



**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

**Facultad de Ciencias**

*Carlos Varón Jones*

**PALINOLOGIA DE AGAVACEAE, UNA  
CONTRIBUCION BIOSISTEMATICA**



BIBLIOTECA  
CENTRO DE ECOLOGIA

*1988*

**T E S I S**  
Que para obtener el grado de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
(Biología)  
p r e s e n t a

**LINA OJEDA REVAH**

**México, D. F.**

**1988**

DR. CARLOS VAZQUEZ YANES

PALINOLOGIA DE AGAVACEAE, UNA  
CONTRIBUCION BIOSISTEMATICA

Lina Ojeda Revah

RECONOCIMIENTOS

A mis padres

A mis hermanos

A Beatriz Ludlow-Wiechers muy especialmente

PALINOLOGIA DE AGAVACEAE, UNA CONTRIBUCION  
BIOSISTEMATICA

LINA OJEDA

CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| Resumen.....  | 2  |
| Introducción.....                                       | 3  |
| Historia taxonómica de la Familia Agavaceae.....        | 4  |
| Antecedentes palinológicos de la Familia Agavaceae..... | 12 |
| Objetivos.....  | 16 |
| Material y métodos.....                                 | 17 |
| Resultados  |    |
| Descripciones palinológicas.....                        | 22 |
| Discusión y conclusiones.....                           | 30 |
| Literatura citada.....                                  | 40 |
| Apéndice.1 Cuadros.....                                 | 45 |
| Apéndice.2 Láminas.....                                 | 53 |

## RESUMEN

Se estudia el polen de 15 géneros y 36 especies de la familia Agavaceae según la clasificación de Hutchinson. Las muestras fueron observadas al MEB y ML. Se hace una revisión de diferentes clasificaciones taxonómicas, en donde se considera la morfología del polen, distribución geográfica, cariotipo y posición del ovario. Desde el punto de vista palinológico, la última clasificación de Dahlgren *et al.* coincide con los resultados obtenidos. Las muestras de polen estudiadas presentan dos niveles de comportamiento morfológico. A nivel interespecífico, la variación encontrada es mínima o esta ausente; a nivel intergenérico se presentan los siguientes patrones morfológicos: a) semitectado y principalmente monosulcado: *Agave*, *Beschorneria*, *Dasyilirion*, *Furcraea*, *Hesperaloe*, *Manfreda* y *Polianthes* a veces disulcado (Agavaceae, Agavoideae); b) tectado-perforado y monosulcado: *Yucca* (Agavaceae, Yuccoideae) y *Dracaena americana* (Dracaenaceae); c) tectado-perforado a microrreticulado y monosulcado a disulcado: *Beaucarnea* y *Nolina* (Nolinaceae); d) intectado verrugado y monosulcado *Hosta* (Funkiaceae); e) semitectado a tectado-perforado y tricotomosulcado: *Phormium* (Phormiaceae); f) fosulado y monosulcado: *Cordyline* (Asteliaceae) y *Dracaena fragrans* (Dracaenaceae) y g) psilado y ulcerado: *Sansevieria* (Dracaenaceae).

## INTRODUCCION

La familia Agavaceae está constituida por un grupo de plantas cuya utilización data desde la época prehispánica y es parte integral de la vida del hombre. Su gran variedad de usos está representada a nivel doméstico en muchas comunidades rurales y en su explotación a gran escala por el valor económico que poseen.

Existen especies que sirven como fuente de alimento, medicinas y jabones, otras para la elaboración de bebidas, de muchas se extraen fibras y en la actualidad la mayoría de los géneros son plantas ornamentales en casi todo el mundo (Verhoek, 1978).

Los miembros de esta familia se distribuyen en los trópicos y subtropicos, especialmente en las regiones áridas y semiáridas. En América esta representada por los géneros: *Agave*, *Furcraea* y *Manfreda*. Con una distribución restringida al suroeste de Estados Unidos y México están *Nolina*, *Beaucarnea*, *Beschorneria*, *Polygonum* y *Yucca*, extendiéndose este último a las Antillas (Willis, 1980).

En el Viejo Mundo la familia Agavaceae está representada por *Dracaena* y *Cordyline*; *Hosta* habita en China y Japón; *Phormium* en Nueva Zelandia y *Sansevieria* en Africa y Arabia (Willis, 1980).

## HISTORIA TAXONOMICA DE LA FAMILIA AGAVACEAE

A pesar de su importancia, la constitución taxonómica de la familia Agavaceae, así como los géneros que la componen, han sido ampliamente discutidos. Su creación se debe a Endlicher (1841, en Gómez-Pompa *et al.*, 1971) quien la forma tomando como tipo nomenclatural al género *Agave*.

Sin embargo, Bentham y Hooker (1883) situaron a los géneros de Agavaceae como pertenecientes a las familias Amaryllidaceae y Liliaceae. Pax y Hoffman (1930) conservan la antigua clasificación, en donde *Agave* y géneros relacionados se colocan en Amaryllidaceae (subfamilia Agavoideae) y *Yucca*, con géneros afines en la familia Liliaceae (subfamilia Dracaenoideae).

Lotsy (1911, en Gómez-Pompa *et al.*, 1971) mantiene unida a la familia Agavaceae; posteriormente Hutchinson (1964) propone que los géneros de esta familia se pueden separar de Liliaceae por el tipo de hábito principalmente y de Amaryllidaceae a causa de presentar rizomas prolongados y gruesos, hábito generalmente arborescente e inflorescencia nunca umbeliforme. Considera a estos caracteres mas importantes que la posición súpera o ínfera del ovario (Cuadro No. 1).



Contemporáneo al trabajo original de Hutchinson, están los estudios citológicos realizados en *Yucca* y *Agave* de Mckelvey y Sax (1933), Whitaker (1934) y Sato (1935). Estos autores encuentran que ambos géneros están constituidos por 5 pares de cromosomas largos y 25 cortos, confirmando la similitud de varios caracteres taxonómicos de tipo morfológico, a pesar de considerarse en ocasiones como de familias diferentes. Asimismo, mencionan que *Hesperaloe*, *Hesperoyucca* (actualmente *Yucca*) y *Samuela* (actualmente *Yucca*) tienen la misma constitución cromosómica que *Yucca*.

Por otro lado, Whitaker (1934) añade que *Clistoyucca*, *Furcraea*, *Beschorneria* y *Polianthes* presentan también el cariotipo de *Yucca-Agave*. Propone que todos los géneros con este cariotipo tienen como centro de distribución a México, por lo que forman una unidad. También sugiere que *Doryanthes*, desde el punto de vista geográfico y de cariotipo, no pertenece a Agavaceae.

Otros trabajos cariológicos fueron los de Vignoli (1936, 1937), quien estudia varias especies de *Agave* encontrando que la apomixis es un carácter específico y hereditario que puede estar influido por el aloploidismo, observa también la existencia de la polisporia en "tétradas" de microesporas supernumerarias anucleadas o nucleadas.



Granick (1944) realiza más estudios cariosistemáticos encontrando similitud en el cariotipo de *Hosta* con el del grupo *Yucca-Agave*. Considera que *Hosta*, excepto por su distribución geográfica y algunas diferencias morfológicas de las hojas, está dentro de la misma línea ancestral, siendo más primitivo.

Para encontrar algunas causas de variación, Sharma y Battacharyya (1962) estudian los cromosomas de 10 especies y variedades de *Agave*. Observan que algunas veces existe diversidad cromosómica dentro de las células somáticas como en raíz, a partir de las cuales se forman bulbos. Esto puede sugerir la posibilidad de especiación a través de medios vegetativos.

Posteriormente, Sharma y Chaudhuri (1964) estudian tres géneros de difícil posición taxonómica. Uno de ellos, *Sansevieria* posee un cariotipo que no justifica su inclusión en la familia Agavaceae, por lo que proponen su transferencia a Dracaenoideae de Liliaceae. Más tarde esto es apoyado por Sen (1975).

Los estudios cromosómicos fueron continuados por Gómez-Pompa *et al.* (1971), que una vez más confirman la relación existente entre *Yucca*, *Agave* y *Hesperaloe*. Remarcan las

diferencias con *Dasyllirion*, el cual resulta mas similar a *Nolina* y *Beaucarnea*. Estos autores concluyen que la creación de la familia Agavaceae propuesta por Hutchinson incluye dos grupos bien definidos cromosómicamente y con poca relación filogenética entre sí, por lo que resulta difícil mantenerlos en una familia separada. Apoyan la agrupación de Agavaceae, Amaryllidaceae y Liliaceae en una sola familia y su separación en subfamilias, como anteriormente había propuesto Thorne (1968).

A partir de la propuesta del Comité para Agavaceae, Traub (1953) basándose en Hutchinson (1964), publica una clave para tribus y géneros de esta familia; en este trabajo incluye a la familia Nolineae propuesta por Trelease (1911) y la integra con los géneros *Nolina*, *Calibanus* y *Beaucarnea*; asimismo propone la nueva tribu Hosteae (Traub, 1972) con un solo género, *Hosta*. También menciona que en base a estudios cariológicos se ha demostrado que Nolineae y Dracaeneae no tienen semejanzas con el complejo cromosómico *Yucca-Agave*, por lo que se mantienen unidos exclusivamente con bases morfológicas (Cuadro No. 1 )

Wunderlich (1950, en García Mendoza, 1987) revisó la división de Hutchinson (1964) de las Agavaceae en base a la evidencia embriológica y estructural. Concluyó, aunque sin designar formalmente a los taxa, que *Yucca*, *Agave* y géneros

relacionados formaban un grupo grande al nivel del grupo de Nolineae. Dentro del grupo *Yucca-Agave*, distinguió subgrupos: *Yucca*, *Beschorneria* y *Furcraea* en uno; y *Agave*, *Polygonanthes* y *Prochnyanthes* en otro. Los tres últimos unidos en base al haz vascular contenido en las anteras arriba y abajo de la inserción del filamento.

Por otro lado, Cronquist (1968) discute las diferencias existentes en los cariotipos del complejo *Yucca-Agave* con *Doryanthes* y *Nolina* y menciona que la única base real para mantener a la familia Agavaceae como distinta de Liliaceae, es el hábito de crecimiento especializado. Este autor propone la unión de Amaryllidaceae y Liliaceae en una sola familia manteniendo a Agavaceae como una familia aparte.

Otra clasificación propuesta es la de Takhtajan (1980). Este autor reordena a la familia Agavaceae dejando solo tres tribus: Hosteae, Yuceae y Agaveae. Menciona que aparentemente *Hosta* difiere del resto de la familia, pero que en base a su número cromosómico y morfología se asemeja mucho al tipo *Yucca-Agave*.

El mismo autor, basándose en estudios embriológicos y serológicos, une a *Phormium* con *Dianella* y *Blandfordia* formando a la familia Phormiaceae.

En cuanto al género controvertido *Doryanthes*, lo excluye de la familia Agavaceae por presentar diferencias en estructuras como rizomas, estomas, hojas, semillas, microesporogénesis simultánea y cariotipos, formando la familia Doryanthaceae.

Dentro del suborden Asparagineae, basándose en relaciones citológicas de *Sansevieria* y *Dracaena*, reúne a *Dracaena*, *Cordyline*, *Nolina*, *Dasyllirion*, *Calibanus* y *Sansevieria* junto con otros géneros dentro de una misma familia Dracaenaceae, la cual a su vez divide en subfamilias (Cuadro No. 1).

Cronquist (1986), mantiene a Agavaceae como una familia aparte; sin embargo, discute someramente las diferencias serológicas existentes entre lagunos de sus integrantes. Concluye que el cariotipo constituido por cromosomas grandes y pequeños, aunque común en las monocotiledoneas liliodeas, no se correlaciona lo suficiente como para ser un carácter taxonómico importante.

Con una visión un poco diferente Dahlgren y Clifford (1982), proponen una nueva clasificación. Manteniendo a la familia Agavaceae, la dividen en dos subfamilias: Yuccoideae que contiene a *Hesperaloe*, *Clistoyucca*, *Yucca*, *Samuela*, y

*Hesperoyucca* y Agavoideae formada por *Agave*, *Furcraea*, *Beschorneria*, *Bravoa*, *Littaea*, *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes* y *Pseudobravoa*. *Hosta* es excluida de la familia una vez mas e incluida dentro de Funkiaceae con *Hesperocallis* y otros géneros. El último cambio realizado por estos autores es el de *Cordyline*, el cual es transferido a la familia Asphodelaceae. El resto de los géneros presentan la misma posición taxonómica que la propuesta por Takhtajan (1980).

Tres años mas tarde Dahlgren *et al.* (1985) publican una nueva clasificación. En ella, la mayoría de los géneros permanecen en la misma posición taxonómica. Sin embargo, se excluyen aquellos géneros que actualmente se encuentran en sinonimia. Los cambios realizados son en *Cordyline* y *Cohnia*, los cuales son transferidos a la familia Asteliaceae y por otro lado, *Dracaena* y *Sansevieria* son incluidos en la familia Dracaenaceae (Cuadro No. 1 ).

En los trabajos de tipo florístico y de vegetación realizados para México, generalmente se ha considerado a los géneros de Agavaceae formando parte de Liliaceae y Amaryllidaceae: Millspaugh (1898), Standley (1920), Lundell (1937), Conzatti (1946), Matuda (1960), Martínez (1962), etc.

Este criterio es diferente al utilizado por otros autores como Standley (1930) para Yucatán, Wiggins (1980) para Baja California, Berlin (1953) y Howard (1979), este último en sus estudios botánicos para las Antillas Menores, describe a la familia Agavaceae.

## ANTECEDENTES PALINOLÓGICOS DE LA FAMILIA AGAVACEAE

Existe un gran número de trabajos palinológicos aislados que incluyen algunas especies de la familia Agavaceae. Los primeros estudios se encuentran en floras palinológicas (Cranwell, 1953; Sharma, 1967; González-Quintero, 1969; Bonafille, 1971; Heusser, 1971; Tseng-Cheng-Huang, 1972; Markgraff & D'Antoni, 1978; otros como parte de tratados de palinología (Erdtman, 1952; Kapp, 1969) y por último en revisiones de géneros o especies (Palacios-Chávez, 1978).

Erdtman (1952) estudia el polen de 8 géneros de la familia Agavaceae, encontrando aberturas monosulcadas en *Agave*, *Bravoa*, *Doryanthes* y *Furcraea*; y disulcadas en otra especie de *Bravoa*, en *Polianthes* y *Prochnyanthes*. Menciona el rango de tamaños (48 - 100 $\mu$ m) y la presencia de una sexina gruesa reticulada. Asimismo, encuentra la formación de tétradas en *Beschorneria* y *Furcraea*.

Por medio del análisis de gráficas y sistema NPC, Radulescu (1973) revisa las características morfológicas del polen de 10 familias con 227 unidades taxonómicas pertenecientes al orden Liliflorae.

Otros autores estudian géneros o especies de manera aislada. Kapp (1969), describe el polen de una especie de *Yucca* como monosulcada, con sulco expandido en el centro y de ornamentación reticulada. Heusser (1971), se refiere a una especie de *Cordyline* como monoclpada y escabrosa. Por último, Markgraf & D'Antoni (1978), definen otra especie de *Cordyline* como monoclpada e irregularmente perforada y Tseng Cheng Huang (1972) solo menciona que el polen de una especie de *Dracaena* es reticulado.

A un nivel mas general, Dahlgren & Clifford (1982) mencionan que en la familia Agavaceae existen tétradas. Casi todos los granos de polen del orden Aspargales son monosulcados a excepción de *Phormium*, que puede ser tri o tetracotomosulcado. Por su parte, Zavada (1983) define brevemente el polen de la familia como monosulcado y reticulado.

Para México, existen 2 autores que estudian el género *Yucca*. González-Quintero (1969), describe el polen de *Yucca filifera* como monoclpado, tectado, psilado y escabroso. En un trabajo mas detallado Palacios-Chávez (1978) estudia el polen de 17 especies del género *Yucca*. Concluye que existe mucha semejanza entre todos ellos, encontrando variaciones en el tamaño y ornamentación, la cual es reticular o escabrosa. Palacios-Chávez et al. (1984). encuentran que al



observar el polen de *Yucca* al MEB, este presenta una exina tectada-perforada.

El género *Agave* ha sido citado por Tsukada, (1964); Martínez-Hernández, (1970) y Palacios-Chávez (1974). Posteriormente, Ludlow-Wiechers y Ojeda (1983) estudian el polen de 3 especies de *Agave* y una de *Manfreda* presentes en la Península de Yucatán, encontrando constancia en la ornamentación semitectada pero con variación en la abertura, aún dentro de una misma especie. Ojeda *et al.* (1984) estudian el polen de 10 especies de 6 géneros de la familia Agavaceae, encontrando que desde el punto de vista palinológico resulta difícil mantener a la familia tal y como la propuso Hutchinson (1964), aproximándose mejor a la propuesta por Takhtajan (1980).

García Mendoza (1987) en una monografía del género *Beschorneria*, describe el polen de 6 especies como en tétradas tetragonales, zonisulcadas y ornamentación subtectada a tectada-perforada.

Por último en un estudio mas detallado, Alvarez y Kohler (1987) examinan el polen de 16 géneros presentes en América, además de *Hosta*, de los cuales 5 se encuentran en sinonimia actualmente. Basados en la asociación, número y tipo de abertura, caracteres del margen y exina, reconoce 8 tipos y 4 subtipos de polen: tipo *Yucca*; tipo *Agave* (subtipo

*Agave-Manfreda*, subtipo *Bravoa-Prochnyanthes*, subtipo *Polianthes-Pseudobravoa* y subtipo *Hesperaloe*); tipo *Beschorneria-Furcraea*; tipo *Hosta*; tipo *Hosta plantaginea*; tipo *Hesperocallis*; tipo *Leucocrinum* y tipo *Manfreda* *singuliflora*.

## OBJETIVOS

Como se ha señalado previamente, existen grandes divergencias para agrupar al género *Agave* con géneros afines y constituir una familia. La mayor parte de las investigaciones que han tenido como objetivo, el buscar relaciones filogenéticas entre los géneros que podrían constituir a la familia Agavaceae, están basados fundamentalmente en la cariología.

Considerando lo anterior y con el objeto de apoyar a los estudios biosistemáticos, se plantea la necesidad de estudiar el polen de la familia Agavaceae. En un intento por realizar no solo un estudio parcial sino de integración, se consideran otros elementos biosistemáticos como el hábito, el cariotipo, la posición del ovario y la distribución geográfica. Finalmente, en base a todos estos elementos se discute la posición taxonómica en la que han sido incluidos los géneros estudiados en las diferentes clasificaciones propuestas para la familia hasta la fecha.

## MATERIAL Y METODOS

### a) Bibliografía

El presente trabajo se inició con la búsqueda y obtención del material bibliográfico, no solo referente al polen de la familia sino también en cuanto a la historia taxonómica de la misma. El material bibliográfico fue obtenido principalmente de las siguientes bibliotecas: Biblioteca de Botánica del Instituto de Biología, UNAM, México; Biblioteca del Instituto de Geología, UNAM, México; Biblioteca del Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz y Biblioteca del Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán.

Para estudiar el polen de las especies de la familia Agavaceae, se tomó como base el criterio taxonómico planteado por Endlicher (1841, en Gómez-Pompa *et al.*, 1971) y rectificado por Hutchinson (1964), considerando a *Beaucarnea* que es incluido por Traub (1953). Los géneros y especies estudiadas se enumeran en el cuadro No. 2.

Las muestras de polen fueron obtenidas de los ejemplares depositados en los herbarios del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz;

(XAL), Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. (MEXU) y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, D.F. (ENCB).

b) Trabajo de Laboratorio

Las muestras se dividieron en dos grupos. En el primero se encuentran las no acetolizadas y observadas en el microscopio electrónico de barrido (MEB), las cuales fueron sombreadas y cubiertas con Au, posteriormente introducidas en un microscopio JEOL, modelo JSMT-20, fotografiadas en placa Royal Pan, 400 ASA e impresas por contacto en papel kodak F-3.

En el segundo grupo se encuentran las muestras acetolizadas y estudiadas al microscopio de luz (ML). Los materiales que acompañan, al polen ya sea procedente de herbario o fresco, son restos vegetales como hojas o flores compuestas principalmente de celulosa, la cual es destruida por el líquido acetolítico. De esta forma, la técnica de acetólisis es usada para purificar a las muestras.

La acetólisis se realizó siguiendo la técnica de Erdtman (1943), previo tratamiento con KOH al 10%. Esta técnica consiste en: Lavar el material polinífero con ácido acético glacial, se centrifuga y decanta. Se prepara la mezcla

acetolítica, compuesta por 9 partes de anhídrido acético por una parte de ácido sulfúrico. Se agrega la mezcla a los tubos y se mantienen en baño maría de 80 a 90 C, por 5 minutos, revolviendo constantemente con una espátula. La reacción se para con ácido acético glacial, se centrifuga y decanta. Este último proceso se repite 2 veces más. Se lava la muestra con agua destilada 2 veces, centrifugando y decantando en cada ocasión. Las centrifugaciones se realizan por 3 minutos a 1500 revoluciones por minuto.

Cabe mencionar, que dentro de esta metodología existen variaciones en el tiempo en el que se realiza la acetólisis y en las proporciones de la mezcla acetolítica usada. Estas variaciones dependen del grosor de la exina del polen estudiado; esto es, entre mayor sea el grosor de la exina, mayor será el tiempo de acetólisis y mayor será la proporción de ácido sulfúrico requeridos y viceversa.

Los granos de polen se montaron en gelatina glicerizada. Para las fotografías se utilizó un microscopio Zeiss standard 7, con cámara adaptada y película Plus X y fueron impresas en papel Kodabromide F3 y F5.



Las colecciones de las laminillas para el microscopio de luz y fotografías al microscopio electrónico de barrido, material de referencia para este estudio se encuentran depositadas en la Palinoteca del INIREB.

c) Trabajo de Gabinete.

Las medidas se realizaron con 10 granos de polen tomados al azar. Los datos obtenidos fueron manejados estadísticamente obteniendo media, rango, desviación estandar y coeficiente de variación. Para obtener la forma de los granos de polen se consideraron el eje ecuatorial mayor entre el eje ecuatorial menor.

Para las descripciones morfológicas, la terminología usada está basada en Erdtman (1952), en la enciclopedia palinológica de Kremp (1965) y en Praglowski & Punt (1973).

Para obtener la forma de los granos de polen, dado que las aberturas son polares distales, se ha considerado en lugar del P/E, al eje ecuatorial mayor entre el menor, en vista polar. Cabe mencionar, que en trabajos anteriores Ludlow-Wiechers y Ojeda (1983) y Ojeda *et al* (1984) se ha seguido este criterio, sin embargo, al indicar el P/E para obtener la forma, no se han puntualizado los ejes considerados.

Por último, se comparó el material de polen de acuerdo a su morfología, con las diferentes clasificaciones taxonómicas propuestas hasta la fecha.





## RESULTADOS

## DESCRIPCIONES PALINOLOGICAS

Las medidas de los ejes y exina se encuentran en los cuadros No. 3,4 y 5.

*Beaucarnea inermis* (Wats) Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada y disulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor en monosulcada; ornamentación de la exina al MEB y ML tectada-perforada; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 1, figs. 1 a 3).

*Beaucarnea striata* Lem.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor y con terminaciones desiguales; ornamentación de la exina al MEB tectada-perforada y en la zona del polo proximal microrreticulada; al ML microrreticulada y en el polo proximal fosulada; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 1, figs. 4 a 6).

*Beschermeria yuccoides* Koch.

Tétrada tetragonal. Heteropolar, bilateral; inaperturada; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada, con muros discontinuos, heterobrocado, lúmenes de 2.5 a 10.5 $\mu$ m y muros de 1.8 a 3.5 $\mu$ m, simplibaculada y a veces duplibaculada, con columelas en los lúmenes; prolato.

Forma biológica: roseta.

(Lámina 1, figs. 7 a 9)..

*Dasyllirion acrotriche* Zucc.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco de tan largo como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al MEB semitectada y fosulada hacia el polo proximal. Al ML semitectada y microrreticulada en la zona de la abertura, heterobrocada, lúmenes de 1 a 2.5 $\mu$ m y muros de .8 $\mu$ m, simplibaculada a duplibaculada; prolato.

Forma biológica: roseta.

(Lámina 2, figs. 1 a 5).

*Dasyllirion cedrosanum* Trel.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al ML de microrreticulada a semitectada en el polo proximal, heterobrocada, lúmenes de .8 a 3 $\mu$ m y muros de

.8um, simplibaculada a duplibaculada; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 2, figs. 6 a 8).

*Furcraea bedinghausii* Koch.

Tétrada, tetragonal. Heteropolar, bilateral; inaperturada; ornamentación de la exina al MEB y ML en la zona polar distal semitectada y en el resto de la exina tectada perforada, heterobrocada, lúmenes de 1.5 a 7um y muros de 1 a 3um, simplibaculada; prolato.

Forma biológica: roseta.

(Lámina 3, figs. 1 a 6).

*Furcraea guatemalensis* Trel.

Tétrada, tetragonal. Heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco al MEB con membrana y restos de la exina y al ML se desprende quedando los márgenes del sulco mal definidos; ornamentación de la exina al MEB y ML de tectada perforada a semitectada, retículo presente en la zona de la abertura, heterobrocada, lúmenes de 1 a 4um y muros de 3 a 5.5um, simplibaculada; prolato.

Forma biológica: roseta.

(Lámina 3, figs. 7 a 10).

*Hesperaloe funifera* (Koch) Trel.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada, heterobrocada, simplibaculada a duplibaculada; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 4, figs. 1 a 4).

*Hesperaloe parviflora* (Torrey) Coulter.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada, heterobrocada, lúmenes de 1 a 3 $\mu$ m y muros de 0.8 a 1 $\mu$ m, simplibaculada a duplibaculada; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 4, fig. 5).

*Hosta sieboldiana* (Lodd) Engler.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada; exina al MEB y ML intectada, verrugada a gemada; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 4, figs. 6 a 9).

*Manfreda brachystachya* (Cave) Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco de c.a. 85 $\mu$ m; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada, heterobrocada, lúmenes de 2 a 14 $\mu$ m y muros de 2 a escasamente 3 $\mu$ m, simplibaculada escasamente duplibaculada; columelas de 1 $\mu$ m; prolato.

Forma biológica: roseta.

(Lámina 5, fig. 1).

*Manfreda brunnea* (Wats) Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco de c.a. 98.5 $\mu$ m; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada, al MEB tectada perforada en la zona de la abertura, heterobrocada, lúmenes de 2 a 8 $\mu$ m y muros de 1.5 a 8 $\mu$ m, multibaculada, con columelas libres en los lúmenes de menos de 1 $\mu$ m; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 5, figs. 2 y 3).

*Manfreda pringlei* Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada, heterobrocada, lúmenes de 2 a 12 $\mu$ m y muros de 1 a 1.5 $\mu$ m, simplibaculada a duplibaculada,

columelas libres en los lúmenes de menos de  $1\mu\text{m}$ , prolato.

Forma biológica: hierba perenne.

(Lámina 5, figs. 4 a 7).

*Manfreda singuliflora* (Wats) Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco de c.a.  $85\mu\text{m}$ ; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada y en la zona cercana al sulco microrreticulada, heterobrocada, lúmenes de 2 a  $11.5\mu\text{m}$  y muros de 2 a  $3\mu\text{m}$ , simplibaculada con columelas de c.a.  $2\mu\text{m}$ ; prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 5, figs. 8 y 9).

*Nolina nelsonii* Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al ML microrreticulada, heterobrocada, lúmenes de 1 a  $1.5\mu\text{m}$  y muros de  $0.8\mu\text{m}$ , en la zona de la abertura microrretículo mas pequeño, simplibaculada; prolato.

Forma biológica: árbol.

*Nolina parviflora* (HBK) Hemsl.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco de c.a.  $46\mu\text{m}$ ; ornamentación de la exina al MEB y ML microrreticulada, con lúmenes de hasta  $1.6\mu\text{m}$ , heterobrocada;

prolato.

Forma biológica: árbol.

(Lámina 6, figs. 1 y 2)

*Phormium tenax* Forst.

Eumónada, heteropolar, radial; tricotosulcada, al MEB con membrana de la nexina muy ancha; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada en el polo proximal y haciéndose microrreticulada hasta tener un margo tectado perforado, muros de 0.8 a 1.6 $\mu$ m y lúmenes de <1 a 4 $\mu$ m, simplibaculada a duplibaculada; triangular.

Forma biológica: hierba.

(Lámina 6, figs. 3 a 6).

*Polygonum geminiflora* Llave & Lex.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada ó disulcada, sulco de c.a. 71.5 $\mu$ m, sin acetolizar con membrana de la nexina muy ancha; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada y algunas veces microrreticulada en la zona de la abertura, heterobrocada, muros de 0.8 a 2 $\mu$ m y lúmenes de 1.5 a 6 $\mu$ m, simplibaculada, con columelas de c.a. 0.8 $\mu$ m; prolato.

Forma biológica: hierba.

(Lámina 7, figs. 1 a 4).

*Polianthes pringlei* Rose.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada y disulcada, siendo la abertura tan larga como el eje ecuatorial mayor; ornamentación de la exina al MEB y ML semitectada y en la zona de la abertura microrreticulada, heterobrocada, lúmenes de 1 a 4 $\mu$ m y muros de 1 a 2 $\mu$ m; simplibaculada; subprolato.

Forma biológica: hierba.

(Lámina 7, figs. 5 a 10).

*Yucca torreyi* Shafer.

Eumónada, heteropolar, bilateral; monosulcada, sulco de c.a. 65.6 $\mu$ m; ornamentación de la exina al ML puntitegilada; prolato.

Forma biológica árbol.

(Lámina 6, figs. 7 y 8).



## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Como se mencionó al principio, la familia Agavaceae ha presentado muchos problemas para la creación de una clasificación botánica. Esto se debe en gran parte, a la diversidad existente en este grupo, a la inclusión de géneros que actualmente son considerados sinónimos, o por el contrario, a la omisión de géneros por algunos autores.

Las clasificaciones propuestas por Hutchinson (1964), Traub (1953), Takhtajan (1980) y Dahlgren & Clifford (1982) presentan algunos de estos problemas que posteriormente son considerados por Dahlgren *et al.* (1985) (Cuadro No. 1)

Los géneros *Clistoyucca* (Engelm.) Trel., *Hesperoyucca* (Engelm.) Baker y *Samuela* Trel. originalmente considerados géneros independientes, son fusionados con *Yucca* L. por Mckelvey (1938-1947). Este criterio fue apoyado posteriormente por Matuda y Piffa (1980), quedando la tribu Yuceae o subfamilia Yuccoideae formada exclusivamente por *Hesperoaloe* Engelm. y *Yucca* L.

El género *Pseudobravaa* Rose, omitido únicamente por Takhtajan (1980), es actualmente considerado sinónimo de

*Polianthes* L. y *Bravoa* Lesc. por otra parte, es reconocido como subgénero de este último (Verhoek, 1975).

En la tribu Nolineae, constituida por *Nolina* Michx., *Dasyilirion* Zucc. y *Calibanus* Rose, el género *Beaucarnea* Lem. es omitido siempre excepto por Traub (1953) y Matuda y Piña (1980). Dahlgren et al. (1985) elevan esta tribu a la familia Nolinaceae formada por 3 o 4 géneros, mencionando solamente a *Nolina* y a *Dasyilirion*. Sin embargo en este trabajo, se considera a *Calibanus* y a *Beaucarnea* como géneros válidos aunque, el primero por estar escasamente representado en los herbarios de México, no pudo ser incluido.

En una primera aproximación Ojeda et al. (1984), al revisar 6 géneros de la familia Agavaceae, concluyeron que en base al polen resulta difícil mantener a la familia tal y como lo propusieron Traub (1953) y Hutchinson (1964). La clasificación de Takhtajan (1980) era más aproximada ya que *Dracaena*, *Cordyline* y *Sansevieria* no presentaban semejanza con *Agave*, *Yucca* o *Furcraea*.

Revisando los trabajos de Ludlow-Wiechers et al. (1983) y Ojeda et al. (1984), así como al integrar el polen de 10 géneros de la familia revisados en este trabajo, se reúne un

total de 15 géneros y 36 especies. En ellos, se observa una gran variación de tipos morfológicos; los tipos de polen encontrados presentan algunas afinidades y patrones definidos (Cuadro No. 6).

Desde este punto de vista palinológico las Agavaceae (sensu Traub) presentan dos niveles de comportamiento morfológico. A nivel interespecífico la variación encontrada es mínima o esta ausente, dando uniformidad a las especies que constituyen cada género. A nivel intergenérico se presentan los siguientes patrones morfológicos:

(a) Semitectado y principalmente monosulcado: *Agave*, *Beschorneria*, *Dasyilirion*, *Furcraea*, *Hesperaloe*, *Manfreda* y *Polianthes* (disulcado).

(b) Tectado perforado a microrreticulado y monosulcado (a disulcado): *Beaucarnea* y *Nolina*.

(c) Tectado perforado y monosulcado: *Yucca* y *Dracaena americana*.

(d) Intectado verrugado y monosulcado: *Hosta*.

(e) Semitectado a tectado perforado y tricotosulcado:

*Phormium* .

(f) Fosulado y monosulcado: *Cordyline* y *Dracaena fragrans*.

(g) Ulcerado: *Sansevieria*.

Analizando mas detalladamente la situación de estos grupos (Cuadro No. 7), se observa que en el primero todos los integrantes presentan una distribución netamente americana. Los géneros *Agave*, *Furcraea*, *Manfreda*, *Beschorneria* y *Polygonanthes* comparten además la posición infera del ovario y poseen un cariotipo similar ( $n=30$ ), por lo que constituyen un grupo bien definido. El género *Hesperaloe* difiere de este grupo únicamente en la posición súpera del ovario. *Dasyllirion* por su parte posee un cariotipo diferente y la posición del ovario es súpera.

En las clasificaciones de Hutchinson (1964), Traub (1953) y Takhtajan (1980) la mayoría de estos géneros forman parte de la familia Agavaceae. Sin embargo, *Manfreda* no es considerado por estos autores y *Polygonanthes* no es tomado en cuenta por Takhtajan (1980). La única divergencia taxonómica de este grupo la constituye *Dasyllirion*, el cual es

transferido por Takhtajan (1980) a otro suborden dentro de la familia Dracaenaceae. Por otra parte Dahlgren *et al.* (1985), lo consideran dentro de la familia Nolinaceae.

En estudios realizados sobre estos géneros Alvarez y Kohler (1987), encuentran que en base a la morfología de polen se pueden agrupar 4 subtipos: a) *Agave-Manfreda*, b) *Manfreda-Prochnyanthes*, c) *Polianthes-Pseudobravoa* y d) *Hesperaloe*.

Un segundo grupo esta constituido por *Yucca* y *Dracaena americana*. El género *Yucca* se ha considerado como perteneciente a Agavaceae dentro de la tribu Yuceae (Hutchinson, 1964; Traub, 1953; Takhtajan, 1980), sin embargo, Dahlgren *et al.* (1982, 1985) lo incluye dentro de la subfamilia Yuccoideae dentro de Agavaceae, ya que presenta el mismo cariotipo y distribución que los géneros de Agavoideae, pero la posición del ovario es súpera. En el presente trabajo se encontró que aunque el grano de polen presenta la misma abertura, la ornamentación de la exina varía presentándose tectada perforada. *Dracaena americana* será revisada mas adelante. *Hesperaloe* presenta una exina más cercana a *Agave*, sin embargo, Dahlgren *et al.* (1985) lo considera dentro de la tribu Yuccoideae, propuesta que coincide con la posición súpera del ovario, como lo presenta



*Yucca*. Se puede proponer a *Hesperaloe* con un origen común con *Yucca* y *Agave*, ya que presenta características comunes a ambos. (Cuadro No. 7).

El tercer grupo está constituido por *Nolina* y *Beaucarnea*. Estos dos géneros presentan una distribución norteamericana, cariotipo similar ( $n=18-19$ ), y ovario súpero.

Los géneros *Beaucarnea*, *Nolina* y *Dasyliirion* son incluidos dentro de la tribu Nolineae, familia Agavaceae (Hutchinson, 1934; Traub, 1953). Gómez-Pompa *et al.* (1972) encuentran que el cariotipo de *Dasyliirion* es muy similar al de *Nolina* y *Beaucarnea*. Takhtajan (1980) a pesar de no considerar al género *Beaucarnea*, une a *Nolina* y *Dasyliirion* en la subfamilia Dracaenoideae, familia Dracaenaceae. Sin embargo, Dahlgren *et al.* (1985), constituyen con estos géneros la familia Nolinaceae.

El polen de *Dasyliirion* ha sido considerado como muy semejante al polen de *Agave*. Sin embargo, el cariotipo y la posición del ovario que presenta, lo apartan de la tribu Agavoideae, por lo que se propone incluirlo dentro de la familia Nolinaceae como lo hace Dahlgren *et al.* (1985).

Los granos de polen de estos tres géneros presentan ornamentaciones que van de tectada perforada a microrreticulada a semitectada, presentando además variación de la ornamentación en la zona cercana al sulco. (Cuadro No.7)

El género *Hosta* conforma al cuarto grupo. Es considerado por la mayoría de los autores (Hutchinson, 1934; Traub, 1953; Takhtajan, 1980) como parte de la familia Agavaceae ya que presenta similitud en el cariotipo ( $n=30$ ) con el del grupo *Yucca-Agave* (Granick, 1944). Sin embargo, su distribución geográfica en China y Japón, la posición súpera del ovario y la morfología del polen sugiere que no tiene relación con los demás géneros estudiados, siendo el único con exina intectada. Resulta por lo tanto, difícil considerarlo dentro de la familia Agavaceae, por lo que Dahlgran *et al.* (1985) lo consideran dentro de la familia Funkiaceae. (Cuadro No.7)

En el quinto grupo se encuentra el género *Phormium*, con características muy especiales. Su distribución geográfica confinada a Nueva Zelanda, ovario súpero, cariotipo  $n=16$  y polen semitectado y tricotomosulcado, lo diferencian notablemente del grupo de *Agave*. Aunque Hutchinson (1964) y Traub (1953) lo incluyen en la familia Agavaceae, la clasificación de Takhtajan (1980) resulta más acertada, ya

que lo separa e incluye en la familia Phormiaceae, criterio que es sostenido por Dahlgren *et al.* (1985). (Cuadro No.7)

Dentro de otro grupo, *Dracaena* y *Cordyline* presentan algunos problemas. Ambos poseen ovario súpero y cariotipo  $n=19$ . En el género *Cordyline* se observan grandes diferencias en la morfología del polen con respecto a los demás géneros estudiados. En las dos especies de *Dracaena* estudiadas existen marcadas diferencias. Mientras que *D. fragrans* presenta la misma abertura y ornamentación que *Cordyline*, *D. americana* es totalmente diferente. El género *Dracaena* es de origen africano a excepción de *D. americana* presente en América exclusivamente, lo que puede reconfirmar lo propuesto por Ojeda *et al.* (1985) de que este taxón merezca una revisión sistemática para definir su posición, ya que presenta gran relación con el polen tipo *Yucca*.

Los géneros que originalmente fueron incluidos por Hutchinson (1964) y Traub (1953) dentro de Agavaceae, son transferidos por Takhtajan (1980) a otro suborden dentro de la familia Dracaenaceae. Dahlgren *et al.* (1982, 1985) los separan para diferentes familias quedando *Dracaena* en Dracaenaceae y *Cordyline* en Asteliaceae. (Cuadro No. 7)



*Sansevieria* único integrante del último grupo, presenta una distribución en Africa, Madagascar y Arabia, número cromosómico  $n=20$ , ovario súpero y polen operculado, psilado a escabroso con foveolas. Hutchinson (1964) y Traub (1953) lo consideran en Agavaceae. Sharma y Chaudhuri (1964) proponen que el cariotipo de *Sansevieria* no justifica su inclusión, esto es posteriormente apoyado por Sen (1975); Takhtajan (1980) y Dahlgren et al. (1985) por su parte, proponen incluirlo en la familia Dracaenaceae. Desde el punto de vista palinológico se justifica la transferencia fuera de Agavaceae ya que ninguna de las especies estudiadas presenta una ornamentación de la membrana tan distintiva y una úlcera tan desarrollada como la que posee *Sansevieria*. Sin embargo, la morfología de polen de *Dracaena fragrans* no presenta similitud con *Sansevieria*, quizás sea necesaria una revisión de estos géneros, que confirme su posible separación dentro de la misma familia en que se han asignado. (Cuadro No. 7)

Cabría señalar que el criterio palinológico para la delimitación de los géneros en Agavaceae ha sido considerada cuidadosamente, ya que la abertura monosulcada y la ornamentación semitectada se presentan en polen de Liliaceae y Amaryllidaceae, pero con características florísticas y vegetativas diferentes a los géneros aquí observados.

Sobresale la homogeneidad del polen tipo *Agave* dentro de la familia (sensu Dahlgren et al., 1985) excepto *Yucca*.

Suc (1975) en sus estudios palinológicos del Plioceno en Languedoc, Francia, encontró cuatro granos de polen atribuibles a la familia Agavaceae, tres en tétrada y uno en mónada y sugiere que pueden ser *Dracaena* o *Yucca*. Comparando las fotografías de la tétrada con los resultados de Djeda et al. (1984), es posible sugerir que se trate de *Dracaena* ya que se ha encontrado en díadas y en tétradas. El grano de polen aislado se aproxima a *Cardyline* por la presencia de un sulco mas largo que el eje ecuatorial mayor.

Siendo la distribución de *Dracaena* y *Cardyline* en las zonas tropicales y subtropicales del viejo mundo, es factible encontrarlas en un clima Mediterráneo y que en el Plioceno tuvieran una distribución mas amplia que la actual.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, A. y KÖHLER, E. 1987. Morfología del polen de las Agavaceae y algunos géneros afines. *Grana* 26: 25-46.
- BENTHAM, G.D. & HOOKER, J.D. 1862-1883. *Genera Plantarum* I-III. Londres.
- BERLIN, E. 1953. Yuccas y agaves de México. *Mem. Cong. Cient. Mex.* 6: 362-367.
- BONEFILLE, R. 1971. Atlas des pollens d'Ethiopie. Principales especes des forets de montagne. *Pollen et Spores* 13(1): 15-72.
- CONZATTI, C. 1946. Flora taxonómica mexicana. Tomo 2. Talleres gráficos de la Nacion. México D.F. 220 p.
- CRANWELL, L.M. 1953. New Zealand pollen studies. The Monocotyledons. *Bulletin of the Auckland Institute and Museum* No.3. Harvard University Press. 91 p.
- CRONQUIST, A. 1968. The evolution and classification of flowering plants. Houghton Mifflin, Boston. pp 1217-1221.
- 1986. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1261 p.
- DAHLGREN, R.M. & CLIFFORD, H.T. 1982. The Monocotyledons. A comparative study. Academic Press. Londres. 378 p.
- & YEO, P. 1985. The families of the Monocotyledons. Springer-Verlag. Germany. 520 p.
- ERDTMAN, G. 1943. An introduction to pollen analysis. The Ronald Press Company. New York. 239 p.
- 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Hafner. New York. 553 p.
- GARCIA-MENDOZA, A.J. 1987. Monografía del género *Beschermeria* Kunth. Agavaceae. Tesis. UNAM. 131 p.
- GOMEZ-POMPA, A., VILLALOBOS-PETRINI, R. & CHIMAL, A. 1971. Studies in the Agavaceae I. Chromosome morphology and number of seven species. *Madroño* 21(4): 208-221.

GONZALEZ-QUINTERO, L. 1969. Morfología polínica: La Flora del Valle del Mezquital, Hidalgo. Paleoecología 3. INAH. México. 185 p.

GRANICK, E. 1944. A karyosystematic study of the genus *Agave*. Amer. J. Bot. 31(38): 283-298.

HEUSSER, C. 1971. Pollen and spores of Chile. The University of Arizona Press. Tucson. 167 p.

HOWARD, R.A. 1979. Agavaceae. In: Flora of the Lesser Antilles. Vol. III Monocotyledoneae. Arn. Arb. Harvard University. 485-504.

HUTCHINSON, J. 1964. The families of flowering plants. Vol. II. Monocotyledons. Oxford University Press. 662 p.

KAPP, R.O. 1969. How to know pollen and spores. W.M.C. Brown Company Publishers. USA. 249 p.

KREMP, G.O.W. 1965. Morphological encyclopedia of palynology. The University of Arizona Press. Tucson, 263 p.

LUDLOW-WIECHERS, B. & OJEDA, L. 1983. El polen del género *Agave* de la Península de Yucatán. Bol. Soc. Bot. México 44: 29-42.

LUNDELL, C.L. 1937. The vegetation of Peten. Carnegie Institution. Washington, USA. Apendix 1: Studies of Mexican and Centralamerican plants. pp. 208-221.

MARKGRAFF, V.H. & D'ANTONI, H. 1978. Pollen Flora of Argentina. The University of Arizona Press. Tucson. 208 p.

MARTINEZ, M. 1962. Las amarillidáceas del estado de México. Gobierno del Estado de México. Toluca, Mex. 28 p.

MARTINEZ-HERNANDEZ, E. 1970. Estudio palinológico de las especies dominantes de la vegetación de los alrededores de la laguna Madre, Tamps. México. Tesis. Fac. de Ciencias, UNAM. México, D.F. 138 p.

MATUDA, E. 1960. Las Amarilidáceas y Liliáceas del Valle de México y sus alrededores. Anal. Inst. Biol. Mex. 31(1-2): 53-83.

MATUDA, E. & PINA, L.I. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. Serie Ixtlixochitl. Colección Miscelanea. Toluca, Edo. de Mex.

MCKELVEY, S.D. 1938-1947. *Yuccas of the southwestern United States. Part I & II.* Arnold Arboretum of Harvard University. Jamaica Plains. Mass.

MCKELVEY, S. & SAX, K. 1933. Taxonomic and cytological relationships of *Yucca* and *Agave*. *J. Arnold Arbor.* 14: 76-81.

MILLSPAUGH, C.F. 1898. Contributions to the Flora of Yucatan. *Field. Mus. Bot.* 4(1): 3-56.

OJEDA, L., LUDLOW-WIECHERS, B. & ORELLANA, R. 1984. Palinología de la familia Agavaceae para la Península de Yucatán. *Biótica* 9(4): 379-398.

OJEDA, L. & LUDLOW-WIECHERS, B. 1986. Palinología de Agavaceae, una contribución biosistemática. Resúmenes del VI Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología. 32 p.

PALACIOS-CHAVEZ, R. 1974. Observaciones en el polen de plantas con probable polinización quiropterófila. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.* 21: 115-143.

PALACIOS-CHAVEZ, R. 1978. Morfología de los granos de polen de las especies mexicanas más comunes del género *Yucca*. *Cact. Suc. Mex.* 23: 3-8.

PALACIOS-CHAVEZ, R., LUDLOW-WIECHERS, B. & OJEDA, L. 1984. Notas Botánicas. Consideraciones sobre la exina en *Yucca* observadas al microscopio de luz y microscopio de barrido. (Manuscrito).

PAX, F. & HOFFMAN, K. 1930. Amaryllidaceae. In: *Planzereich 15a.* Engler, A. (ed.) Leipzig. 341-430.

PRAGLOWSKI, J. & PUNT, W. 1973. An elucidation of the microreticulate structure of the exine. *Grana* 13(1): 45-50.

RADULESCU, D. 1973. Liliiflorae. Discussions et considérations phylogénétiques a l'aide de quelques recherches morphopalinologiques. *Acta Botánica Horti Bucurestiensis.* 1972-1973: 249-283.

SATO, R. 1935. Analysis of the karyotypes in *Yucca*, *Agave* and the related genera with special reference of the phylogenetic significance. *Jap. Jour.* 11: 272-278.

SEN, S. 1975. Cytotaxonomy of Liliales. *Feddes Report.* 86: 255-305.

- SHARMA, A.K. & BATTACHARYYA, V.C. 1962. A cytological study of the factors influencing evolution in *Agave*. *Cellule* 62(3): 259-280.
- SHARMA, A.K. & CHAUDHURI, M. 1964. Cytological studies as an aid in assessing the status of *Sansevieria*, *Ophiopogon* and *Cuculigo*. *The Nucleus* 7(1): 43-58.
- SHARMA, M. 1962. Pollen morphology of the Indian Monocotyledons. J. Palynol. Lucknow. Special Volume. 1967, 1-98.
- STANDLEY, P. 1920. Trees and shrubs of Mexico. *Contr. U.S. Nat. Herb.* 23: 87-142.
- STANDLEY, P. 1930. Flora of Yucatan. *Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser.* 3: 157-429.
- SUC, J.P. 1975. Pollen attribuables aux Agavaceae dans le Pliocene du Languedoc. *Pollen et Spores* XVI: 493-498.
- TAKHTAJAN, P.L. 1980. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). *The Botanical Review* 46(3): 225-359.
- THORNE, R.F. 1968. Synopsis of putatively phylogenetic classification of the flowering plants. *Aliso* 6:56-57.
- TRAUB, H.P. 1953. The tribes and genera of the Agavaceae. *Plant Life* 9: 134-136.
- TRAUB, H.P. 1972. Tribe Hosteae, family Agavaceae. *Plant Life* 18: 137-138.
- TRELEASE, W. 1911. The desert group Nolineae. *Proc. Amer. Phil. Soc.* 50: 404-443.
- TSENG-CHENG, HUANG. 1972. Pollen Flora of Taiwan. National Taiwan University. Botany Department Press. Taiwan. 276 p.
- TSUKADA, M. 1964. Pollen morphology and identifications III. Modern and fossil tropical pollen. *Pollen et Spores* 6(2): 393-462.
- VERHOEK, S. 1975. A study of the tribe Polianthae (including *Manfreda*) and revisions of *Manfreda* and *Prochnyanthes* (Agavaceae). Thesis PHD Cornell University. USA. 404 p.
- VERHOEK, S. 1978. Huaco and amole. A survey of the uses of *Manfreda* and *Prochnyanthes*. *Economic Botany* 32: 124-130.

VIGNOLI, L. 1936. Cariologia del género *Agave*. Lav. R. Inst. Bot. Palermo. 7: 176-217.

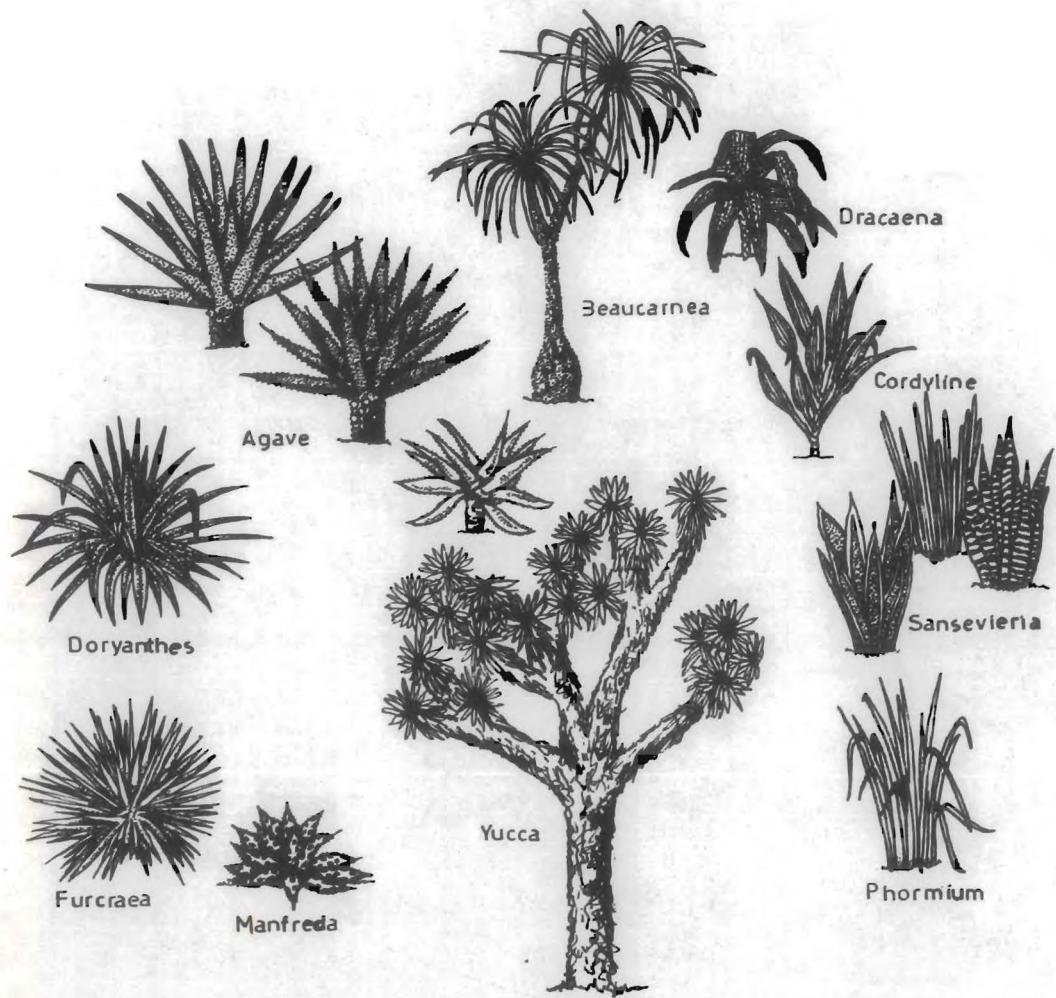
VIGNOLI, L. 1973. Cariologia del género *Agave*. Lav. R. Inst. Bot. Palermo. 8: 1-5.

WHITAKER, J.W. 1934. Chromosome constitution in certain Monocotyledons. J. Arnold Arbor. 15: 135-143.

WIGGINS, I. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. 1025 p.

WILLIS, J.C. 1980. A dictionary of flowering plants and ferns. Cambridge University Press. Great Britain. 1245 p.

ZAVADA, M. 1983. Comparative morphology of monocotpollen and evolutionary trends of aperture and wall structures. The Botanical Review 49(4): 331-379.



Dracaena

Beaucarnea

Cordyline

Agave

Sansevieria

Doryanthes

Yucca

Phormium

Furcraea

Manfreda



APENDICE 1

CUADRO No. 1 CLASIFICACIONES TAXONOMICAS DE AGAVACEAE Y FAMILIAS RELACIONADAS.

| HUTCHINSON<br>(1964)  | TRAUB<br>(1953)   | TAKHTAJAN<br>(1930)   | DAHLGREN & CLIFFORD<br>(1982)  | DAHLGREN, CLIFFORD & YEO<br>(1985)   |
|---|---|---|--|--|
| Familia : Agavaceae   | Familia : Agavaceae<br>Tribu : Hosteae<br>Hosta                                     | Orden : Aspargales<br>Suborden : Liliineae<br>Familia : Agavaceae<br>Tribu : Hosteae<br>Hosta | Orden : Aspargales<br>Familia : Funkiaceae<br>Hosta<br>Hesperocallis   | Orden : Aspargales<br>Familia : Funkiaceae<br>Hosta                                    |
| Tribu : Yuceae<br>Yucca<br>Clistoyucca<br>Samuela                                   | Tribu : Yuceae<br>Hesperaloe<br>Yucca<br>Clistoyucca<br>Samuela                     | Tribu : Yuceae<br>Hesperaloe<br>Yucca<br>Clistoyucca<br>Samuela                               | Familia : Agavaceae<br>Subfam : Yuccoideae<br>Hesperaloe<br>Yucca<br>Clistoyucca<br>Samuela  | Familia : Agavaceae<br>Subfam : Yuccoideae<br>Hesperaloe<br>Yucca                      |
| Tribu : Agaveae<br>Agave<br>Beschorneria<br>Furcraea                                | Tribu : Agaveae<br>Agave<br>Beschorneria<br>Furcraea                                | Tribu : Agaveae<br>Agave<br>Beschorneria<br>Furcraea  | Subfam : Hesperoyucca<br>Agavoideae<br>Agave<br>Beschorneria<br>Brava<br>Furcraea<br>Littaea<br>Manfreda<br>Polianthes<br>Prochnyanthes<br>Pseudobrava | Subfam : Agavoideae<br>Agave<br>Beschorneria<br>Furcraea                               |
| Tribu : Poliantheae<br>Polianthes<br>Prochnyanthes<br>Pseudobrava<br><br>Doryanthes | Tribu : Poliantheae<br>Polianthes<br>Prochnyanthes<br>Pseudobrava<br><br>Doryanthes | Familia : Doryanthaceae<br>Doryanthes   | Familia : Doryanthaceae<br>Doryanthes  | Familia : Doryanthaceae<br>Doryanthes  |
| Tribu : Phormiaceae<br>Phoraius   | Tribu : Phormiaceae<br>Phoraius   | Familia : Phormiaceae<br>Phoraius   | Familia : Phormiaceae<br>Phoraius  | Familia : Phormiaceae<br>Phoraius  |
| Tribu : Dracaenaceae<br>Cordylina<br>Cohnia<br><br>Dracaena                         | Tribu : Dracaenaceae<br>Cordylina<br>Cohnia<br><br>Dracaena                         | Suborden : Asparagineae<br>Familia : Dracaenaceae<br>Subfam : Dracaenoideae<br>Cordylina      | Familia : Asphodelaceae<br>Subfam : Astelloideae<br>Cordylina<br>Cohnia<br><br>Familia : Dracaenaceae<br>Subfam : Dracaenoideae<br>Dracaena            | Familia : Asteliaceae<br>Cordylina<br>Cohnia<br><br>Familia : Dracaenaceae<br>Dracaena |
| Tribu : Sansevieria<br>Nolineae<br>Nolina<br>Dasylirion<br>Calibanus                | Tribu : Sansevieria<br>Nolineae<br>Nolina<br>Dasylirion<br>Calibanus<br>Beaucarnea  | Subfam : Sansevieriae<br>Sansevieria<br>Nolineae<br>Nolina<br>Dasylirion<br>Calibanus         | Familia : Sansevieria<br>Nolinaceae<br>Nolina<br>Dasylirion  | Familia : Sansevieria<br>Nolinaceae<br>Nolina<br>Dasylirion                            |

CUADRO No.2 EJEMPLARES REVISADOS PARA LA FAMILIA AGAVACEAE

| ESPECIE                                     | COLECTOR                | No. de COLECTA | HERBARIO |
|---|-------------------------|----------------|----------|
| <i>Beaucarnea inermis</i> (Wats) Rose       | Castillo                | 146            | MEXU     |
| <i>Beaucarnea stricta</i> Lem.              | Trigos                  | 529            | MEXU     |
| <i>Beschorneria yuccoides</i> Koch          | Hernández               | 4130           | MEXU     |
| <i>Dasyilirion acrotriche</i> Zucc.,        | García                  | 328            | CHAPA    |
| <i>Dasyilirion cedrosanum</i> Trel.         | Wendt & Riskin          | 1694           | CHAPA    |
| <i>Furcraea bedinghausii</i> Koch           | Matuda                  | 37561          | MEXU     |
| <i>Furcraea guatemalensis</i> Trel.         | Molina                  | 26518          | ENCB     |
| <i>Hesperaloe funifera</i> (Koch) Trel.     | Johnston, Wendt, Chiang | 10892          | MEXU     |
| <i>Hesperaloe parviflora</i> (Tor.) Coulter | Matuda                  | 38791          | ENCB     |
| <i>Hosta sieboldiana</i> (Lodd) Engler      | Yamazaki                | 7048           | MEXU     |
| <i>Manfreda brachystachia</i> (Cav.) Rose   | Galván                  | 1239           | ENCB     |
| <i>Manfreda brunnea</i> (Wats) Rose         | Chiang                  | 12298          | MEXU     |
| <i>Manfreda pringlei</i> Rose               | Galván                  | 890            | ENCB     |
| <i>Manfreda singuliflora</i> (Wats) Rose    | Johnston                | 8542           | MEXU     |
| <i>Nolina nelsonii</i> Rose                 | Chiang                  | 11146          | MEXU     |
| <i>Nolina parviflora</i> (HBK) Hemsl.       | Ramos                   | 57             | MEXU     |
| <i>Phormium tenax</i> Forst                 | Koch                    | 7621           | MEXU     |
| <i>Polianthes geminiflora</i> (Lex.) Rose   | Hernandez               | 4556           | MEXU     |
| <i>Polianthes pringlei</i> Rose             | Matuda                  | 29250          | MEXU     |
| <i>Yucca torreyi</i> Shafer                 | Matuda                  | 38560          | ENCB     |

CUADRO No.3 MEDIDA DE LOS EJES Y EXINA PARA EL POLEN DE LAS ESPECIES DE AGAVACEAE ESTUDIADAS

| MEDIDAS     | ESPECIE              |        | <i>Beaucarnea inermis</i> | <i>Beaucarnea striata</i> | <i>Beschorneria yuccoides</i> | <i>Dasyliirion acrotriche</i> | <i>Dasyliirion cedrosanum</i> | <i>Hesperaloe parviflora</i> | <i>Hosta sieboldiana</i> |
|-------------|----------------------|--------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| VISTA       | eje ecuatorial mayor | X      | 43.4                      | 43.8                      | 104                           | 39.8                          | 39.4                          | 60.4                         | 126.2                    |
|             |                      | rango  | 8                         | 10                        | 18                            | 6                             | 6                             | 6                            | 34                       |
|             |                      | s      | 2.31                      | 3.04                      | 6.18                          | 1.98                          | 2.11                          | 2.79                         | 11.01                    |
| POLAR       | eje ecuatorial menor | c de v | 4.84                      | 8.36                      | 34.4                          | 3.56                          | 4.04                          | 7.04                         | 109.16                   |
|             |                      | X      | 32.9                      | 32.2                      | 61.8                          | 28.6                          | 26.6                          | 41.6                         | 76.8                     |
|             |                      | rango  | 6                         | 6                         | 16                            | 6                             | 6                             | 8                            | 18                       |
| EUCUATORIAL | eje ecuatorial menor | s      | 2.42                      | 2.2                       | 6.82                          | 2.67                          | 2.11                          | 3.37                         | 5.26                     |
|             |                      | c de v | 5.29                      | 4.36                      | 41.96                         | 6.44                          | 4.04                          | 10.24                        | 24.96                    |
|             |                      | X      | 33.4                      | 34.8                      | 158 x 141.8                   | 29.6                          | 31                            | 50.8                         | 105.2                    |
| VIASTORIAL  | eje ecuatorial menor | rango  | 2                         | 6                         | 22 x 30                       | 4                             | 6                             | 6                            | 12                       |
|             |                      | s      | .96                       | 2.34                      | 1.37 x 7.45                   | 1.57                          | 2.35                          | 2.85                         | 5.51                     |
|             |                      | c de v | .84                       | 4.96                      | 96.8 x 49.9                   | 2.24                          | 5                             | 7.36                         | 27.36                    |
| POLAR       | eje polar            | X      | 33                        | 33.2                      |                               | 30.2                          | 30.6                          | 56.6                         | 97.2                     |
|             |                      | rango  | 4                         | 6                         |                               | 4                             | 6                             | 6                            | 12                       |
|             |                      | s      | 1.41                      | 2.52                      |                               | .63                           | 1.89                          | 3.27                         | 4.91                     |
| EXINA       | P/E                  | c de v | 1.8                       | 5.76                      |                               | .36                           | 3.24                          | 9.64                         | 21.76                    |
|             |                      | X      | 1.31                      | 1.35                      | 1.6                           | 1.39                          | 1.48                          | 1.45                         | 1.65                     |
|             |                      | rango  | .8                        | .68                       | 1.74                          | .8                            | .8                            | .8                           | 1.92                     |
| EXINA       | sexina               | s      | 0                         | .2                        | .4                            | 0                             | 0                             | 0                            | .4                       |
|             |                      | c de v | 0                         | .10                       | .23                           | 0                             | 0                             | 0                            | .12                      |
|             |                      | X      | 1.26                      | .8                        | 1.74                          | .8                            | .88                           | 1.2                          | 1.22                     |
| EXINA       | sexina               | rango  | .4                        | 0                         | .4                            | 0                             | .4                            | 0                            | 1                        |
|             |                      | s      | .29                       | 0                         | .23                           | 0                             | .16                           | 0                            | .37                      |
|             |                      | c de v | .09                       | 0                         | .04                           | 0                             | .02                           | 0                            | .12                      |

CUADRO No.4 MEDIDA DE LOS EJES Y EXINA PARA EL POLEN DE LAS ESPECIES DE AGAVACEAE ESTUDIADAS

| MEDIDAS    | ESPECIE          | <i>Furcraea bedinghausii</i> | <i>Furcraea guatemalensis</i> | <i>Manfreda brachystachia</i> | <i>Manfreda brunnea</i> | <i>Manfreda pringlei</i> | <i>Manfreda singuliglora</i> | <i>Nolina nelsonii</i> | <i>Nolina parviflora</i> |
|------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|
| VISTA      | eje X            | 93.4                         | 100.6                         | 96.4                          | 108                     | 100.6                    | 91                           | 45                     | 52.4                     |
|            | ecuatorial rango | 14                           | 20                            | 10                            | 14                      | 14                       | 16                           | 6                      | 8                        |
|            | mayor s c de v   | 4.32<br>16.84                | 7.58<br>7.56                  | 4.69<br>19.84                 | 5.49<br>27.2            | 7.6<br>52.84             | 4.44<br>17.8                 | 1.69<br>2.6            | 3.5<br>11.04             |
| POLAR      | eje X            | 59.2                         | 60.4                          | 63.6                          | 68.8                    | 71.6                     | 67.2                         | 27.2                   | 30.6                     |
|            | ecuatorial rango | 14                           | 14                            | 10                            | 14                      | 12                       | 18                           | 6                      | 4                        |
|            | menor s c de v   | 4.13<br>15.32                | 4.78<br>7.93                  | 3.5<br>11.04                  | 4.82<br>20.96           | 6.09<br>33.44            | 6.67<br>40.16                | 2.34<br>4.96           | 2.83<br>7.24             |
| EUCUATRIAL | eje X            | 127.2x121.2                  | 131.8x122.6                   | 66.4                          | 74.8                    | 101.2                    | 68.16                        | 36.2                   | 35.4                     |
|            | ecuatorial rango | 20 x 22                      | 22 x 28                       | 24                            | 10                      | 30                       | 12                           | 10                     | 4                        |
|            | menor s c de v   | 7.61 x 7.05<br>52.1 x 44.76  | 7.5 x 8.79<br>5.7 x 7.17      | 6.78<br>41.44                 | 4.34<br>16.96           | 9.8<br>86.56             | 4<br>14.4                    | 2.89<br>7.56           | 1.34<br>1.64             |
| POLAR      | eje X            |                              |                               | 74                            | 84.6                    | 80.4                     | 78.6                         | 35.4                   | 40.6                     |
|            | ecuatorial rango |                              |                               | 16                            | 12                      | 16                       | 10                           | 4                      | 4                        |
|            | menor s c de v   |                              |                               | 6.03<br>32.8                  | 4.9<br>21.64            | 6.44<br>37.44            | 4<br>14.44                   | 1.64<br>2.44           | 2.31<br>4.84             |
|            | P/E              | 1.58                         | 1.66                          | 1.51                          | 1.56                    | 1.41                     | 1.36                         | 1.66                   | 1.71                     |
| EXINA      | hexina X         | 2.12                         | 2.24                          | .96                           | .92                     | 1.76                     | 1.36                         | .8                     | .92                      |
|            | rango            | .4                           | .4                            | .8                            | .4                      | .4                       | .4                           | 0                      | .8                       |
|            | s c de v         | .62<br>.35                   | .20<br>9.22                   | .33<br>.10                    | .19<br>.03              | .2<br>.03                | .2<br>.03                    | 0                      | .19<br>.03               |
| EXINA      | hexina X         | 1.48                         | 1.74                          | 1.5                           | 1.52                    | .92                      | 1.52                         | .8                     | .08                      |
|            | rango            | .6                           | .4                            | 1.2                           | .4                      | .8                       | .8                           | 0                      | 0                        |
|            | s c de v         | .25<br>.05                   | .32<br>18.81                  | .63<br>.36                    | .16<br>.02              | .25<br>.05               | .25<br>.05                   | 0                      | 0                        |

CUADRO No.5 MEDIDA DE LOS EJES Y EXINA PARA EL POLLEN DE LAS ESPECIES DE AGAVACEAE ESTUDIADAS

| MEDIDAS     |                      | ESPECIE | <i>Phorasius tenax</i> | <i>Polianthes seminiflora</i> | <i>Polianthes pringlei</i> | <i>Yucca torreyi</i> |
|-------------|----------------------|---------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------|
| VISTA       | eje ecuatorial mayor | X       | 45.4                   | 76.6                          | 81.8                       | 78.2                 |
|             |                      | rangos  | 8                      | 10                            | 10                         | 20                   |
|             |                      | c de v  | 2.67                   | 4.22                          | 3.19                       | 6.83                 |
| POLAR       | eje ecuatorial menor | X       | 42.2                   | 55                            | 67.6                       | 42.4                 |
|             |                      | rangos  | 8                      | 6                             | 12                         | 10                   |
|             |                      | c de v  | 2.89                   | 1.94                          | 3.37                       | 3.32                 |
| ECCUATORIAL | eje ecuatorial menor | X       | 44.4                   | 59.6                          | 69                         | 49.4                 |
|             |                      | rangos  | 6                      | 12                            | 10                         | 6                    |
|             |                      | c de v  | 2.27                   | 3.62                          | 4.44                       | 1.8                  |
| POLAR       | eje polar            | X       | 41                     | 67.8                          | 67.2                       | 40.6                 |
|             |                      | rangos  | 4                      | 8                             | 16                         | 6                    |
|             |                      | c de v  | 1.41                   | 2.89                          | 4.13                       | 2.53                 |
|             | P/E                  | 1.07    | 1.38                   | 1.2                           | 1.8                        |                      |
| EXINA       | hexina               | X       | .78                    | .92                           | .8                         | 1.4                  |
|             |                      | rangos  | .2                     | .4                            | 0                          | .4                   |
|             |                      | c de v  | .06                    | .19                           | 0                          | 0.19                 |
| EXINA       | hexina               | X       | 1.08                   | 1.56                          | 1.72                       | 1                    |
|             |                      | rangos  | .4                     | .4                            | .4                         | .04                  |
|             |                      | c de v  | .19                    | .12                           | .19                        | 0.18                 |
|             | c de v               | .03     | .01                    | .03                           |                            |                      |

CUADRO No.6 ASOCIACION, ABERTURA Y ORNAMENTACION DE ESPECIES DE AGAVACEAE (SENSU TRAUB) TRATADAS EN ESTE TRABAJO Y EN LUDLOW-MIECHERS *et al.* (1964) Y OJEDA *et al.* (1965).

| ESPECIE                                       | ASOCIACION. | ABERTURA        | ORNAMENTACION AL N.E. | ORNAMENTACION AL N.O. |                   |
|---|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
|   | O ∞ ∞ ∞     | O O O O O O O O |                       |                       |                   |
| <i>Agave angustifolia</i> Haw.                | X           | X               | X X X X X             | semitectada           | semitectada       |
| <i>Agave fourcroydes</i> Lea.                 | X           | X               | X X                   | semitectada           | semitectada       |
| <i>Agave sisalana</i> Perrine                 | X           | X               | X X X                 | semitectada           | semitectada       |
| <i>Beaucarnea inermis</i> (Wats) Rose         | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Beaucarnea plibialis</i> Rose              | X           | X               | X                     | microrreticulada      | microrreticulada  |
| <i>Beaucarnea stricta</i> Lem.                | X           | X               | X                     | tectada perforada     | microrreticulada  |
| <i>Beschorneria yuccoides</i> Koch            | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Cordylone fruticosa</i> (L.) Far.          | X           | X               | X                     | fusulosa              | areolada          |
| <i>Cordylone terminalis</i> Kunth             | X           | X               | X                     | fusulada              | areolada          |
| <i>Dasylirion acrotiche</i> Zucc.             | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Dasylirion cedrosanum</i> Trel.            | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Dracaena americana</i> Donn. Smith         | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Dracaena fragrans</i> Merriam              | X           | X               | X                     | fusulada              | microrreticulada  |
| <i>Furcraea bedinghausii</i> Koch             | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Furcraea cahua</i> Trel.                   | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Furcraea gigantea</i> Benth.               | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Furcraea guatemalensis</i> Trel.           | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Hesperaloe funifera</i> (Koch) Trel.       | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Hesperaloe parviflora</i> (Torrey) Coulter | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Hottel'sia sieboldiana</i> (Lodd) Engler   | X           | X               | X                     | intactada             | intactada         |
| <i>Manfreda brachystachia</i> (Cav.) Rose     | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Manfreda brunnea</i> (Wats) Rose           | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Manfreda maculata</i> (Hege) Rose          | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Manfreda pringlei</i> Rose                 | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Manfreda sinuiflora</i> (Wats) Rose        | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Nolina nelsonii</i> Rose                   | X           | X               | X                     | semitectada           | microrreticulada  |
| <i>Nolina parviflora</i> (HBK) Hensl.         | X           | X               | X                     | microrreticulada      | microrreticulada  |
| <i>Phormium tenax</i> Forst                   | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Pollanthes quiniflora</i> (Lam) Rose       | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Pollanthes pringlei</i> Rose               | X           | X               | X                     | semitectada           | semitectada       |
| <i>Sansevieria cylindrica</i> Bojer ex Hook   | X           | X               | X                     | pillada               | puntitegilada     |
| <i>Sansevieria zeylanica</i> Willd.           | X           | X               | X                     | escurca con foveolas  | puntitegilada     |
| <i>Yucca elephantipes</i> Regel               | X           | X               | X                     | tectada perforada     | puntitegilada     |
| <i>Yucca faxoniana</i> (Trel.) Sarg.          | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Yucca filifera</i> Chab.                   | X           | X               | X                     | tectada perforada     | puntitegilada     |
| <i>Yucca lacandonica</i> Valdez & Gomez       | X           | X               | X                     | tectada perforada     | tectada perforada |
| <i>Yucca torreyi</i> Shafar                   | X           | X               | X                     | tectada perforada     | puntitegilada     |

CUADRO No.7 CLASIFICACION, DISTRIBUCION, CARACTERISTICAS PALINOLOGICAS, CARIZOTIPO Y POSICION DEL OVARIO EN AGAVACEAE

| TRAUB (1953)   | DAHLGREN et al. (1985)  | DISTRIBUCION<br>(Willis, 1988)   | ABERTURA  | ORNAMENTACION  | CARIOTIPO<br>(Gómez-Pompa<br>et al 1971)                     | OVARIO                     |
|--|---|--|---|--|--|----------------------------|
| Familia: Agavaceae<br>Tribu: Hostaceae<br><i>Hosta</i>   | Orden : Asparagales<br>Familia: Funariaceae<br><i>Hosta</i>                   | Japón, China   | monosulcado   | intactado  | 30..3n(4L+1M+25C)  | supero                     |
| Tribu: Yuccaceae<br><i>Hesperaloe</i><br><i>Yucca</i><br><i>Clistoyucca</i><br><i>Sauvella</i> | Familia: Agavaceae<br>Subfam: Yuccoideae<br><i>Hesperaloe</i><br><i>Yucca</i> | E.U., México<br>E.U., México, Antillas<br>SO de E.U.<br>S de E.U., México  | monosulcado<br>monosulcado                          | semitectado<br>tectado perforado   | 30 (5L+25C)<br>30 (5L+25C)<br>30 (5L+25C)<br>30 (5L+25C)     | supero<br>supero           |
| Tribu: Poliantheae<br><i>Polianthes</i><br><i>Prochnyanthes</i><br><i>Pseudobrava</i>          | Subfam: Agavoideae<br><i>Polianthes</i><br><i>Prochnyanthes</i>               | México (Verhoek, 1975)<br>México (Verhoek, 1975)   | monosulcado   | semitectado  | 30 (5L+25C)  | infero<br>infero           |
| Tribu: Agavoideae<br><i>Agave</i>  | <i>Agave</i>  | S de E.U. a Sudamerica<br>tropical   | mono, di, tri-<br>cotosulcado                       | semitectado  | 30..6n(5L+25C)   | infero                     |
| <i>Beschorneria</i><br><i>Furcraea</i>   | <i>Beschorneria</i><br><i>Furcraea</i><br><i>Manfreda</i>                     | México<br>América tropical<br>E.U. a El Salvador<br>(Verhoek, 1975)  | monosulcado<br>monosulcado<br>monosulcado           | semitectado<br>semitectado<br>semitectado                                  | 30 (5L+25C)<br>30 (5L+25C)<br>30 (5L+25C)<br>(Verhoek, 1975) | infero<br>infero<br>infero |
| <i>Doryanthes</i>  | Familia: Doryanthaceae<br><i>Doryanthes</i>                                   | Australia  | tricotomosul-<br>cado                               | semitectado  | 24(2L+20C)   | infero                     |
| Tribu: Phormieae<br><i>Phormium</i>  | Familia: Phormiaceae<br><i>Phormium</i>                                       | Nueva Zelandia   | tricotomosul-<br>cado                               | semitectado  | 16(4L+12C)   | supero                     |
| Tribu: Dracaenaeae<br><i>Cordylina</i>   | Familia: Asteliaceae<br><i>Cordylina</i>                                      | Indomalasia, Nva Zelandia<br>Polinesia, Hawaii, Austr-<br>lia, Africa, Sudamerica,<br>(Dahlgren et al. 1985)<br>I Mascarene, Nva Caledonia | monosulcado   | fosulado   | 19..4n(2L+17C)   | supero                     |
| <i>Cohnia</i>  | <i>Cohnia</i>   |  |   |  |  |                            |
| <i>Dracaena</i>  | Familia: Dracaenaceae<br><i>Dracaena</i>                                      | Africa subtropical, Asia<br>hasta N de Australia<br>(Dahlgren et al. 1985)   | monosulcado   | fosulado y<br>tectado perforado  | 19..5n(2L+17C)   | supero                     |
| <i>Sansevieria</i>   | <i>Sansevieria</i>  | Africa subtropical y del<br>S de Madagascar, Arabia  | operculado  | psilado y escabro-<br>so con foveolas                                      | 20..6n(2L+18C)   | supero                     |
| Tribu: Nolinaceae<br><i>Nolina</i><br><i>Nasutirion</i><br><i>Saucarnea</i>                    | Familia: Nolinaceae<br><i>Nolina</i><br><i>Nasutirion</i><br>?                | SO de E.U., México<br>SO de E.U., México<br>México (Traub, 1953)   | monosulcado<br>monosulcado<br>mono y disul-<br>cado | microrreticulado<br>semitectado<br>tectado perforado<br>y microrreticulado | 18-19(6L+13C)<br>19(6L+13C)<br>19(6L+13C)<br>19(6L+13C)      | supero<br>supero<br>supero |
| <i>Salicmania</i>  | ?   | México   |   |  | 19(6L+13M)<br>(Chinal et al. 1971)                           | supero                     |



APENDICE 2

Lámina 1. Figs. 1 a 3, *Beaucarnea inermis* (Castillo 146, MEXU). 1 y 2, microrreticulado. 3, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor. Figs. 4 a 6, *B. striata* (Trigos 529, MEXU). 4, terminaciones desiguales, microrreticulado hacia el polo proximal. 5, exina en la zona de la abertura tectada perforada. 6, microrreticulada. Figs. 7 a 9, *Beschorneria yuccoides* (Hernández 4130, MEXU). 7, tétrada tetragonal. 8, exina semitectada, heterobrocada, muros discontinuos. 9, inaperturado, muros y simplibaculado a duplibaculado.

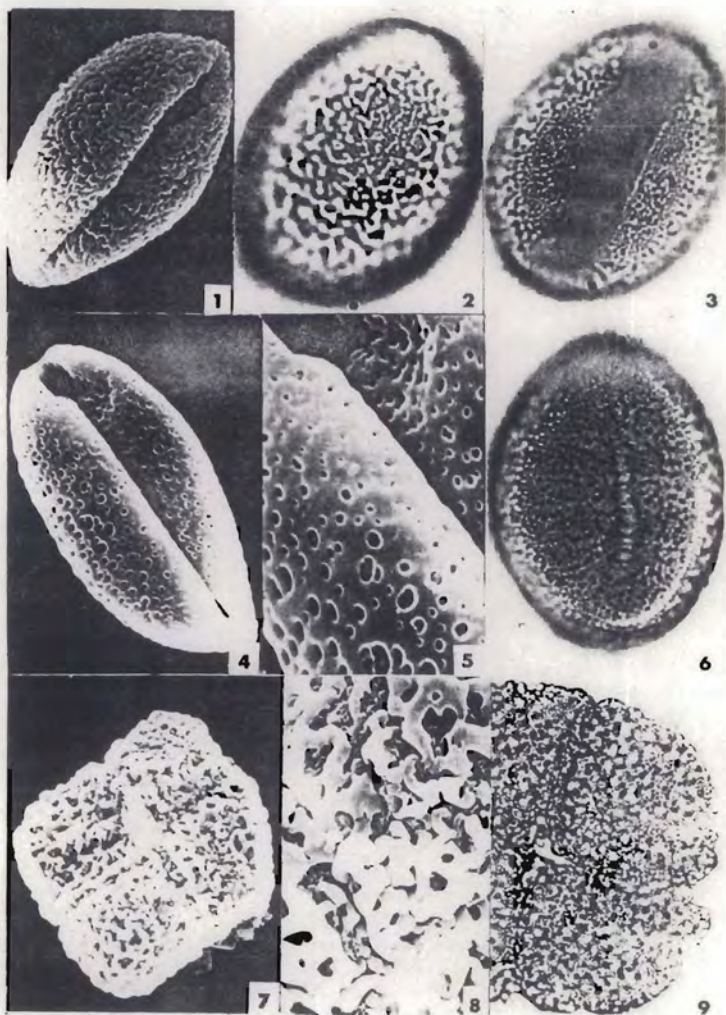


Lámina 2. Figs. 1 a 5, *Dasyilirion acrotriche* (García 328, CHAPA). 1, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor, exina semitectada. 2, exina fosulada en el polo proximal. 3, exina semitectada. 4, simplibaculada a duplibaculada. 5, sección óptica. 6 a 8, *Dasyilirion cedrosanum* (Wendt & Riskin 1674, CHAPA). 6, exina semitectada y simplibaculada a duplibaculada. 7, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor. 8, sección óptica.

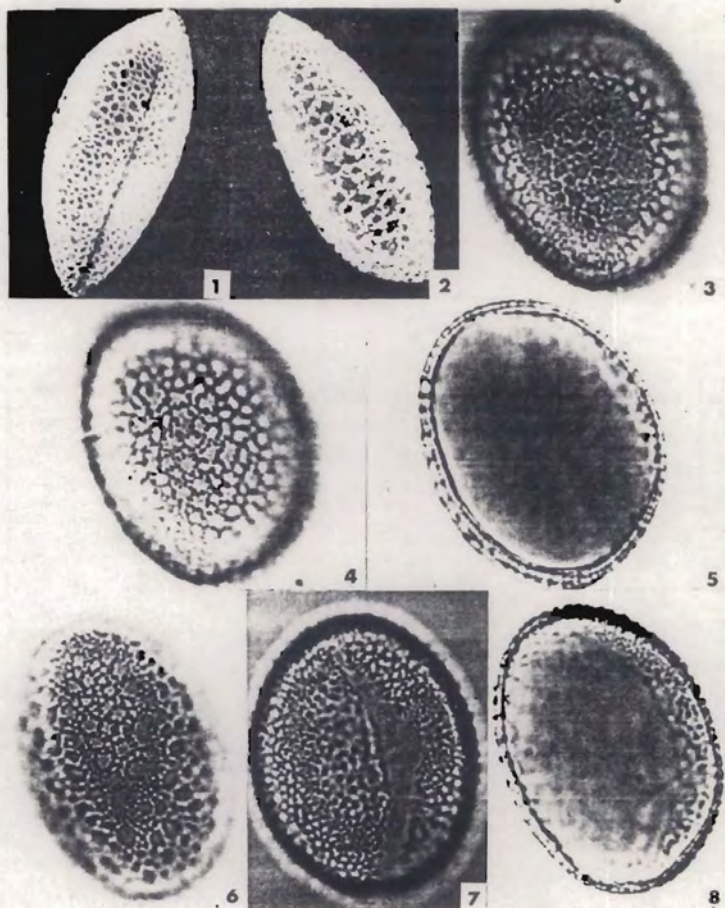


Lámina 3. 1 a 6, *Furcraea bedinghausii* (Matuda 37561, MEXU). 1, téttrada tetragonal, inaperturada. 2, semitectado en el polo distal. 3, exina tectada perforada en la zona de contacto. 4, inaperturada. 5, simplibaculada. 6, acercamiento a una mónada. 7 a 10, *Furcraea guatemalensis* (Molina 26518, ENCB). 7, téttrada, exina semitectada a tectada perforada. 8, sulco con membrana y restos de la nexina. 9, téttrada tetragonal, márgenes del sulco mal definidos, exina de semitectada a tectada perforada. 10, simplibaculada.

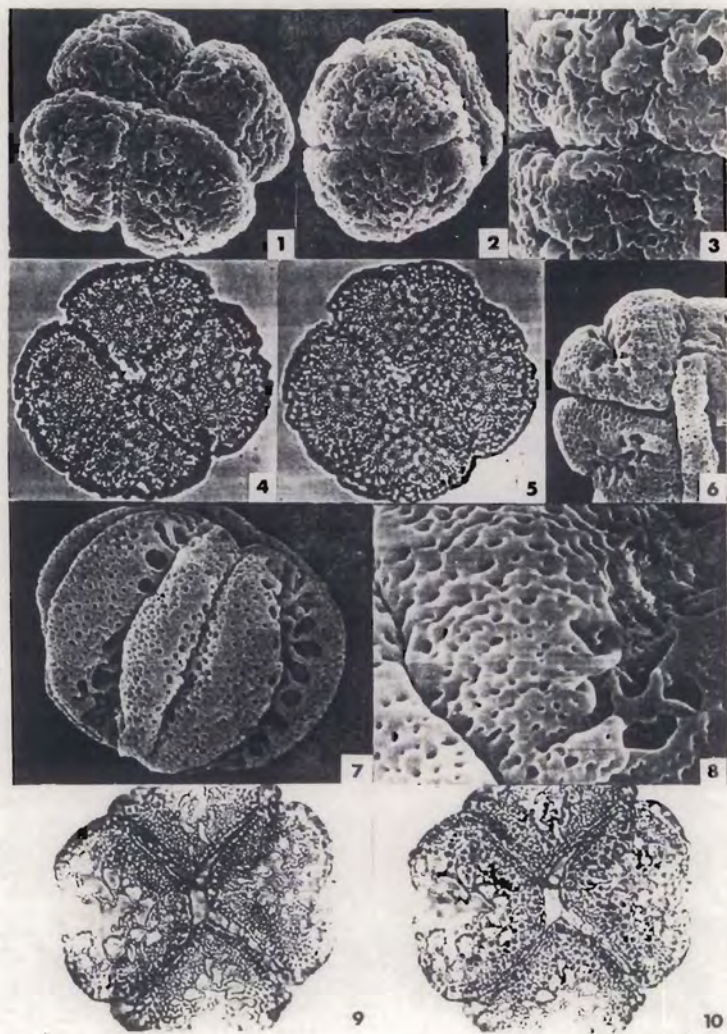
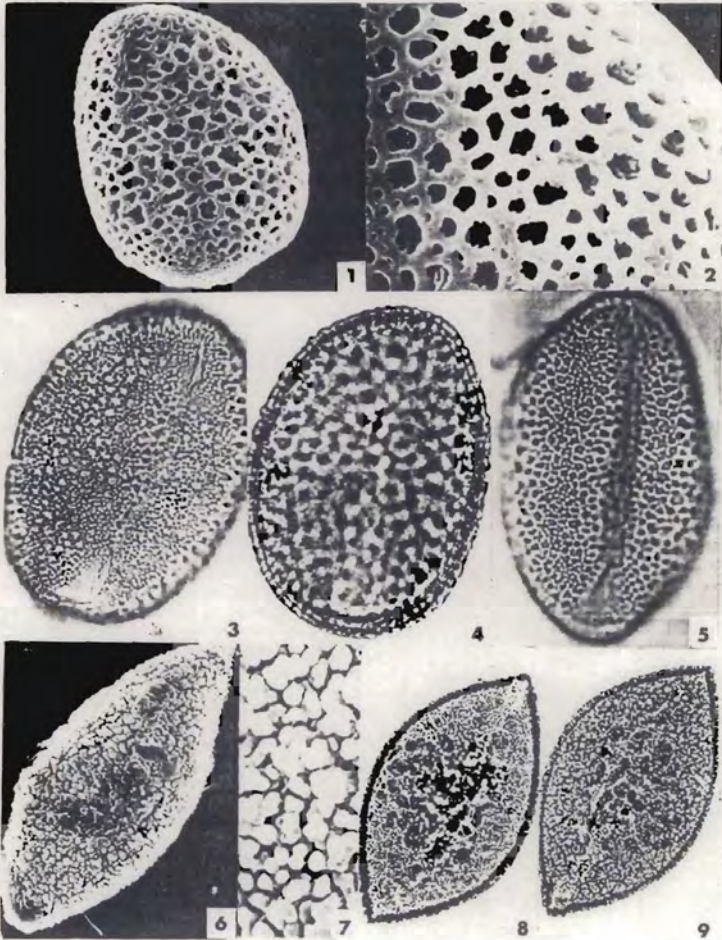


Lámina 4. 1 a 4, *Hesperaloe parviflora* (Matuda 38791, ENCB). 1, exina semitectada. 2, acercamiento. 3, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor, simplibaculada a duplibaculada. 4, sección óptica. 5, *Hesperaloe funifera* (Johnston, Wendt, Chiang 10892, MEXU), sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor. 6 a 9, *Hosta sieboldiana* (Yamazaki 7048, MEXU). 6, exina intectada. 7, verrugada a gemada. 8, monosulcada. 9, sección óptica, exina intectada.



BIBLIOTECA  
CENTRO DE ECOLOGIA





Lamina 5. 1, *Manfreda brachystachya* (Galván 1239, ENCB), exina semitectada, heterobrocada. 2 y 3, *Manfreda brunnea* (Chiang 122298, MEXU). 2, monosulcada, exina semitectada y en la zona de la abertura tectada perforada. 3, multibaculada. 4 a 7, *Manfreda pringlei* (Galván 890, ENCB). 4, exina semitectada. 5, muros amplios. 6, sulco tan largo como el eje ecuatorial mayor. 7, exina semitectada. 8 a 9, *Manfreda singuliflora* (Johnston 8542, MEXU). 8, exina semitectada. 9, acercamiento.

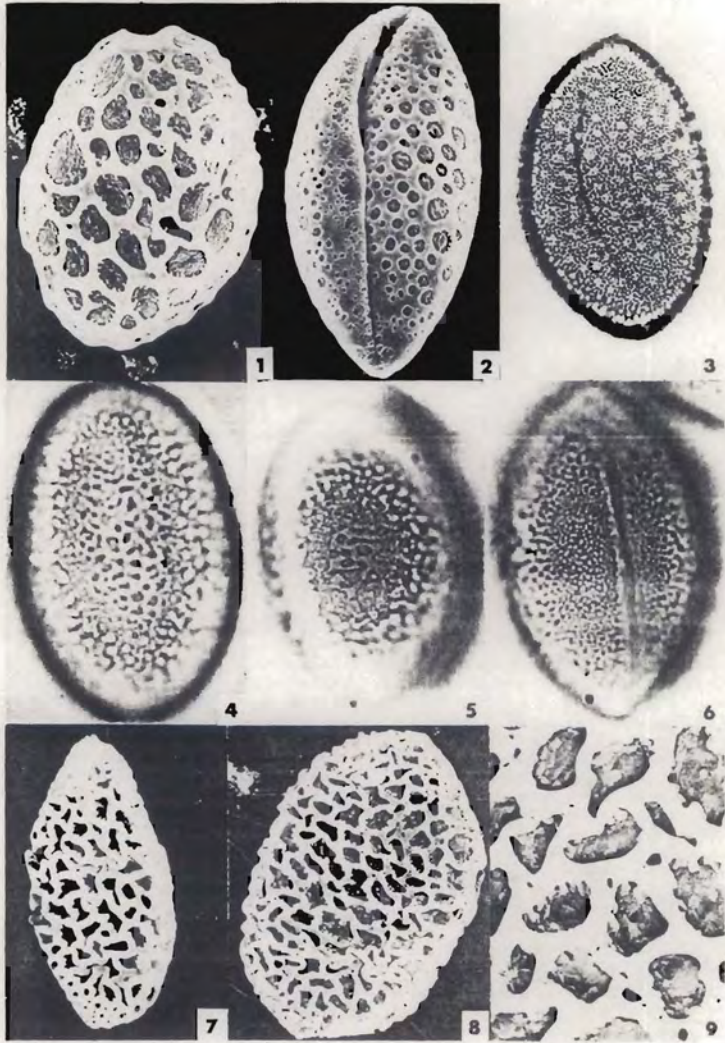


Lámina 6. 1 y 2, *Nolina parviflora* (Ramos 57, MEXU). 1, polo proximal, exina microrreticulada. 2, heterobrocada. 3 a 6, *Phormium tenax* (Koch 7621, MEXU). 3, exina semitectada. 4, tricotomosulcada, tectada perforada en la zona de la abertura, con membrana de la nexina muy ancha. 5, exina semitectada, simplibaculada a duplibaculada. 6, sección óptica 7 y 8, *Yucca torreyi*. 7, ornamentación puntitegilada. 8, sección óptica.

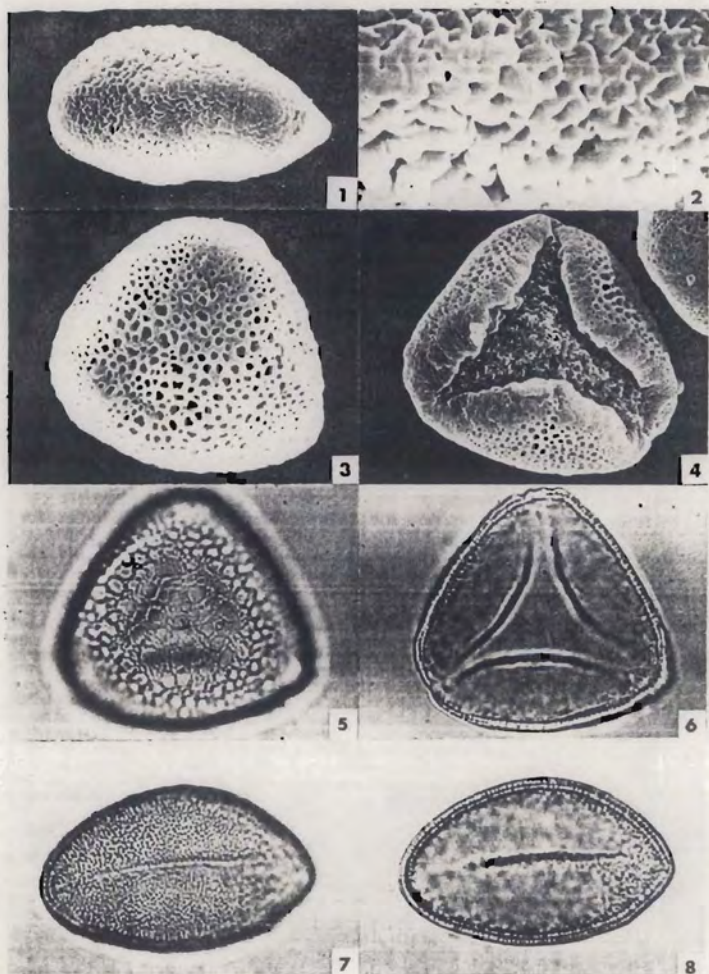
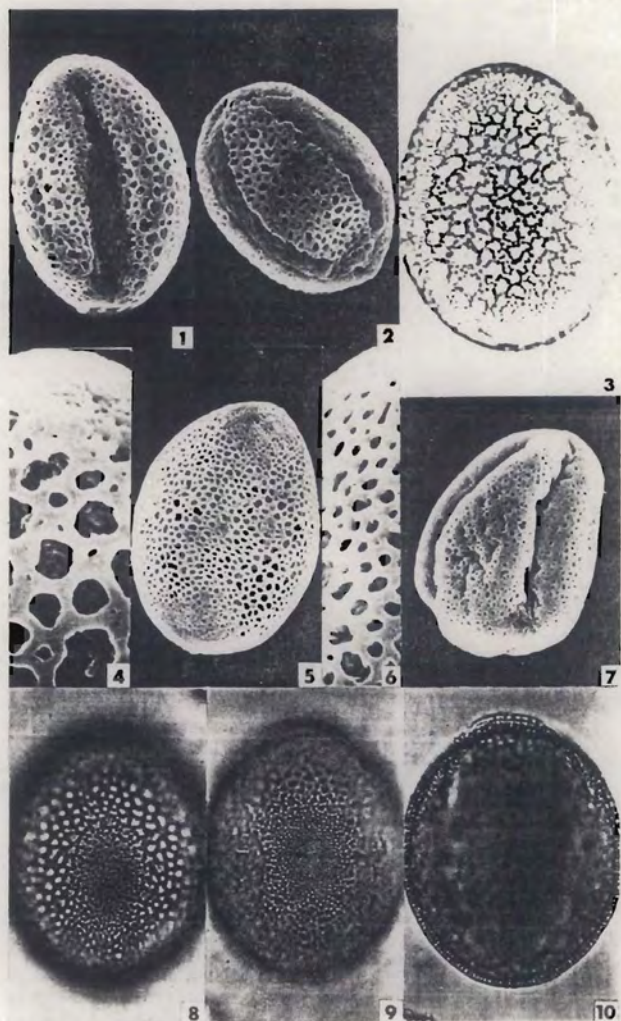
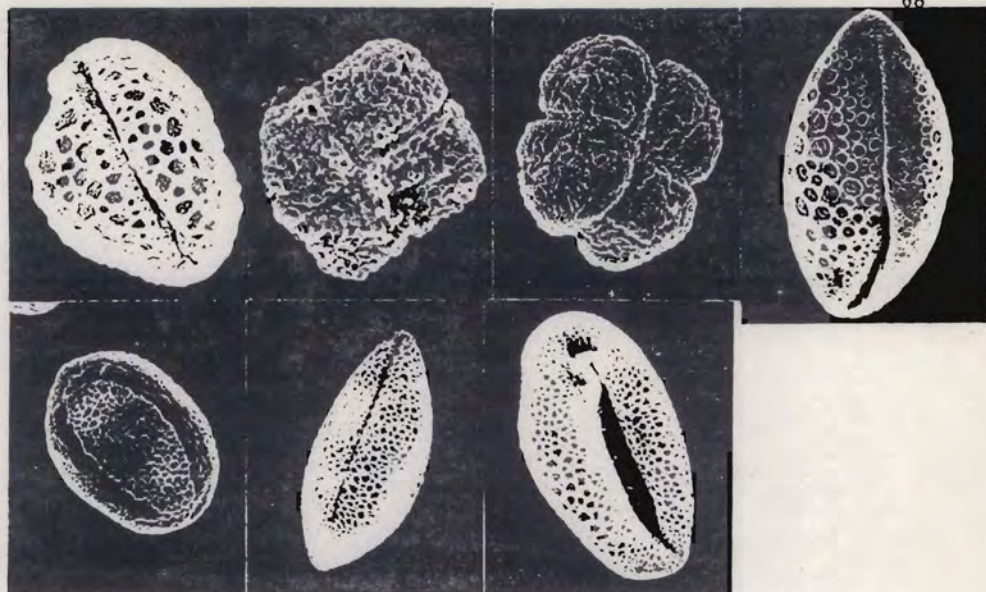


Lámina 7. 1 a 4, *Polianthes geminiflora* (Hernández 4556, MEXU). 1, monosulcada. 2, disulcada con membrana de la nexina en las aberturas. 3, semitectada, simplibaculada. 4, heterobrocada. 5 a 10, *Polianthes pringlei* (Matuda 29250, MEXU). 5, exina semitectada. 6, heterobrocada. 7, disulcada. 8, semitectada. 9, simplibaculada. 10, sección óptica.





A. SEMITECTADO Y PRINCIPALMENTE MONOSULCADO (DISULCADO)

| TRAUB (1953)         | DAHLGREN et al. (1985) | DISTRIBUCION (Willis, 1980) | CARIOTIPO (Gómez-Pompa, 1971) | OVARIO (Traub, 1953) |
|----------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Fam: Agavaceae       | Fam: Agavaceae         |                             |                               |                      |
| Tribu: Yuccaceae     | Subf: Yuccoideae       |                             |                               |                      |
| <u>Hesperaloe</u>    | <u>Hesperaloe</u>      | E.U., México                | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| <u>Yucca</u>         | <u>Yucca</u>           | E.U., México, Antillas      | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| <u>Clistoyucca</u>   |                        | SO de E.U.                  | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| <u>Samuela</u>       |                        | S de E.U., México           | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| Tribu: Poliantheae   | Subf: Agavoideae       |                             |                               |                      |
| <u>Polianthes</u>    | <u>Polianthes</u>      | México                      | 30(5L+25C)                    | ífero                |
| <u>Prochnyanthes</u> | <u>Prochnyanthes</u>   | México                      |                               | ífero                |
| <u>Pseudobravoa</u>  |                        |                             |                               |                      |
| Tribu: Agavoideae    |                        |                             |                               |                      |
| <u>Agave</u>         | <u>Agave</u>           | S de E.U. a Sudamérica      | 30.6n(5L+25C)                 | ífero                |
| <u>Beschorneria</u>  | <u>Beschorneria</u>    | México                      | 30(5L+25C)                    | ífero                |
| <u>Furcraea</u>      | <u>Furcraea</u>        | América tropical            | 30(5L+25C)                    | ífero                |
|                      | <u>Manfreda</u>        | E.U. a El Salvador          | 30(5L+25C)                    | ífero                |
| Tribu: Nolineae      | Fam: Nolinaceae        |                             |                               |                      |
| <u>Nolina</u>        | <u>Nolina</u>          | SO de E.U., México          | 18-19(6L+13C)                 | súpero               |
| <u>Dasyllirion</u>   | <u>Dasyllirion</u>     | SO de E.U., México          | 19(6L+13C)                    | súpero               |
| <u>Beaucarnea</u>    | ?                      | México                      | 19(?L+?C)                     | súpero               |
| <u>Calibanus</u>     | ?                      | México                      | 19(6L+13M)                    | súpero               |





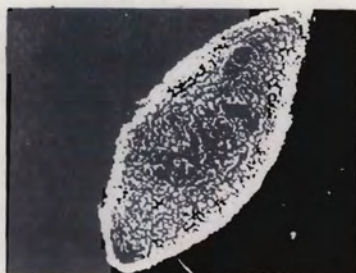
## B. TECTADO-PERFORADO Y MONOSULCADO

| TRAUB (1953)       | DAHLGREN et al. (1985) | DISTRIBUCION (Willis, 1980)                   | CARIOTIPO (Gómez-Pompa, 1971) | OVARIO (Traub, 1953) |
|--------------------|------------------------|---|-------------------------------|----------------------|
| Fam: Agavaceae     | Fam: Agavaceae         |   |                               |                      |
| Tribu: Yuceae      | Subf: Yuccoideae       |   |                               |                      |
| <u>Hesperaloe</u>  | <u>Hesperaloe</u>      | E.U., México                                  | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| <u>Yucca</u>       | <u>Yucca</u>           | E.U., México, Antillas                        | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| <u>Clistoyucca</u> |                        | SO de E.U.                                    | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| <u>Samuela</u>     |                        | S de E.U., México                             | 30(5L+25C)                    | súpero               |
| Tribu: Dracaeneae  | Fam: Dracaenaceae      |   |                               |                      |
| <u>Dracaena</u>    | <u>Dracaena</u>        | Africa subtropical, Asia, N de Australia      | 19.5n(2L+17C)                 | súpero               |
| <u>Sansevieria</u> | <u>Sansevieria</u>     | Africa tropical y del S de Madagascar, Arabia | 20.6n(2L+18C)                 | súpero               |



## C. TECTADO-PERFORADO A MICRORETICULADO Y MONOSULCADO A DISULCADO

|                    |                    |            |               |        |
|--------------------|--------------------|------------|---------------|--------|
| Fam: Agavaceae     | Fam: Nolinaceae    |            |               |        |
| Tribu: Nolineae    | <u>Nolina</u>      | SO de E.U. | 18-19(6L+13C) | súpero |
| <u>Nolina</u>      | <u>Nolina</u>      | SO de E.U. | 19(6L+13C)    | súpero |
| <u>Dasyllirion</u> | <u>Dasyllirion</u> | México     | 19(?L+?C)     | súpero |
| <u>Beaucarnea</u>  | ?                  | México     | 19(6L+13M)    | súpero |
| <u>Calibanus</u>   | ?                  |            |               |        |



## D. INTECTADO VERRUGADO Y MONOSULCADO

|  |                                 |                                |                                     |                         |
|--|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| TRAUB (1953)                                     | DAHLGREN et al.<br>(1985)       | DISTRIBUCION<br>(Willis, 1980) | CARIOTIPO<br>(Gómez-Pompa,<br>1971) | OVARIO<br>(Traub, 1953) |
| Fam: Agavaceae<br>Tribu: Hosteae<br><u>Hosta</u> | Fam: Funkiaceae<br><u>Hosta</u> | Japón, China                   | 30.3n<br>(4L+1M+25C)                | súpero                  |



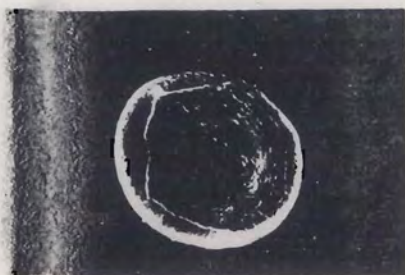
## E. SEMITECTADO A TECTADO-PERFORADO Y TRICOTOMOSULCADO

|   |                                     |               |            |        |
|---|-------------------------------------|---------------|------------|--------|
| Fam: Agavaceae<br>Tribu: Phormieae<br><u>Phormium</u> | Fam: Phormiaceae<br><u>Phormium</u> | Nueva Zelanda | 16(4L+12C) | súpero |
|---|-------------------------------------|---------------|------------|--------|



F. FOSULADO Y MONOSULCADO (SIDO MAS LARGO QUE EL EJE ECUATORIAL MAYOR)

| TRAUB (1953)   | DAHLGREN et al. (1982)                      | DISTRIBUION (Willis, 1980)   | CARIOTIPO (Gómez-Pompa, 1971) | OVARIO (Traub, 1953) |
|--|---|--|-------------------------------|----------------------|
| Fam: Agavaceae<br>Tribu: Dracaeneae<br><u>Cordylinae</u> | Fam: <u>Agavaceae</u>                       |  |                               |                      |
| <u>Cohnia</u>  | <u>Cohnia</u>                               | Indomalasia, Nueva Zelanda, Polinesia, Australia, Africa, Sudamérica | 19.4n(2L+17C)                 | súpero               |
| <u>Dracaena</u>  | Fam: <u>Dracaenaceae</u><br><u>Dracaena</u> | Africa subtropical, Asia, N de Australia                             | 19.5n(2L+17C)                 | súpero               |
| <u>Sansevieria</u>                                       | <u>Sansevieria</u>                          | Africa subtropical y del S de Madagascar, Arabia                     | 20.6n(2L+18C)                 | súpero               |



F. G. PSILADO Y ULCERADO