

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Atlas palinológico de las especies más  
abundantes de la sucesión vegetal en la Zona  
de Influencia de la Ecorregión Lachuá.**

**Mónica Elisa Barrientos Juárez**

**Bióloga**

**Guatemala, Febrero 2006**

# INDICE

	Páginas
1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCION	5
3. ANTECEDENTES	
3.1 Marco Teórico	
3.1.1 El Polen	7
3.1.2 Morfología de los Granos de Polen	
A. Tipo de Grano	7
B. Forma	8
C. Tamaño	9
D. Aberturas	9
E. Simetría y Polaridad	10
F. Exina	10
3.1.3 Técnicas de Estudio del Grano de Polen	
A. Acetólisis	11
B. Montaje del Grano de Polen	12
C. Microscopía	12
3.1.4 Estudios Palinológicos	12
3.1.5 Ubicación Geográfica del Área de Estudio	13
3.1.6 Hidrografía	14
3.1.7 Geología y Fisiografía	15
3.1.8 Clima	16
3.1.9 Vegetación Característica	16
4. JUSTTIFICACIÓN	20
5. OBJETIVOS	22
6. MATERIALES Y MÉTODOS	23
7. RESULTADOS	30
8. DISCUSIÓN	57
9. CONCLUSIONES	60
10. RECOMENDACIONES	61
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
12. ANEXOS	69

## **Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.**

**Mónica Elisa Barrientos Juárez**

**Bióloga**

### **1. RESUMEN**

Se elaboró un Atlas Palinológico de las 30 especies más abundantes de la sucesión vegetal de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, obtenidas del listado de especies del estudio de ecología de la vegetación de Ávila (2004). Las especies estudiadas se seleccionaron por medio de análisis multivariados de agrupamiento jerárquico y de ordenación (correspondencia rectificadas), con un 25% de representatividad para árboles y un 33% para hierbas y arbustos, teniendo como resultado 30 especies que pertenecen a las familias Anacardiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Burseraceae, Cecropiaceae, Combretaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Lacistemiaceae, Liliaceae, Malvaceae, Meliaceae, Piperaceae, Poaceae y Rubiaceae.

En cada especie se observaron características morfológicas de los granos de polen, por medio de la técnica de acetólisis establecida por Erdtman (1952), luego de lo cual se fijaron los granos de polen con glicero-gelatina, para observar sus características cualitativas y cuantitativas al microscopio de luz con un aumento de 1000x y con la ayuda de un ocular micrométrico. Por último se tomaron microfotografías en vista polar y vista ecuatorial de un grano representativo de cada especie.

La observación al microscopio de las características cualitativas y cuantitativas de 10 granos de polen de cada especie vegetal, permitió diferenciar significativamente a cada especie, incluso a especies de la misma familia, lo que al final indicó que los especímenes trabajados se pueden identificar hasta el nivel de especie por medio de la morfología de los granos de polen.

En el Atlas Palinológico se presenta una descripción morfológica de cada grano de polen donde se pueden observar las siguientes características: estructura, escultura y grosor de exina, forma y número de aperturas, medidas de diámetros en vista polar y ecuatorial, así como información botánica: número de muestra, fecha de colecta y registro de herbario del espécimen.

Este Atlas Palinológico cuenta con una clave dicotómica que se basa principalmente en forma y número de aperturas, así como en la escultura, estructura y grosor de la exina, además de tomar en cuenta las características de cada apertura como presencia de costilla, aspis, opérculo, margen y la presencia o ausencia de columnellas en la exina. Se incluye una serie de láminas con microfotografías que complementa la información de la descripción de los granos, para que el lector se familiarice con este trabajo. Como complemento, este trabajo presenta una serie de figuras de las características cuantitativas más importantes de las familias, así como un glosario de los términos técnicos utilizados a lo largo del texto.

Este estudio es un complemento de los estudios de vegetación del Programa de Monitoreo de la Ecorregión Lachuá (PIMEL), siendo la base para posteriores estudios de polinización, lluvia de polen y estudios paleoecológicos en los que se puede determinar la relación entre la dinámica actual y la dinámica del pasado, información que ayudará a comprender los cambios en la vegetación, el clima y la intervención y utilización antropogénica de los recursos naturales del área.

## **2. INTRODUCCION**

La palinología es el estudio morfológico de los granos de polen y esporas de épocas recientes o pasadas. Su área de estudio también incluye organismos o partes de organismos como flagelados, foraminíferos, radiolarios, entre otros, que se encuentran dentro del rango del tamaño del grano de polen y esporas (Bogotá, 2002 y Sáenz, 1978).

Una de las líneas de desarrollo de la palinología es la elaboración de atlas palinológicos, los que contienen fotografías e información detallada sobre las características de los granos de polen de varias especies vegetales de una región, siendo éstos útiles para estudios de vegetación, medicina y apicultura, entre otros (Quiñónez, J. 1992, Graham, A. 1998, Vásquez, M. 2003).

Con respecto a estudios relacionados con la vegetación, la aplicación de los Atlas Palinológicos es amplia en términos de la observación de fenómenos que sucedieron en el pasado, como incendios, deforestaciones o la influencia de la actividad humana en el lugar.

En este estudio se tomaron en cuenta las características morfológicas de los granos de polen de las 30 especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá, ya que éstas pueden representar la dinámica paisajística de la Ecorregión. Con esta información se hicieron descripciones morfológicas, y se elaboró una clave dicotómica, se tomaron microfotografías y se proporcionó material polínico al Laboratorio de Palinología del Museo de Historia Natural de la Escuela de Biología. El material polínico se obtuvo de muestras colectadas recientemente en el campo y de muestras herborizadas de los herbarios BIGU y USCG-CECON. Luego fue tratado con la técnica de acetólisis, establecida por Erdtman (1952), que prepara al grano de polen, para su fijación en láminas permanentes, con glicero-gelatina y parafina.

Este trabajo complementa los estudios de sucesión vegetal en la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá del Componente de Vegetación del Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá (PIMEL) de la Escuela de Biología (García, M. 2,003, Ávila 2,003 y Garnica, R. 2,004).

En base a los resultados del estudio de Ávila (2,003) se seleccionaron las especies más representativas de las ocho clases vegetales establecidas que describen la dinámica del uso del suelo en la Ecorregión. De estas especies se describió la morfología de sus granos de polen y se elaboró un atlas palinológico.

Se espera que este estudio sirva de base para posteriores investigaciones de lluvia polínica del área, para comprender la dinámica actual de la vegetación de la Ecorregión Lachuá, en el sentido de funcionar como una forma de calibración para estudios paleoecológicos, cuyo fin principal es la reconstrucción de paisajes, a modo de comprender las causas y las consecuencias del uso del suelo a largo plazo. Esta información contribuye al fortalecimiento de planes de manejo y conservación existentes en el área.

Aunque en Guatemala se han realizado estudios paleoecológicos desde 1,950´s (Deevey 1957, Quiñónez, J. 1992 y Graham, A. 1998), ninguno se ha basado en un atlas palinológico con el enfoque de sucesión vegetal.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1 MARCO TEORICO**

##### 3.1.1 El Polen

El polen o polvillo fecundante es el nombre que reciben las micrósporas o microgametofitos jóvenes de las plantas con semilla. Estos se encuentran contenidos en los sacos polínicos o microsporangios, donde cada célula madre de las microsporas sufre las dos divisiones sucesivas de la meiosis formando casi siempre cuatro granos de polen (Soltis, P. and Soltis, D. 2004).

El grano de polen o microgametofito joven de dos núcleos, posee una envoltura externa llamada exina o pared celular externa, de mayor grosor con respecto a la intina o capa media compuesta por celulosa y péctidos que rodean el protoplasma. La exina está compuesta de polímeros esporopolínicos resistentes al agua y a algunos químicos, por lo que son de difícil digestión para los animales. Esta capa externa posee aberturas por donde sale el tubo polínico, las cuales reciben un nombre según su forma: colpos (alargada), poros (circular) o colporos (combinadas) (Mauseth, 1998; Raven, et. al. 1999).

##### 3.1.2 Morfología de los Granos de Polen.

Un grano de polen maduro está constituido por tres capas concéntricas (Bogotá, 2002):

1. Una central, que constituye el protoplasto.
2. Una pared celular intermedia o intina.
3. Una pared celular externa denominada exina.

A continuación se presentan cinco características útiles para la descripción morfológica del grano de polen.

#### A. Tipo de Grano

Los granos de polen maduros al salir de las anteras permanecen unidos en formas distintas, otras veces se encuentran solos. Es en base a esto que se clasifican como tipo de grano.

- a. Mónada si los granos de polen maduros al salir de las anteras no permanecen unidos.
- b. Diadas si los granos de polen maduros se encuentran unidos en pares.

c. Tétradas si los granos de polen se encuentran unidos en grupos de cuatro. Estos se subdividen en:

- Tétradas uniplanares si los ejes polares de todos los granos de polen se encuentran en un mismo plano.
- Tétradas multiplanares si los ejes polares de los granos se disponen en diferentes planos (Bogotá, 2002).

#### B. Forma

Erdtman (1952) propone las siguientes formas generales del polen, al basarse en la relación del eje polar (P) y el eje ecuatorial (E) P/E (ver anexo No. 1):

<b>FORMA</b>	<b>Relación P/E</b>
Perprolado	Mayor a 2
Prolado	1.34 –2
Sub-prolado	1.15-1.33
Prolado esferoidal	1.01-1.14
Esferoidal	1
Oblado esferoidal	0.88-0.99
Sub-oblado	0.75-0.87
Oblado	0.50-0.74
Peroblado	Menor a 0.50

Cuadro No. 1. Formas del grano de polen: Se define la forma del grano de polen por la relación del eje polar/eje ecuatorial.

C. Tamaño

El tamaño del grano de polen está definido por las longitudes de sus ejes polar y ecuatorial, en las siguientes medidas según Erdtman (1952):

<b>TAMAÑO</b>	<b>MEDIDAS(micras)</b>
Muy pequeño	Menor a 10
Pequeño	10-25
Mediano	25-50
Grande	50-100
Muy grande	100-200

Cuadro No.2. Tamaño del grano de polen: El grano de polen es clasificado según el rango de medidas de los ejes polar y ecuatorial dadas en micras.

D. Aberturas

Son áreas adelgazadas y especialmente delimitadas de la exina, existen de forma alargada denominándose colpos; o de forma circular, llamadas poros; y cuando se encuentra una combinación de ambas se llaman colporos. Las aberturas cumplen dos funciones: permitir la salida del tubo polínico y posibilitar la expansión hacia el exterior del citoplasma (Faegri & Iversen 1975). Esta característica modifica la apariencia de los granos de polen, dependiendo de su presencia o ausencia, o del tipo de abertura, lo que permite clasificarlos en inaberturados o aberturados, o según el tipo de abertura.

Con respecto a la posición de las aberturas se diferencian dos tipos:

1. Zonoaberturados si las aberturas se localizan en el plano ecuatorial del grano.
2. Periaberturados si las aberturas se distribuyen por toda la superficie del mismo.

Con respecto al número de aberturas un grano de polen puede ser:

1. Monoaberturado
2. Diaberturado
3. Triaberturado

4. Estefanoaberturado, si el grano de polen posee más de cuatro aberturas en un mismo plano (ver anexo No. 2).

Los granos de polen que poseen colpos y colporos alternados, son llamados respectivamente heterocolpados y sincolpados. Se denominan plegados aquéllos en los cuales los colpos llegan hasta los polos sin dejar área polar; y colpados espiralados, a aquéllos en que los surcos discurren en forma de espiral por la superficie del grano. Los anguloaberturados son granos de polen que en vista polar presentan un contorno más o menos angular y tienen aberturas situadas en los vértices del triángulo; sinaberturados son granos en que las aberturas están en los lados; y fosaberturados son aquéllos en los que las aberturas se ubican en las concavidades dejadas entre sí por los lados del triángulo convexo (Bogotá, 2002).

#### E. Simetría y Polaridad

##### *Simetría*

La simetría de un grano de polen es estudiada observándolo en vista polar y ecuatorial, pudiendo ser un grano asimétrico o con simetrías: radial y bilateral.

##### *Polaridad*

Según la polaridad que presente, un grano de polen puede ser:

1. apolar cuando no presenta una polaridad definida,
2. isopolar cuando el plano ecuatorial divide el polen en dos mitades idénticas, y
3. heteropolar cuando el plano ecuatorial divide el polen en dos mitades desiguales.

(Bogotá, 2002)

#### F. Exina

La exina descrita por Faegri & Iversen (1975) consta de dos estratos: endoexina y ectoexina. En esta última se reconocen tres estratos: téctum, columnella y base.

Erdtman (1952) describe dos estratos: sexina y nexina, siendo la primera con estructuras y la segunda sin ellas (ver figura 1) (Bogotá, 2002).

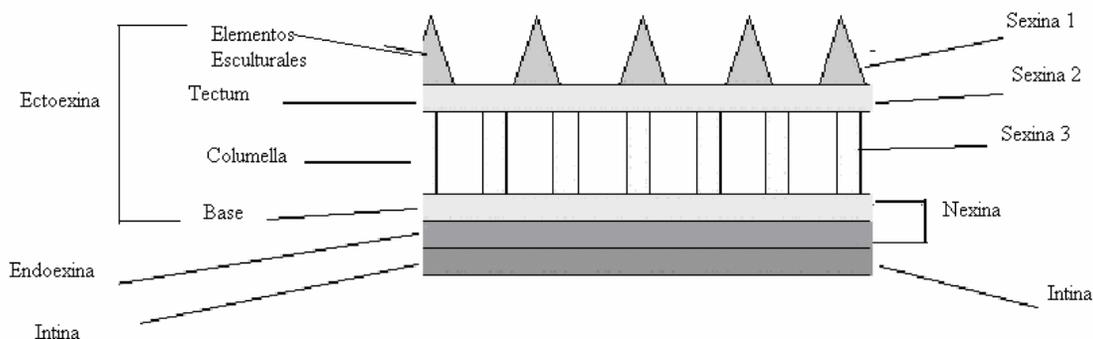


Figura No. 1 Exina: Se observa la estructura y escultura de la exina, así como dos distintas nomenclaturas. Según Erdtman (1952) la exina se compone de sexina y nexina y según Faegri & Iversen (1975) la exina está compuesta por ectoexina y endoexina (W. Punt. Et. Al.)

Algunos granos de polen se clasifican por la presencia de una membrana que recubre la endoexina llamada tectum, clasificado en tres tipos: *tectado*, *semitectado* o *intectado* (Font Quer, 1977).

Según la escultura y ornamentación del tectum, su clasificación es la siguiente: *liso* o *casi liso*; *escabrado*; *verrugado*, *gemado*; *baculado*; *clavado*; *equinado* o *espinado*; *estriado*; *reticulado*; *foveolado*; y *fosulado* (ver anexo No. 3).

### 3.1.3 Técnicas de Estudio del Polen

El grano de polen se puede estudiar con material seco, con ejemplares obtenidos del herbario; o con material fresco colectado directamente en el campo. Actualmente la secuencia más utilizada para la observación y tratamientos de los granos de polen es la que a continuación se describe:

#### A. Acetólisis

Para examinar el material polínico se necesita que esté lo más puro posible. La muestra de polen, ya sea procedente de herbario, fresco o fósil, es acompañada generalmente de restos vegetales como flores y hojas cuyo componente principal es la celulosa, la cual se destruye con una solución de hidróxido de sodio al 10% y una leve maceración.

Luego la muestra es deshidratada con ácido acético glacial, y con una mezcla acetólica al 9:1 (9 ml de anhídrido acético y 1 ml de ácido sulfúrico) son destruidas las proteínas polínicas. La acetólisis es uno de los mejores métodos de laboratorio para purificar las muestras. Esta técnica se detallará más adelante (Bogotá, 2002).

#### B. Montaje del Grano de Polen

La técnica más recomendada para la observación del grano de polen al microscopio es el montaje del polen en glicero-gelatina, por su accesibilidad económica y porque el montaje de los granos de polen es de larga temporalidad.

En esta técnica se coloca una porción de glicero-gelatina en Baño de María para derretirla; una vez derretida la glicero-gelatina se coloca una gota en un portaobjetos limpio sin grasa y se transfiere un poco de muestra con un tubo capilar sin heparina, sobre la gota de glicero gelatina, sellando con parafina y etiquetando la lámina (Sáenz, 1978).

#### C. Microscopía

Una vez montado el grano de polen con glicero-gelatina, se observan los principales caracteres utilizados para la *descripción, forma, tipo, eje ecuatorial y polar; estructura de la exina y aberturas*, mediante microscopía. El microscopio más frecuentemente empleado es el óptico (Sáenz, 1978, Erdtman, 1952).

#### 3.1.4 Estudios Palinológicos

La palabra Palinología fue acuñada por Hyde & Williams en 1945 para designar el estudio morfológico del polen y las esporas, así como su dispersión, preservación y aplicaciones. Las contribuciones de esta ciencia son de gran importancia para la fitotaxonomía, sistemática vegetal, morfología vegetal, fitogenética, medicina, ecología, apicultura, geología, climatología, evolución, arqueología y otras ciencias afines.

Los estudios más antiguos sobre polen datan de mediados del siglo XVI, después de que Robert Hook inicia el desarrollo de la microscopía. Se inician entonces muchos estudios en el campo de la palinomorfología, como los de Fisher (1890), Purkinge Wodehouse (1935), Von Mohl (1935), Erdtman (1952), Ferraz de Oliveira (1961), Van der Hammen & González (1963), Salgado – Laboriau (1973), Murillo (1974, 1978), Faegri e Iversen (1975), Sáenz de Rivas (1978), Hooghiemstra (1984), Salomon (1986), Kuhry (1988), Herrera y Urrego (1996), Jiménez y Ragel (1997) y buena parte de las publicaciones del “Cuaternario de Colombia” para estudios de polen fósil (Velásquez, 1999).

En estudios de alergias se puede mencionar los trabajos realizados por Corral (1938), Naranjo (1958) y Sánchez & Fernández (1966); en el campo de la melitopatología figuran Castaño (1978), Fonnegra (1984), Aguilar & Velásquez (1989) y Aguilar & Velásquez (1992).

En taxonomía sobresalen los estudios de Uribe (1979) en Melastomataceae, Fonnegra (1985) en Myrsinaceae y Aguilar (1998) en Burseraceae (Velásquez, 1999).

En Guatemala se han realizado estudios palinológicos como los de Quiñónez (1992), Vásquez (2003) y Cajas (2003), que han contribuido con el conocimiento de los granos de polen del país; también se han llevado a cabo estudios paleocológicos en la cadena volcánica, en la Sierra de los Cuchumatanes y en las tierras bajas húmedas del norte (Petén) por Brenner, Tsukada y Deevey (1967), Vaugnan, Deber y Garret-Jones (1985), Leyden y Binford (1990), Islebe y Hooghiemstra (1992) y Tsukada, M. (1996).

### 3.1.5 Ubicación Geográfica del área de estudio

La Ecorregión Lachuá se encuentra localizada dentro de las coordenadas 15°46'54", 15°49'16", 15°59'11", 15°57'19" latitud norte y 90°45'14", 90°34'48", 90°29'56", 90°45'26" longitud oeste, y está limitada por los ríos Chixoy e Icbolay y la parte alta de las montañas de La Sultana y el Peyán (Gall, 1981; DIGEBOS, 1995; Monzón, 1999).

Posee una extensión total de 42,000 hectáreas de las cuales 14,500 hectáreas corresponden al Parque Nacional Laguna Lachuá y 27,500 hectáreas corresponden a la Zona de Influencia (Monzón, 1999). (Ver figura 1)

### 3.1.6 Hidrografía

La Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá contiene 14 microcuencas formadas por corrientes hidrográficas y efímeras que drenan principalmente al río Icbolay y el 33% al río Chixoy, por medio de los arroyos Obempacay y Machaca. La Laguna Lachuá, cuya extensión es de 4 Km<sup>2</sup> con un perímetro de 7.4 Km y una profundidad de 200 m, es el cuerpo de agua más grande de la ecorregión, y se encuentra dentro de un área protegida. El río Peyán es el principal afluente de la laguna, el cual surge dentro del parque; y los que la drenan son el río Tzetoc, el río El Altar y el río Lachuá, los cuales a su vez se unen al río Icbolay, y éste al río Chixoy, para terminar en el río Salinas de la cuenca alta del río Usumacinta (Monzón, 1999, Granados, 2001) (ver figura 2).

## Ubicación Sitios de Muestreo

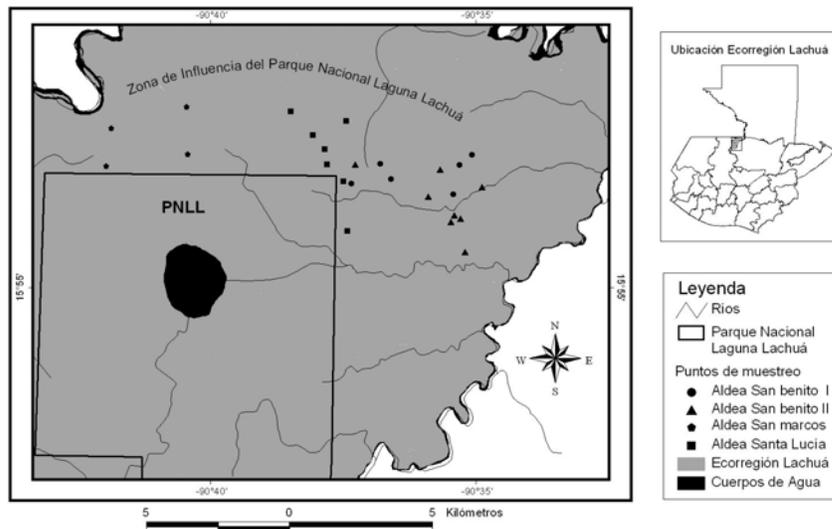


Figura 2: Área de ubicación geográfica e hidrografía de la Ecorregión Lachuá (Duro, J. 2002).

### 3.1.7 Geología y Fisiografía

La Ecorregión Lachuá se encuentra en la región fisiográfica de Tierras Altas Sedimentarias, la que se caracteriza en su mayoría por la presencia de rocas sedimentarias del Terciario Superior y del Cretácico. Posee sedimentos marinos, aluviones recientes, arcillas, areniscas, limonitas, arenas calcáreas y conglomerados pertenecientes a la formación del Caribe. Su origen es un relleno efectuado por los ríos Chixoy e Icbolay, los que transportan materiales carbonatados de la Sierra de Chamá. Ocupa parte de las zonas de vida del Bosque Subtropical muy húmedo (cálido) y el Bosque Pluvial Subtropical con una precipitación anual promedio de 2,000-2,499 mm y una temperatura promedio anual de 25.5-28 °C (Duro, J. 2002). Se encuentra en la llanura aluvial del Río Chixoy, al noroeste de Alta Verapaz, el cual es un río fronterizo con el departamento del Quiché y México (Duro, J., 2002).

Monzón (1999), mediante el análisis geomorfológico, identificó cinco grandes paisajes con base en la estructura del suelo y paisaje (ver cuadro 4)

<b>Región Fisiográfica</b>	<b>Zona de Vida</b>	<b>Gran Paisaje</b>
Tierras Altas Sedimentarias	Bosque Subtropical muy Húmedo Cálido	Colinas
		Llanuras
		Terraza
	Bosque Pluvial Subtropical	Colinas
		Llanuras

Cuadro No. 4 Grandes Paisajes: clasificación del la Zona de Influencia por medio de la estructura del suelo y paisaje según Monzón (1999).

Actualmente la Ecorregión Lachuá según Miranda (1978) es clasificada dentro de la Zona de Vida Selva Alta Siempre Verde, que se caracteriza por poseer una vegetación de árboles con altura media promedio de 25-35 metros entre los cuales se encuentran los siguientes: *Terminalia amazonia* (J. F. Gemll.) Exell. (cansan), *Vochysia guatemalensis* Donn. Smith. (san juan), *Dialium guianense* (Aubl.) Stand. (tamarindo) y *Swietenia macrophylla* G. Ring in Hook (caoba) (Miranda, 1978).

### 3.1.8 Clima

Los datos anuales de precipitación pluvial son de 3,300 mm con una humedad relativa de 91.02% y una temperatura de 25-30 °C. Se han reportado lluvias anuales entre 5,000-6,000 mm y hacia el centro de la zona se estiman lluvias entre 2,000-4,000 mm anuales. La época de lluvias se extiende todo el año siendo los meses de mayor precipitación junio a octubre, extendiéndose únicamente cuatro meses de relativa baja precipitación (época seca) que van de febrero a mayo siendo abril el de menor precipitación pluvial (Monzón, 1999).

### 3.1.9 Vegetación Característica

Ávila (2004) reconoció la variabilidad de ocho clases de vegetación según el uso de la tierra por los pobladores de la comunidad Q'eqchi', en las que se observaron las especies más raras y las más abundantes. Las ocho clases de vegetación se diferencian entre sí por la diversidad florística y por las variables de estructura de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) (ver cuadro 5).

En la Zona de Influencia (ZI) de la Ecorregión Lachuá, se encontró que el grupo de familias más abundantes incluye a Rubiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Fabaceae, Arecaceae, Moraceae y Mimosaceae. La clase vegetal que más cantidad de especies presentó fue "Bosque" con 70 géneros, de los cuales 12 son propios de esta clase y el resto los comparte al menos en una ocasión con otra clase vegetal, que la mayoría de las veces es "Bosque con cardamomo" y en menor frecuencia con "Guamil III". La clase vegetal "Bosque con cardamomo" presentó 58

géneros, la segunda clase con mayor diversidad florística. Las clases vegetales que reportaron valores bajos de diversidad florística fueron "Potrero" y "Cultivo" debido a su alto grado de intervención humana.

En la secuencia de clases vegetales desde "Guamil I", "Guamil II", "Guamil III", "Bosque con cardamomo" hasta "Bosque" se observó un patrón de sucesión vegetal. El ejemplo más claro con respecto a esto se observó con el género *Cecropia* sp. el cual es utilizado por los pobladores para reconocer qué zona ha sufrido intervención humana, pues sólo crece en vegetación secundaria y su aumento relativo en número y en caracteres estructurales indica la edad y la clase vegetal en la que encuentra. Este género se encuentra en un mayor número de individuos en la clase de "Guamil III" y de menor número en "Bosque", siendo evidente la sucesión vegetal de la zona (Ávila 2004). A continuación se describen las ocho clases vegetales descritas por Ávila (2004) con las especies más abundantes de cada clase vegetal.

BOSQUE: Domina el estrato arbóreo, escaso sotobosque y árboles con crecimiento secundario, DAP 17.9 cm. Con especies como *Anthurium aemulum*. Schott., *Calathea microcephala* (Poeep. & Endl.), *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith in A. C. Smith, *Dracaena americana* L., *Inga* sp., *Orbignya cohume* (Mart.) Dahlgren, *Philodendron* sp., *Piper psilorhachis* C. DC., *Tropis racemosa* (L.) Urban, Symb. Antill, *Lonchocarpus* sp., *Asplenium* sp., *Lacistema aggregatum* (Berg.) Rusby, *Desmoncus ferox* Bartlett. y liun blanco.

BOSQUE CON CARDAMOMO: Árboles gruesos y altos que brindan sombra a las plantaciones de cardamomo. Sotobosque generalmente ausente con un DAP 26.5 cm.

Las especies comunes son *Acacia* sp., *Asplenium* sp., *Costus* sp., *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith in A. C. Smith., *Elephantopus* sp., *Elettaria cardamomun* (L.) Maton, *Hyptis* sp., *Orbignya cohume* (Mart.) Dahlgren, *Sauraria* sp., *Viola koschnyi* Warb., *Vismia camparaguey* Sprague & Riley, *Zuelania guidonia* (Swartz) Brittem. Millon. Brichma. y pompté.

GUAMIL I (0-2.9 años): Incluye milpa luego de la cosecha. Presenta hierbas y algunos arbustos con alturas entre 0.1-3 metros y DAP 2.3 cm. Las especies más comunes son *Blepharidium guatemalense* Standl., *Coelorachis ramosa* (Fourn.) Nash, *Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz., *Dalbergia glabra* (Mill.) Standl. Field. Mus., *Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth, *Euphorbia* sp., *Heliconia* sp., *Lasiacis divaricata* var. *divaricata* L., *Panicum pilosum* Swartz., *Paspalum conjugatum* Bergius, *Rynchospora cephalotes* (L.) Vahl, *Sida rhombifolia* L., *Solanum* sp., *Spermacoce* sp., chispa y navajuelón.

GUAMIL II (3-5.9 años): Árboles delgados, arbustos de 1-6 metros de altura DAP 4.8 cm. *Brachiaria decumbens* (Stapf), *Coelorachis ramosa* (Fourn.) Nash, *Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz., *Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth, *Paspalum* sp., *Rynchospora cephalotes* (L.) Vahl, *Scleria melaleuca* Reichb. ex Schldl, *Cecropia* sp., *Cyperus* sp., *Piper* sp., *Wedelia trilobata*, chispa y hoja tímida.

GUAMIL III (6-15 años): Dominancia de árboles y arbustos con altura mayor a los 7 metros. Árboles con diámetros bajos, pocas herbáceas pioneras con DAP 10.9 cm. Las especies más comunes son *Vochysia hondurensis* Standl., *Solum umbellatum* Mille. Gard. Dicted., *Rynchospora cephalotes* (L.), *Paspalum lentiginosum* J.S. Presl., *Luehea* sp., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Cecropia* sp., *Costus* sp., *Schizolobium parahybum* (Vell.) Blake, mahagua y Qaa ché.

CULTIVO: Complejo de cultivos maíz, frijol, ayote y con menor frecuencia chile, arroz, sandía. Ausencia de árboles, escasos o ningún arbusto, presencia de herbáceas pioneras, DAP 1.9 cm. Las especies más comunes son *Coelorachis ramosa* (Fourn.) Nash, *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop, *Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth, *Phaseolus vulgaris* L., *Manisuris ramosa* (Fourn) Hitchc. Proc. Biol. Soc. Waschingon, *Paspalum conjugatum* Bergius, *Paspalum lentiginosum* J.S. Presl, *Spermacoce* sp., *Zea mayz* L., *Scleria melaleuca* Reichb. ex Schldl, chispa y frijol blanco.

POTRERO: Con o sin presencia de árboles, palmas y algunos arbustos pequeños. Predominan las gramíneas, DAP 12.9 cm.

Las especies más comunes son *Spermacoce* sp., *Siparuna nicaraguensis* Hemsl., *Sida rhombifolia* L., *Scleria melaleuca* Reichb. ex Schldl., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop, *Rynchospora cephalotes* (L.), *Paspalum conjugatum* Bergius, *Panicum pilosum* Swartz, *Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz, *Brachiaria decumbens* (Stapf), *Coelorachis ramosa* (Fourn.) Nash, *Blepharidium guatemalense* Standl., *Bulbostylis* sp. y san martin.

POTRERO CON GUAMIL: Potrero con al menos un año de abandono. Presencia de herbáceas y algunos arbustos altos, DAP 4.6 cm. Las especies más comunes son *Tetramerium nervosum* Ness in Benth., *Vismia camparaguey* Sprague & Riley, *Sida rhombifolia* L., *Scleria melaleuca* Reichb. ex Schldl., *Rynchospora cephalotes* (L.), *Paspalum conjugatum* Bergius, *Paspalum lentiginosum* J.S. Presl., *Lasiacis divaricata* var. *divaricata* L., *Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth, *Fimbristylis dichotoma* (L.) Xahl., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop, *Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz, *Coelorachis ramosa* (Fourn.) Nash, *Blepharidium guatemalense* Standl., *Ageratum* sp. y chispa.

## **4. JUSTIFICACIÓN**

La dinámica de la vegetación que actualmente observamos, es el resultado de la interacción de factores físicos y biológicos a través del tiempo. En este sentido, la lluvia de polen puede ser utilizada como evidencia de dicha dinámica, determinando, por ejemplo, si una especie es endógena o exógena de una clase vegetal. También puede compararse el espectro de lluvia polínica de una especie con respecto a su abundancia.

La producción de polen es una de las estrategias que aseguran la reproducción y supervivencia de las plantas con semilla. Algunas especies vegetales han desarrollado estrategias para mayor efectividad y ahorro de energía en el momento de la reproducción, respuesta que surge de la interacción con sus agentes polinizadores. Se puede observar que existen especies que producen grandes cantidades de material polínico, otras, en cambio, han establecido interacciones específicas con insectos, aves o mamíferos, disminuyendo así la cantidad de granos de polen que producen, sin perder su efectividad reproductiva. La estructura de los granos de polen es resultado directo de la adaptación a los agentes polinizadores. De esta manera el grano de polen se convierte en una estructura específica para cada especie, pudiendo ser utilizada en la identificación taxonómica hasta especie.

En un mosaico de hábitats definidos por el uso antropogénico de la tierra, como en la Ecorregión Lachuá, donde Ávila (2003) clasificó el paisaje vegetal de la Zona de Influencia en ocho clases vegetales, se representa la dinámica de uso del paisaje actual, desde la transformación del bosque a diferentes usos agropecuarios hasta la regeneración del bosque en diversas fases. Este trabajo de tesis es un complemento para el plan de estudios de vegetación del Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá (PIMEL).

El estudio se realizó en el área de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá, debido al fácil acceso a una base de datos ya establecida por Ávila (2004).

Además se aprovechó la información sobre los patrones en la dinámica de la vegetación (Ávila 2,003, García, M. 2,003, y Garnica, R. 2,004), resultado interesante la realización del primer atlas de la región con énfasis en sucesión vegetal. Este atlas es necesario para llevar a cabo estudios de palinología relacionados con paleoecología, medicina, apicultura u otras ciencias en la Ecorregión Lachuá.

El atlas palinológico no sólo nos provee de información básica sobre la estructura y características de los granos de polen, sino además nos permite la identificación de especies vegetales por medio de éstos. También se constituye en una herramienta útil para la realización de posteriores estudios de lluvia de polen, que permitan relacionar la cantidad de granos de polen con el número de individuos de una especie en una clase vegetal, y conocer el área de influencia de la lluvia polínica en la actualidad, lo cual será de mucha utilidad cuando se analice y compare la dinámica del paisaje actual con la dinámica del paisaje del pasado por medio de estudios paleoecológicos. Así será posible identificar las especies vegetales que existieron. Con esto se tendrá una idea del manejo o presiones que tuvo la Ecorregión en determinada época.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General**

1. Elaborar un atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.
2. Contribuir con material polínico para la implementación del Laboratorio de Palinología del Museo de Historia Natural de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

### **5.2 Específicos**

1. Seleccionar especies representativas de las fases de la sucesión vegetal de la Ecorregión Lachuá.
2. Describir las características morfológicas de los granos de polen de cada especie representativa de las distintas fases de la sucesión vegetal.
3. Elaborar una clave dicotómica de los granos de polen de las especies seleccionadas.

## **6. MATERIALES Y METODOS**

### 6.1.1 Recursos Institucionales

- Herbario BIGU de la Escuela de Biología y USCG del CECON.
- Laboratorio de Palinología del Museo Nacional de Historia Natural, Escuela de Biología.
- Laboratorio de Físicoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Atlas Palinológicos del Programa para la Conservación y Manejo del Paisaje en Guatemala.

### 6.1.2 Equipo

- Microscopio Leitz y Jaeger
- Microscopio con cámara incorporada Olympus
- Estereoscopio
- Cámara digital Sony
- Baño de María
- Vortex
- Campana de extracción de gases
- Centrífuga
- Estufa de calentamiento
- Horno
- Agujas de disección
- Bulbo de succión
- Gradillas
- Mallas metálicas con poros de 200  $\mu$
- Pinzas de punta fina
- Pinzas para tubo de ensayo

### 6.1.3 Cristalería

- Portaobjetos
- Beaker de 10, 50, 100 y 200 ml
- Cubreobjetos
- Embudos de vidrio
- Morteros de porcelana
- Pipetas de 5 y 10 ml
- Probeta de 15 y 100 ml
- Tubos de ensayo de polipropileno de 15 ml
- Tubos capilares sin heparina
- Varillas de vidrio de 1x12 Coactemalan.
- Tubos Ependorf
- Vidrio de reloj

### 6.1.4 Reactivos

- Aceite de inmersión
- Ácido acético glacial
- Ácido sulfúrico concentrado
- Agua destilada
- Alcohol absoluto al 96%
- Anhídrido acético
- Gelatina glicerinada
- Glicerina bidestilada
- Hidróxido de sodio 10%
- Parafina

#### 6.1.5 Equipo de Seguridad

- Bata de laboratorio
- Careta de seguridad
- Guantes plásticos
- Lentes de seguridad

#### 6.1.6 Recursos Humanos

- Dr. Juan Carlos Berrio Mogollón (Asesor de Palinología)
- M.Sc. Carlos Enrique Avendaño Mendoza (Asesor Tesis)
- Licda. Roselvira Barillas de Klee (Revisora Tesis)
- Mónica Elisa Barrientos Juárez (Investigadora)

### 6.2 Procedimiento

#### 6.2.1 Diseño Experimental

La selección de especies vegetales para el atlas palinológico se realizó a través del análisis de la distribución y abundancia en las ocho clases de vegetación identificadas por Ávila (2004) en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Se identificaron 30 especies representativas de cada una de las ocho clases de vegetación por medio de las técnicas multivariadas de análisis de Agrupamiento Jerárquico (AAJ) y el Análisis de Correspondencia rectificado (DCA), con un criterio del 25% de representatividad en cada clase para árboles y 33% de representatividad en cada clase para hierbas y arbustos, excluyendo los especímenes no identificados hasta especie (Jongman y Van Tongeren, 2001) (ver anexo 5).

A los granos de polen de las 30 especies seleccionadas se les realizó un análisis de medidas de tendencia central y de dispersión, con medias y desviaciones estándar, respectivamente. Este análisis contribuyó a establecer un rango de medidas para la descripción de los granos de polen (Daniel, W. 1999), el cual es esencial para diferenciar morfométricamente los granos de polen (Bogotá y Parra, 2002).

También se realizó un análisis de variabilidad de desviación estándar ( $\pm 1$ ) con barras de error, observando así las diferencias de las características cuantitativas más significativas de los granos de polen (ver anexos 7-16).

### 6.3 Métodos

#### 6.3.1 Colecta de anteras y botones florales

Luego de obtener el listado de las especies representativas de las ocho clases de vegetación mencionadas anteriormente, se colectaron anteras en fresco de algunas de ellas en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Se tomaron además anteras de especímenes herborizados en el Herbario de la Escuela de Biología (BIGU) y el Herbario USCG del CECON de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, procedentes de la misma Ecorregión. De algunas especies no se pudo obtener anteras de especímenes de esa región. Se recurrió entonces a especies herborizadas de Petén. Cada muestra se colocó en un sobre papel bond debidamente sellado, anotando el nombre de la especie, registro de herbario, nombre del herbario, colector, fecha y lugar de colecta. A cada muestra se le realizó la técnica de acetólisis establecida por Erdtman (1952), seguido de un montaje de láminas permanentes en gelatina glicerizada sellada con parafina. Se observó al microscopio la morfología de los granos de polen para realizar las descripciones correspondientes. Se le tomaron microfotografías a un grano de polen representante de cada especie se le tomaron microfotografías.

#### 6.3.2 Preparación del Material Polínico

Se utilizó la técnica de acetólisis establecida por Erdtman (1952), la cual cuenta con los siguientes pasos:

1. En morteros limpios y secos se depositaron los botones florales o anteras a los cuales se les adicionó una solución de KOH al 10% hasta cubrir la muestra. Esta muestra se maceró con varillas de vidrio.
2. La muestra se trasvasó a un tubo de ensayo y se calentó suavemente a 30-40°C en Baño de María, agitando la muestra a menudo, durante un máximo de 10 minutos.

3. La muestra se filtró en un colador (malla de 300  $\mu$ ). Se recogió la solución filtrada y se trasvasó a un nuevo tubo de ensayo.
4. La muestra se centrifugó durante cinco minutos a 5000 r.p.m. y se descartó el sobrenadante.
5. Luego se agregó agua destilada al tubo de ensayo y se agitó en el vortex, centrifugando durante 5 minutos a 5000 r.p.m. nuevamente y se descartó el sobrenadante.
6. El paso 5 se repitió tres veces.
7. Al tubo con muestra se le adicionaron 3 ml de ácido acético glacial, luego se centrifugó durante 5 minutos a la misma velocidad, y se descartó el sobrenadante.
8. Una vez deshidratada la muestra se le agregaron 7 ml de mezcla acetólica (anhídrido acético y ácido sulfúrico concentrado en porción de 9:1, que se preparó previamente).
9. El tubo con la muestra se calentó en Baño de María a una temperatura de 80°C durante un periodo de 5-10 minutos y se agitó la muestra periódicamente.
10. Cuando el tubo de la muestra alcanzó nuevamente la temperatura ambiente, se centrifugó a 5000 r.p.m. durante 5 minutos.
11. Se descartó el sobrenadante y se adicionó 3 ml de alcohol etílico, agitando el tubo y luego se centrifugó durante 5 minutos.
12. Se descartó el sobrenadante y se adicionó 1 ml de alcohol etílico. Se trasvasó la muestra agitada previamente a un tubo de Ependorf.
13. El vial se introdujo en un tubo nodriza para ser centrifugado durante 5 minutos a la misma velocidad.
14. El sobrenadante se descartó y se agregaron dos gotas de glicerina.
15. Los tubos abiertos se llevaron al horno a una temperatura de 40°C durante 12 horas.
16. Los tubos se cerraron, se rotularon y se guardaron para el uso en microscopía (Erdtman, 1952).

### 6.3.3 Montaje del Polen

La técnica que se empleó para la observación del grano de polen al microscopio (la cual es la más recomendada (Sáenz,1978, Erdtman, 1952) es el montaje del polen en glicero-gelatina, la cual se detalla a continuación:

1. Se derritió la glicero-gelatina en el portaobjetos colocándolo en una estufa o pasándolo varias veces por un mechero.
2. Se tomó una gota de muestra con un tubo capilar sin heparina y se colocó sobre la glicero-gelatina derretida.
3. A continuación se calentó suavemente y se colocó parafina derretida alrededor de la muestra con glicero-gelatina.
4. Seguidamente se colocó el cubreobjetos sellando la muestra con parafina para que la preparación sea utilizable indefinidamente.

### 6.3.4 Microscopía óptica

Luego de elaborar las láminas fijas de las muestras de polen, se observaron al microscopio óptico con aumento de 1000X, con un ocular micrométrico para la toma de medidas y observación de los caracteres estandarizados por el Laboratorio de Palinología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ver anexo 4) (Sáenz,1978).

### 6.3.5 Clave Dicotómica

Con la información obtenida, se elaboró una clave dicotómica de los granos de polen de las especies observadas, basada en las características morfológicas significativas: forma y número de aperturas, escultura, estructura y grosor de la exina, presencia o ausencia de columnellas, opérculo, margen y costilla.

La clave dicotómica se realizó en base a otras claves dicotómicas de atlas palinológicos como las de Ludlow-Wiechers y Villanueva (1991), Diego-Pérez y Márquez-Guzmán (1991, 1992, 1993), Palacios, Ludlow-Wiechers, Hoghiemstra (1998,1997) y Velásquez (1999).

#### 6.3.6 Microfotografías

A un grano de polen representante de cada una de las 30 especies seleccionadas se le realizó una sesión fotográfica por medio de un microscopio con cámara incorporada en un aumento de 1000x, obteniendo un total de cuatro fotografías, dos en vista polar y dos en vista ecuatorial.

#### 6.3.7 Almacenaje de láminas

Las láminas fijas de los granos de polen, debidamente identificadas, se colocaron en una caja de plástico y se donaron al Laboratorio de Palinología del Museo de Historia Natural, de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

## 7. RESULTADOS

A partir del análisis de Agrupamiento Jerárquico y el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA), con un criterio del 25% de representatividad en cada clase para árboles y 33% de representatividad en cada clase para hierbas y arbustos, se seleccionaron 30 especies representativas de la sucesión vegetal de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá (ver anexo 5).

En el trabajo de Ávila, (Ávila, 2004) se menciona a *Solanum* sp. Como una especie. Sin embargo, al coleccionar las anteras de las muestras herborizadas en el herbario de USBG-CECON se encontró que habían dos especies correspondientes al género. Se tomó en cuenta la especie de *Solanum rugosum* Dunal in D.C., porque fue la especie que tenía inflorescencias.

La especie *Phaseolus vulgaris* L. se tomó en cuenta en este estudio por ser el segundo cultivo más importante para la comunidad Q'eqchi' (Hernández, 2004), además de encontrarse en floración en el período de colecta.

Debido a diferentes factores tales como la falta de equipo de colecta para especímenes arbóreos, así como el que ciertas especies no se encontraron con partes reproductivas en los herbarios, o las fechas de colecta no coincidieron con la época de floración de las especies, las muestras de anteras de *Spondias bombin* L. (Joba), *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exll., *Swietenia macrophylla* Ring., y *Ampelocera hottlei* Standl., fueron tomadas de especímenes pertenecientes a la región de Petén.

Lo anterior se realizó, ya que según Berrío (2005) los granos de polen tienen caracteres morfológicos muy estables por lo que no importa la región en que se coleccionen, siempre y cuando las regiones compartan el mismo origen geológico.

De la especie *Elettaria cardamomum* (L.) Maton, que es representante de la clase Bosque con Cardamomo, no fue posible obtener la información morfológica de los granos de polen, ya que éstos son poco resistentes a los ácidos en el proceso de acetólisis.

A continuación se presentan las descripciones de los granos de polen, una clave dicotómica y una serie de láminas con microfotografías de las 30 especies más abundantes de la sucesión vegetal de la Ecorregión Lachuá.

### **7.1 Descripciones de los granos de polen**

Los granos de polen fueron observados para la descripción morfológica en aumento de 1000x en microscopio de luz. Las medidas de los granos de polen se realizaron con la ayuda de un ocular micrométrico. Las características que se observaron en los distintos granos de polen fueron tipo de grano, diámetro en vista polar y ecuatorial, polaridad, simetría, forma y tamaño de apertura, estructura, escultura y grosor de la exina.

Se recopiló información botánica adicional de cada especie como hábito, tipo de vegetación y época de floración (anexo 6). También se obtuvieron datos del lugar donde se encontró el espécimen, como localidad y altitud. Además se adjuntó el número de registro de herbario, fecha de colección y colector. Algunos especímenes no tenían la información botánica completa debido a que se encuentran en proceso de ingreso al herbario.

La descripción de los granos de polen se agrupó de acuerdo a las familias correspondientes, en las clases de plantas con flores propuestas por Cronquist (1981): **Magnoliopsida** y **Liliopsida**.

A continuación se presentan las características morfológicas de los granos de polen que representan a las siguientes familias.

**Familia Arecaceae:** posee granos de polen monosulcados. Estos granos de polen son de gran tamaño en comparación con los de granos de polen las otras familias de Liliopsida observadas en este estudio.

**Familia Cyperaceae:** los granos de polen que posee esta familia son pseudoaperturados o casi sin apertura visible.

**Familia Poaceae:** esta familia es muy fácil de reconocer debido a que sus granos son los únicos que presentan apertura monoporada (un solo poro). La escultura exínica varía de escabrada, que es la más común, a psilada.

**Familia Asteraceae:** posee granos de polen tricolporados (tres colporos) con escultura exínica equinada. Lozano, M. y Hernández, E. (1990), Ludlow-Wiechers, B., Diego-Pérez, N. y Márquez, J. H. (1991), Herrera, L. Urrego, E. (1996), Palacios, R., Ludlow-Wiechers, B. y Villanueva, R. 1991 Velásquez, C. (1999).

**Familia Cecropiaceae:** en esta familia los granos de polen son diporados (dos poros, protuidos), por lo que da la impresión de que un grano de polen tiene dos orejas. Además, son granos muy pequeños (diámetro en vista polar 8.7 micras) al igual que los granos de la familia Piperaceae (diámetro en vista polar 10.2-11.9micras) en comparación con las otras especies de Magnoliopsida (rango diámetro en vista polar 14.5-99.4 micras).

**Familia Malvaceae:** los granos de esta familia poseen aperturas periporadas (poros en todo el grano), con una escultura exínica equinada. Lozano, M. y Hernández, E. (1990), Ludlow-Wiechers, B., Diego-Pérez, N. y Márquez, J. H. (1991), Herrera, L. y Urrego, E. (1996), Palacios, R., Ludlow-Wiechers, B. y Villanueva, R. (1991), Velásquez, C. (1999).

**Familia Meliaceae:** esta familia se caracteriza por poseer granos de polen tetracolporados (cuatro colporos). Lozano, M. y Hernández, E. (1990), Ludlow-Wiechers, B., Diego-Pérez, N. y Márquez, J. H. (1991), Herrera, L. y Urrego, E. (1996), Palacios, R., Ludlow-Wiechers, B. y Villanueva, R. (1991), Velásquez, C. (1999).

**Familia Piperaceae:** presenta granos de polen monosulcados pero de menor tamaño (diámetro vista polar 10.2-11.9) comparado con el tamaño de los granos monosulcados de la familia Arecaceae (diámetro en vista polar 35.1-58.7). sin embargo son un poco más grandes que los granos de la familia Cecropiaceae (diámetro vista polar 8.7).

**Familia Rubiaceae:** los granos de las tres especies observadas dentro de esta familia presentaron la característica de ser tricolporados (tres colporos), con una escultura exínica reticulada.

## LILIOPSIDA

### Familia ARECACEAE

*Desmoncus ferox* Bartlett.  
(Figura 1)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: elíptico, diámetro de  $35.1 \mu \pm 3.51$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: monosulcado/tricotomosulcado.  
Sulco: triangular con longitud de  $32.7 \mu \pm 5.1$  y ancho promedio de  $4.2 \mu \pm 1.9$   
Exina: fina 0.068, con 50% sexina y 50% nexina con un total de  $2.4 \mu \pm 0.49$ , fosulada, semitectada con columnellas.

Floración: abril.  
Hábito: arbusto.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Clase vegetal según Ávila (2004), Bosque, Guamil III.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector M. Barrientos.

*Orbignya cohume* (Mart.) Dahlgren.  
(Figuras 2, 3, 4)

Tipo de Grano: mónada.  
Vista polar: elíptica, con diámetro de  $58.7 \mu \pm 4.0$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: monosulcado.  
Sulco: con longitud de  $61.3 \mu \pm 4.38$  y ancho de  $4.5 \mu \pm 1.36$ .  
Exina: fina 0.06, con 75% sexina y 25% nexina con un total de  $3.9 \mu \pm 0.55$ , rugulada, semitectada con columnellas protuidas.

Floración: abril.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque, Guamil III, II.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector M. Barrientos.

**Familia CYPERACEAE**

*Fimbristilis dichotoma* (L.) Xahl.  
(Figura 5)

Tipo de Grano: mónada.  
Vista polar: circular, con diámetro  $34.9 \mu \pm 3.41$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: pseudoaberturado poco visible.  
Exina: muy fina  $0.04 \mu$ , granulada-rugulada, semitectada.

Floración: marzo.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Potreros, cultivos.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector R. Ávila.

*Rynchospora cephalotes* (L.) Vahl.  
(Figura 6)

Tipo de Grano: mónada.  
Vista polar: circular, con diámetro  $24.5 \mu \pm 3.14$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: pseudoaberturado.  
Exina: fina  $0.07$ , perforada, semitectada con columnellas.

Floración: febrero.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Cultivos, Guamil I.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector M. Barrientos.

*Scleria melaleuca* Reichb. Ex Shldl.  
(Figura 7)

Tipo de Grano: mónada.  
Vista polar: circular, con diámetro  $33.4 \mu \pm 3.59$   
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: monopseudoaberturado.  
Exina: muy fina  $0.02$ , 50% sexina, 50% nexina, escabrada, tectada con columnellas.

Floración: marzo.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque, Guamil I, II, III, Potrero con guamil, Potrero, Potrero con guamil, Bosque con Cardamomo, Cultivo.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: Herbario USCG-CECON, Reg. 395, Colector R. Ávila.

**Familia POACEAE**

*Brachiaria decumbens* (Stapf)  
(Figuras 8, 9)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: circular, con diámetro  $32.8 \mu \pm 3.68$ .

Vista ecuatorial: esferoidal P/E, con diámetros: Eje Ecuatorial,  $29 \mu \pm 3.41$  y Eje Polar  $31.1 \mu \pm 1.93$ .

Polaridad: heteropolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: monoporado.

Poros: longitud  $8.6 \mu \pm 1.20$ , ancho  $8.5 \mu \pm 1.56$  y grosor  $3.36 \mu \pm 0.97$ .

Exina: fina 0.07, con 50% sexina y 50% nexina con diámetro de  $2.5 \mu \pm 0.5$ , escabrada, tectada.

Floración: diciembre.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil II, Potero con Guamil, Potrero.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: colector M. Barrientos.

*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.  
(Figuras 10, 11)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: circular, con diámetro de  $36.8 \mu \pm 4.2$ .

Vista ecuatorial: esferoidal P/E 1.00, diámetros: de Eje Ecuatorial  $37.3 \mu \pm 3.41$ , Eje Polar  $37.3 \mu \pm 3.41$ .

Polaridad: heteropolar.

Simetría: bilateral radial.

Abertura: monoporado.

Poros: protuido con costilla más pronunciada que el aspis, con longitud de  $7.5 \mu \pm 0.81$ , ancho  $7.6 \mu \pm 1.74$  y grosor de  $2.6 \mu \pm 0.75$ .

Exina: muy fina 0.04 con 50% sexina y 50% nexina, escabrada, tectada, con columnellas.

Floración: septiembre.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, III, Potrero con Guamil, Potrero.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: Herbario BIGU, Reg. 24513, Colector A. Cobar y M. Véliz.

*Panicum pilosum* Swartz.  
(Figura 12)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: circular, con un diámetro de  $30.4 \mu \pm 4.18$ .

Vista ecuatorial: esferoidal P/E 1.00  $\mu$ , con diámetros: Eje Ecuatorial de  $30.8 \mu \pm 3.98$  y Eje Polar  $30.8 \mu \pm 7.11$ .

Polaridad: heteropolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: monoporado.

Poros: con aspís y costilla en misma proporción de grosor, con opérculo. Longitud de  $3.3 \mu \pm 0.78$ , ancho de  $5.8 \mu \pm 1.25$  y grosor de  $2.16 \mu \pm 0.57$ .

Exina: fina P/E 0.06, 50% sexina y 50% nexina, total exina de  $1.9 \mu \pm 0.53$ , escabrada, tectada con columnellas definidas.

Floración: marzo.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Potrero con Guamil, Potrero.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: Herbario CECON, Reg. 1025. Colector R. Ávila.

*Paspalum conjugatum* Bergius.  
(Figuras 13, 14)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: circular, diámetro  $41.9 \mu \pm 4.5$ .

Vista ecuatorial: prolado esferoidal P/E 1.06, diámetros: Eje Ecuatorial  $41.9 \mu \pm 4.5$  y Eje Polar  $44.8 \mu \pm 4.37$ .

Polaridad: heteropolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: monoporado.

Poros: con costilla y aspís en mismas proporciones, con longitud de  $10 \mu \pm 1.41$ , ancho  $9.5 \mu \pm 1.5$  y grosor de  $3.74 \mu \pm 1.06$ .

Exina: fina 0.06, con 50% sexina y 50% nexina con un total de  $2.6 \mu \pm 0.49$ , escabrada, tectada con columnellas.

Floración: marzo.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Potrero, Guamil II, Potrero con Guamil, Cultivo.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: Herbario USCG-CECON, colector R. Ávila.

*Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth  
(Figuras 15, 16)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: circular, con diámetro de  $33.7 \mu \pm 2.37$ .

Vista ecuatorial: esferoidal P/E 1.00, con diámetros: Eje Ecuatorial  $32.2 \mu \pm 3.87$  y Eje Polar  $31.8 \mu \pm 4$ .

Polaridad: heteropolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: monoporado.

Poros: con costilla, con longitud de  $8.6 \mu \pm 1.62$ , ancho de  $8.3 \mu \pm 1.62$  y grosor de  $5.2 \mu \pm 0.97$ .

Exina: fina 0.06, con 75% sexina y 25% nexina con  $1.9 \mu \pm 0.3$ . psilada, tectada con columnellas poco visibles.

Floración: abril.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, II, III, Potrero con Guamil, Potrero.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: Colector: M. Barrientos.

*Zea mayz* L.  
(Figuras 17, 18)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: circular, diámetro  $103 \mu \pm 16.88$ .

Vista ecuatorial: prolado esferoidal P/E 1.04, con diámetros: Eje Ecuatorial  $86.3 \mu \pm 10.58$  y Eje Polar  $89.5 \mu \pm 12.5$ .

Polaridad: heteropolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: monoporado.

Poros: con costilla más pronunciada que el aspis, con longitud de  $16.7 \mu \pm 3.52$ , ancho  $16.1 \mu \pm 1.64$  y con grosor de  $6.08 \mu \pm 0.97$ .

Exina: muy fina 0.02, 50% sexina y 50% nexina con diámetro de  $2.2 \mu \pm 0.4$ , psilada, tectada con columnellas.

Floración: enero.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Cultivo.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: colector R. López y M. Quezada.

## MAGNOLIPSIDA

### Familia ANACARDIACEAE

*Spondias mombin* L. (Joba)  
(Figuras 19, 20, 21)

Tipo de grano: mónada.

Vista polar: circular, trilobulado, diámetro  $29.2 \mu \pm 1.32$ .

Vista ecuatorial: oblado 0.73, diámetros: Eje Ecuatorial  $34.3 \mu \pm 1.0$ , Eje Polar  $25.5 \mu \pm 1.69$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: tricolporado.

Colpo: constricto en el ecuador, longitud  $25.6 \mu \pm 2.73$ , ancho  $1.2 \mu \pm 0.6$ , I.A.P. pequeña 0.25.

Endoabertura: lalongada, con longitud de  $8 \mu \pm 1.73$ , ancho de  $2.7 \mu \pm 0.78$ .

Exina: fina 0.09, 50% sexina y 50% nexina un grosor de  $2.7 \mu \pm 0.46$ , estriada, semitectada con columnellas.

Floración: marzo.

Hábito: árbol.

Tipo de vegetación: Bosque muy humedo sub-tropical (calido)

Localidad: Sayaxché, Petén.

Altitud: 200 msnm.

Ejemplar: Herbario USCG-CECON, colector Hans & Zonmer.

### Familia ASTERACEAE

*Conyza bonariensis* (L.) Cronquis. Bull.  
(Figuras 22, 23, 24, 25)

Tipo de grano: mónada.

Vista polar: circular, trilobulado, diámetro  $28.6 \mu \pm 1.14$ .

Vista ecuatorial: oblado esferoidal 0.93, diámetros: Eje Ecuatorial  $29.1 \mu \pm 1.87$ , Eje Polar  $27 \mu \pm 1.55$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simétrico radial.

Aberturas: tricolporado.

Colpo: constricto en el ecuador, con longitud de  $19.8 \mu \pm 2.36$ , ancho  $1.3 \mu \pm 0.46$ , I.A.P. mediana 0.33.

Endoabertura: lalongada con longitud de  $8.5 \mu \pm 1.68$ , ancho  $2.7 \mu \pm 0.64$ .

Exina: fina 0.07, 50% sexina y 50% nexina, grosor  $1.9 \mu \pm 0.3$ .

Equinada, tectada, espinas con número aproximado de  $34.8 \pm 2.31$ , con longitud de  $3.6 \mu \pm 0.66$  y ancho  $2.4 \mu \pm 0.49$ .

Floración: abril.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, Potrero con Guamil, Cultivo, Potrero.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: colector M. Barrientos.

## Familia BURSERACEAE

*Bursera simarouba* (L.) Sarg.  
(Figuras 26, 27, 28, 29)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: circular, diámetro  $29.2 \mu \pm 1.66$ .  
Vista ecuatorial: prolado esferoidal 1.01, diámetros: Eje Ecuatorial  $26.5 \mu \pm 1.5$ , Eje Polar  $26.9 \mu \pm 1.97$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: tricolp(oide)rado.  
Ovoide: con costilla protuida, lalongado, con longitud de  $6.5 \mu \pm 1.12$ , ancho  $2 \mu \pm 0.63$ .  
Colpo: poco definido.  
Exina: fina 0.07, 50% sexina y 50% nexina, estriada-reticulada, semitectada.

Floración: abril.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque, Guamil III.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector M. Barrientos.

## Familia CECROPIACEAE

*Cecropia peltata* L.  
(Figura 30)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: circular a elíptico, diámetro  $8.7 \mu \pm 0.78$ .  
Vista ecuatorial: sub oblada 0.76, diámetros: Eje Ecuatorial  $11.3 \mu \pm 0.64$ , Eje Polar  $8.6 \mu \pm 0.49$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: diporado.  
Poro: protuido, con longitud de  $2.4 \mu \pm 0.66$ , ancho de  $1.3 \mu \pm 0.46$ .  
Exina: fina 0.10, sexina y nexina no visible, escabrada, intectada.

Floración: abril.  
Hábito: arbusto.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, II.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: Colector M. Barrientos.

## Familia COMBRETACEAE

*Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exll.  
(Figuras 31, 32, 33)

Tipo de grano: mónada.

Vista polar: circular hexalobulado, diámetro  $22.6 \mu \pm 1.90$ .

Vista ecuatorial: suboblado 0.88, diámetros: Eje Ecuatorial  $23.1 \mu \pm 1.64$ , Eje Polar  $29.3 \mu \pm 1.22$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simétrico bilateral.

Abertura: tricolporado y tricolporado.

Colpo: con longitud  $16.3 \mu \pm 1.27$  y ancho  $1.6 \mu \pm 0.8$ , I.A.P. ausente 0.

Poros: protuido, con costilla, constricto en el ecuador, longitud  $5.4 \mu \pm 0.8$  y ancho  $2.8 \mu \pm 0.98$ .

Exina: fina 0.09, 50% sexina y 50% nexina, psilada, tectada.

Floración: marzo.

Hábito: árbol.

Tipo de vegetación: Bosque muy húmedo subtropical (cálido).

Localidad: El Petén.

Ejemplar: Herbario BIGU, Reg. 18299. Colector M. Peña, J.Ortiz & N.B.

## Familia FABACEAE

*Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz.  
(Figuras 34, 35, 36, 37)

Tipo de grano: mónada.

Vista polar: triangular, diámetro  $36.3 \mu \pm 3.58$ .

Vista ecuatorial: suboblada P/E 0.85, diámetros: Eje Ecuatorial  $34.6 \mu \pm 3.07$ , Eje Polar  $29.5 \mu \pm 3.32$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: tricolporado.

Colpo: con margen, constricto en el ecuador, longitud de  $24.9 \mu \pm 3.91$  y ancho  $2.8 \mu \pm 0.87$ , I.A.P. mediano 0.37.

Poros: con longitud de  $5.5 \mu \pm 1.62$  y ancho de  $5.1 \mu \pm 1.92$ .

Exina: fina 0.85, con 50% sexina y 50% nexina, fosulada, tectaca con columnellas.

Floración: marzo.

Hábito: hierba.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, II, III, Potrero con Guamil, Potrero, Cultivo.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: colector R. Ávila, Reg. 112.

*Phaseolus vulgaris* L.  
(Figuras 38, 39)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: circular diámetro  $52 \mu \pm 3.52$ .  
Vista ecuatorial: oblado esferoidal P/E 0.89, diámetros: Eje Ecuatorial  $50.8 \mu \pm 5.13$ , Eje Polar  $45.7 \mu \pm 3.63$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico simétrico bilateral.  
Abertura: triporado.  
Poro: con costilla, longitud de  $8 \mu \pm 1.79$  y ancho de  $8.7 \mu \pm 1.61$ .  
Exina: fina 0.05, con 50% sexina y 50% nexina, reticulada, tectada.

Floración: febrero.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Cultivo.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector M. Barrientos.

**Familia LACISTEMIACEAE**

*Lacistema aggregatum* (Berg.) Rusby  
(Figuras 40, 41, 42)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: triangular, diámetro  $14.5 \mu \pm 0.67$ .  
Vista ecuatorial: oblado esferoidal 0.94, diámetros: Eje Ecuatorial  $15.5 \mu \pm 0.87$ , Eje Polar  $14.4 \mu \pm 1.11$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: tricolporado.  
Colpo: constricto en la base, longitud  $10.5 \mu \pm 0.92$ , ancho  $1 \mu \pm 0$ , I.A.P. mediana 0.33.  
Endoabertura: lalongado, con costilla, longitud  $5.5 \mu \pm 0.86$ , ancho  $1.1 \mu \pm 0.3$ .  
Exina: fina 0.09, 75% sexina y 25% nexina, microreticulada, tectada.

Floración: febrero.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: Colector M. Barrientos.

**Familia LILIACEAE**

*Dracaena americana* Donn. Smith.  
(Figuras 43, 44, 45)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: elíptica, diámetro  $29 \mu \pm 2.90$ .  
Vista ecuatorial: oblado esferoidal, P/E 0.97, diámetros: Eje Ecuatorial  $31.9 \mu \pm 2.84$ , Eje Polar  $31 \mu \pm 2.68$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: monosulcado.  
Sulco: con margen, con longitud de  $25 \mu \pm 3.77$  y ancho de  $7.2 \mu \pm 2.48$ .  
Exina: no visible sexina y exina, fosulada, tectada, con columnellas visibles.

Floración: abril.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Bosque, Bosque con Cardamomo, Guamil III.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector: M. Barrientos.

**Familia MALVACEAE**

*Sida rhombifolia* L.  
(Figuras 46, 47)

Tipo de Grano: mónada.  
Vista polar: esférico, diámetro  $99.4 \mu \pm 5.92$ .  
Polaridad: apolar.  
Simetría: asimétrico.  
Abertura: periporado.  
Poro: con costilla, diámetro de longitud de  $6.3 \mu \pm 0.78$  y ancho de  $5 \mu \pm 0.89$ .  
Exina: gruesa 0.1, 90% sexina y 10% nexina, equinada, tectada.

Floración: marzo.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, II, III, Potrero con Guamil, Potrero, Cultivo.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: Herbario CECON, Reg. 111. Colector R. Ávila.

**Familia MELIACEAE**

*Swietenia macrophylla* Ring.  
(Figuras 48, 49, 50)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: tetralobulado, diámetro  $26.6 \mu \pm 1.2$ .  
Vista ecuatorial: esferoidal P/E 1.0, diámetros: Eje Ecuatorial  $26 \mu \pm 1$ , Eje Polar  $26 \mu \pm 1.0$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Aberturas: tretracolporado.  
Colpo: con margen, longitud de  $15.8 \mu \pm 1.6$ , ancho de  $1 \mu \pm 0$ , I.A.P. mediana, 0.43.  
Endoabertura: ligeramente con costilla, longitud  $2.6 \mu \pm 0.66$ , ancho  $2.6 \mu \pm 0.49$ .  
Exina: fina 0.069, 50% sexina, 50% nexina, psilado, tectado.

Floracion: febrero.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Bosque Húmedo Subtropical.  
Localidad: Remate, Petén.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: Herbario USCG- CECON, Reg. 500. Colector Aguilar.

**Familia PIPERACEAE**

*Piper psilorhachis* C.Da. Ann Cogns Jard.  
(Figuras 51, 52)

Tipo de Grano: mónada.  
Vista polar: circular, con diámetro de  $10.2 \mu \pm 0.60$ .  
Vista ecuatorial: prolado esferoidal P/E 1.07, diámetros: de Eje Ecuatorial  $9.6 \mu \pm 0.49$ , Eje Polar  $10.3 \mu \pm 0.46$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: monosulcado.  
Colpo: con protuberancias exínicas ocupando el 75% del grano en vista polar con longitud de  $6.9 \mu \pm 1.14$  y ancho  $3.5 \mu \pm 1.20$ .  
Exina: fina 0.1, con 50% sexina y 50% nexina, reticulada, tectada.

Floración: mayo.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque, Bosque con Cardamomo.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: Herbario BIGU, Reg. 5480, colector M. Véliz.

*Piper aeruginosibaccum* Trelease in Standl.  
(Figuras 53, 54)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: elíptica, diámetro  $11.9 \mu \pm 0.70$ .  
Vista ecuatorial: suboblado P/E 0.89, diámetros: Eje Ecuatorial  $14 \mu \pm 1.61$ , Eje Polar  $11.8 \mu \pm 0.87$ .  
Polaridad: heteropolar.  
Simetría: simétrico bilateral.  
Abertura: monosulcado.  
Colpo: con longitud de  $10.4 \mu \pm 1.43$  y ancho de  $3.3 \mu \pm 0.64$ .  
Exina: fina 0.09, con 50% sexina y 50% nexina, verrugada, tectada.

Floración: marzo.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre Verde. Guamil I.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Ejemplar: colector R. Ávila.

**Familia RUBIACEAE**

*Alseis yucatanensis* Standl.  
(Figuras 55, 56, 57)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: circular trilobulado, diámetro de  $17.5 \mu \pm 1.56$ .  
Vista ecuatorial: suboblado P/E 0.83, con diámetros: de Eje Ecuatorial  $20.5 \mu \pm 1.28$  y Eje Polar  $17 \mu \pm 1.26$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: tricolporado.  
Ovoide: lalongado, con longitud  $8.1 \mu \pm 1.76$  y ancho de  $3.4 \mu \pm 0.66$ .  
Colpo: a lo largo de todo el grano con longitud de  $15.8 \mu \pm 1.66$  y ancho de  $1.2 \mu \pm 0.4$ , I.A.P. mediano 0.29.  
Exina: fina 0.097, con 50% sexina y 50% nexina, reticulada, semitectada.

Floración: agosto.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque, Bosque con Cardamomo.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector M. Barrientos.

*Posonqueria latifolia* (Rudge) R & S.  
(Figuras 58, 59, 60, 61)

Tipo de Grano: mónada.

Vista polar: triangular, trilobulado, diámetro de  $60.45 \mu \pm 11.52$ .

Vista ecuatorial: prolado esferoidal P/E 1.10, con diámetros: de Eje Ecuatorial  $70.01 \mu \pm 9.07$ , Eje Polar  $67.14 \mu \pm 12.40$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: tricolporado.

Poros: con longitud de  $12.59 \mu \pm 4.45$ , ancho de  $12.19 \mu \pm 2.70$  y grosor de  $3.53 \mu \pm 0.53$ .

Colpo: a lo largo de todo el grano con una longitud de  $46.36 \mu \pm 14.04$  y  $5.57 \mu \pm 2.07$  de ancho.

Exina: muy gruesa 0.11, en un 75% sexina y 25% nexina, reticulada, semitectada con columnellas visibles.

Floración: marzo.

Hábito: árbol.

Tipo de vegetación: Selva siempre Verde. Bosque.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: Herbario CECON, colector R. Ávila, Reg. 11958.

*Psychotria trichotoma* Mart. & Gal.  
(Figuras 62, 63, 64, 65)

Tipo de grano: mónada.

Vista polar: circular, con diámetro  $35.3 \mu \pm 6.51$ .

Vista ecuatorial: prolado esferoidal P/E 1.01, con diámetros: Eje Ecuatorial  $34.5 \mu \pm 2.65$ , Eje Polar  $35 \mu \pm 2.05$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simetría radial.

Abertura: tricolpado.

Colpo: con margen, con una longitud de  $16.4 \mu \pm 2.29$  y ancho  $1 \mu \pm 0$ , I.A.P. media 0.43.

Exina: fina 0.088, en un 50% sexina y 50% nexina, reticulada heterobrocada, semitectada.

Floración: marzo.

Hábito: árbol.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Bosque.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: colector R. Ávila.

**Familia SOLANACEAE**

*Solanum rugosum* Dunal in D.C.  
(Figuras 66, 67, 68, 69)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: triangular, diámetro  $20.1 \mu \pm 0.83$ .  
Vista ecuatorial: esferoidal 1.0, diámetros: Eje Ecuatorial  $20.5 \mu \pm 1.74$ , Eje Polar  $20.6 \mu \pm 1.02$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: tricolporado.  
Colpo: alargado en todo el grano, con longitud  $15.1 \mu \pm 0.70$ , ancho  $2.1 \mu \pm 0.70$ , I.A.P. mediana 0.26.  
Endoabertura: lalongada con costilla, opérculo, constricto en el ecuador, con longitud de  $7.8 \mu \pm 0.6$ , ancho  $2.4 \mu \pm 0.49$ .  
Exina: fina 0.099, con 50% sexina y 50% nexina, psilada, tectada, con columnellas.

Floración: marzo.  
Hábito: hierba.  
Tipo de vegetación: Selva siempre verde. Guamil I, Guamil II.  
Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá.  
Altitud: 200 m.s.n.m.  
Ejemplar: colector R. Ávila.

**Familia ULMACEAE**

*Ampelocera hottlei* Standl.  
(Figuras 70, 71, 72, 73)

Tipo de grano: mónada.  
Vista polar: circular trilobulado, diámetro  $24.2 \mu \pm 2.08$ .  
Vista ecuatorial: suboblado 0.83, con diámetros: Eje Ecuatorial  $26 \mu \pm 0.89$ , Eje Polar  $21.8 \mu \pm 1.25$ .  
Polaridad: isopolar.  
Simetría: simétrico radial.  
Abertura: tricolporado.  
Colpo: con margen, constricto en el ecuador, longitud  $18.3 \mu \pm 1.79$ , ancho  $1 \mu \pm 0$ .  
Endoabertura: lalongada muy estrecha, con costilla, longitud  $6.3 \mu \pm 1.67$ , ancho  $1.5 \mu \pm 0.50$ .  
Exina: fina 0.09, 50% nexina y 50% sexina, microreticulada con columnellas definidas, semitectada, heterobrocada.

Floración: enero.  
Hábito: árbol.  
Tipo de vegetación: Bosque húmedo Subtropical.  
Localidad: El Remate, Petén.  
Ejemplar: Herbario BIGU, colector Randy Walker, Rag. 3602.

**Familia VOCHYSIACEAE**

*Vochysia hondurensis* Standl.  
(Figuras 74,75)

Tipo de grano: mónada.

Vista polar: circular, diámetro  $37.7 \mu \pm 3.41$ .

Vista ecuatorial: oblado esferoidal 0.92, diámetros: Eje Ecuatorial  $37.4 \mu \pm 2.65$ , Eje Polar  $34.3 \mu \pm 4.12$ .

Polaridad: isopolar.

Simetría: simétrico radial.

Abertura: tricolporado.

Colpo: con longitud  $26.5 \mu \pm 4.34$ , ancho  $2.2 \mu \pm 0.98$ .

Endoabertura: lalongada, con costilla, longitud  $11.4 \mu \pm 1.56$ , ancho  $3.1 \mu \pm 0.83$ .

Exina: fina 0.079, con 75% sexina, 25% nexina, escarbada-perforada, tectada.

Floración: abril.

Hábito: árbol.

Tipo de vegetación: Selva siempre verde.

Localidad: Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Bosque, Bosque con Cardamomo, Guamil III, Guamil II, Potrero con Guamil.

Altitud: 200 m.s.n.m.

Ejemplar: colector M. Barrientos.

## 7.2 Clave Dicotómica de las 30 especies más abundantes de la sucesión vegetal

La clave se hizo tomando en cuenta forma y número de aperturas, estructura, escultura y forma de la exina, así como características propias de las aperturas, como el poseer margen, aspis, costilla y opérculo. También se tomó en cuenta la presencia de columnillas y diámetro en vista polar de algunas familias.

Se logró obtener 28 caracteres que diferenciaron a las 30 especies estudiadas.

1. Polen aperturado.....	2
1. Polen pseudoaperturado.....	27
2. Apertura simple (poro, sulco o colpo).....	3
2. Apertura compuesta (colporado, colpoidado).....	16
3. Grano de polen con una apertura.....	4
3. Grano de polen con más de una apertura.....	5
4. Monoporado.....	6
4. Monosulcado.....	7
5. Más de un poro.....	14
5. Más de un colpo.....	<i>Psychotria trichotoma</i> Mart. & Ga.
6. Poro con costilla.....	8
6. Poro sin costilla.....	<i>Brachiaria decumbens</i> (Stapf)
7. Diámetro en vista polar 58.7-35.1 micras.....	12
7. Diámetro en vista polar 11.9-10.2 micras.....	13
8. Escultura exínica Psilada.....	9
8. Escultura exínica Escarbada.....	10
9. Exina Fina.....	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth
9. Exina Muy Fina.....	<i>Zea mayz</i> L.
10. Grosor de la exina Fina.....	11
10. Grosor de la exina Muy Fina.....	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
11. Opérculo presente.....	<i>Panicum pilosum</i> Swart.
11. Opérculo ausente.....	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius.
12. Escultura exínica Rugulado.....	<i>Orbignya cohume</i> (Mart.) Dahlgren
12. Escultura exínica Fosulado.....	<i>Dracaena americana</i> Donn. Smith.
13. Escultura exínica Reticulado.....	<i>Piper psilorhachis</i> C.Da. Ann Cogns Jard.
13. Escultura exínica Verrugada.....	<i>Piper aeroginosibaccum</i> Trelease in Standl.
14. Estructura exínica tectada.....	15
14. Estructura exínica intectada, polen diporado.....	<i>Cecropia peltata</i> L.

15. Triporado.....	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
15. Periporado.....	<i>Sida rhombifolia</i> L.	
16. Colporado.....		18
16. Colpoidado o tricotonosulcado.....		17
17. Escultura exínica fosulada.....	<i>Desmoncus ferox</i> Bartlett.	
17. Escultura exínica estriada, polen colpoidado.....	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	
18. Tricolporado.....		19
18. Tetracolporado.....	<i>Swietenia macrophylla</i> Ring.	
19. Semitectado.....		20
19. Tectado.....		23
20. Estriado.....	<i>Spondias mombin</i> L. (Joba)	
20. Reticulado.....		21
21. Columnellas visibles.....		22
21. Columnellas no visibles.....	<i>Alseis yucatanenses</i> Standl.	
22. Exina fina.....	<i>Ampelocera hottlei</i> Standl.	
22. Exina muy gruesa.....	<i>Posonqueria latifolia</i> (Rudge) R. & S.	
23. Escultura psilada.....		24
23. Escultura distinta a la anterior.....		25
24. Ambito en vista polar circula-hexalobuladom aperturas tricolporado y tricolpado... .....	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel) Schinz	
24. Ambito en vista polar triangular, apertura tricolporado..... .....	<i>Solanum rugosum</i> Dunal in D.C.	
25. Vista polar circular-trilobulado, con escultura de la exina equinada..... .....	<i>Conyza bonarensis</i> (L.) Cronquist. Bull.	
25. Vista polar triangular.....		26
26. Fosulado.....	<i>Desmodium canum</i> (J.F. Gmel.) Exll.	
26. Escarbado-Perforado.....	<i>Vochysia hondurensis</i> Stnadal.	
27. Estructura exínica semitectada.....		28
27. Estructura exínica tectada.....	<i>Scleria melaleuca</i> Reichb. Ex Shidl.	
28. Escultura exínica perforado.....	<i>Rynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl.	
28. Escultura exínica granulada-rugulado.....	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Xahl.	

EXINA= EX/D.E.: Muy fina < 0.05, Fina 0.05 - 0.1, Gruesa 0.1 - 0.25, Muy gruesa > 0.25.

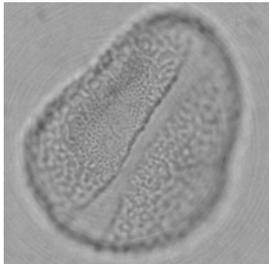
### 7.3 Microfotografías de los granos de polen

Las microfotografías muestran detalles y formas específicas de los distintos granos de polen, en algunas se observará más detalle que en otras debido a la información que se colectó de las mismas. Las microfotografías fueron tomadas con cámara digital y cámara de revelado en microscopios Jaeger, Leitz y Olympus, con el objetivo de 1000x.

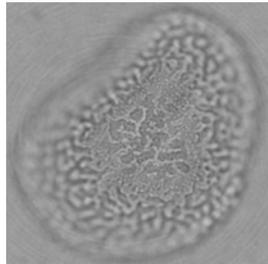
#### LILIOPSIDA



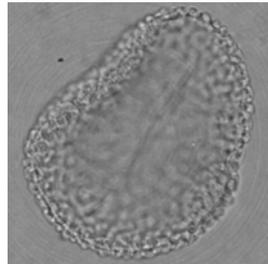
1



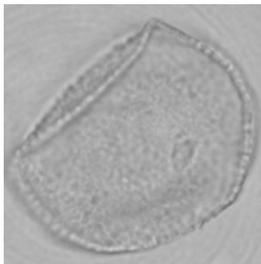
2



3



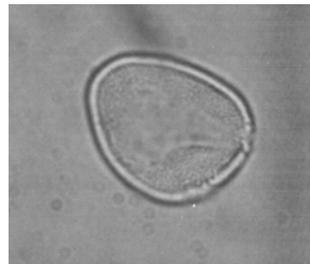
4



5



6



7

Lámina 1. Familia **ARECACEAE**. *Desmoncus ferox* Bartlett. Figura 1 (V.P. 1000x). *Orbignya cohume* (Mart.) Dahlgren. Figuras 2,3,4. (V.P. 1000x). Familia **CYPERACEAE**. *Fimbristylis dichotoma* (L.) Sal. Figura 5 (V.P. 1000x). *Rynchospora cephalotes* (L.) Vahl. Figura 6 (V.P. 1000x). *Scleria melaleuca* Reichb. Ex Shldl. Figura 7 (V.P. 1000x).

V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial

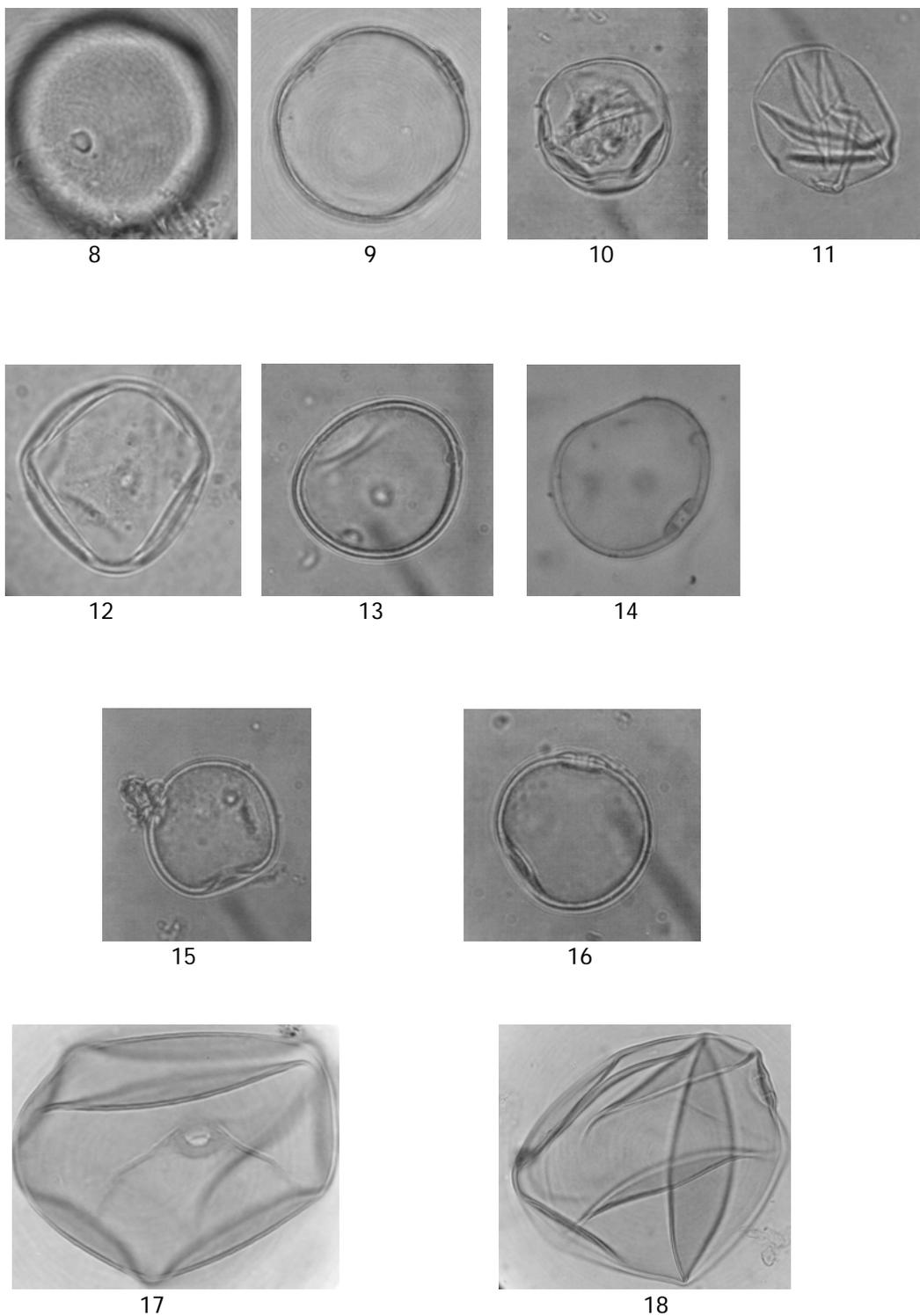
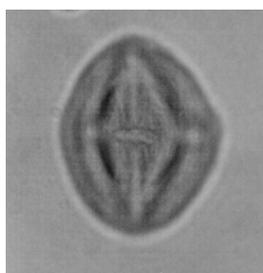


Lámina 2. Familia POACEAE. *Brachiaria decumbens* (Stapf). Figuras 8 (V.P. 1000x), 9 (V.E. 1000x) *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop Figuras 10 (V.P. 1000x), 11 (V.E. 1000x) *Panicum pilosum* Swartz. Figura 12 (V.P. 1000x). *Paspalum conjugatum* Bergius. Figuras 13 (V.P. 1000x), 14 (V.E. 1000x). *Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth. Figuras 15 (V.P. 1000x), 16 (V.E. 1000x). *Zea mays* L. Figuras 17 (V.P. 1000x), 18 (V.E. 1000x).

V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial

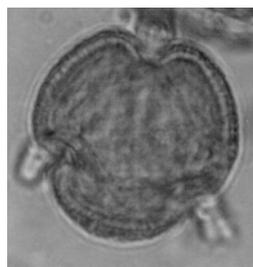
### MAGNOLIOPSIDA



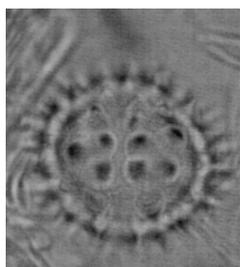
19



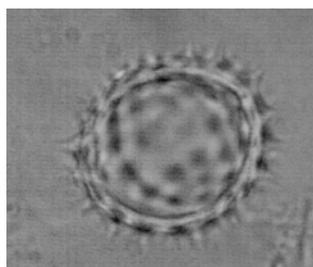
20



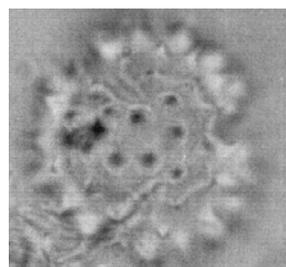
21



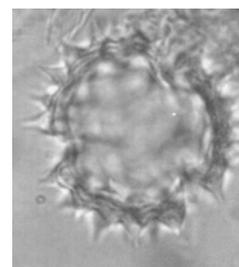
22



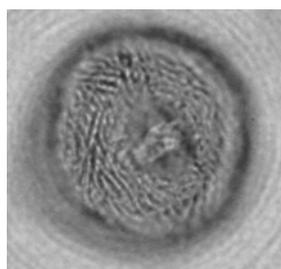
23



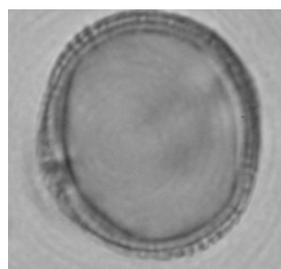
24



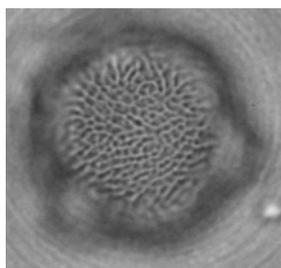
25



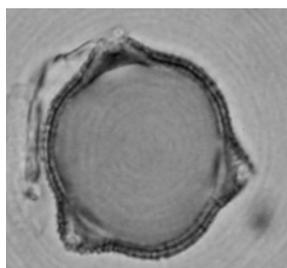
26



27



28



29



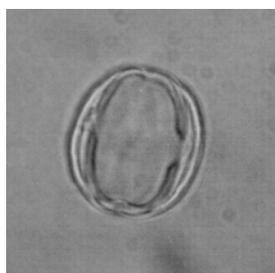
30

Lámina 3. **MAGNOLIOPSIDA**. Familia **ANACARDIACEAE** *Spondias mombin* L. (Joba). Figuras 19 (V.E. 1000x) 20,21 (V.P. 1000x). Familia **ASTERACEAE**. *Conyza bonariensis* (L.) Cronquis. Bull. Figuras 22,23 (V.E. 1000x) 24, 25 (V.P. 1000x). Familia **BURSERACEAE**. *Bursera simarouba* (L.) Sarg. Figura 26, 27 (V.E. 1000x) 28, 29 (V.P. 1000x). Familia **CECROPIACEAE**. *Cecropia peltata* L. Figura 30 (V.P. 1000x)

V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial



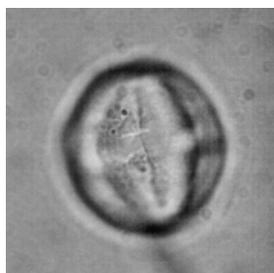
31



32



33



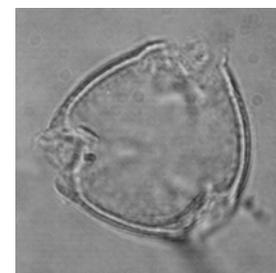
34



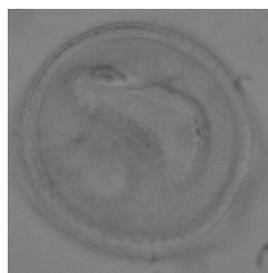
35



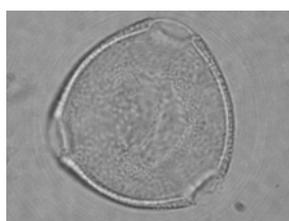
36



37



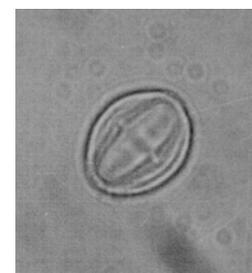
38



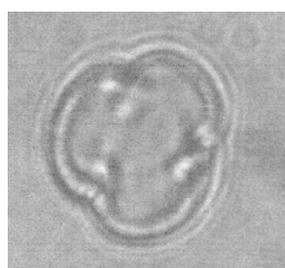
39



40



41



42

Lámina 4. Familia **COMBRETACEAE**. *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exll. Figuras 31,32 (V.E. 1000x), 33 (V.P. 1000x) Familia **FABACEAE**. *Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz. figuras 34,35 (V.E. 1000x) 36,37(V.P. 1000x). *Phaseolus vulgaris* L. figuras 38 (V.E. 400x) 39 (V.P. 1000x). Familia **LACISTEMIACEAE**. *Lacistema agregatum* (Berg.) Rugby. figuras 40,41 (V.E. 1000x) 42 (V.P. 400x).

V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial

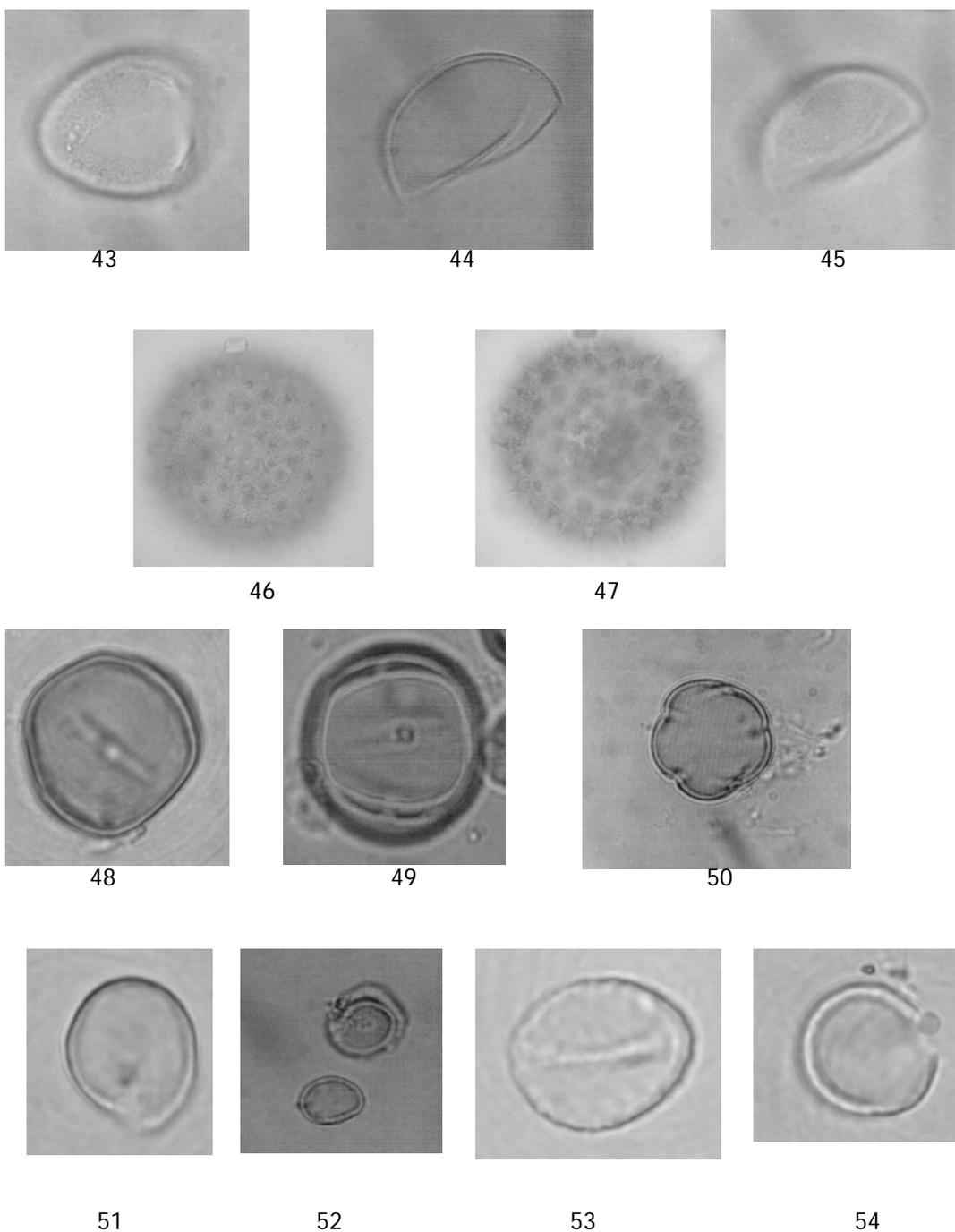
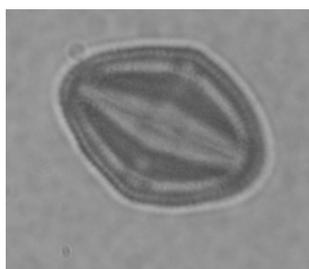
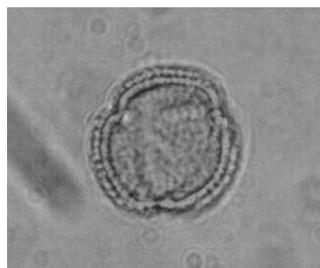


Lámina 5. Familia **LILIACEAE**. *Dracaena americana* Donn. Smith. Figuras 43 (V.E. 1000x) 44,45 (V.P.1000x) Familia **MALVACEAE**. *Sida rhombifolia* L. Figuras 46,47 (V.P. 1000x). Familia **MELIACEAE**. *Swietenia macrophylla* Ring. Figuras 48,49 (V.E. 1000x) 50 (V.P. 1000x). **PIPERACEAE**. *Piper psilorhachis* C.Da. Ann Cogns Jard Figuras 51, 52 (V.P. 1000x). *Piper aeroginosibaccum* Trelease in Standl. Figura 53 (V.E. 1000x) 54 (V.P. 1000x).

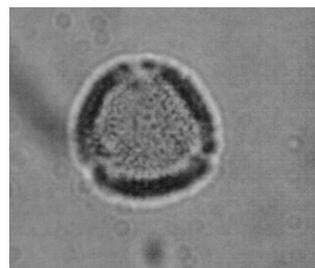
V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial



55



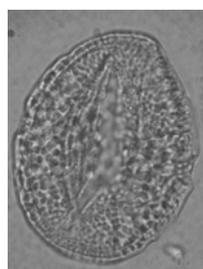
56



57



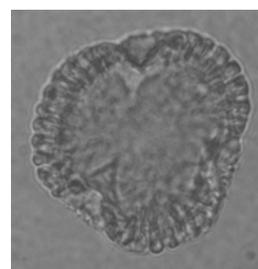
58



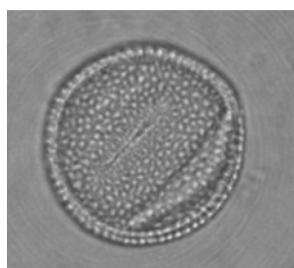
59



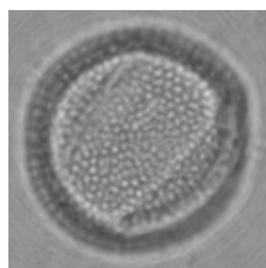
60



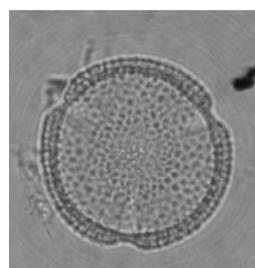
61



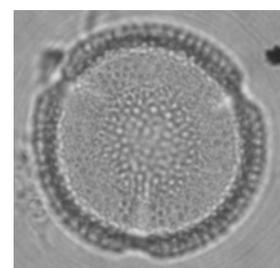
62



63



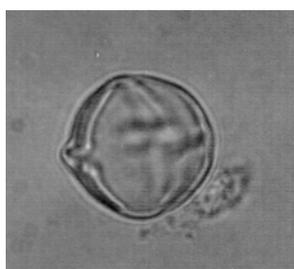
64



65

Lámina 6. Familia **RUBIACEAE**. *Alseiyucatanensis* Standl. Figuras 55 (V.E. 1000x) 56, 57 (V.P. 1000x). *Posoqueria latifolia* (Rudge) R & S. Figuras 58, 59 (V.P. 1000x) 60, 61 (V.E. 1000x) *Psychotria trichotoma* Mart. & Gal Figuras 62, 63 (V.E. 1000x) 64, 65 (V.P. 1000x).

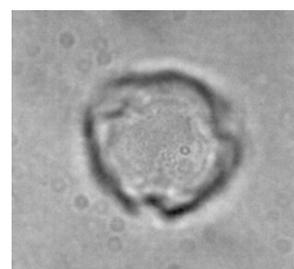
V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial



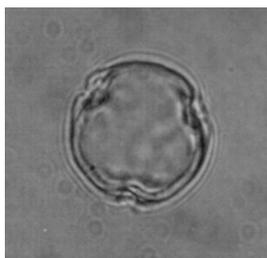
66



67



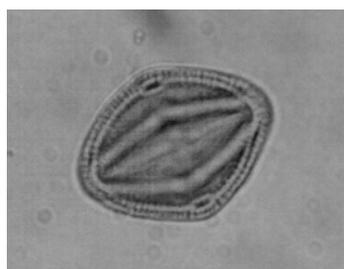
68



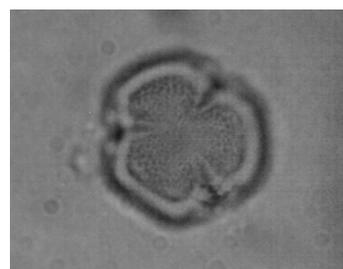
69



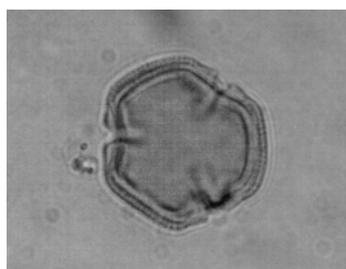
70



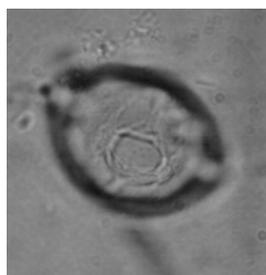
71



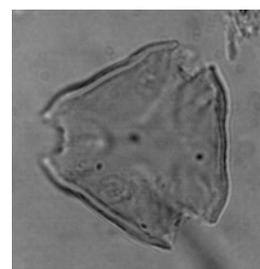
72



73



74



75

Lámina 7. Familia **SOLANACEAE**. *Solanum rugosum* Dunal in D.C. Figuras 66,67 (V.E. 1000x) 68,69 (V.P. 1000x).  
Familia **ULMACEAE**. *Ampelocera hottlei* Standl. Figuras 70, 71 (V.E. 1000x), 72, 73 (V.P. 1000x) Familia  
**VOCHYSIACEAE**. *Vochysia hondurensis* Standl Figuras 74 (V.E. 1000x), 75 (V.P. 1000x).

V.P. Vista Polar  
V.E. Vista Ecuatorial

## **8. Discusión**

Después de hacer los análisis estadísticos correspondientes para seleccionar las 30 especies representativas de la sucesión vegetal, se observó que muchas de las especies se comparten en cada clase vegetal, presentando cada especie un alto porcentaje de representatividad en una de las clases vegetales, demostrando así el patrón de sucesión vegetal de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Este tipo de sucesión vegetal es resultado del manejo local que sufren las clases vegetales por cortos y largos períodos de tiempo hasta convertirse en áreas homogéneas y estratos definidos (Ávila, 2002). García (2003) menciona que los guamiles poseen distintos tiempos de regeneración, por lo que se parecen en composición.

En el análisis morfológico de los granos de polen de las 30 especies trabajadas en este estudio, se observaron diferencias cualitativas y cuantitativas únicas de cada especie. Consecuencia de la evolución temporal y espacial del espécimen, que se ve afectada por la selección natural (Futuyma, 1998). También se observó lo mencionado por Soltis, P. y Soltis, D. (2004) que los granos de polen que pertenecen a la clase Magnoliopsida poseen granos triaperturados (tres aperturas) y las especies pertenecientes a la clase Liliopsida poseen granos uniaperturados (una apertura). Muchos de los granos de polen de este estudio poseen apertura tricolporada. Esta característica no pudo ser utilizada en la diferenciación de familias debido a que este carácter se encuentra ampliamente en el grupo de Magnoliopsida.

Los granos de polen de este estudio se dividen en dos grupos:

1. Aperturados (90%)
2. Pseudoaperturados (10%)

Los granos de polen pseudoaperturados pertenecen a la familia Cyperaceae. Las especies de esta familia se diferencian entre sí por la escultura exínica (ver página 49). Entre las especies que presentan granos de polen aperturados, se observaron características propias de algunas familias. Las familias Arecaceae y Piperaceae poseen granos de polen monosulcados, difiriéndose entre sí por el tamaño del grano de polen, siendo los granos de polen de

Piperaceae de menor tamaño que los granos de polen de Arecaceae. Probablemente se deba a los distintos mecanismos de polinización, ya que en Arecaceae son polinizadas por el viento mientras que en Piperaceae la polinización es entomófila. Este último patrón de polinización se observa en la familia Cecropiaceae, que posee granos de polen de tamaño pequeño, pero con la característica de poseer granos de polen diporados. La familia Poaceae posee granos de polen monoporados, característica exclusiva de esta familia. Es interesante hacer notar que según Soltis, P. y Soltis, D. (2004) los granos de polen de la clase Lilipsida, son recientes en la escala evolutiva, impidiendo que se consideren como granos de polen fósiles.

Las familias Malvaceae, Asteraceae y Meliaceae estuvieron representadas en este estudio por una sola especie, por lo que solamente se obtuvo información morfológica de los granos de polen de esas especies. Esta información se comparó con otras especies de la misma familia, para lo cual se consultaron algunos atlas palinológicos, en los que se encontró una o varias características distintivas de los granos de polen de cada familia.

Las especies de la familia Rubiaceae que se tomaron en cuenta en este estudio: *Alseis yucatanensis* standl., *Posonqueria latifolia* (Rudge) R & S. y *Psychotria trichotoma* Mart. & Gal., casualmente presentan características particulares, que al ser comparadas con otras especies de la misma familia en otros estudios, se vio que no son únicas para la familia y que varían según el género. En las familias Anacardiaceae, Burseraceae, Combretaceae, Fabaceae, Lacistemiaceae y Liliaceae, no se encontraron características de los granos de polen representativas para cada familia.

En el análisis de variabilidad de las características cuantitativas de los granos de polen de las 30 especies, se observó que para la diferenciación de familias en el diámetro ecuatorial en vista polar y en vista ecuatorial, no es significativo este método. La familia Cyperaceae presentó un amplio rango de variabilidad, evitando la observación de las diferencias cualitativas entre las

familias; mientras que en las familias Fabaceae, Cyperaceae, Arecaceae, Piperaceae, Rubiaceae y Poaceae sí se observaron diferencias significativas entre las especies pertenecientes a cada una de éstas, lo cual confirma que las características morfológicas de los granos de polen son únicas para cada especie.

## **9. CONCLUSIONES**

Las 30 especies más abundantes de la sucesión vegetal de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá se pueden diferenciar entre sí, por medio de las características cualitativas y cuantitativas de los granos de polen.

Los granos de polen de las familias Arecaceae, Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae, Cecropiaceae, Malvaceae, Meliaceae, Piperaceae y Rubiaceae, poseen características propias de cada familia, que permiten diferenciarlas unas de otras.

Las familias Arecaceae y Piperaceae poseen en común granos de polen monosulcados, pero se diferencian por el tamaño de los granos de cada familia.

Las especies de las familias Cecropiaceae (diámetro en vista polar 8.7 micras) y Piperaceae (diámetro vista polar 10.2-11.9) poseen granos de polen de tamaño pequeño, comparados con el tamaño de las otras especies contenidas en este atlas (rango diámetro en vista polar 14.5-99.4 micras). Posiblemente porque ambas familias poseen el mismo mecanismo de polinización por insectos (por hormigas o ácaros), mientras que las otras especies son polinizadas por viento, aves y mamíferos.

La característica de granos monoporados es propio de la familia Poaceae, que es lo que se espera ya que pertenecen a la clase Liliopsida que tiene granos de polen monoaperturados. Aparentemente esto esté es el grupo más reciente en la escala evolutiva de la vegetación.

## **10. RECOMENDACIONES**

Un atlas palinológico es una herramienta útil en estudios de medicina, ecología, vegetación, paleoecología y apicultura, por lo que es necesaria la creación de más atlas palinológicos que apoyen este tipo de estudios.

Actualmente, a partir de los estudios de vegetación de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá, se ha creado la incertidumbre del efecto del parche vecino (Quezada, 2005). Se recomienda la realización de estudios de lluvia de polen para conocer el espectro de lluvia polínica de una especie determinada dentro del área de una clase vegetal, que permitiría conocer si un grano de polen es exógeno o endógeno de la clase vegetal.

El Parque Lachuá es el área boscosa más grande de la Ecorregión Lachuá, comprendiendo una alta diversidad de especies vegetales. El enriquecer la información sobre la morfología de los granos de polen de estas especies (en especial especies arbóreas) podrá ser útil para futuros estudios de lluvia de polen y paleoecológicos.

Este trabajo de tesis ha dado el primer material palinológico y el establecimiento de una base de datos digital de la palinoteca del Museo de Historia Natural (MUSHNAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Se recomienda la donación de más material palinológico y el mantenimiento de la palinoteca.

## **11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ávila, R. 2004. Estudio Base para el programa de Monitoreo de la Vegetación en la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Guatemala, Ciudad Universitaria.
- Bogotá, G. 2002. El Polen de la Subclase Asteridae en el Páramo de Monserrate. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Bogotá, G. y Parra, O. 2002. Estudio Palinológico de *Cardamine* L., *Nasturtium* R. Br. y *Roroppa* Scop. (Arabideae, Brassicaceae) en Colombia. *Caldasia* 24 (2) páginas 239-257.
- Berrio, J.C. 2005. Charla sobre Principios de Palinología. Universidad de Amsterdam, Holanda.
- Brenner, M., Leyden, B. and Binford, M. 1990. Recent sedimentary histories of shallow lakes in the Guatemalan savannas. *Journal of Paleolimnology* 4:239-252.
- Cajas, J. 2004. Determinación del polen presente en tres diferentes partes del cuerpo (cabeza, abdomen y dorso) de murciélagos nectarívoros de dos bosques secos de Guatemala. Trabajo de Investigación EPS USAC.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. Columbia University. Press. Ney Cork. USA.
- Deevey E. 1957. Limnologic studies in Middle America with a chapter on Aztec limnology. *Connecticut Acad. Arts. And Sci., Trans.* 5(39): 213-328.
- Daniel, W. 1999. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Noriega Editores. México.

DIGEBOS, UICN, PAFG. 1995. Proyecto Conservación del PNLL y desarrollo sostenible de su zona de Influencia. Documento Proyecto Guatemala. 42:7-13.

Duro, J. 2002. Atlas Temático de la República de Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Guatemala.

Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy of angiosperms. Chronica Botánica Co., Waltham, Mass. (reeditado en 1971 y 1986). Hafner Publ. Co. New York. 553pp.

Faegri, K. and Iversen, J. 1975. Textbook of Pollen Analysis. Hafner Press. USA.

Friis, E., Pedersen, K. and Crane, P. 2000. Fossil floral structures of a basal angiosperm with monocolpate, reticulate-acolumellate pollen from the Early Cretaceous of Portugal. Grana 39: 226-239.

Font Quer, P. 1977. Diccionario de Botánica. 1era. Edición. Editorial LABOR, S.A. Barcelona, España. 1244pp.

Futyma, D. 1998. Evolutionary Biology. Third Edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. USA. 763 pp.

García, M. 2003. Estructura y Composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, entre las comunidades Santa Lucía Lachuá y Río Tzetoc, Cobán, Alta Verapaz. Informe Final EDC. Escuela de Biología. Fac. CCQQ y Farmacia. USAC. Guatemala.

Garnica, R. 2004. Distribución de epífitas en clases vegetales definidas por el luso local de la tierra en la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Informe Final EDC. Escuela de Biología. FAC. CCQQ y Farmacia. ISAC. Guatemala.

Gall, F. 1981. Diccionario Geográfico de Guatemala. Tomo II. Copilación Crítica. Guatemala, C.A.

Girón, M. 1996. Melitopalinología. COLCIENCIAS. Universidad del Quindío, Colombia.

Granados, P. 2001. Ictiofauna de la Laguna Lachuá Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala. Tesis de Grado Biólogo. USAC. 73pp.

Graham, A. 1998. Studies in Neotropical Paleobotany. XI. Lata Tertiary Vegetation and Enviroments of Southeastern Guatemala: Palynofloras from the Mio-Pliocene Padre Miguel group and the Pliocene Herrería Formation. American Journal of Botany 85(10): 1409-1425.

Hernández, S. 2004. Estudio Etnoecológico del uso de vida silvestre y actividades de agricultura en dos comunidades del área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Roq-ha´ Purib´al y San Benito I. Informe Final de Tesis. FFOQ y Farmacia, USAC. Guatemala.

Herrera, L. y Urrego, E. 1996. Atlas de polen de plantas útiles y cultivadas de la Amazonia Colombiana. Fundación Erigaie. Colombia. 462pp.

Hoen, P. 2004. Glossary of Pollen and Spore Terminology. Second edition. Academic Excellence, Award. Lighthspan.

Islebe, G. 1996. Vegetation, Phytogeography and Paleo-Ecology of Last 20,000 years of Montana Central America. Germany.

Jongman, Ter Braak y Van Tongeren, 2001. Data analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge. University Press. USA.

Lozano, M. y Hernández, E. 1990. Palinología de los Tuxtlas: Especies Arbóreas. Publicaciones Especiales. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Ludlow-Wiechers, B., Diego-Pérez, N. y Márquez, J. H. 1991. Flora Palinológica de Guerrero, Onagraceae; Fuchsia, Hauya y Oenothera. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

\_\_\_\_\_. 1992. Flora Palinológica de Guerrero, Araliaceae. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

\_\_\_\_\_. 1992. Flora Palinológica de Guerrero, Simaroubaceae. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

\_\_\_\_\_. 1993. Flora Palinológica de Guerrero, Lentibulariaceae. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Ludlow-Wiechers, B. y Hoghiemstra, H. 1997. Flora Palinológica de Guerrero, Menyanthaceae, Nymphaeaceae, Pontederiaceae y Typhaceae. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

\_\_\_\_\_. 1998. Flora Palinológica de Guerrero, Anacardiaceae. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

\_\_\_\_\_. 1998. Flora Palinológica de Guerrero, Salicaceae. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Mauseth, J. 1998. Botany, an Introduction to Plant Biology. Jones and Bartlett, USA.

Miranda, F. 1978. Vegetación de la Península Yucateca. Colegio de Postgrado SARH, Chapingo. México. 271pp.

Monzón, R. 1999. Estudio General de los Recursos Agua, Suelo y del Uso de la Tierra del Parque Nacional Laguna Lachuá y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Grado Agrónomo. FAUSAC. 97pp.

Palacios, R., Ludlow-Wiechers, B. y Villanueva, R. 1991. Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quinta Roo. FERRANDIZ, S.A. México.

Panajiotidis, S. et al. 2000. Pollen morphology in relation to the taxonomy and phylogeny of some native Greek *Aegiops* species. Grana 39: 126-132.

Punt, W. et al. 1993. The Glossary of Pollen and Spore Terminology. First edition. The Netherlands. 79 pp.

Quezada, M. 2005. Análisis de la diversidad y distribución de Macrohongos (Ordenes Agaricales y Aphyloporales) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Informe Final de Tesis. FFOQ y Farmacia, USAC. Guatemala.

Quiñónez, J. 1992 Descripción Ilustrada del Polen de Arboles y Arbustos de un Bosque Sub-tropical muy Húmedo de Escuintla, Guatemala, con una clave dicotómica para las especies. Tesis de Grado Biología. UVG, Guatemala.

Raven, P., et. al. 1999. Biology of Plants. 6ta. Edición. W. H. Freeman and Co. Worth. U.S.A.

Sáenz, C. 1978. Polen y Esporas. Blume Ediciones. Madrid, España.

Soltis, P. and Soltis, D. 2004 The origin and Diversification of Angiosperms. American Journal of Botany. 91(10):1614-1626.

Tsukada, M. 1966. The pollen sequence. The History of Laguna Petenxill: A small lake in Northern Guatemala. Memories of the Connecticut Academy of Arts and Sciences.

Tsukada, M. y Deevery, E. 1967. Pollen analysis from four lakes in the southern Maya area of Guatemala and El Salvador. Quaternary Paleocology. Yale Univ. Press, New Haven.

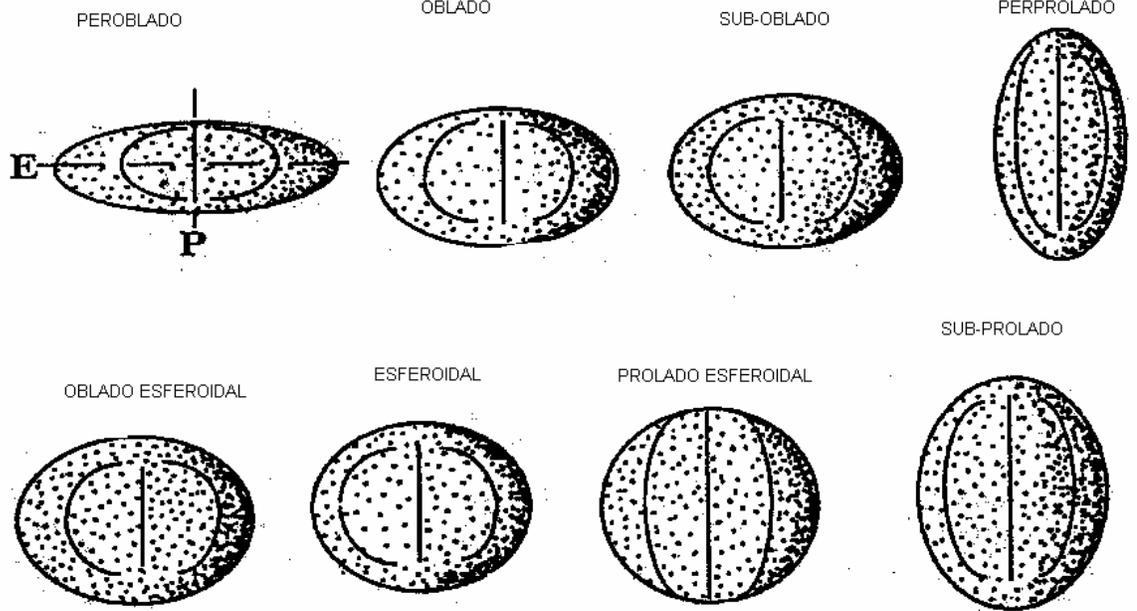
Vásquez, M. 2003. Utilización de recursos florales por tres especies de Meliponas: *Melipona beecheii*, *Melipona solani* y *Melipona yucatanica* (Apidae, Meliponinae) en el Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), durante la primera semana del mes de septiembre (época de invierno). Trabajo de Investigación EDC, EB, USA. Guatemala.

Vaughan, H., Deevery, E. and Garrett-Jones, S. 1985. Pollen stratigraphy of two cores from the Peten Lake District. Prehistoric Lowland Maya Environment and Subsistence Economy. Harvard Univ. Press, Cambridge.

Velásquez, C. 1999. Atlas Palinológico de la Flora Vascular Paramuna de Colombia: Angiospermae. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

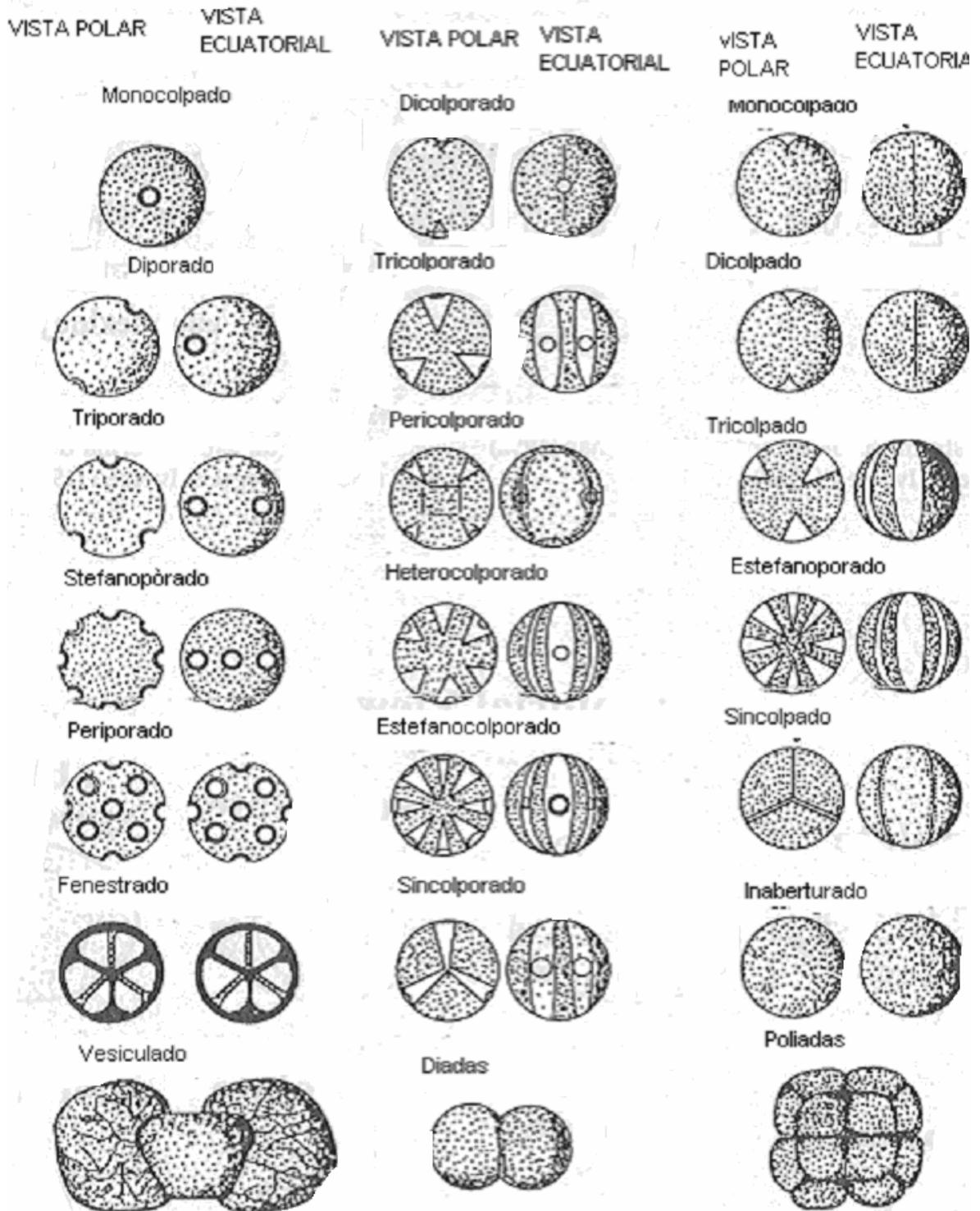
ANEXO 1

Formas de los granos de polen



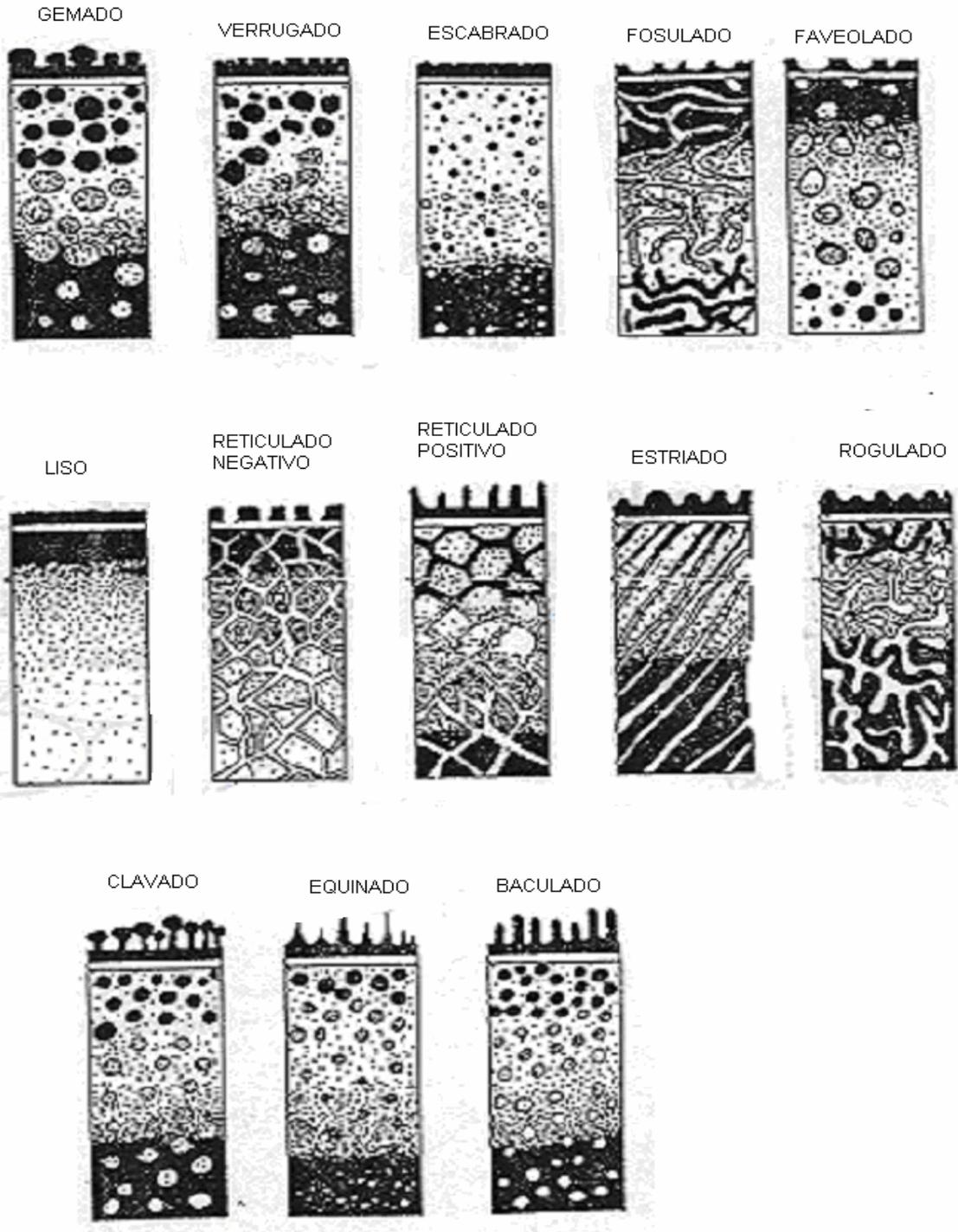
ANEXO 2

Aberturas de los granos de polen



### ANEXO 3

#### Escultura de la exina



**ANEXO 4 Medidas del grano de polen**

**FORMATO PARA DESCRIPCION DE GRANOS DE POLEN  
LABORATORIO DE PALINOLOGIA  
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURAL UNIVERSIDAD NACIONAL**

DESCRITO POR: \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 Familia: \_\_\_\_\_ Nombre científico: \_\_\_\_\_  
 Colector: \_\_\_\_\_ No. colección: \_\_\_\_\_ Fecha de Colección: \_\_\_\_\_  
 Altura: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_ Preparación No.: \_\_\_\_\_  
 Tipo de Preparación: \_\_\_\_\_ Microscopio tipo: \_\_\_\_\_ Rollo No.: \_\_\_\_\_  
 Vista Polar: Fotografía No.: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Coordenadas: X \_\_\_\_\_ Y \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) Aumento: \_\_\_\_\_  
 Vista Ecuatorial: Fotografía No.: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Coordenadas: X \_\_\_\_\_ Y \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) Aumento: \_\_\_\_\_  
 TIPO DE GRANO: Mónada \_\_, Diada \_\_, Tétrada \_\_ (tetragonal \_\_, romboidal \_\_, lineal \_\_, forma T \_\_, tetrahedral \_\_, decusada \_\_), Poliada \_\_,  
 Polinia \_\_, Trilete \_\_, Monolete \_\_, Espora \_\_.  
 POLARIDAD: Apolar \_\_, Isopolar \_\_, Heteropolar \_\_. SIMETRIA: Asimétrico \_\_, Simétrico \_\_ (Bilateral \_\_, Radial \_\_).  
 ABERTURA: Inaberturado \_\_, Sulcado \_\_, Laesura \_\_, Porado \_\_, Colpado \_\_, Colporado \_\_ (mono \_\_, di \_\_, tri \_\_, estefano \_\_, peri \_\_, sin \_\_)  
 Hetero \_\_, Otro \_\_\_\_\_  
 ESTRUCTURA ESPECIAL: Anillo \_\_, Margen \_\_, Costilla \_\_, Vestibulo \_\_, Opérculo \_\_, Atrio \_\_, Fastigio \_\_.  
 AMBITO: Vista Polar: Circular \_\_, Elíptica \_\_, Triangular \_\_, Cuadrangular \_\_, Agudo \_\_, Obtuso \_\_, ( Recto \_\_, Cóncavo \_\_, Convexo \_\_).  
 FORMA (P/E): Prolado \_\_, Oblado \_\_, Esféroidal \_\_, (Per \_\_, Eu \_\_, Sub \_\_) Valor \_\_\_\_\_.  
 EXINA: Muy Fina \_\_, Fina \_\_, Gruesa \_\_, Muy Gruesa \_\_. Valor \_\_\_\_\_.  
 ESCULTURA: Psilado \_\_, Foveolado \_\_, Escabrado \_\_, Verrugado \_\_, Gemado \_\_, Clavado \_\_, Pilado \_\_, Baculado \_\_, Equinado \_\_, Rugulado \_\_,  
 Estriado \_\_, Reticulado \_\_ (Per \_\_, Micro \_\_), Fosulado \_\_, Granuloso \_\_, Espinulo \_\_, Perforado \_\_, Otro \_\_\_\_\_.  
 ESTRUCTURA: Intectado \_\_, Semitectado \_\_, Tectado \_\_. IAP (L.A./D.E.): \_\_\_\_\_ Valor \_\_\_\_\_.  
 OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

MEDIDAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	S.D.
Vista Ecuatorial [E.E.] (V.L.)	E.E.(D1)												
	E.P.(D2)												
Vista Polar [V.P.] (V.A.)	D.E.												
	L.A.												
EXINA	Sexina												
	Nexina												
EXINA TOTAL													
Espinass en vista polar	Número												
	Longitud												
	Ancho												
Colpo	Longitud												
	Ancho												
Poro	Longitud												
	Ancho												

E.E.= eje ecuatorial; E.P.= eje polar; D.E.= diámetro ecuatorial; L.A.= lado apocolpio; V.L.= vista lateral; V.A.= vista apical  
 P/E= <0.50 peroblado, 0.50 - 0.74 oblado, 0.75 - 0.87 suboblado, 0.88 - 0.99 oblado esferoidal, 1.0 esferoidal, 1.01 - 1.14 prolado esferoidal, 1.15 - 1.33 subprolado, 1.34 - 2.0 prolado, > 2.0 perprolado.  
 EXINA= EX/D.E.: Muy fina < 0.05, Fina 0.05 - 0.1, Gruesa 0.1 - 0.25, Muy gruesa > 0.25.  
 IAP= L.A./D.E.: 0 ausente, < 0.25 pequeña, 0.25 - 0.50 mediana, 0.50 - 0.75 grande, > 0.75 muy grande.

**Anexo 5: Cuadro 1**  
**Especies seleccionadas**

Familia	Especies	Bosque	Bosque - cardamomo	Guamil III	Guamil II	Guamil I	Potrero	Potrero - Guamil	Cultivo
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L. (Joba)	0%	1 (8%)	3 (25%)	3 (25%)	3 (25%)	0	1 (8%)	2 (17%)
Arecaceae	<i>Orbignya cohume</i> (Mart.) Dahlgren.	7 (58%)	5 (42%)	2 (17%)	1 (8%)	2 (17%)	2 (17%)	2 (17%)	0
Arecaceae	<i>Desmoncus ferox</i> Bartlett.	3 (25%)	0	1 (17%)	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist. Bull.	0	0	0	0	2 (17%)	2 (17%)	1 (8%)	6 (50%)
Burseraceae	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	1 (17%)	0	3 (25%)	0	0	0	0	0
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	4 (33%)	6 (50%)	10 (83%)	5 (42%)	1 (8%)	0	0	0
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel) Exll.	3 (25%)	2 (17%)	0	1 (8%)	0	0	0	0
Cyperaceae	<i>Rynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl	1 (8%)	1 (8%)	2 (17%)	5 (42%)	2 (17%)	4 (33%)	7 (58%)	0
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Xahl	0	0	0	0	0	3 (25%)	2 (17%)	0
Cyperaceae	<i>Scleria melaleuca</i> Reichb. Ex Shldl.	1 (8%)	2 (17%)	5 (42%)	2 (17%)	4 (33%)	6 (50%)	5 (42%)	0
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Desmodium canum</i> (J.F. Gmel) Schinz	0	0	3 (25%)	6 (50%)	7 (58%)	12 (100%)	9 (75%)	5 (42%)
Lacistemiaceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (Berg.) Rusby	4 (33%)	0	2 (17%)	1 (8%)	0	0	1 (8%)	0
Liliaceae	<i>Dracaena americana</i> Donn. Smith.	4 (33%)	0	1 (8%)	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	0	0	1 (8%)	1 (8%)	5 (42%)	7 (58%)	7 (58%)	5 (42%)
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> Ring.	3 (25%)	0	0	0	0	0	0	0
Piperaceae	<i>Piper psilorhachis</i> C.Da. Ann Cogns Jard.	1 (8%)	2 (17%)	0	0	0	0	0	0
Piperaceae	<i>Piper aeruginosibaccum</i> Trelease in Standl.	1 (8%)	0	0	0	1 (8%)	0	0	0
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	12 (100%)
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius.	0	0	0	1 (8%)	0	1 (8%)	3 (25%)	1 (8%)
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Swartz.	0	1 (8%)	0	1 (8%)	1 (8%)	6 (50%)	2 (8%)	1 (8%)
Poaceae	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	0	0	3 (25%)	4 (33%)	6 (50%)	3 (25%)	7 (58%)	4 (33%)
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	0	0	0	0	1 (8%)	3 (25%)	2 (17%)	2 (17%)
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> (Stapf)	0	0	0	1 (8%)	0	4 (33%)	1 (8%)	0
Rubiaceae	<i>Psychotria trichotoma</i> Mart. & Ga.	1 (8%)	0	1 (8%)	1 (8%)	1 (8%)	0	0	0
Rubiaceae	<i>Posonqueria latifolia</i> (Rudge) R. & S.	3 (25%)	1 (8%)	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	4 (33%)	0	0	0	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Solanum rugosum</i> Dunal in D.C.	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulmaceae	<i>Ampelocera hottlei</i> Standl.	0	2 (17%)	0	0	0	0	0	0
Vochysiaceae	<i>Vochysia hondurensis</i> Stnodal.	1 (8%)	3 (25%)	3 (25%)	1 (8%)	0	1 (8%)	0	0

Cuadro 5: Especies seleccionadas por el análisis de agrupamiento y DCA, con un criterio de representatividad del 35% para hierbas y un

25% para árboles correspondiente al número de presencia de cada especie en cada clase vegetal caracterizada por Ávila (2004).

## ANEXO 6: Cuadro 2

## Época de floración de las 30 especies

FAMILIA	ESPECIES	FLORACION
Poaceae	<i>Zea mayz</i> L.	enero
Ulmaceae	<i>Ampelocera hottei</i> Standl.	enero
Cyperaceae	<i>Rinchospora cephalotes</i> (L.) Vahl	febrero
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	febrero
Lacistemiaceae	<i>Lacistema agregatum</i> ( Berg.) Rusby	febrero
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> Ring.	febrero
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Xahl	marzo
Cyperaceae	<i>Scleria melaleuca</i> Reichb. Ex Shldl.	marzo
Fabaceae	<i>Desmodium canum</i> (J.F. Gmel) Schinz	marzo
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel) Exll.	marzo
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	marzo
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L. (Joba)	marzo
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius.	marzo
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Swartz.	marzo
Rubiaceae	<i>Psychotria trichotoma</i> Mart. & Ga.	marzo
Rubiaceae	<i>Posonqueria latifolia</i> (Rudge) R. & S.	marzo
Solanaceae	<i>Solanum rugosum</i> Dunal in D.C.	marzo
Arecaceae	<i>Orbignya cohume</i> (Mart.) Dahlgren.	abril
Arecaceae	<i>Desmoncus ferox</i> Bartlett.	abril
Asteraceae	<i>Conyza bonarensis</i> (L.) Cronquist. Bull.	abril
Burseraceae	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	abril
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	abril
Liliaceae	<i>Dracaena americana</i> Donn. Smith.	abril
Poaceae	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	abril
Vochysiaceae	<i>Vochysia hondurensis</i> Stnodal.	abril
Piperaceae	<i>Piper psilorhachis</i> C.Da. Ann Cogns Jard.	mayo
Piperaceae	<i>Piper aeroginosibaccum</i> Tretease in Standl.	junio
Rubiaceae	<i>Alsei yucatanensis</i> Standl.	agosto
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	septiembre
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> (Stapf)	diciembre

Listado de las especies trabajadas con los datos de floración.

ANEXO 7: Figura 1

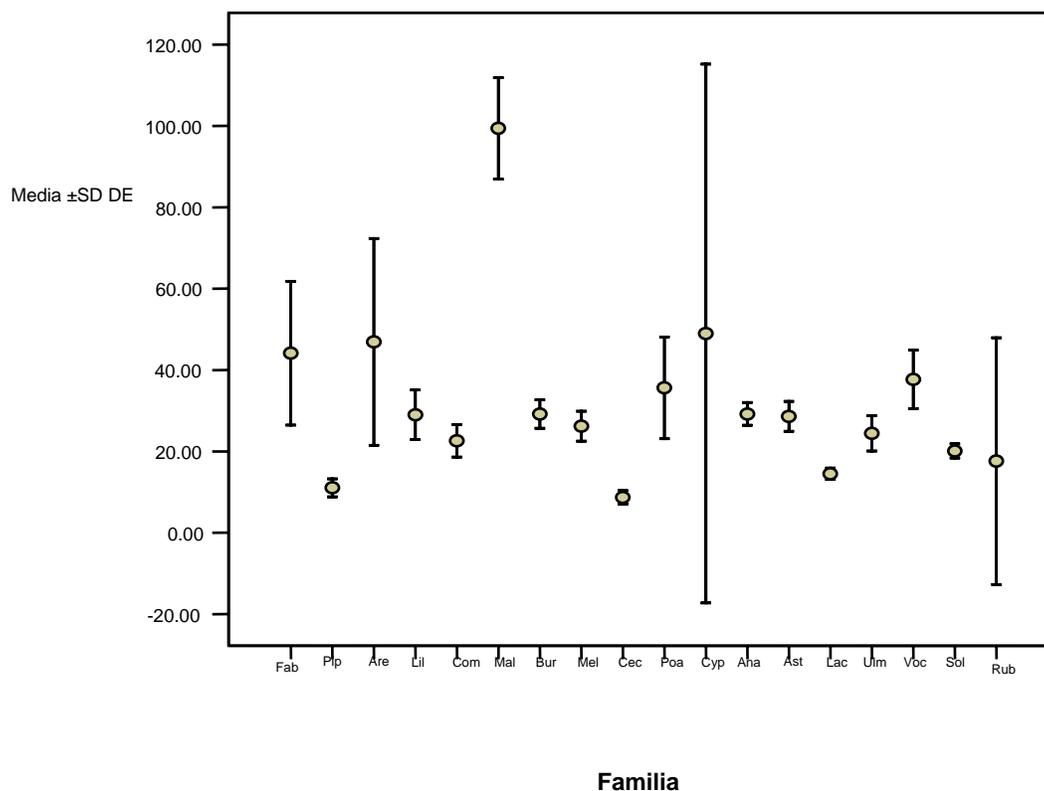


Figura 1: Variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial del grano en vista polar de todas las familias trabajadas.

Fab: Fabaceae

Mel: Meliaceae

Pip: Piperaceae

Cec: Cecropiaceae

Are: Arecaceae

Poa: Poaceae

Lil: Liliaceae

Cyp: Cyperaceae

Com: Combretaceae

Ana: Anacardiaceae

Mal: Malvaceae

Ast: Asteraceae

Bur: Burseraceae

Lac: Lacistemiaceae

Ulm: Ulmaceae

Voc: Vochysiaceae

Sol: Solanaceae

Rub: Rubiaceae

**ANEXO 8: Figuras 2**

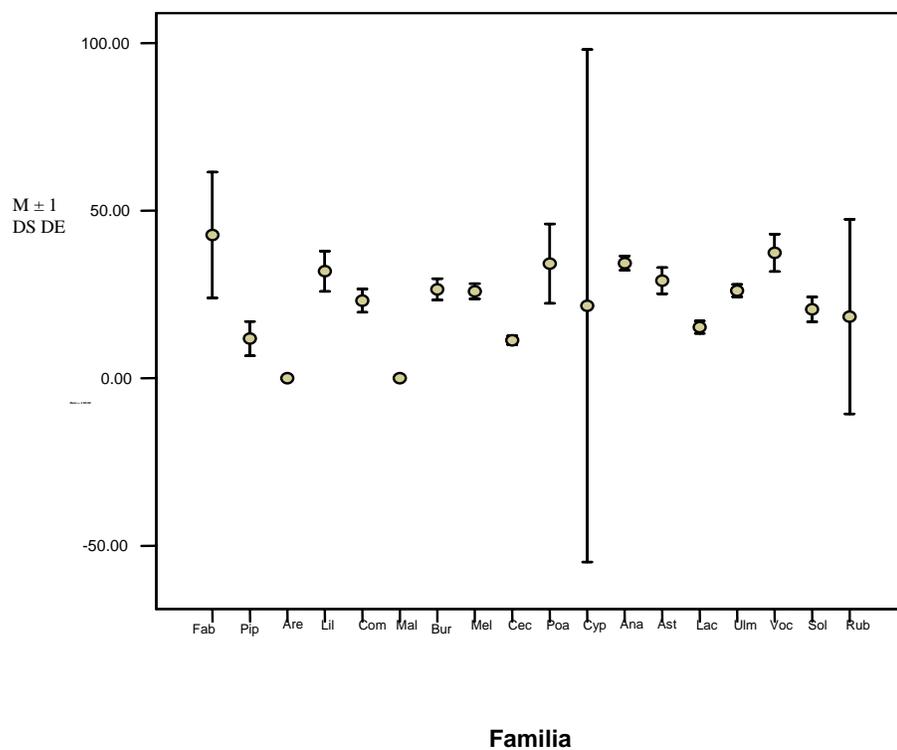


Figura 2: Variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial en vista ecuatorial de los granos de las familias trabajadas.

Fab: Fabaceae

Mel: Meliaceae

Pip: Piperaceae

Cec: Cecropiaceae

Are: Arecaceae

Poa: Poaceae

Lil: Liliaceae

Cyp: Cyperaceae

Com: Combretaceae

Ana: Anacardiaceae

Mal: Malvaceae

Ast: Asteraceae

Bur: Burseraceae

Lac: Lacistemiaceae

Ulm: Ulmaceae

Voc: Vochysiaceae

Sol: Solanaceae

Rub: Rubiaceae

### ANEXO 9: Figura 3

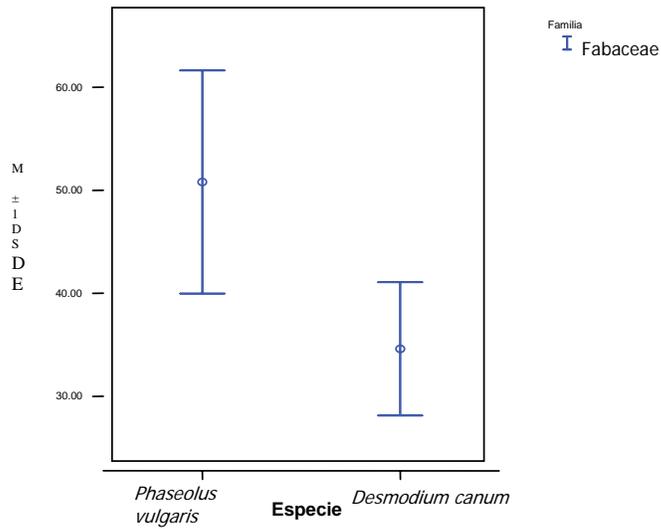


Figura 3: variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial en vista ecuatorial de las especies *Phaseolus vulgaris*, *Desmodium canum*. De la familia 1: Fabaceae

### ANEXO 10: Figura 4

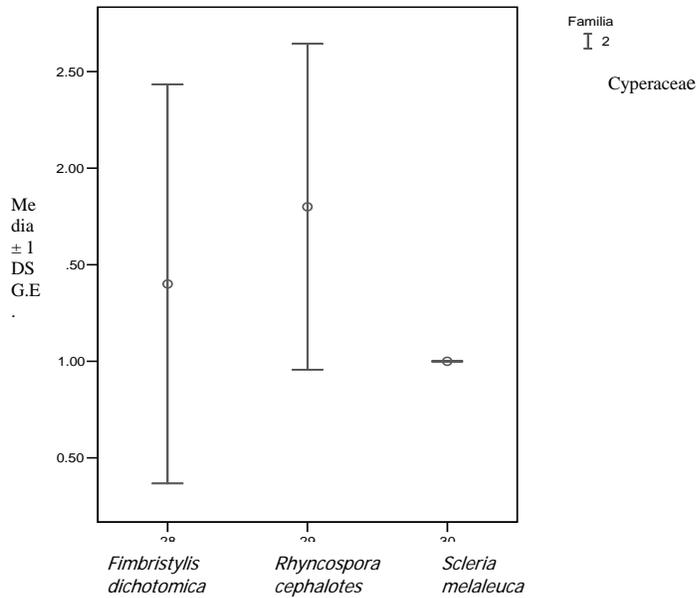


Figura 4: Variabilidad de la desviación estándar en el grosor de la exina de las especies: *Fimbristylis dichotomica*, *Rhynchospora cephalotes*, *Scleria melaleuca*. De la familia Cyperaceae.

### ANEXO 11: Figura 5

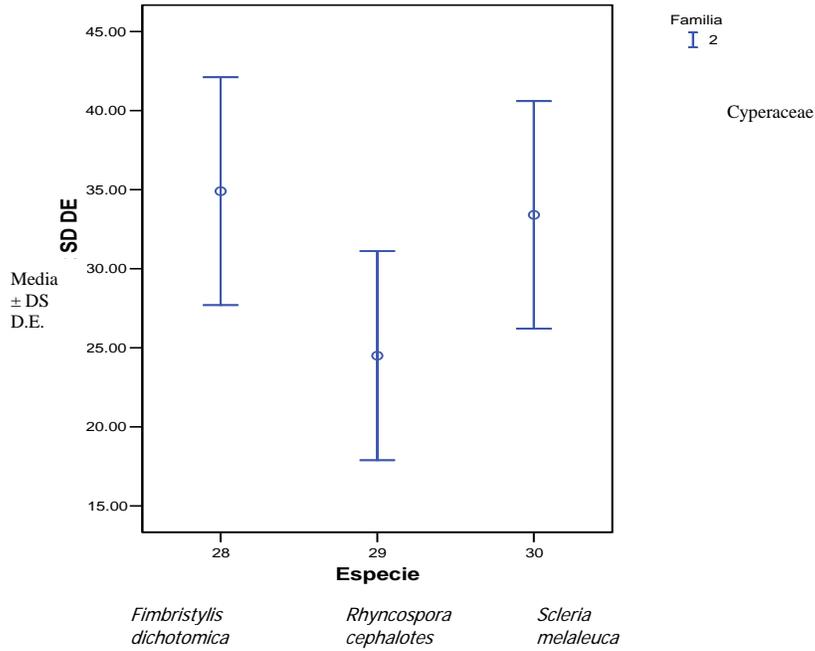


Figura 5: Variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial en vista polar de las especies *Fimbristylis dichotomica*, *Rhynchospora cephalotes*, *Scleria melaleuca*. De la familia Cyperaceae

### ANEXO 12: Figura 6

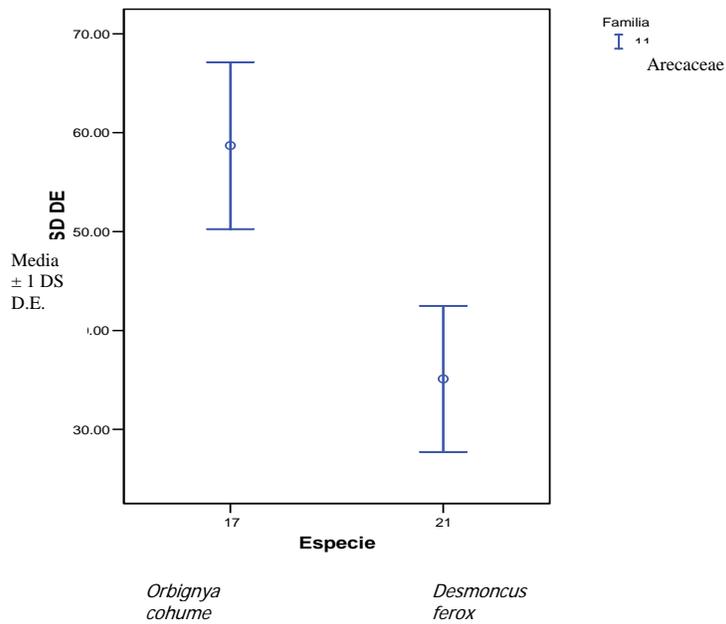


Figura 6: Variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial en vista polar de las especies *Orbignya cohume*, *Desmoncus ferox*, de la familia Arecaceae.

### ANEXO 13: Figura 7

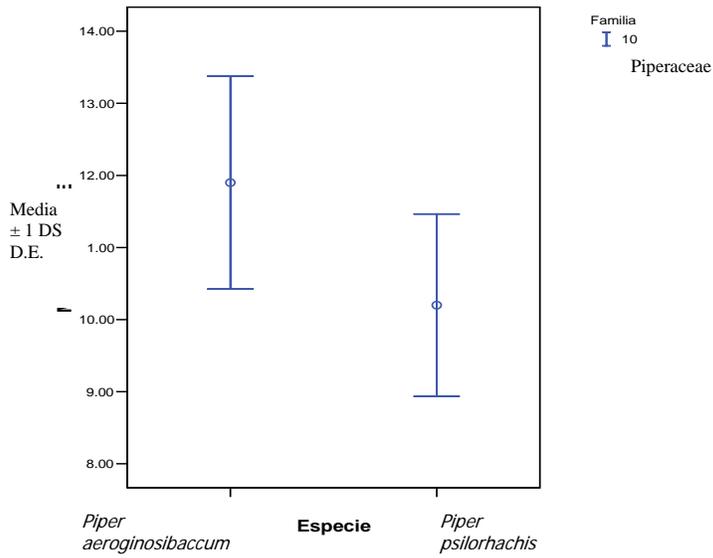


Figura 7: variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial del grano de polen en vista polar de las especies *Piper aeruginosibaccum*, *Piper psilorhachis*. De la familia Piperaceae.

### ANEXO 14: Figura 8

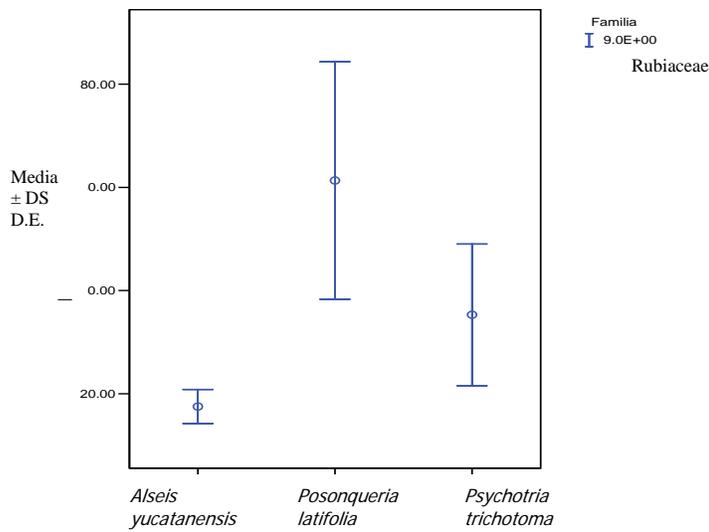


Figura 8: Variabilidad de la desviación estándar del diámetro ecuatorial del grano en vista polar de las especies *Alseis yucatanensis*, *Posonqueria latifolia*, *Psychotria trichotoma*. De la familia Rubiaceae.

**ANEXO 15: Figura 9**

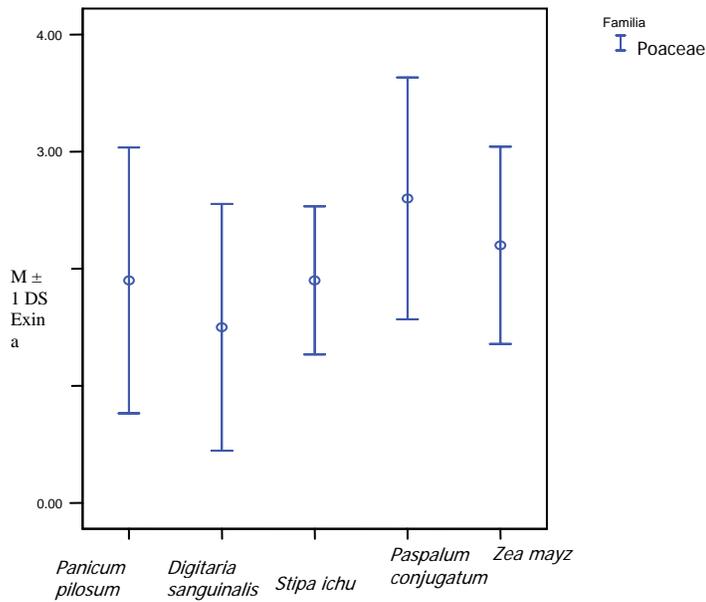


Figura 9: Variabilidad de la desviación estándar de el grosor de la exina en los granos de polen de las especies *Panicum pilosum*, *Digitaria sanguinalis*, *Stipa ichu*, *Paspalum conjugatum*, *Zea mayz* de la familia Poaceae.

**ANEXO 16: Figura 10**

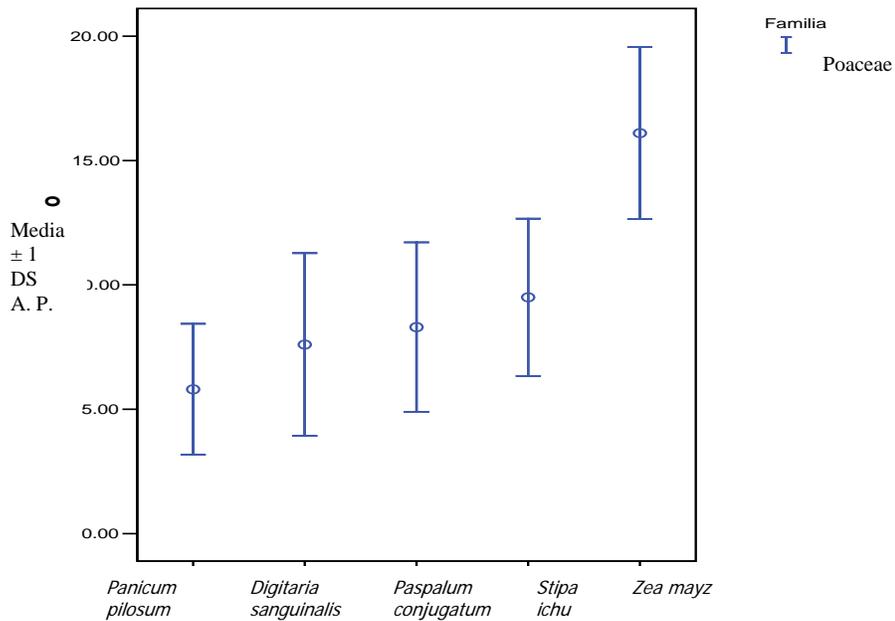


Figura 10: Variabilidad de la desviación estándar del ancho del poro en los granos de polen de las especies *Panicum pilosum*, *Digitaria sanguinalis*, *Stipa ichu*, *Paspalum conjugatum*, *Zea mayz* de la familia Poaceae.

## **GLOSARIO**

**ANULO O ANILLO:** el borde de la sexina algunas m'as gruesa o mas delgada que rodea al poro.

**APERTURA O ABERTURA:** hendidura en la exina del grano de polen para el crecimiento del tubo polínico.

**ASPIS:** nexina ampliamente dispersa en la región del poro la cual puede ser mas grande que el ánulo.

**COLPO:** apertura longitudinal en la exina del grano de polen ya sea alrededor de un poro o simplemente solo.

**COLPORO:** polen con aperturas de colpo y poro.

**COLUMNELLA:** pequeñas columnas debajo del téctum.

**COSTILLA:** engrosamiento de la nexina alrededor de la endoapertura.

**DIÁMETRO ECUATORIAL:** El diámetro de un grano de polen en vista polar. Si es un grano tricolporado, esta medida se toma a lo largo de un colpo y un lóbulo del grano, si el grano es monoporado o monosulcado es perpendicular al colpo o poro.

**DIPORADO:** grano de polen con dos poros.

**EJE ECUATORIAL:** es el eje del ecuador o eje perpendicular a una apertura en vista ecuatorial.

**EJE POLAR:** eje a lo largo de una apertura en vista ecuatorial.

**EQUINADO:** ornamentación de la exina en forma espinas. Elementos de la escultura exinita aguzados o puntiagudos.

**ENDOAPERTURA:** Una apertura dentro de otra apertura en granos de polen con apertura compuesta. Hay de tipo lalongado, circular y lolongado.

**ESCABRADO:** ornamentación del grano de polen. Proyección radial de elementos esculturales más o menos isodiamétricos, menores a una micra.

**ESCULTURA:** parte de la exina que se conforma de ornamentación.

**ESTEFANOPORADO:** mas de seis poros en un grano de polen.

**ESTRIADO:** ornamentación de grano, de líneas finas, paralelas y longitudinales.

**ESTRUCTURA:** parte de la exina compuesta por columnelas, tectum y capa basal.

**EXINA:** Capa externa y altamente resistente a la pared del grano de polen.

**FOSULADO:** ornamentación del grano, con elementos esculturales de cavidades, elongadas, regulares o irregulares.

**GEMADO:** ornamentación del grano, con elementos esculturales circulares con constricción proximal, de diámetro mayor a una micra.

**HETEROBROCHADO:** con malla de la retícula, con lumina y muri de tamaños visiblemente diferentes.

**I.A.P.** relación del lado apocólpico y el diámetro ecuatorial.

**INTECTADO:** granos de polen sin tectum.

**LADO APOCOLPICO:** distancia entre cada colpo.

**LALONGADO:** nombre que recibe una endoabertura (de un grano colporado) en forma transversal al colpo.

**LOLONGADO:** nombre que recibe una endoabertura de un grano colporado en posición alineada con el colpo.

**LUMEN O LUMINA:** el espacio limitado del muri. Los espacios de la red, o malla de la red.

**MARGEN:** engrosamiento alrededor del colpo.

**MICRORETICULADO:** una ornamentación reticulada consistiendo de muri y lumina tamaño menor a una micra.

**MONOCOLPADO:** con un solo colpo germinal a un lado del grano.

**MONOPORADO:** con un solo poro.

**MONOSULCADO:** con un solo sulco.

**MURI:** retícula o red consiste solamente de líneas suaves.

**NEXINA:** la parte interna y sin escultura de la exina.

**OBLADO:** forma del grano, anchado en los polos.

**OBLADO ESFEROIDAL:** forma de grano que tiene una proporción de P/E de 1.00-0.88.

**OPERCULO:** una relimitación de la sexina, engrosamiento de la membrana que rodea a el poro o endoabertura.

**P/E:** proporción entre la longitud del eje polar y el eje ecuatorial.

**PERFORADO:** ornamentación del grano con estructura de huecos.

**PERIPORADO:** poros uniformemente distribuidos sobre la superficie del grano.

**PEROBLADO:** forma del grano muy achatado, con una proporción P/E menor de 0.50.

**PERPROLADO:** forma de grano en la que la proporción del P/E es mayor de 2.0.

**PERETICULADO:** escultura de la exina, un retículo.

**PORO:** apertura redondeada.

**PSILADO:** ausencia de elementos esculturales.

**RETICULO:** escultura de la superficie en forma de red.

**RUGULADO:** proyecciones radiales elongadaD, el largo del doble de espesor.

**SEMITECTADO:** tectum desarrollado parcialmente en la superficie del grano.

**SEXINA:** parte de la exina con escultura u ornamentación.

**TECTUM:** si la sexina forma otra membrana fuera de la nexina.

**TETRALOBULADO:** grano de polen con cuatro lóbulos.

**TRICOLPORADO:** con tres colpos, dispuestos en forma meridional con poros o colpos transversales.

**TRICOLP(OIDE)RA DO:** tres colpos con tres colpos no muy bien definidos.

**TRILOBULADO:** grano de polen con tres lóbulos.

**VERRUGADO:** escultura abultada, gruesa, en forma de verruga. Formando un mosaico irregular en los granos.

**VISTA ECUATORIAL:** grano de polen en el cual se observan las aperturas en posición ecuatorial.

**VISTA POLAR:** grano de polen en el que se observan las aperturas en posición polar.