un área de  $930\ km^2$  (Castilla & Tejero, 1983).

Generalmente las lluvias son aguaceros muy localizados. El 80% de la precipitación en el Valle y en el piámonte tienen lugar entre el primero de junio y el primero de octubre, pero existe una fuerte tendencia actual a que las lluvias se inicien más tarde, lo cual da como resultado sequías y humedad insuficiente para la siembra temporal (McClung, 1979b).

#### IV.3. Geología.

El Valle de México se encuentra ubicado en la parte oriental del Eje Volcánico Transversal. Surgió durante el terciario y cuaternario debido al hundimiento de la placa de Cocos bajo la fosa de Acapulco, tal y como lo demuestran las lavas andesíticas que surgen de la corteza terrestre (Mooser, 1975). Geológicamente el Valle de Teotihuacan se encuentra dentro del Eje Volcánico que se caracteriza geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del cuaternario, con una litología representada por rocas sedimentarias: areniscas, conglomerados, areniscas-conglomerados y areniscas-toba. Los suelos de la zona arqueológica de Teotihuacan pueden ser muy parecidos a los que se representan en la carta edafológica TEXCOCO E-14-B-21, del pozo (16) (1:50,000) de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1982). Este se encuentra aproximadamente a 2 km al noreste de la población de San Martín de las Pirámides, Estado de México. Se trata de un tipo de suelo feozem háplico que se caracteriza principalmente por su capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y en nutrientes.

#### IV.4. Vegetación.

La vegetación de la parte septentrional del Valle de México ha sido estudiada por Rzedowski (1964), donde describe diez tipos de vegetación para esta área, situada al norte del paralelo  $19^{\circ}37'\ N$ .

En Teotihuacan predomina actualmente el matorral xerófilo. Según Rzedowski (1979), son 4 las principales comunidades arbustivas que se desarrollan preferentemente en las porciones más secas de todo el Valle de México, entre 2250 y 2700 m de altitud, en suelos someros o profundos, de laderas de cerros, con precipitación media anual generalmente comprendida entre 400 y 700 mm y de temperatura promedio anual de  $12$  a  $16^{\circ}\ C$ .

En el trabajo de Scheinvar (1982), se menciona la abundancia de las cactáceas dentro de las comunidades vegetales en el Valle de México, siendo el matorral xerófilo

(donde abundan la Opuntia streptacantha, Zaluzania augusta y Mimosa biuncifera) se concentra el mayor número de cactáceas nativas del Valle.

En donde refieren 43 especies entre el total de 59 presentes en toda la Cuenca. Las especies encontradas en el matorral xerófilo son:

Coryphanta bussleri, C. clava, C. connivens, C. cornifera, C. cornuta, C. elephantidens, C. octacantha, Cylindropuntia imbricata, C. x pallida, Echinocactus horizontalis, Echinocereus cinerascens, E. pulchellus, Echinofossulocactus coptonogonus, E. crispatus, E. dichroacanthus, E. phylacanthus, Ferocactus latispinus, Mammillaria erectacantha, M. fulvispina, M. magnimamma, M. rhodantha, M. rutila, M. uncinata, M. zephyranthoides, Myrtillocactus geometrizans, Opuntia cochineria, O. heliabravcana, O. hyetiacaantha, O. incarnadilla, O. lindheimeri var. lucens, O. matudae, O. megacantha, O. oligacantha, O. robusta var. robusta, O. robusta var. guerrana, O. rzedowskii, O. sarca, O. spinulifera, O. streptacantha, O. tomentosa var. tomentosa, O. tomentosa var. berrerae, Stenocereus dumortieri y Stenocereus dumortieri x Pachocereus marginatus.

De estas 43 especies, Scheinvar (op.cit.) encontro en el área de Teotihuacan las siguientes 21 especies:

Coryphanta bussleri, C. connivens y C. cornifera, en el Municipio de Otumba; Cylindropuntia imbricata y C. x pallida, la primera en el municipio de Acolman y la segunda en el Municipio de San Martín de las Pirámides y ambas también, en los Municipios de Tecamac y Otumba; Echinofossulocactus crispatus en los Municipios de Teotihuacan y San Martín de las Pirámides, Mammillaria atrovibra, en los Municipios de Otumba, Teotihuacan y San Martín de las Pirámides, M. magnimamma en los Municipios de Tecamac y Acolman, M. purpurea, en el Municipio de San Martín de las Pirámides, M. rutila y M. uncinata, ambas en el Municipio de Otumba; Myrtillocactus geometrizans, en el Municipio de San Martín de las Pirámides; Nyctocereus castellanosii, en el Municipio de Temascalapa; Opuntia lindheimeri var. lucens, en el Municipio de Otumba; O. matudae, silvestre en el Municipio de Tecamac; O. robusta var. robusta, en el Municipio de Otumba, O. robusta var. guerrana, silvestre en el Municipio de San Martín de las Pirámides, O. rzedowskii, en el Municipio de San Martín de las Pirámides; O. spinulifera, en el Municipio de Acolman; O. streptacantha, se encontró silvestre en el Municipio de Tecamac; Pachocereus marginatus, se encontró cultivada en los Municipios de Otumba, San Martín de las Pirámides, Teotihuacan y Tecamac. Todos estos municipios se encuentran en los alrededores de Teotihuacan.

#### V Análisis de los resultados.

Las semillas de cactáceas carbonizadas son abundantes, pero no es posible identificar todas ya que muchas están incompletas y otras tan sólo son fragmentos, por lo que se seleccionó el material que presentaba características que pudieran servir para su posible identificación.

Se analizaron 22 muestras obtenidas a partir del material excavado en Tetitla (Te 24).

Se pudieron identificar dos géneros de cactáceas:

1) Myrtillocactus y 2) Opuntia. Las especies identificadas son las siguientes:

1. Myrtillocactus geometrizans. (Mart. ex Pfeiff.)  
Cons., Boll. R. Orto Bot. Palermo 1 : 9, 1877.

Nombre común (N.C.): garambullo.

En la figura 5A, 5B, 5C y 5D se observan cuatro semillas carbonizadas completas obtenidas de la excavación "Te 24".

En la misma figura se encuentran tres semillas de Myrtillocactus geometrizans (L. Scheinvar No. 3386 A) procedentes del Municipio de Cadereyta, Estado de Querétaro, 1983 (Figs. 5E, 5F y 5G).

Características comunes observadas:

Son de forma obovoide, con una taza del hilo basal oblicua, hundida y angostamente obovada a elíptica. La testa es verrucosa o con tubérculos, con paredes sinuosas, más fuertemente marcadas en las carbonizadas que en las actuales, probablemente debido a la acción de la deshidratación y carbonización.

Medidas tomadas de 10 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_ 1.6 (1.5) 1.3 mm.  
Ancho\_ 1.5 (1.3) 1.1 mm.

semillas actuales: Largo\_ 1.4 (1.3) 1.2 mm.  
Ancho\_ 1.8 (1.2) 1.0 mm.

2. Opuntia amyclaea Tenore, Fl. Neap. Prodr. App. 5 : 15, 1826.

N.C. tuna de alfajayucan.

En la figura 6A se observa una semilla carbonizada fragmentada. En las figuras 6B y 6C se observan dos semillas carbonizadas completas, obtenidas de la excavación "Te 24".

En la misma figura se encuentran tres semillas de Opuntia amyclaea colectadas en un cultivo en Teotihuacan, San Martín de las Pirámides, Estado de México, 1974 por L. Scheinvar No. 1549.

Características comunes observadas:

Forma: Obovoide-poligonal;

Arilo: Delgado en la base, donde se encuentra la taza del hilo mientras que hacia el ápice se engrosa, midiendo en su parte más gruesa 0.3 mm, tanto en las carbonizadas como en las actuales.

Taza del hilo: Lateral sub-basal, poco hundida, corta y con la base prominente.

Medidas tomadas de 10 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_3.7 (3.3) 2.3 mm.  
Ancho\_3.7 (3.0) 3.3 mm.

semillas actuales: Largo\_4.6 (4.4) 4.0 mm.  
Ancho\_3.5 (3.2) 2.6 mm.

3. Opuntia cochinera Griff., Ann. Rep Mo. Bot. Gard. 19 : 263, 1908.

N.C. nopal cardón, nopal cochinero y tuna cardona.

En la figura 7A se observa una semilla carbonizada con el arilo incompleto y en la figura 7B se observa una semilla carbonizada completa, obtenidas de la excavación "Te 24".

En la misma figura se observan dos semillas actuales de Opuntia cochinera colectadas en el cerro Tecajete, Municipio de Zempoala, Estado de Hidalgo, 1973 por L. Scheinvar No. 1241, ambas obtenidas de un mismo fruto (Figs. 7C y 7D).

Características comunes observadas:

Forma: Reniforme;

Arilo: muy grueso en la parte superior, angostado hacia la taza del hilo, midiendo en su parte más gruesa 0.23 mm. en las carbonizadas, mientras que en las actuales 0.27 mm.

Taza del hilo: basal mediana, con una extremidad prominente y ligeramente hundida.

Medidas tomadas de 10 semillas carbonizadas y de 10 actuales.  
semillas carbonizadas: Largo\_4.1 (3.1) 2.7 mm.  
Ancho\_3.4 (3.0) 2.5 mm.

semillas actuales: Largo\_4.0 (3.7) 3.5 mm.  
Ancho\_4.0 (3.6) 3.1 mm.

4. Opuntia lindheimeri var. lucens (Griff.) Scheinv.,  
Phytologia 49 : 313-338, 1981.

N.C. cuija.

En la figura 8 se observan tres semillas carbonizadas, procedentes de la excavación "Te 24", Fig. 8A bastante completa y figuras 8B y 8C con el arilo incompleto.

En la misma figura se encuentran dos semillas de Opuntia lindheimeri var. lucens colectadas en el Cerro Gordo, Pachuca, Estado de Hidalgo, 1974 por L. Scheinvar No.1350 (Figs. 8D y 8E).

Características comunes observadas:

Forma: Discoidal-poligonal;

Arilo: ancho, el engrosamiento es casi uniforme y angulado, midiendo en las carbonizadas en su parte más ancha 0.4 mm. y en las actuales 0.5 mm.

Taza del hilo: mediana basal, corta y hundida.

Medidas tomadas de 8 semillas carbonizadas y 10 de las actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_4.4 (3.6) 3.1 mm.  
Ancho\_4.0 (3.3) 2.6 mm.

semillas actuales: Largo\_4.0 (3.1) 3.5 mm.  
Ancho\_4.0 (3.4) 3.1 mm.

5. Opuntia matudae Scheinv., Phytologia 49 : 313-338, 1981.

N.C. xocnostle colorado.

En la figura 9 observamos dos semillas carbonizadas fragmentadas (Figs. 9A y 9C) y una bastante completa (9C), procedentes de la excavación "Te 24".

En la misma figura se observan tres semillas actuales de un mismo fruto de Opuntia matudae, colectadas en el Cerro

Tepetlizpa, Municipio de Tezontepec, 1974 Estado de Hidalgo, por L. Scheinvar No. 1563 (Figs.9D, 9E y 9F).

Características comunes observadas:

Forma: Oblonga-poliédrica;

Arilo: Uniformemente angosto y angulado, midiendo en su parte mas gruesa 0.23 mm. tanto en las carbonizadas como en las actuales.

Taza del hilo: poco hundido, dispuesta a la mitad del largo de la semilla.

Medidas tomadas de 9 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_4.0 (3.6) 3.2 mm.  
Ancho\_3.4 (3.0) 2.7 mm.

semillas actuales: Largo\_4.1 (3.7) 3.2 mm.  
Ancho\_3.4 (3.0) 2.6 mm.

6. Opuntia oligacantha SD., Hort. Dyck. p. 363, 1834.

N.C. xoconostle corriente.

En la figura 10A se observa una semilla carbonizada bastante completa y en la 10B, una semilla carbonizada con arilo incompleto, procedentes de la excavación "Te 24".

En las figuras 10C y 10D se presentan dos semillas actuales de Opuntia oligacantha, colectadas en Cerro Santa Isabel, Pachuca, Estado de Hidalgo, 1974 por L.Scheinvar No. 1606.

Características comunes observadas:

Forma: Discoides;

Arilo: angosto, no angulado y torcido, midiendo en su base 0.35 mm. en las carbonizadas, mientras en las actuales 0.21 mm.

Taza del hilo: lateral subbasal, corta y poco profunda, con una extremidad prominente.

Medidas tomadas de 7 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_3.5 (3.1) 2.5 mm.  
Ancho\_2.5 (3.0) 2.5 mm.

semillas actuales: Largo\_2.5 (2.3) 2.7 mm.  
Ancho\_3.2 (2.8) 2.3 mm.

7. Opuntia robusta var. querrana (Griff.) Sánch- Mej., ex Bravo, Las Cact. Mex., 2a. ed. 1 : 336, 1978.

N.C. nopal cimarrón, tuna taponá cimarrona y nopal tapón blanco.

En la figura 11 se observan tres semillas carbonizadas algo fragmentadas y procedentes de la excavación "Te 24" (Figs. 11A, 11B y 11C).

En la misma figura se observan dos semillas actuales de Opuntia robusta var. guerrana colectadas en el Municipio de San Martín de las Pirámides, 1973 Estado de México, por L. Scheinvar No. 1218.

Características comunes observadas:

Forma: Elipsoide y anguladas;

Arilo: angulado, uniforme y ancho, midiendo en su parte más gruesa 0.32 mm. en las carbonizadas, mientras en las actuales 0.64 mm.

Taza del hilo: lateral, corta y poco profunda con una extremidad prominente.

Medidas tomadas de 8 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_4.6 (3.4) 3.0 mm.  
Ancho\_3.4 (3.0) 2.4 mm.

semillas actuales: Largo\_5.5 (3.4) 3.0 mm.  
Ancho\_4.4 (4.0) 3.5 mm.

8. Opuntia sarca Griff. ex Scheinv., Phytologia 49 : 313-338, 1981.

N.C.nopal chamacuerito.

En la figura 12A se observa una semilla carbonizada fragmentada y en la figura 12B una semilla carbonizada completa, procedentes de la excavación "Te 24".

En las figuras 12C y 12D se observan dos semillas actuales de Opuntia sarca, colectadas en Cerro Gordo, Municipio Chimalhuacán, 1974 Estado de México, por L. Scheinvar No. 1474.

Características comunes observadas:

Forma: Obovoide-poligonal;

Arilo: angosto y angulado, midiendo en su parte más gruesa 0.1 mm. en las semillas carbonizadas, mientras en las semillas actuales 0.3 mm.

Taza del hilo: lateral, corta y ligeramente hundida.

Medidas tomadas de 4 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_3.6 (3.3) 3.3 mm.  
Ancho\_2.7 (2.6) 2.4 mm.

semillas actuales: Largo\_4.8 (4.6) 4.4 mm.  
Ancho\_4.2 (3.6) 3.3 mm.

9. *Opuntia spinulifera* SD., Cact. Hort. Dyck. p. 364,  
1834.

N.C. nopal ardilla y tuna corriente.

En la figura 13A se observa una semilla carbonizada fragmentada, y en las Figs. 13B y 13C, dos semillas carbonizadas completas, procedentes de la excavación "Te 24".

En la misma figura se observan dos semillas actuales de *Opuntia spinulifera* colectadas en el Cerro Santa Isabel, Pachuca, Estado de Hidalgo, 1974 por L.Scheinvar No. 1605 (Figs.13D y 13E).

Características comunes observadas:

Forma: Discoide-poligonal;

Arilo: amplio, irregular y angulado, midiendo en su parte mas gruesa 0.35 mm. tanto en las carbonizadas como en las actuales.

Taza del hilo: Lateral sub-basal, corto y poco hundido, con una de las extremidades prominente.

Medidas tomadas de 7 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_3.8 (3.3) 2.6 mm.  
Ancho\_3.4 (3.0) 2.7 mm.

semillas actuales: Largo\_3.2 (3.0) 2.7 mm.  
Ancho\_3.4 (2.8) 2.5 mm.

10. *Opuntia streptacantha* Lem., Cact. Gen. Nov. Sp.  
p.62, 1839.

N.C. nopal cardón, tuna cardona, tuna mansa y tuna colorada.

En las figuras 14A y 14B se observan dos semillas carbonizadas completas, procedentes de la excavación "Te 24".

En la misma figura se observan dos semillas actuales de un mismo fruto *Opuntia streptacantha* (Figs. 14C y 14D) procedentes de Xilotzingo, Municipio de Hueyapoxtla, 1974 Estado de México, colectados por L. Scheinvar No. 1559.

Características comunes observadas:

Forma: Discoides a deltoide;

Arilo: lateral amplio y uniforme, midiendo en su parte mas gruesa 0.46 mm. tanto en las carbonizadas como en las actuales.

Taza del hilo: basal, corta y poca profunda.

Medidas tomadas de 10 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_3.8 (3.0) 2.4 mm.  
Ancho\_4.3 (3.3) 3.0 mm.

semillas actuales: Largo\_4.5 (3.9) 3.6 mm.  
Ancho\_3.5 (3.0) 2.6 mm.

11. Opuntia tomentosa SD. var. tomentosa. Obs. Bot. Hort. Dyck. Not. p. 8, 1822.

N.C. nopal chamacuero y nopal San Gabriel.

En la figura 15 se observan dos semillas carbonizadas, fragmentadas, procedentes de la excavación "Te 24" (Figs. 15A y 15B).

En la misma figura se observan dos semillas actuales de un mismo fruto, Opuntia tomentosa var. tomentosa colectadas en el Pedregal de Tlalpan, 1974 por L. Scheinvar No. 1409 (Figs. 15C y 15D).

Características comunes observadas:

Forma: Obovoides;

Arilo: lateral con grosor irregular, midiendo en su parte mas gruesa 0.63 mm. en las carbonizadas, mientras en las actuales 0.39 mm.

Taza del hilo: lateral, sub-basal, corta y poca profunda.

Medidas tomadas de 4 semillas carbonizadas y de 10 actuales.

semillas carbonizadas: Largo\_4.0 (3.8) 3.6 mm.  
Ancho\_3.6 (3.4) 3.0 mm.

semillas actuales: Largo\_5.0 (4.4) 4.0 mm.  
Ancho\_5.0 (4.4) 4.0 mm.

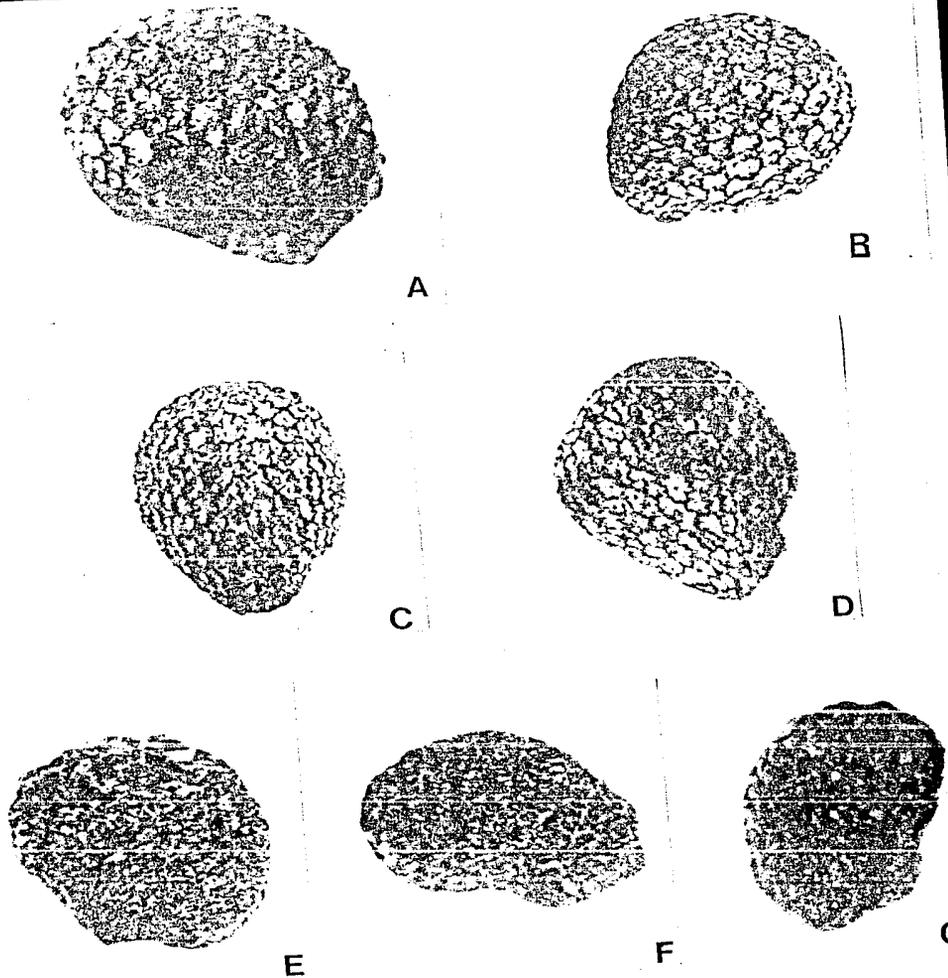


Fig.5

*Myrtillocactus geometrizans* (Mart.exPfeiff) Cons.  
 1897. A, B, C y D semillas carbonizadas completas  
 (X44.44) (excavación Te 24); E, F y G semillas  
 actuales (X44.44) ( L. Scheinvar No.3386 A,1983 ).

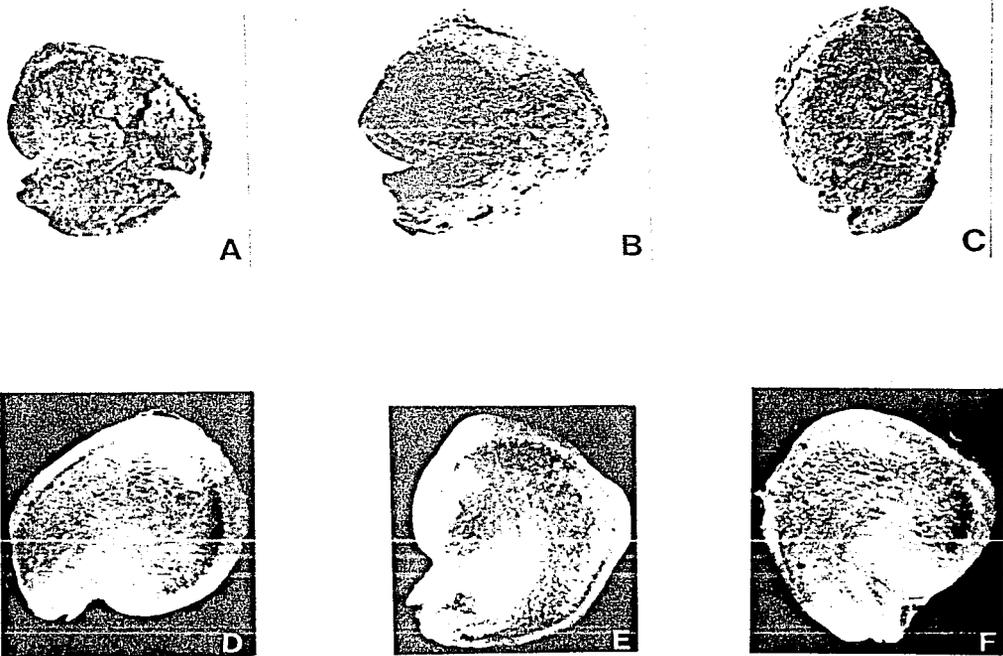


Fig.6

*Opuntia amygdala* Tenore., 1826. A. Semilla carbonizada fragmentada; B y C Semillas carbonizadas completas (X13.33) (excavación Te 24); D, E y F semillas actuales completas (X13.33) (cultivadas en Teotihuacan, San Martín de las Pirámides, Estado de México, 1974. L. Scheinvar No. 1549).

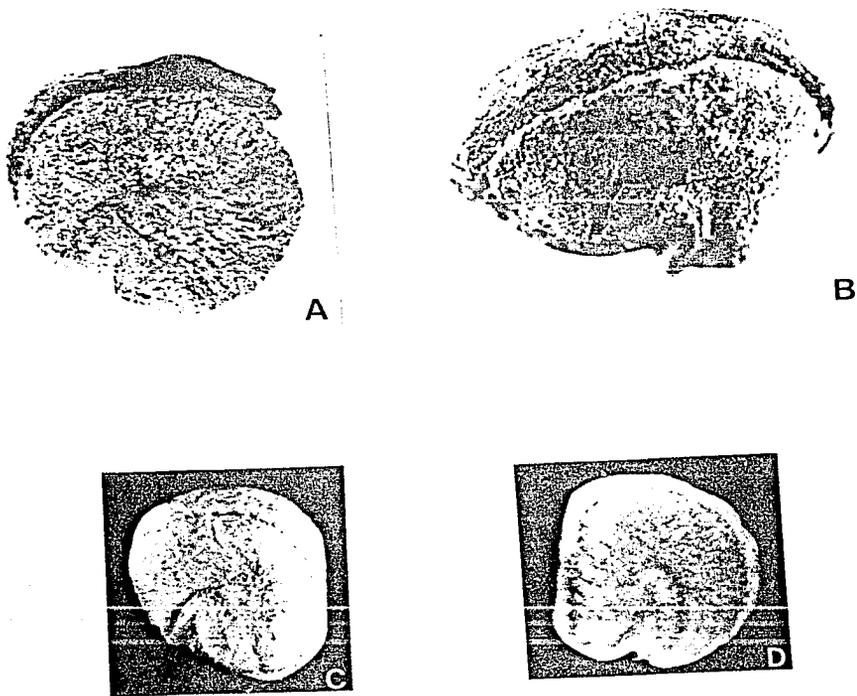


Fig.7

Opuntia cochinera Griff., 1908. A. semilla carbonizada con arilo incompleto; B semilla carbonizada completa (X21.6) (excavación Te 24); C y D semillas actuales (X21.6) (Cerro Tecajete, Zempoala, Hidalgo, 1973. L. Scheinvar No.1241).

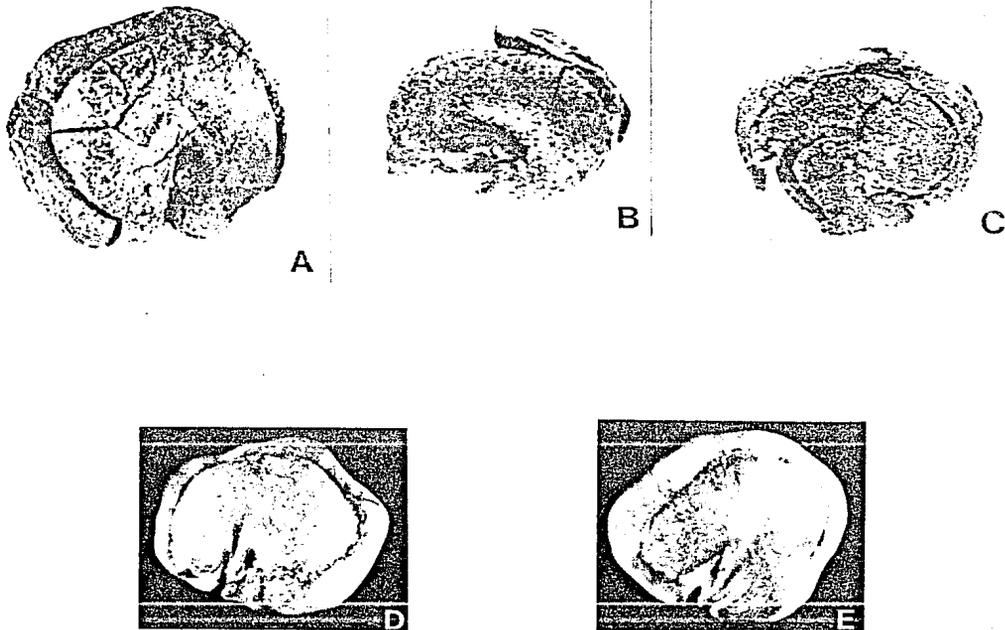


Fig.8

*Opuntia lindheimeri* var. *lucens* (Griff.)  
Scheinvar., 1981.  
A. semilla carbonizada completa, B y C semillas carbonizadas con el arilo incompleto (X12.64) (excavación Te 24); D y E semillas actuales (X12.64) (Cerro Gordo, Pachuca, Hidalgo, 1974. L. Scheinvar No.1350).

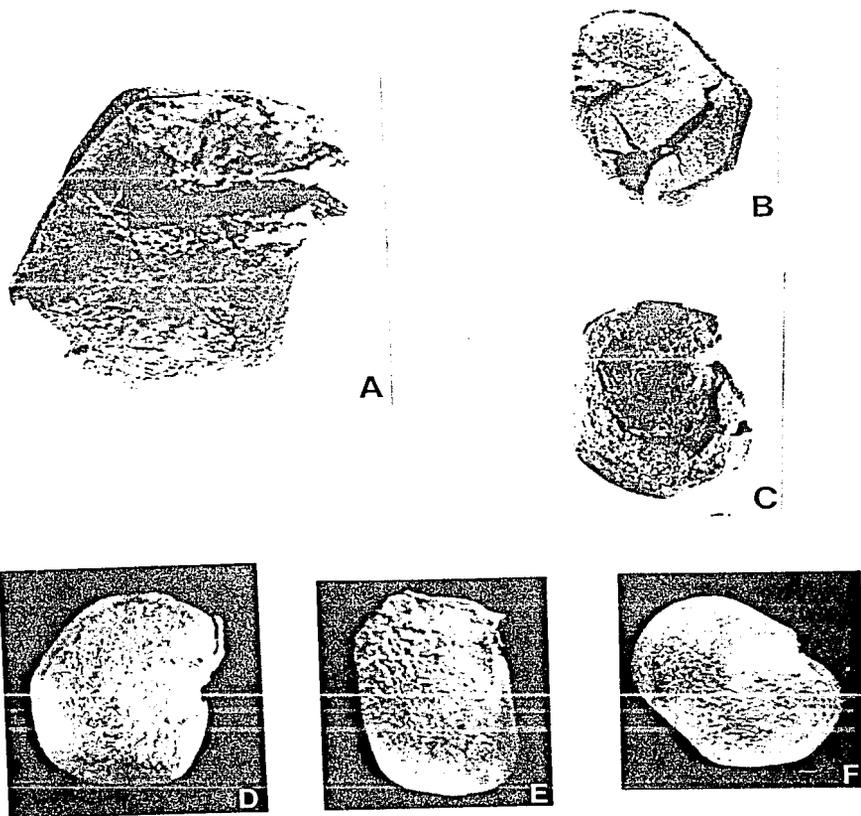


Fig. 9

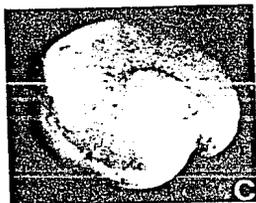
*Opuntia matudae* Scheinv., 1981. A y B semillas carbonizadas fragmentadas; C semilla carbonizada completa (X12.64) (excavación Te 24); D, E y F semillas actuales (X12.64) (Cerro Tepetlizpa, Tezontepec, Hidalgo, 1974. L. Scheinvar No. 1563).



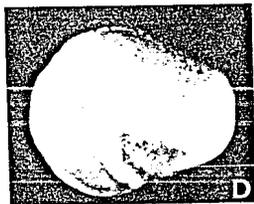
A



B



C



D

Fig.10

*Opuntia oligacantha* SD., 1834. A. semilla carbonizada completa y B semilla carbonizada con arilo incompleto (X14) (excavación Te 24); C y D semillas actuales (X14) (Cerro Santa Isabel, Hidalgo, 1974. L. Scheinvar No. 1606).

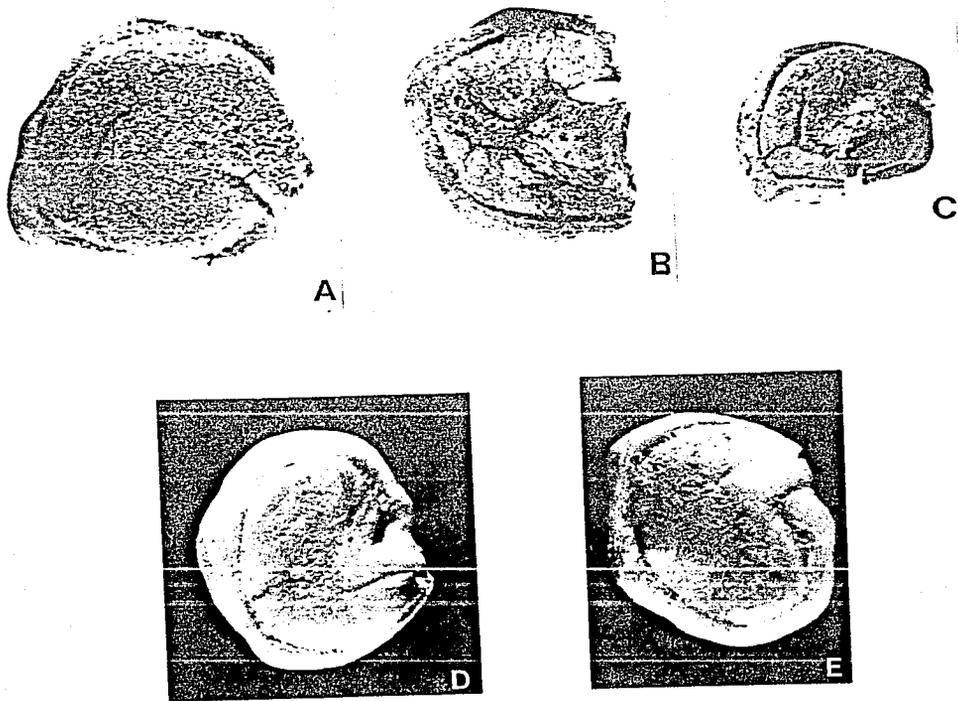


Fig.11

*Opuntia robusta* var. *guerrana* (Griff.) Sánchez-Mej. ex Bravo, 1978  
 A, B y C semillas carbonizadas fragmentadas (X12.5) (excavación Te 24); D y E semillas actuales (X12.5) (Municipio de San Martín de las Pirámides, 1973. Estado de México, L. Scheinvar No.1218)

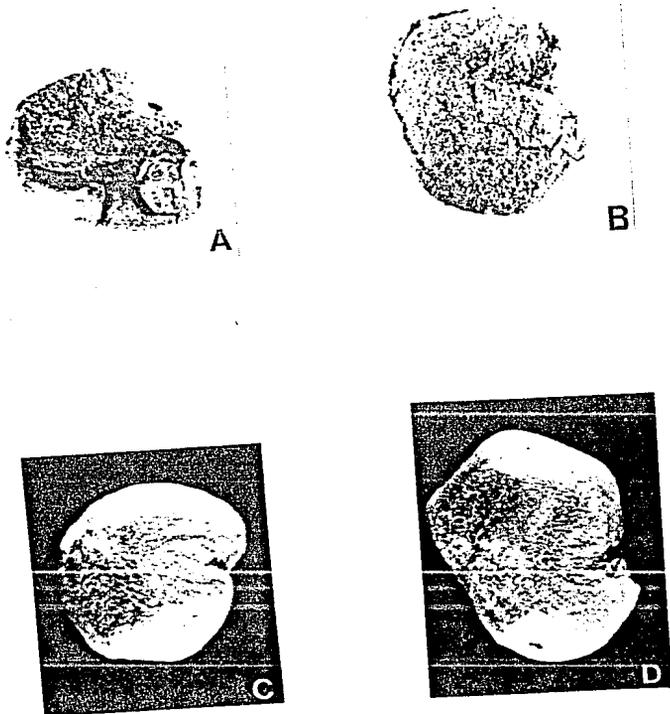


Fig.12 *Opuntia sarca* Griff. ex Scheinv., 1981.  
 A. semilla carbonizada fragmentada; B. semilla  
 carbonizada completa (X12.28) (excavación Te 24);  
 C y D semillas actuales (X12.28) (Cerro Guadalupe,  
 Chimalhuacan, 1974. Estado de México, L. Scheinvar  
 No. 1474).

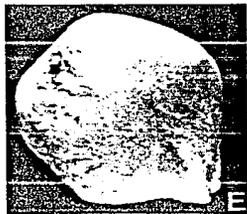
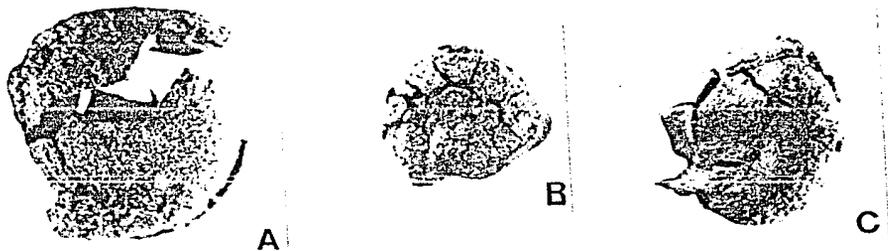


Fig. 13

*Opuntia spinulifera* SD., 1834. A. semilla fragmentada; B y C semillas carbonizadas completas (X11.42) (excavación Te 24); D y E semillas actuales (X11.42) (Cerro Santa Isabel, Pachuca, Hidalgo, 1974. L. Scheinvar No. 1605).



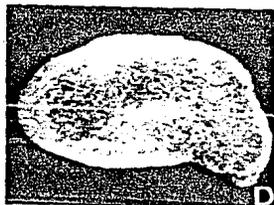
A



B



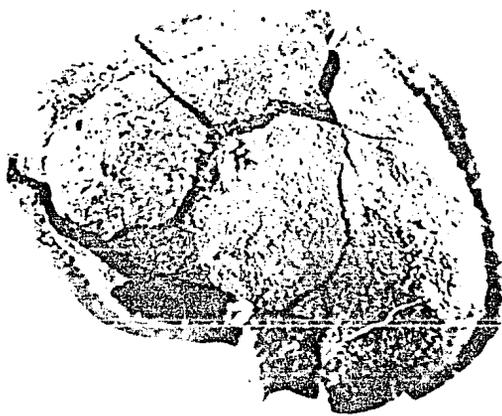
C



D

Fig. 14

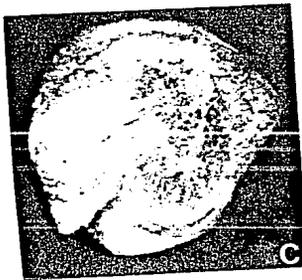
*Opuntia streptacantha* Lem., 1839 A y B semillas carbonizadas completas (X10.78) (excavación Te 24); C y D semillas actuales (X10.78) (Xilotzingo, Hueyopxtla, Estado de México, 1974. L. Scheinvar No. 1559).



A



B



C



D

Fig.15

*Opuntia tomentosa* SD. var. *tomentosa*.  
1822. A. semilla carbonizada fragmentada (X25.26);  
B Ibid (X12.63) (excavación Te 24); C y D semillas  
actuales (X12.63) (Pedregal de Tlalpan, 1974. L.  
Scheinvar No. 1409).

## VI Discusión y Conclusiones.

### VI.1. Discusión.

A partir de la revisión de 22 muestras arqueobotánicas, del conjunto de departamentos denominado Tetitla, se han podido identificar dos géneros de cactáceas que actualmente se distribuyen en la Cuenca de México (Scheinvar, 1982).

Las semillas de cactáceas de diferentes especies presentan gran diversidad de formas, tamaño, estructura y color de la testa, así como de características del embrión y de los tejidos almacenadores de sustancias nutritivas (Bravo, 1978). Considerando que las semillas de una especie que se reproduce sexualmente son muy variables debido a presiones selectivas artificiales y naturales, la gran diversidad en estas plantas se hace más evidente por el hecho de que no existen barreras reproductoras y además de que casi todas florecen en la misma época del año; también se observa que pueden intercambiar material, genético si se encuentran especies del mismo género en una misma localidad.

Entretanto, cabe resaltar que dentro de un mismo fruto hay relativas variaciones entre sus semillas, lo que se puede observar al examinar las fotos presentadas en esta investigación.

Debido a lo arriba citado, fue necesaria la revisión minuciosa de la colección de semillas actuales de cactáceas existente en el laboratorio de Cactología de la UNAM para poder hacer el estudio de morfología comparada.

En cuanto a las especies de cactáceas identificadas procedentes de esta excavación, este estudio permite afirmar que ahí ya existían desde hace 1636 años.

#### 1. Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Cons., 1822. (Figura 5, A, B, C y D)

De acuerdo con Scheinvar (1982, p. 410), "Se trata de una especie sumamente variable, tanto en sus características morfológicas como anatómicas, por lo que diversas variedades taxonómicas han sido descritas". La referida autora considera que las variantes existentes no presentan aislamiento geográfico, no ameritando actualmente reconocimiento taxonómico formal de variedades y sí de variaciones dentro de una misma especie.

"En el Valle de México había hace algunos años ejemplares aislados en el cerro del Peñon Viejo, Delegación de Ixtapalapa, Distrito Federal, en el Municipio de San

Martín de las Pirámides, Estado de México y en los Municipios de Pachuca, Epazoyuca, Zempoala y Tezontepec, Estado de Hidalgo, en matorrales xerófilos, con suelos derivados de rocas volcánicas principalmente andesíticas y riolitas, entre los 2300 y los 2700 m de altitud".

2. Opuntia amyclaea Tenore, 1826.  
(Figuras 6, A, B y C)

Esta planta ha sido colectada silvestre por Scheinvar, en Camargo, Municipio Peña Miller, Querétaro, sobre rocas volcánicas a 1810 m. de altitud y actualmente es abundantemente cultivada en el Municipio de San Martín de las Pirámides, Estado de México.

Revisando la descripción original de esta planta no coinciden las características referidas sobre el color del fruto con la planta que actualmente se conoce con este nombre, ni hay tipo preservado, por lo que se trataría de una planta cuyo nombre debería ser propuesto (Scheinvar, com.pers.)

3. Opuntia cochinerá Griff., 1908.  
(Figuras 7, A y B)

Según Scheinvar (op.cit.p.437), "Esta especie se encuentra en el Valle de México en los Municipios de Tlaxiaca, Pachuca, Epazoyucan, Zempoala y Tezontepec, en el Estado de Hidalgo y en el Municipio de Axapusco, muy cerca de Teotihuacan, Estado de México, entre los 2300 y los 2750 m de altitud, en matorrales xerófilos".

4. Opuntia lindheimeri var. lucens (Griff.) Scheinv., 1981. (Figuras 8, A, B y C)

Según Scheinvar (op.cit.p.478) "En el Valle de México se ha colectado en los Municipios de Pachuca y Zempoala, Estado de Hidalgo y en el Municipio de Otumba, muy cerca de Teotihuacán, Estado de México, entre los 2400 y los 2700 m de altitud, en suelos derivados de rocas volcánicas, con afloramientos de caliche, en matorrales xerófilos, con Opuntia robusta, variante baja, rastrera, con la cual a veces se puede confundir".

5. Opuntia matudae Scheinv., 1981.  
(Figuras 9, A, B y C)

Según Scheinvar (op. cit.p.495) "Se encuentra silvestre en el Valle de México, Municipio de Pachuca, Zempoala y Tezontepec Estado de Hidalgo y en el Estado de México, en los Municipios de Tecamac y Tultepec, entre los 2300 y los

2680 m de altitud, en suelos derivados de rocas volcánicas con afloramientos de caliche, en vegetación de matorrales xerófilos".

6. Opuntia oligacantha SD., 1834.  
(Figuras 10, A y B)

Según Scheinvar (op.cit.p.502) "Se encuentra distribuida en los Municipios de Pachuca, Zampoala y Tezontepec, en el Estado de Hidalgo, y en el Municipio de Huhuetoca, Estado de México, entre los 2300 y los 2700 m de altitud, generalmente sobre laderas de pendientes mas pronunciadas, en suelos derivados de rocas generalmente andesíticas y en matorrales xerófilos".

7. Opuntia robusta var. guerrana (Griff.) Sánch-Mej.  
ex Bravo, 1978. (Figuras 11, A, B y C)

Según Scheinvar (op.cit.p.525) "Se encuentra silvestre en los Municipios de Pachuca, Mineral de la Reforma, Tezontepec y Zempoala, en el Estado de Hidalgo y en los Municipios de Nopaltepec, San Martín de las Pirámides y Tultepec, en el Estado de México, entre los 2480 y los 2680 m de altitud en la base y vertientes de cerros con suelos derivados de rocas volcánicas, con afloramientos de caliche, protegida por los campesinos que cultivan la tierra, en vegetación de matorrales xerófilos, generalmente muy perturbados por actividad humana".

Es interesante resaltar que en las excavaciones de Tetitla se encontraron semillas de esta especie arborea y no de la forma rastrera que parece ser un poliploide de la arborea, (que según Sosa y Acosta (1966) es poliploide (Scheinvar 1982, 513).

8. Opuntia sarca Griff. ex Scheinv., 1981.  
(Figuras 12 A y B)

Según Scheinvar (op.cit.p.541) "En el Valle de México se encuentra distribuida en los Municipios de Tezontepec, Estado de Hidalgo, en los Municipios de Chimalhuacan, Tepetzotlan y de Atizapan de Zaragoza, Estado de México y de las Delegaciones de Iztapalapa, Tlalpan y Coyoacan en el Distrito Federal, entre los 2320 y los 2700 m de altitud, en suelos derivados de rocas volcánicas, generalmente basálticas, en vegetación de matorrales xerófilos".

9. Opuntia spinulifera SD., 1834.  
(Figuras 13, A, B y C)

Según Scheinvar (op.cit.p.541) "En el Valle de México es

abundante en el extremo norte, en los Municipios de Pachuca y Tlalnahuacán, Estado de Hidalgo y en el Municipio de Acolman, cerca de Teotihuacán, Estado de México, entre los 2220 y los 2760 m de altitud, formando parte del matorral xerófilo, sobre rocas riolíticas con afloramientos de caliche".

10. Opuntia streptacantha Lem., 1839.  
(Figuras 14 A y B)

Según Scheinvar (op.cit.p.551) "En el Valle de México se encuentra silvestre en los Municipios de Zempoala y de Tezontepec, Estado de Hidalgo, en los Municipios de Tepzotlan, Tultepec, Tecamac y Ecatepec de Morelos, Estado de México y en el Distrito Federal en la Delegación Villa Gustavo A. Madero, entre los 2300 y los 2450 m de altitud, en suelos derivados de rocas volcánicas con afloramientos de caliche, en vegetación de matorrales xerófilos con Opuntia y Zaluzania".

11. Opuntia tomentosa SD. var. tomentosa, 1822.  
(Figuras 15 A y B)

Según Scheinvar (op.cit.p.573) "En el Valle de México se ha encontrado silvestre en los Municipios de Huehuetoca, Tepetzotlan, Atizapan de Zaragoza y de Ecatepec de Morelos, en el Estado de México y en las Delegaciones de Xochimilco, Tlalpan y Coyoacan en el Distrito Federal, en suelos derivados de rocas volcánicas, principalmente basálticas, entre los 2320 y los 2575 m de altitud".

## VI.2. Conclusiones

La evidencia de cactáceas semifosilizadas en Tetitla nos permite inferir que tenían algún uso en la dieta del hombre prehispánico de Teotihuacán. También es importante señalar que la presencia de algunas cactáceas puede indicarnos el tipo de clima que permitió su desarrollo.

Es interesante señalar que algunas de las especies encontradas en las excavaciones ya no existen actualmente en el Valle de Teotihuacán, y sí, en zonas más áridas al norte del Valle de México, tales como: Opuntia amygdala, O. matudae, O. spinulifera y Myrtillocactus geometrizans.

Como se podrá observar a continuación, la mayoría de las cactáceas que se describieron son de importancia alimenticia en la actualidad:

1. "Garambullo" (*Myrtillocactus geometrizans*) es usada tanto la flor capeada con huevo y frita, como el fruto, que se come crudo, en compotas, mermeladas, seco como uva pasa o sirve para elaborar vino. Como medicina se usa el tallo rebanado para hacer té que alivia la tos (Scheinvar, 1982). Sánchez-Mejorada en su trabajo (1982), menciona que las flores pequeñas y fragantes del *Myrtillocactus* fueron usadas por diversos grupos étnicos, ya sea cocida y mezcladas en quisos o hervidas con miel y cristalizadas. En el altiplano, los Chichimecas, Toltecas, Mexicas y Aztecas usaron de preferencia los frutos del Tepepoanochtli ("pitayo notable del cerro" (*Myrtillocactus geometrizans*)), especie que abunda en esta región. Las semillas carbonizadas identificadas para esta especie estuvieron presentes en todas las muestras analizadas de esta excavación.

Al "garambullo" se le encuentra escasamente, en la actualidad, en el Valle de México, por lo que es probable que el clima fuera más árido durante la ocupación de este sitio por los Teotihuacanos.

La mayoría de los nopales identificados en esta excavación son de importancia alimenticia, como lo sugiere el uso actual de ellos.

1. El nopal alfajayucan o de tuna blanca (*Opuntia amyclaea*) en la actualidad es una planta cultivada, pero existe silvestre en México desde épocas prehispánicas.

2. Se encontraron tres "xoconostles" (frutos ácidos):

a) "Xoconostle colorado con espinas" (*Opuntia matudae*). Se ha observado que el mucilago de esta planta produce abundante pegamento (Scheinvar, 1982). Las semillas carbonizadas de esta planta ya han sido reportadas por Scheinvar & González V. (1985).

b) "Xoconostle corriente" (*Opuntia oligacantha*).

c) "Nopal ardilla" o "nopal corriente" (*Opuntia spinulifera*). Semillas carbonizadas reportadas anteriormente por Scheinvar & González V. (op. cit.).

3. El "nopal tapón blanco", "tuna tapón cimarrón" o "nopal camueso" (*Opuntia robusta* var. *guerrana*) es utilizada para preparar miel. Las semillas carbonizadas de esta planta ya han sido reportadas por Scheinvar & González V. (op. cit.).

4. "Nopal cochinerita", "tuna cardona" o "nopal cardón" (*Opuntia cochinerita*). Su fruto es comestible. Parece ser un híbrido entre *Opuntia streptacantha* y *Opuntia hyptiacantha* (Scheinvar, com. pers.)

5. La "tuna mansa", "tuna cardona", "cardón" o "tuna colorada" (*Opuntia streptacantha*). Sus frutos son muy

apreciados y consumidos por la población rural; se le encuentra cultivada en los huertos familiares. Las semillas carbonizadas de esta planta ya han sido descritas por Scheinvar & González V. (op.cit.)

6. El "nopal chamaucero" o "nopal San Gabriel" (Opuntia tomentosa var. tomentosa). Sus frutos son muy dulces. El tomento que cubre a esta planta probablemente le sirva tanto para protegerse de las fuertes heladas como también de la desecación en un clima árido como el que pudiera haber existido en el área de estudio, las semillas de esta planta ya han sido descritas por Scheinvar & González V. (op. cit).

7. El "nopal chamacuerito" (Opuntia sarca). En la actualidad sus pencas jóvenes son utilizadas como verduras (nopalitos). El mucilago de esta planta es pegajoso, al grado de poder ser utilizado como pegamento.

El material arqueobotánico examinado por McClung (1979a) de la excavación de Tetitla reporta las siguientes semillas carbonizadas:

Zea mays, Phaseolus vulgaris, Physalis sp., Solanaceae, Leguminosae, Chenopodium spp., Amaranthus sp., Capsicum sp, Selaginella sp, Labiatae, Acacia sp., Portulaca sp. y Cruciferae. Esto nos indica la gran variedad de plantas utilizadas en la alimentación, además de las cactáceas incluidas en esta descripción.

Son las fuentes históricas (códices prehispánicos, crónicas y cartas de los conquistadores, etc.) las que nos proporcionan en sus narraciones (y se confirma con este estudio), de cómo fueron usada las cactáceas como alimento, bebidas, material de construcción, combustible, herramienta, gomas, taninos y en forma indirecta como colorantes, etc. y cómo eran objeto de comercio en los mercados, así como de su utilización en ceremonias religiosas y en todos los actos importantes de su vida social.

VII BIBLIOGRAFIA

- Anderson, E & Blanchard, F.  
1942 Prehistoric maize from Canyon del Muerto. American Journal of Botany. 29(10): 832-835.
- Armillas, P.  
1950 Teotihuacan, Tula y los toltecas: las culturas postarcaicas y pre-aztecas del Centro de México. Excavaciones y estudios, 1922-1950. Runa Vol. III, pp. 37-70.
- Bravo H.  
1978 Las cactáceas de México. 2a. ed. UNAM, México.
- Callen, E.  
1963 Diet as revealed by coprolites. In: Science in Archaeology. ed. D. Brothwell and E. Higgs, New York.
- Carter, G.  
1945 Plant geography and culture history in American Southwest. Viking Found Publ. Anthropol. Num. 5
- Castilla, H. & D. Tejero  
1983 Estudio florístico del Cerro Gordo (próximo a San Juan Teotihuacan) y región aledaña. Iésis Esc. Nal. Educ. Prof. Iztacala Edo. de Méx.
- Constantin, J. & D. Bois  
1910 Sur les grains et tubercules des tombeaux péruviens de la période incasique. Rev. Gen. Bot. 22 : 242-65.
- Cutler, H. & L. Blake  
1971 Travels of corn and squash. In: Man across the sea E. Riley, C & Kelly, J. Austin University of Texas Press.
- Dressler, R.  
1953 The pre-columbian cultivated plants of México. Botanical Museum Leaflets. 16 ( 6 ): 115-63.
- Fonner, R.  
1957 Appendix B, b-c. Mammal feces from Danger Cave; Juke Box Cave,. In: Memoirs of the society for American Archaeology. 14:303-304.
- Ford, I.  
1979 Paleoethnobotany in American Archaeology. In:

García, E.  
1968

Clima actual de Teotihuacan. In: Materiales para la arqueología de Teotihuacan. ed. J.L. Lorenzo. INAH. México, D.F.

-----  
1974

Situación climática durante el auge y la caída de la cultura Teotihuacana. Bolet. Inst. Geograf. México. 5: 35-69.

-----  
1981

Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México.

Galiant, W.  
1965

The evolution of corn and culture in North America. Economic Botany. 19 (3): 350-357.

González Quintero, L.  
1972

Las cactáceas subfósiles de Tehuacán, Pue. Cact. Suc. Méx. 17 :17-15.

Harms, H. Von.  
1922

Übersich der bisher in alterperuvianischen Graberngefundnen pflanzenrest, en Festschrift Edward Selser, 157-86, Stuttgart.

Jones, V.  
1936

The vegetable remains of Newt Kash Hollow Shelter. In Rockshelter in Meniffe County, Kentucky ed. W.S. Webb and W.D. Funkhouser. University of Kentucky Reports in Archaeology and Anthropology. 3 :147-165.

Kaplan, L.  
1960

Prehistoric bean remains from caves in the Ocampo region of Tamaulipas, Mexico. Harvard University Botanical Museum Leaflets. 19: 33-56.

Kent, K.  
1957

The cultivation and weaving of cotton in the prehistoric southwestern United states. Transaction of the American Philosophical Society 47 (3).

Mac Neish, R.  
1958

Preliminary archaeological investigations in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. Transactions of the American Philosophical Society. 48 (6): 1-210.

- 1961 First annual report of the Tehuacan  
 Archaeological-Botanical project. Andover, Mass.  
 R. Peabody Foundation for Archaeology.
- Mangelsdorf, P.  
 1937 The origin of Indian corn and improvement.  
 Texas Agricultural Experiment Station Bulletin  
 574:1-135.
- Martínez L., C & F. Sánchez  
 1985 Materiales arqueológicos de origen orgánico: La  
 madera. INAH. Cuaderno de trabajo N. 29: México.
- McClung de Tapia, E.  
 1979a Plants and subsistence in the Teotihuacan  
 Valley. Tesis. Brandeis University,  
 Massachusetts, U.S.A.
- 1979b Ecología y cultura en Mesoamérica. Instituto  
 de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México.
- Mooser, F.  
 1975 Historia Geológica de la Cuenca de México. In:  
Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje  
 Profundo del Distrito Federal. Talleres Gráficos  
 de la Nación. México. Tomo I.
- Millon, R.  
 1970 Teotihuacan: Completion of Map of Giant Ancient  
 in the Valley of México. Science 170  
 (3962):1077-1082.
- ,Drewitt, B & Cowill, G.  
 1973 Urbanization at Teotihuacan Map. Part. 2.  
 Austin, University of Texas Press.
- Murley, M.  
 1951 Seeds of the Cruciferae of Northeastern North  
 America. The American Midland Naturalist. Vol. 46.
- Nickerson, N.  
 1953 Variation in cob morphology among certain  
 archaeological and ethnological races of maize.  
Annals of Missouri Botanical Garden. 40 (2) :111.
- Palacios Ch., R. & M. L. Arregín  
 1979 Análisis palinológico de algunos sitios de  
 interés arqueológico en el Valle de San Juan  
 del Río, Gro. Memorias del III Coloquio sobre

Paleobotánica y Palinología. Colección Científica  
Prehistoria. No. 86.

- Rochebrunne, A.  
1879 Recherches d'ethnographie botanique sur la flora des sepultures peruviennees d' Ancón. de: Actes Soc. Linn. Bordeaux. 3 : 343-358.
- Rzedowski, J., G. Guzmán, A., Hernández Corzo & R. Muñiz.  
1964 Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad Septentrional del Valle de México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. México. 13 (1-4): 31-57.
- & G. Rzedowski.  
1979 Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. 1  
ed. C.E.C.S.A. México. pp. 403.
- Sánchez M., F.  
1978 Problemas en torno a la identificación de materiales vegetales. In: Argueobotánica (métodos y aplicaciones) INAH. México.
- Sanchez-Mejorada, H.  
1982 Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Estado de México.
- Safford, W.  
1917 Food-plants and textiles of Ancient America. Eco. Pan-am. Sci. Congr. 1, 146-159.
- Sanders, W.  
1965 The cultural ecology of the Teotihuacan Valley. Department of Anthropology. Pennsylvania State University.
- Saffray, Dr.  
1876 Les antiquities péruviennes à l'exposition de Philadelphia. La Nature 4 : 401-407.
- Scheinvar, L.  
1982 La familia de las cactáceas en el Valle de México. Isis. Fac. Ciencias, UNAM. México.
- & González V., J.  
1985 Identificación de semillas carbonizadas de cactáceas procedentes del sitio arqueológico Tlajinga, Teotihuacan, Estado de México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 22 : 71-93.

- Sejourne, L.  
1966 Arqueología de Teotihuacan: La Cerámica. México.  
Fondo de Cultura Económica.
- Secretaría de Programación y Presupuesto.  
1981 Síntesis Geográfica del Estado de México. pp.174.
- Smith, C. E., Jr.  
1950 Prehistoric plant remains from Bat Cave. Harvard  
University Botanical Museum Leaflets . 14 : 157-  
180.
- 1967 Plant remains. In: The prehistory of the Tehuacan  
Valley, Vol. 1: Environment and Subsistence, Ed.  
D. Byers. Austin: University of Texas Press. pp. 220-256.
- 1985 Recovery and processing of botanical remains.  
Analysis of Prehistoric Diets. Chap. 4.
- Sosa, R. & A. Acosta  
1966 Poliploidia en Opuntia spp. Agrociencia 1 (1):  
100-106.
- Stewart, R.  
1976 Paleoethnobotanical Report-Cayonu 1972. Economic  
Botany. 30 : 219-225.
- Struever, S.  
1968 Flotation techniques for the recovery of small-  
scale archeological remains. American Antiquity.  
33 : 353-362.
- Towle, M.  
1961 The ethnobotany of pre-columbian Peru. Chicago:  
Aldine.
- Whitaker, T. & H. C. Cutler.  
1965 Cucurbits and culture in the Americas. Economic  
Botany. 19 : 344-349.
- Yacovleff, E. & F. Herrera  
1834-35 El mundo vegetal de los antiguos peruanos.  
Revista del Museo Nacional. 3:243-322; 4:31-102.
- Yarnell, R.  
1964 Aboriginal relationships between culture and  
plant life in the Upper Great Lakes region.  
Anthropological Papers Museum of Anthropology,  
University of Michigan N. 23
-

1969

Paleoethnobotany in America. In: Science in  
Archaeology, ed. D. Brothwell and E.  
Higgs, London, pp. 215-228.