

DESCRIPCION ILUSTRADA DE POLEN DE ARBOLES Y  
ARBUSTOS DE UN BOSQUE SUBTROPICAL. MUY HUMEDO DE  
ESCUINTLA, GUATEMALA, CON UNA CLAVE DICOTOMICA  
PARA LAS ESPECIES



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades

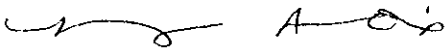
DESCRIPCION ILUSTRADA DE POLLEN DE ARBOLES Y  
ARBUSTOS DE UN BOSQUE SUBTROPICAL MUY HUMEDO DE  
ESCUINTLA, GUATEMALA, CON UNA CLAVE DICOTOMICA  
PARA LAS ESPECIES

JULIA GENOVEVA QUIRONEZ


Trabajo de investigación presentado para  
optar al grado académico de  
Licenciada en Biología

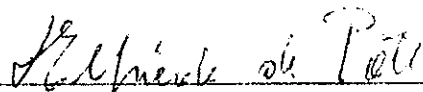
GUATEMALA  
1992

Vo. Bo.:

(f.)   
Dra. Margaret Dix

Tribunal:

(f.)   
Dra. Margaret Dix

(f.)   
Dra. Elfriede de Poll

(f.)   
Dr. Charles Macvean

Fecha de Aprobación: 9 de noviembre de 1992

## CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	
A. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL POLEN	1
B. FISIOLOGIA Y ANATOMIA DEL POLEN	3
OBJETIVOS	10
II. METODOLOGIA	
A. COLECTA DE MATERIAL	11
B. PREPARACION DEL POLEN	11
C. FOTOMICROGRAFIA	12
D. DESCRIPCION DE LOS GRANOS DE POLEN	12
E. CLAVE DICOTOMICA	13
III. RESULTADOS	
A. DESCRIPCION DE LOS GRANOS DE POLEN	14
B. EPOCA DE FLORACION	28
C. CLAVE DICOTOMICA	33
IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	
A. DESCRIPCION DE LOS GRANOS DE POLEN DE LAS ESPECIES COLECTADAS	39
B. EPOCA DE FLORACION DE LAS ESPECIES COLECTADAS	42
C. CLAVE DICOTOMICA	42

	Página
V. LITERATURA CITADA	46
APENDICES	
1. Formato de Información para Cada Especimen de Herbario colectado	46
2. Método Acetolítico de Erdtman para obtener el Polen de las Flores colectadas	46
3. Método estadístico para Calcular la Desviación standard y Error standard de la Media	47
4. Glosario	48

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Tabla de época de floración de los árboles y arbustos colectados	28

## LISTA DE GRAFICAS

Gráfica	
1. Gráfica de época de floración de especies	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura	
1. Razón entre el eje polar y el eje ecuatorial	8
2. Tipos principales de polen de plantas vasculares	8
3. Algunos tipos de polen comunes de plantas con semillas	8
4. Elementos esculturales de la exina del polen	9
5. Colporado	50
6. Columela	50

	Página
7. Dicolpado	50
8. Diporado	50
9. Heterocolpado	50
10. Poliada	50
11. Poro	50
12. Estefanocolpado	50
13. Estefanoporado	50

#### LISTA DE LAMINA

Lámina	Página
1. Granos de polen. Acanthaceae: <u>Aphelandra deppeana</u> (1); Apocynaceae: <u>Plumeria acutifolia</u> (2), <u>Stemmadenia donnell-smithii</u> (3). <u>Thevetia peruviana</u> (4); Bignoniaceae: <u>Spathodea campanulata</u> (5). <u>Tabebuia rosea</u> (6); Bombacaceae: <u>Ceiba aesculifolia</u> (7); Caesalpinaceae: <u>Cassia biflora</u> (8).	51
2. Granos de polen. Caesalpiniaceae: <u>Cassia xiphoidea</u> (9), <u>Delonix regia</u> (10), <u>Swartzia ochracea</u> (11); Caricaceae: <u>Carica papaya</u> (12); Combretaceae: <u>Combretum argenteum</u> (13), <u>Terminalia catappa</u> (14); Compositae: <u>Onoseris onoseroides</u> (15).	52

3. Granos de polen. Compositae: Senecio arborescens(16), Vernonia leiocarpa(17); Euphorbiaceae: Acalypha macrostachya var. hirsutissima(18); Fabaceae: Cajanus bicolor(19), Erythrina berteroana(20), Gliricidia sepium(21), Lonchocarpus minimiflorus(22), Lonchocarpus salvadorensis(23); Flacourtiaceae: Casearia nitida(24).  
53
4. Granos de polen. Lythraceae: Lagerstroemia speciosa(25); Malpigiaceae: Bunchosia lancifolia(26), Byrsonima crassifolia(27); Malvaceae: Hibiscus schizopetalus(28); Melastomaceae: Conostegia xalapensis(29); Meliaceae: Melia azedarach(30), Trichilia oerstediana(31); Mimosaceae: Acacia hindsii(32), Calliandra grandiflora(33).  
54
5. Granos de polen. Mimosaceae: Enterolobium cyclocarpum(34); Myrsinaceae: Ardisia compressa(35), Parathesis columnaris(36); Myrtaceae: Psidium guajava(37); Piperaceae: Piper pergamentifolium(38); Polygonaceae: Triplaris melaenodendron(39); Rubiaceae: Randia monantha(40); Staphyleaceae: Turpinia paniculata(41); Urticaceae: Laportea mexicana(42); Ulmaceae: Trema micrantha(43); Verbenaceae: Cornutia grandiflora(44).  
55

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Margaret Dix, por su ayuda en la búsqueda de tema para tesis, asesoría en la realización de la misma y por enseñarme los lineamientos básicos de cómo realizar una buena investigación.

Asimismo a la Dra. Elfriede Poll, por su ayuda en la clasificación de plantas y en la búsqueda de información palinológica.

Agradezco al Dr. Charles MacVean por haberme enseñado y aconsejado cómo utilizar la cámara para el estudio microfotográfico y por sus consejos para la realización de la metodología.

Agradezco a Gerald Islebe por brindarme información sobre estudios previos de polen y por su ayuda en la descripción de los granos de polen.

En general reconozco la ayuda y apoyo de mis compañeros de estudio en especial a: Erick Smith, Philippe Hunziker, Christian Granizo y Silvia Urbina.

## RESUMEN

Se realizaron visitas mensuales a un bosque subtropical muy húmedo, recolectando flores y hojas de árboles y arbustos para preparar especímenes de herbario de referencia. Utilizando el método acetolítico de Erdtman se obtuvo el polen de las flores y luego se hicieron fotomicrografos del polen de cada especie.

Se realizó una descripción ilustrada del polen de arbustos y árboles de 44 especies, abarcando 25 familias y 41 géneros de un bosque subtropical muy húmedo en Escuintla, Guatemala. Se analizó la morfología de granos de polen de las familias de árboles del bosque subtropical húmedo, donde se reconoció por su fisonomía las familias, géneros y especies de plantas recolectadas. Se incluyó una clave dicotómica para todas las especies descritas. Se dejó un material de referencia, en el Herbario del Instituto de Investigación y en el Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala, para estudios posteriores.

Esto representa el primer intento de establecer una base de consulta en Guatemala para futuros estudios palinológicos.

## I. INTRODUCCION

### A. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL POLEN

El análisis de polen ha sido utilizado por geólogos, paleontólogos, arqueólogos, botánicos, ecólogos, taxónomos, silvicultores, investigadores agrícolas, productores de miel, aero-alergólogos y glaciólogos.

Se ha prestado mucha atención al análisis del polen que se encuentra en la atmósfera porque es el causante de muchas alergias, especialmente de las vías respiratorias. También tiene importancia el estudio del polen recogido por las abejas para el estudio de las plantas melíferas (Flores, 1989).

En arqueología, los "ecobechos" son remanentes de materiales no artificiales que pueden proveer de información significativa acerca del comportamiento pasado humano, por ejemplo los granos de polen. Este material contribuye a indicar las condiciones ambientales, los tipos de comida y recursos utilizados por los hombres. Una gran concentración de granos de polen de plantas domesticadas en estratos de tierra son huellas de ocupación humana. El polen nos puede indicar actividades no económicas como ritos. Gran cantidad de granos de polen en una tumba hace 60,000 años indica que los pobladores la cubrían con flores de diferentes especies (Sharer y Ashmore, 1979).

En taxonomía, si hay entrecruzamiento entre poblaciones bien segregadas usualmente separadas por mecanismos genéticos

y citológicos, un estudio de la segregación y sinapsis en la meiosis de cromosomas puede revelar el carácter híbrido de algunos individuos. Es más fácil detectar intermediarios por el estudio de granos de polen para determinar la relativa abundancia de granos bien llenos contra los granos de polen vacíos o abortivos. Los cuales señalan problemas durante el proceso meiótico que forma el grano de polen (Benson, 1962).

La ciencia de palinología empezó en Escandinavia con el trabajo de Lennart von Post, la primera persona en desarrollar los métodos y algunas aplicaciones de análisis de polen (Kapp, 1969).

Una identificación confiable de tipos de polen sólo puede ser acompañada por comparación de especímenes desconocidos con placas de referencia en una colección preparada con plantas identificadas por una autoridad (Kapp, 1969). Los detalles de la esculturas de los granos de polen varían de familia en familia y de género en género. El relieve de muchos granos de polen es tan distintivo que es posible determinar la relativa abundancia del polen de varias plantas liberado en un área particular en un tiempo dado. El estudio detallado de polen dentro de una familia puede ayudar en la clasificación del género (Benson, 1962).

A la fecha muy pocos tipos de polen pueden ser identificados hasta especie con confiabilidad. Desafortunadamente se presentan problemas, como por ejemplo, que los tipos palinomorfos no coincidan con los grupos

taxonómicos establecidos (Nowicke y Skuarla, 1981).

## B. FISILOGIA Y ANATOMIA DEL POLEN

Las microesporas de las plantas con semilla generalmente llevan una o más divisiones mitóticas antes de que sean liberadas del microesporangio en donde son producidas. En el estado donde son expulsadas del microesporangio, los jóvenes gametofitos masculinos son llamados granos de polen. El mismo microesporangio es llamado saco de polen. Las divisiones nucleares que ocurren en el desarrollo de los granos de polen de las microesporas no resultan en un incremento significativo del volumen del protoplasto y la pared del grano de polen es la pared madura de la microespora. Los espermatozoides de muchas plantas con semilla llegan hacia el huevo a través de un tubo de polen. Tarde o temprano los espermatozoides están libres en el citoplasma del tubo de polen. El tubo de polen dirige su camino hacia el tejido englobando los gametofitos femeninos y se abre al final, soltando los espermatozoides (Cronquist, 1971).

El grano de polen joven posee un gran vacuolo central pero, al madurar, el núcleo crece y el citoplasma se hace más denso y a la vez aumenta en cantidad de almidón o, en ciertas especies, grasas que, al parecer son absorbidas por el tapete. En muchas especies el almidón desaparece del grano de polen durante la maduración de la antera, mientras que en otras desaparece sólo durante la formación del tubo

polínico. Se sospecha que la disolución del almidón se encuentra en relación con la gran presión osmótica de los tubos polínicos, considerablemente mayor que las células del estilo las que atraviesa(Fahn,1978).

El análisis químico de granos de polen maduros muestra la siguiente composición en porcentajes: proteína 7.0-26.0%, carbohidratos 24.0-48.0%, grasas 0.9-14.5%, cenizas 0.9-5.4%, agua 7.0-16.0%(Fahn,1978).

El polen de las angiospermas está compuesto de dos capas concéntricas principales: la intina y la exina. La capa del medio es la intina. Esta se encuentra presente en todos los granos de polen y envuelve la parte viva del grano. Esta capa ha sido relativamente poco estudiada y generalmente está formada de celulosa. Esta sustancia forma gran parte de la intina, pero otras sustancias parecen tener igual importancia, en muchos casos el volumen lo constituyen las sustancias pécticas(Faegri, 1960).

Si un grano de polen no logra alcanzar su destino, parece rápidamente y el citoplasma interior y las sustancias de la intina son fácilmente destruidas y desaparecen, sobreviviendo, por un corto periodo de tiempo, la exina(Faegri, 1960).

Las megasporas, microesporas y granos de polen(especialmente si son producidos por plantas terrestres) típicamente desarrollan una pared resistente, la exina, afuera de la pared celular usual. Es cerosa, esta compuesta

de químicos que tienen una extraordinaria resistencia a la degradación, lo cual sirve hacer mínimo daño y prevenir desecamiento.

Las sustancias distintivas que forman la exina han sido llamadas esporopoleninas y podrían ser polímeros de ácidos grasos monocarboxílicos o dicarboxílicos de gran peso molecular. La exina resiste altas temperaturas y tratamiento con ácidos o bases concentradas. La resistencia al decaimiento, especialmente en condiciones anaeróbicas, ayuda a la preservación de granos de polen y esporas como microfósiles. Bajo condiciones aeróbicas, las exinas son susceptibles a la degradación enzimática por hongos y otros organismos(Kapp, 1969).

Muchas plantas anemófilas(formas polinizadas por el viento) tienen paredes modificadas para favorecer la dispersión, mientras que, en plantas entomófilas(polinizadas por insectos), la presencia de rodos, espinas y otras características esculturales, sirven para mejorar la diseminación. La exina provee de las características físicas que el palinólogo usa para su identificación: 1.tamaño y forma; 2.forma, número y arreglo de las aperturas de la pared; 3.estructura y ornamentación de la exina misma(Kapp, 1969).

El tamaño de los palinomorfos(ver glosario) varía de 5 micras a más de 200 micras, pero la mayoría está entre 20 micras y 50 micras. Cuando los contenidos celulares están vivos, el

tamaño y la forma pueden variar mucho debido a cambios en el balance osmótico del protoplasto(Kapp,1968).

En forma muchos palinomorfos son elipsoides con simetría rotacional en donde es posible identificar el eje polar y el plano ecuatorial . En algunos casos la forma es esferoidal o subesferoidal, pero puede ser variadamente alargada(prolada o perprolada) o aplanada(oblada o peroblada). Las clases de formas han sido establecidas y definen los límites de estos términos. Estas clases son basadas en la razón entre la longitud del eje polar y el diámetro ecuatorial (ver figura 1). Los granos de polen y esporas frecuentemente parten de la forma elipsoide. Las esporas muchas veces retienen una forma piramidal resultado de restricciones de desarrollo dentro de una tétrada tetragonal. En una vista polar, el polen con poros ecuatoriales prominentes, puede asumir variadas formas, dependiendo del número de aperturas: subtriangular, cuadradas o hexagonales. La marca trirradiada de una espora identifica el polo proximal que está en el centro de la tétrada original; el polo opuesto es distal respecto de la tétrada. El eje polar de un grano de polen similarmente tiene un punto distal y proximal; pero en muchos casos es virtualmente imposible distinguir el polo proximal del distal. Granos de polen de angiospermas monocolpados y monoporados tienen una sola apertura en el polo distal(Kapp,1968).

Las aperturas de granos de polen y marcas superficiales

proveen la base para las claves de identificación de polen. Algunos granos de polen no muestran evidencia de un área delgada en la exina y se dice que son inaperturados; similarmente las esporas aletas no tienen marcas en la superficie de la exina. Esporas monoaletas tienen una sola marca, mientras las esporas trialetas tienen tres marcas (ver figura 2). Cuando hay germinación, la ruptura de la pared usualmente ocurre en las marcas o aperturas. Verdaderas aperturas se encuentran en muchos tipos de polen y son hendiduras o poros en la exina. Las hendiduras son aperturas en forma de bote que son más del doble de largo que de ancho, mientras que los poros son circulares o elípticos. Los granos de polen con poros (ver glosario) se llaman porados, con hendiduras se llaman colpados y con poros y hendiduras colporados (ver figura 3). La estructura y escultura de la exina imparte la morfología microscópica a los granos de polen que permiten su identificación. Sólo recientemente el trabajo con microscopio electrónico ha mostrado en forma clara algunas de las características morfológicas que eran equívocas en microscopio de luz. La endexina (endina) es estructuralmente una capa homogénea. La ectexina (ectina) es periférica a la endexina; exhibe orientación radial de los elementos estructurales. En secuencia, la ectexina puede ser compuesta de una capa base más o menos continua, columela radial, tectum, y varios elementos supratectados.

ÍNDICE

ORDEN  
CLASE

50.0  
1.00-2  
0.75-1.00  
0.5-0.75  
0.5

PERIFERICO  
OBOLADO  
SUBSEFEROIDAL  
OBILADO  
PERIFERICO

EJEMPLO  
P/E=1.77/1.5

OBOLADO

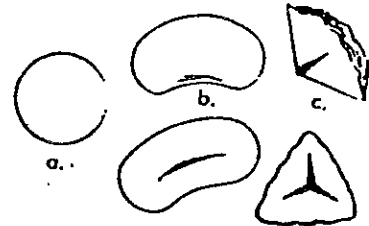
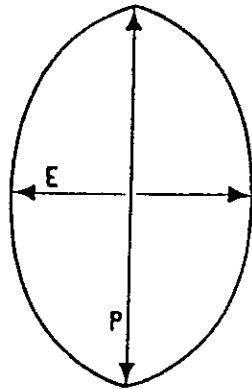


Fig. 2. Tipos principales de polen de plantas vasculares:  
a. elipse; b. obolado; c. trialete  
(tomado de Kopp, 1969).

Fig. 1. Razón entre el eje polar y el eje ecuatorial  
(tomado de Kopp, 1969).

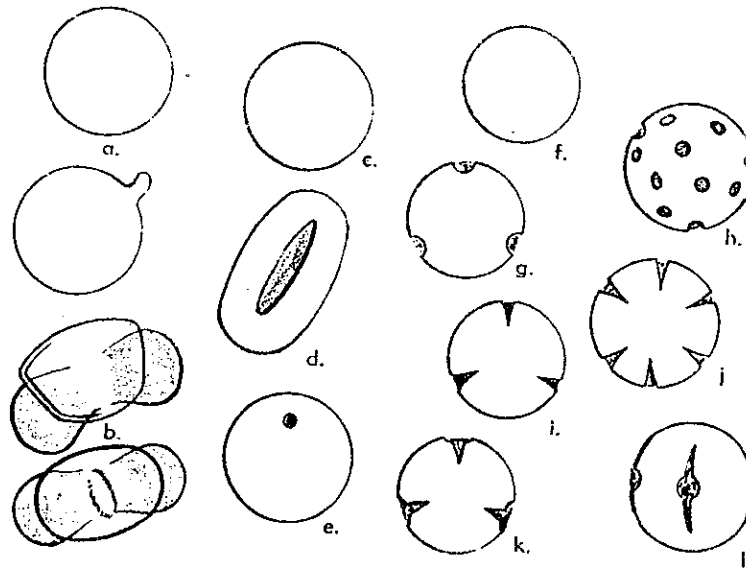


Fig. 3. Algunos tipos de polen comunes de plantas con  
semillas: a. inaperturado; b. alados; c. inaperturado;  
d. monocolpado; e. anoporado; f. inaperturado; g-h, tri a  
periporado; i-j, tres a seis colpado; k-l, colporado  
(tomado de Kopp, 1969).

Los palinólogos usualmente diferencian entre características estructurales y esculturales de la exina. Los elementos estructurales son las características adentro del tectum; frecuentemente son basadas en varias formas y arreglos de la columela. La columela (ver glosario) puede ser simple o ramificada.

Los elementos esculturales son aquellos que van más allá de la capa más externa de la exina (Kapp, 1969). Los primeros tipos de elementos esculturales, que son isodiamétricos en una vista de superficie de la pared del polen, se enseñan en la fig 4. Cuando los elementos son elongados horizontalmente, varios tipos de diseños superficiales resultan estriados, reticulados y rugulados. Las características mostradas en la fig 4, están definidas por el tamaño, forma y arreglo de los elementos esculturales como sigue: escabrado, verrucado, gemado, baculado, clavado, equinado, rugulado, estriado y reticulado (Kapp, 1969).

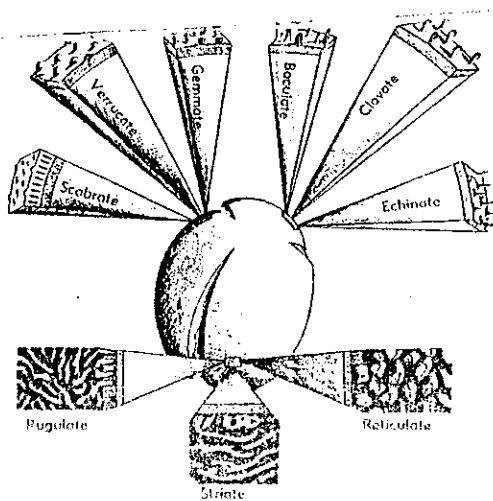


Fig. 4. Elementos esculturales de la exina de polen (Glosario de Kapp, 1969)

### OBJETIVOS

El estudio del polen es de importancia para Guatemala porque actualmente no hay descripciones ilustradas de especies de una determinada región, a excepción de algunos géneros incluidos en literatura de Chile, México y Estados Unidos. Existe la necesidad de identificar qué plantas están siendo visitadas por diferentes polinizadores y el interés arqueológico de conocer las especies utilizadas por los mayas y los cambios vegetacionales que han ocurridos desde el Pleistoceno. Dado que en Guatemala existe poca información palinológica, los objetivos de esta investigación son: 1. crear una descripción ilustrada de polen de un bosque subtropical muy húmedo, 2. reconocer por la fisonomía del polen las familias, géneros y especies de las plantas recolectadas, 3. identificar estructuras en los granos de polen analizados, 4. Separar por una clave dicotómica las especies de granos de polen colectados. El estudio dejará un material de referencia para estudios futuros florísticos, arqueológicos, paleontológicos y geológicos en diferentes zonas de Guatemala.

## II. METODOLOGIA

### A. COLECTA DE MATERIAL

Se trabajó en la Finca Medio Monte km 46 carretera a Escuintla, Guatemala, de diciembre de 1990 a julio de 1991. La finca tiene una altitud de 720m s.n.m. y una extensión aproximada de una hectárea.

Se colectó en triplicado material de herbario(flores y hojas) una ó dos veces cada mes de los arbustos y árboles que estuvieran floreciendo en ese momento. Para colectar el material se hacía un recorrido previamente establecido por el colector, donde se trataba de incluir todos los ecosistemas en el área de la finca y se recogían las muestras de árboles que se vieron en flor. A cada espécimen se le indicó el lugar y la fecha de colecta según el formato usado en la UVG (ver apéndice 1). Se anotó en cada visita de marzo en adelante cuáles especies estaban en flor. Luego se procedió a herborizar, secar y montar cada espécimen por triplicado. Para identificar cada planta se utilizó, principalmente, la Flora de Guatemala(Standley y Steyermark, 1958-1977) y especímenes previamente identificados en las colecciones de la UVG.

### B. PREPARACION DEL POLEN

Para obtener el polen de las flores colectadas se utilizó el método acetolítico de Erdtman (ver apéndice 2).

Para hacer preparaciones permanentes se colocaron los granos en gelatina de glicerina en un portaobjetos (ver apéndice 2), y se cubrieron con un cubreobjetos de vidrio. Se probó usar bálsamo de Canadá, pero el medio de montaje dispersaba demasiado los granos de polen en el portaobjetos. Se sellaron las placas con esmalte de uñas transparente. Las placas preparadas se rotularon con dos etiquetas, una con los datos de familia y especie, y la otra con datos de lugar, fecha y colector.

#### C. FOTOMICROGRAFIA

Se hizo un estudio fotomicroscópico de los granos de polen, utilizando una cámara Wild MPS 52 y película Kodak tri x ASA 400. Se anotó el aumento total, tiempo de exposición, apertura del lente y luz, a la cual se tomó la foto.

#### D. DESCRIPCION DE LOS GRANOS DE POLEN

El atlas se presenta en forma de fotos con una descripción de la forma y tamaño del grano de polen. Cada descripción contiene la simetría del grano; la cantidad y forma de los poros; la cantidad, forma y tamaño de las fisuras; la forma de la exina, tamaño y forma del grano en sí. En el caso de las poliadas (ver glosario) se describió el número y forma de las células en 1 y 2 planos. Previo a medir los granos, se calibró el micrómetro ocular con un micrómetro patrón. Para las medidas de los tamaños se utilizó un promedio de cinco granos medidos. Para cada muestra se sacó la desviación y el error standard para la media. Los cálculos

se explican en el apéndice 3.

#### E. CLAVE DICOTÓMICA

Con base en las descripciones y fotomicrografos de los granos de polen de cada especie colectada se realizó una clave dicotómica. Para hacer la clave dicotómica se utilizaron caracteres morfológicos utilizados previamente en otras claves dicotómicas para polen la de *How to Know Pollen and Spores* de Kapp, 1969 y *Pollen and Spores of Chile* de Heusser, 1971.

Primero se utilizaron caracteres muy generales como si los granos de polen estaban en móradas o en poliadas, con/sin aperturas. Luego estos cuatro grupos principales se fueron separando ya sea por el número y arreglo de las aperturas o por la razón entre el eje ecuatorial y el eje polar.

Como último paso se utilizaron caracteres como la forma/tamaño de las aperturas o la forma de la exina.

Estos últimos caracteres (forma/tamaño de las aperturas y exina) se utilizaron para separar granos de polen muy parecidos entre sí.



### III. RESULTADOS

#### A. DESCRIPCION DEL POLEN DE CADA ESPECIE DE ARBOL O ARBUSTO COLECTADO

De las especies marcadas con un asterisco(\*) no se tienen fotos de los granos de polen en vista polar y vista ecuatorial, solamente en vista polar o en vista ecuatorial. Por esta razón se tomó el ancho del grano como la vista ecuatorial y el largo como la vista polar.

Las especies marcadas con dos asteriscos (\*\*), por ser poliadas, no tienen vista polar o ecuatorial, las medidas son de largo y ancho del grano de polen.

Los nombres comunes de cada especie se dan en la tabla 1.

En las descripciones de cada especie de grano de polen los datos se reportan de la siguiente forma, ejemplo:  $20.4u \pm 0.55u$ ,  $20u-22u$ , donde  $20.4u$  es la media;  $20.4u + 0.55$ ,  $20.4u - 0.55$  son los límites de confianza mínimo y máximo de los granos de polen de esa especie y  $20u-22u$  son las medidas mínimas y máxima de los granos de polen de la especie.

#### FAMILIA ACANTHACEAE

\*Aphelandra deppeana Schlecht. & Cham.: mónada; isopolar;

simetría bilateral; diporado, poros en los polos del grano; grano alargado, cilíndrico, con dos planos de la exina uno sobresaliendo sobre del otro (hot dog); exina reticulada; largo  $20.4u \pm 0.55$ , 20u-22u; ancho  $9u \pm 1.24$ , 8u-10u; 400X. Lámina 1, Figura 1.

#### FAMILIA APOCYNACEAE

\*Plumeria acutifolia (Poir.) Woodson: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; poros bien definidos y anchos; fisuras anchas y encontrándose en el centro; exina bien definida, aparentemente silada-reticulada; esferoidal; vista polar  $12.2u \pm 0.55$ , 12u-13u; vista ecuatorial  $10.8u \pm 0.55$ , 10u-11u; P/E=1. 400X. Lámina 1, Figura 2.

\*Stemmadenia donnell-smithii (Rose) Woodson: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; fisura transversal, rectangular y ancha; fisuras longitudinales cortas y juntándose en el ecuador; exina reticulada; prolada; vista polar  $18 \pm 2.23$ , 17u-21u; vista ecuatorial  $15.2u \pm 1.04$ , 14u-16u; P/E=1.5. 400X. Lámina 1, Figura 3.

Thevetia peruviana (Pers.) Schum.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; fisuras muy cortas (no llegan a juntarse en el ecuador) y angostas; forma triangular; exina no se distingue claramente; exina psilada-reticulada; vista polar  $28.4u \pm 1.88$ , 26u-30u; vista ecuatorial  $26 \pm 2.91$ , 22u-

28u; P/E=.92. 400X. Lámina 1. Figura 4.

FAMILIA BIGNONIACEAE

Tabebuia rosea (Bertol.) DC.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolpado; colpi largos, muy anchos y de forma triangular; sus extremos en proximidad a los polos; subprolado-prolado; vista polar  $17.4u \pm 0.68$ , 17u-18u; vista ecuatorial  $17.4u \pm 0.68$ , 17u-18u; P/E=1. Lámina 1, Figura 5.

Spathodea campanulata Beauv.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolpado; colpi largos juntándose en el ecuador; aparenta poseer 3 lóbulos bien definidos; exina aparentemente clavada-reticulada; esferoidal; vista polar  $17.4u \pm 0.68$ , 17u-18u; vista ecuatorial  $16u \pm 2.77$ , 13u-19u; P/E= 1.06. 400X. Lámina 1, Figura 6.

FAMILIA BOMBACACEAE

Ceiba aesculifolia (HBK.) Britt. & Baker: mónada; isopolar, radiosimétrica, tricolporado; forma del grano triangular; una sola fisura transversal y ancha; exina bien visible y definida, reticulada; lado triangular 26u 4.22, 21u-30u. 400X. Lámina 1, Figura 7.

FAMILIA CAESALPINIACEAE

\*Cassia biflora L.: mónada; isopolar; radiosimétrico;

tricolporado; poros bien definidos, profundos; fisuras juntándose en el ecuador; exina bien definida aparentemente reticulada; prolada; vista polar  $11.8u \pm 0.55$ , 11u-12u; vista ecuatorial  $9.6u \pm 1.11$ , 8u-10u; P/E=1.25. 400X. Lámina 1, Figura 8.

Cassia xiphoidea Bertol.: mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolporado, colpi cortos y delgados no claramente visibles; poros tipo aspidado; exina visible, muy gruesa, reticulada; esferoidal. vista polar  $15.6u \pm 0.68$ , 15u-16u, vista ecuatorial  $14.4u \pm 0.55$ , 13u-15u; P/E= 1.08. 400X. Lámina 2, Figura 9.

Delonix regia (Bojer) Raf.: mónada; isopolar; triporada; forma del grano triangular, recubierto totalmente por una capa reticulada; vista polar  $25.2u \pm 0.55$ , 25u-26u; vista ecuatorial  $24.8u \pm 1.04$ , 24-26u; P/E= 1. 400X. Lámina 2, Figura 10.

Swartzia ochnacea DC.: mónada; isopolar; radiosimétrico; poros no visibles; fisuras delgadas juntándose en el ecuador; exina no bien definida, psilada ; subesferoidal; vista polar  $11.6u \pm 2.26$ , 10u-14u; vista ecuatorial  $10.8u \pm 2.04$ , 9-13u; P/E= 0.98. 400X. Lámina 2, Figura 11.

FAMILIA CARICACEAE

Carica papaya L.: mónada; isopolar; radiosimétrico, tricolporado; colpi largos y anchos; tres poros claramente visibles; exina bien definida, escabrada; subesferoidal; vista polar  $12u \pm 0$ ; vista ecuatorial  $11u \pm 0$ ; P/E= 1.1. 400X. Lámina 2, Figura 12.

FAMILIA COMBRETACEAE

Combretum argenteum Bertol.: mónada; isopolar; radiosimétrico; estefanocolporado; seis poros y seis lóbulos bien definidos; exina no bien definida, psilada; esferoidal; vista polar  $10.4u \pm 0.68$ ,  $10u-11u$ ; vista ecuatorial  $10u \pm 0$ ; P/E= 1.01. 400X. Lámina 2, Figura 13.

\*Terminalia catappa L.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; poros bien definidos; fisuras longitudinales largas cubren todo el eje polar y delgadas, fisura transversal corta; exina reticulado; prolada; vista polar  $16.2u \pm 0.68$ ,  $15u-17u$ ; vista ecuatorial  $13.2u \pm 2.04$ ,  $12u-15u$ ; P/E= 1.18. 400X. Lámina 2, Figura 14.

FAMILIA COMPOSITAE

\*Onoseris onoseroides (HBK.) Robins.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; fisuras longitudinales del largo del eje polar y angostas; fisuras transversales

formando banda alrededor del ecuador del mismo grosor que la longitudinal; columela presente; exina reticulada; prolada; vista polar  $26u \pm 0.88$ , 25u-27u; vista ecuatorial  $19u \pm 0.88$ , 19u-20u; P/E=1.37. 400x. Lámina 2, Figura 15.

\*Senecio arborescens Steetz : mónada; isopolar; radiosimétrico; sin poros aparentes; exina con espinas largas y de base ancha; esferoidal; vista polar  $11.2u \pm 1.04$ , 10u-12u; vista ecuatorial  $11u \pm 1.24$ , 10-12u; P/E=1.01. 400X. Lámina 3, Figura 16.

\*Vernonia leiocarpa DC.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado pero las fisuras son muy cortas apareciendo como tres poros; exina equinada; espinas de base ancha y cortas; esferoidal a oblada; vista polar  $16.6u \pm 1.41$ , 15u-17u; vista ecuatorial  $17.4 \pm 2.08$ , 16u-20u; P/E= 0.94. 400X. Lámina 3, Figura 17.

#### FAMILIA EUPHORBIACEAE

\*Acalypha macrostachya var. hirsutissima (Willd.) Muell.: mónada; isopolar; radiosimétrico; cuatro poros del tipo aspidado, exina en el borde del poro se separa para formar una cavidad poral; psilada; esferoidal; vista polar  $5.6u \pm 0.68$ , 5u-6u; vista ecuatorial  $5.6u \pm 0.68$ , 5u-6u; P/E= 1.2. 1000X. Lámina 3, Figura 18.

FAMILIA FABACEAE

Cajanus bicolor DC.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; colpi largos y angostos juntándose en el ecuador; poros no bien definidos; exina no bien definida suprareticulada, subprolado; vista polar  $18u \pm 0$ ; vista ecuatorial  $16.4u \pm 0.68$ , 16u-17u. P/E=1.09. 400X. Lámina 3, Figura 19.

\*Erythrina berteriana Urban: mónada; isopolar; radiosimétrica; triporada; exina no cubre los poros; exina bien definida y más oscura; forma triangular perfecta; lado triangular  $13.2u \pm 1.6$ , 12u-14u. 400X. Lámina 3, Figura 20.

\*Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.: mónada; isopolar; radiosimétrica; tricolporado; fisuras bien definidas delgadas, juntándose en el ecuador; poros bien definidos por un adelgazamiento de la exina; exina bien definida, aparentemente reticulada; subprolado; vista polar  $13.4u \pm 1.11$ , 12u-14u; vista ecuatorial  $12.8u \pm 0.55$ , 12u-13u; P/E=0.86. 400X. Lámina 3, Figura 21.

\*Lonchocarpus minimiflorus Donn.-Smith.: mónada; isopolar; radiosimétrico; triporado, los poros aspidados; el grano recubierto por una capa exterior circular; exina definida, microreticulada; triangulo isósceles; lado triangular  $8.6u \pm$

0.55, 8u-10u. 400X. Lámina 3, Figura 22.

\*Lonchocarpus salvadorensis Pittier: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; fisura larga pero no bien definida juntándose en el ecuador; poros muy grandes y profundos marcados por un adelgazamiento de la exina; psilada-reticulada; subprolada; vista polar  $12.2u \pm 0.68$ , 11u-12u; vista ecuatorial  $10.6u \pm 0.55$ , 10u-14u; P/E= 1.03. 400X. Lámina 3, Figura 23.

#### FAMILIA FLACOURTICEAE

Casearia nitida Jacq.: Mónada, isopolar; radiosimétrica; tricolporado pero sólo dos colpi claramente visibles, juntándose en el ecuador; fisuras transversales con extremos anchos y juntándose en el centro; exina tectada; subprolado-prolado; vista polar  $4.6u \pm 0.67$ , 4u-5u; vista ecuatorial  $4.6u \pm 0.67$ , 4u-5u; P/E=1. 400X. Lámina 3, figura 24.

#### FAMILIA LYTHRACEAE

Lagerstroemia speciosa (L)Pers.: mónada; isopolar; monocolpado; sin poros sólo una fisura que abarca todo el eje polar del grano, profunda y ancha en el ecuador; exina gruesa pero poco definida; psilada; vista polar  $13.6u \pm 0.55$ , 12u-14u; vista ecuatorial  $8.2u \pm 1.84$ , 6u-10u; P/E= 1.63. 400X. Lámina 4, figura 25.

#### FAMILIA MALPHIGIACEAE

\*Bunchosia lancifolia Niedenzu: mónada; isopolar; radiosimétrico; triporado; con poros tipo aspidado; exina visible reticulada; esferoidal; vista polar  $12.8u \pm 1.04$ , 12u-14u; vista ecuatorial  $12.4u \pm 0.68$ , 12u-13u; P/E=1. 1000X. Lámina 4, Figura 26.

\*Byrsonima crassifolia (L.)HBK.: mónada; isopolar; radiosimétrico; triporado, los poros se observan como depresiones de la exina; exina gruesa bien definida; psilada; esferoidal; vista polar  $5.6u \pm 0.68$ , 5u-6u; vista ecuatorial  $5.5u \pm 0.68$ , 5u-6u; P/E= 1. 1000X. Lámina 4, Figura 27.

#### FAMILIA MALVACEAE

\*Hibiscus schizopetalus Hook.: mónada, isopolar; periporado; poros operculados; espinas largas en opérculo; espinas con forma de botella; vista polar  $56.6u \pm 1.24$ , 55u-57u; vista ecuatorial  $55.8u \pm 1.36$ , 55u-57u; P/E= 1. 400X. Lámina 4, Figura 28.

#### FAMILIA MELASTOMACEAE

Conostegia xalapensis (Bonpl.) D.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tetraporado, poros laterales opuestos; estefanocolporado; exina no bien definida, psilada; subesferoidal; vista polar  $6.2u \pm 0.55$ , 6u-7u; vista ecuatorial  $5.6u \pm 0.68$ , 5u-6u; P/E= 1.10. 400X. Lámina 4, Figura 29.

FAMILIA MELIACEAE

Melia azedarach L.: mónada, isopolar, radiosimétrico; tetracolporado, fisuras con poros bien visibles en lados opuestos; fisuras muy delgadas juntándose en el ecuador; exina no bien definida; psilada; esferoidal; vista polar  $16.4u \pm 0.55$ , 15u-17u; vista ecuatorial  $15.2u \pm 0.68$ , 14u-17u; P/E= 1.07. 400X. Lámina 4, Figura 30.

Trichilia oerstediana C.DC.: mónada; isopolar; radiosimétrico; estafenocolporado; poros aspidado; fisuras largas juntándose en el centro, empezando anchas en el poro y haciéndose angostas; exina bien definida, psilada; esferoidal. vista polar  $12.8u \pm 0.68$ , 11u-14u; vista ecuatorial  $12u \pm 0.88$ , 11u-13u; P/E=1.17. 400X. Lámina 4, figura 31.

FAMILIA NIMOSACEAE

\*\*Acacia hindsii Benth.: Poliada de 12 células en un solo plano, 16 en dos planos; células más o menos cuadradas; inaperturado; exina no muy gruesa; psiladas; forma cuadrada o esferoidal; largo  $11u \pm 0$ ; ancho  $10u \pm 0$ . 400X. Lámina 4, Figura 32.

\*\*Calliandra grandiflora Benth.: poliada de 16 células, 8 células en un plano y 16 en dos planos; células más o menos

cuadradas; inaperturado; exina gruesa; psilada-rugulada; forma elíptica irregular; largo  $81\mu \pm 0$ ; ancho  $61\mu \pm 0$ . 400X. Lámina 4, Figura 33.

**\*Enterolobium cyclocarpum** (Jacq.) Griseb.: poliada, inaperturado; 8 células en un solo plano, 16 en dos planos; células más o menos cuadradas; exina bien visible; psilada totalmente; esferoidal regular; largo  $28\mu \pm 4.4$ ,  $28\mu-34\mu$ ; ancho  $26.2\mu \pm 3.2$ ,  $23\mu-30\mu$ . 400X. Lámina 5, Figura 34.

#### FAMILIA MYRSINACEAE

**\*Ardisia compressa** HBK.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; poros no se distinguen muy bien; fisuras longitudinales cubriendo el largo del grano y delgadas; exina no se distingue bien, aparentemente psilada; prolada; vista polar  $6.2\mu \pm 0.55$ ,  $5\mu-7\mu$ ; vista ecuatorial  $5.2\mu \pm 0.55$ ,  $5\mu-6\mu$ ; P/E= 1.18. 1000X. Lámina 5, Figura 35.

**\*Parathesis columnaris** Lundell: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; poros se miran como depresiones de la exina, fisuras largas y delgadas, juntándose en el ecuador; exina bien visible; psilada; esferoidal; vista polar  $5.6\mu \pm 0.68$ ,  $5\mu-6\mu$ ; vista ecuatorial  $5.8\mu \pm 0.55$ ,  $5\mu-6\mu$ ; P/E= 0.96. 1000X. Lámina 5, Figura 36.

FAMILIA MYRTACEAE

\*Psidium guajava L.: mónada; isopolar; radiosimétrico; triporado; poros bien definidos; exina bien definida; reticulada; triangulo isósceles; lado triangular  $7.8u \pm 0.55$ . 7u-8u. 400X. Lámina 5, Figura 37.

FAMILIA PIPERACEAE

\*Piper pergamentifolium Trelease & Standley: mónada; isopolar; radiosimétrico; sin poros aparentes; una sola fisura que abarca el largo del polen, ancha en el ecuador y adelgazando en los poros; exina no se distingue bien; psilada; subprolada; vista polar  $5u \pm 0$ ; vista ecuatorial  $4u \pm 0$ ; P/E= 1.27. 1000X. Lámina 5, Figura 38.

FAMILIA POLYGONACEAE

\*Triplaris melaenodendron (Bertol.) Standl. & Steyerl.: mónada; isopolar; simetría bilateral; monocolpado; monoalete; forma elipsoide con extremos angostos y fisura larga, ancha en el ecuador haciéndose angosta; exina verrucosa, vista polar  $17u \pm 1.76$ , 15u-18u; vista ecuatorial  $9.6u \pm 0.55$ . 8u-10u; P/E=1.76. 400X. Lámina 5, Figura 39.

FAMILIA RUBIACEAE

\*Randia monantha Benth.: mónada; isopolar; tricolpado; fisuras juntándose en el centro formando tres lóbulos bien definidos; esferoidal; vista polar  $18u \pm 1.76$ , 17u-20u; vista

ecuatorial  $16.4 \mu \pm 2.43$ , 15 $\mu$ -19 $\mu$ ; P/E= 0.928. 400X. Lámina 5, Figura 40.

#### FAMILIA STAPHYLEACEAE

\*Turpinia paniculata Vent.: mónada; isopolar; radiosimétrico; tricolporado; fisuras largas encontrándose en el centro; exina verrucada; subprolado en un plano y triangular en otros lados del triángulo 15 $\mu$ -16 $\mu$ . 400X.

Lámina 5, Figura 41.

#### FAMILIA URTICACEAE

\*Laportea mexicana (Liebm.) Wedd.: mónada; isopolar; radiosimétrico; diporado; operculado; exina psilada; esferoidal; vista polar  $4.6\mu \pm 0.67$ , 4 $\mu$ -5 $\mu$ ; vista ecuatorial  $4.6\mu \pm 0.67$ , 4 $\mu$ -5 $\mu$ ; P/E= 1. 1000X. Lámina 5, Figura 42.

#### FAMILIA ULMACEAE

\*Trema micrantha (L.) Blume: mónada; isopolar; radiosimétrica; diporada, a veces triporada; poros no muy bien definidos; exina muy gruesa; psilada; suboblada; vista polar  $7.8\mu \pm 0.55$ , 7 $\mu$ -8 $\mu$ ; vista ecuatorial  $7.2\mu \pm 0.88$ , 6 $\mu$ -8 $\mu$ ; P/E= 0.97. 1000X. Lámina 5, Figura 43.

#### FAMILIA VERBENACEAE

\*Cornutia grandifolia (Schlecht. & Cham.) Schauer: mónada; isopolar; radiosimétrico; estefanocolpado, cuatro fisuras

largas casi juntándose en el ecuador; exina reticulada; contorno del grano cuadrado; vista polar  $19.8\mu \pm 0.68$ ,  $18\mu$ - $20\mu$ ; vista ecuatorial  $19\mu \pm 1.76$ ,  $17\mu$ - $21\mu$ ; P/E=0.82. 400X.  
Lámina 5, Figura 44.

## B. EPOCA DE FLORACION DE LOS ARBOLES Y ARBUSTOS COLECTADOS

En la tabla 1 se presenta la época de floración, nombre común y nombre científico de los árboles y arbustos colectados.

En la gráfica 1 se presentan el número de especies en floración por cada mes de colecta.

TABLA 1. EPOCA DE FLORACION DE LOS ARBOLES Y ARBUSTOS COLECTADOS

<u>ESPECIE</u>	<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>EPOCA DE FLORACION</u>
<u>FAMILIA ACANTHACEAE</u>		
<u>Aphelandra deppeana</u>	Flor de San Julián	Enero*
<u>FAMILIA APOCYNACEAE</u>		
<u>Plumeria acutifolia</u>	Palo de la Cruz	Feb-junio
<u>Thevetia peruviana</u>	Chilindrón	Feb-junio
<u>Stemmadenia donnell-smithii</u>	Cojón de Puerco	Feb-junio
<u>FAMILIA BIGNONIACEAE</u>		
<u>Tabebuia rosea</u>	Matilisguate	Feb-abril

\* De estas especies no se tiene la época completa de floración, por lo que sólo se puso el mes en que se colectó la flor.

<u>Spathodea campanulata</u>	Arbol de Fuego	Julio*
<u>FAMILIA BOMBACACEAE</u>		
<u>Ceiba aesculifolia</u>	Palo Lagarto	Enero-Abril
<u>FAMILIA CAESALPINIACEAE</u>		
<u>Cassia biflora</u>	Flor amarilla	Enero*
<u>Cassia xiphoidea</u>	Escobilla	Febrero*
<u>Delonix regia</u>	Flamboyán	Feb-Junio
<u>Gliricidia sepium</u>	Madre de Cacao	
<u>Swartzia ochnacea</u>		Julio*
<u>FAMILIA CARICACEAE</u>		
<u>Carica papaya</u>	Papaya	Marzo-junio
<u>FAMILIA COMBRETACEAE</u>		
<u>Combretum argenteum</u>	Chupamiel	Diciembre*
<u>Terminalia catappa</u>	Almendro	Feb-junio
<u>FAMILIA COMPOSITAE</u>		
<u>Onoseris onoseroides</u>		Enero*
<u>Senecio arborescens</u>		Enero*
<u>Vernonia leiocarpa</u>	Suquinay	Marzo*
<u>FAMILIA EUPHORBIACEAE</u>		
<u>Acalypha macrostachya var hirsutissima</u>		Marzo*
<u>FAMILIA FABACEAE</u>		
<u>Cajanus bicolor</u>	Gandul	Marzo*

\* De estas especies no se tiene la época completa de floración, por lo que sólo se puso el mes en que se colectó la flor.

<u>Erythrina berteroana</u>	Pito	Febrero*
<u>Lonchocarpus minimiflorus</u>		Marzo*
<u>Lonchocarpus salvadorensis</u>	Chaperno	Enero-Feb
<u>FAMILIA FLACOURTICEAE</u>		
<u>Casearia nitida</u>		
<u>FAMILIA LYTHRACEAE</u>		
<u>Lagesrtroemia speciosa</u>	Orgullo de la India	Abril-junio
<u>FAMILIA MALPHIGIACEAE</u>		
<u>Bunchosia lancifolia</u>		Abril*
<u>Byrsonima crassifolia</u>	Nance	Febrero*
<u>FAMILIA MALVACEAE</u>		
<u>Hibiscus schizopetalus</u>	Coralillo	Marzo*
<u>FAMILIA MELASTOMACEAE</u>		
<u>Conostegia xalapensis</u>		Marzo-junio
<u>FAMILIA MELIACEAE</u>		
<u>Melia azedarach</u>	Paraíso	Febrero*
<u>Trichilia oerstediana</u>	Limoncillo	Diciembre*
<u>FAMILIA MIMOSACEAE</u>		
<u>Calliandra grandiflora</u>	Cabello de Angel	Mayo-junio
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	Conacaste	Junio-Julio
<u>Acacia hindsii</u>	Ixcanal	Marzo-mayo

\* De estas especies no se tiene la época de floración completa por lo que sólo se puso el mes en que se colectó la flor.

FAMILIA MYRSINACEAE

<u>Ardisia compressa</u>	Siracil de Montaña	Mayo-junio
<u>Parathesis columnaris</u>	Cerezo silvestre	Mayo*

FAMILIA MYRTACEAE

<u>Psidium guajava</u>	Guayaba	Marzo*
------------------------	---------	--------

FAMILIA PIPERACEAE

<u>Piper pergamentifolium</u>		Enero*
-------------------------------	--	--------

FAMILIA POLYGONACEAE

<u>Triplaris melaenodendron</u>	Mulato	Enero*
---------------------------------	--------	--------

FAMILIA RUBIACEAE

<u>Randia monantha</u>		Marzo-abril
------------------------	--	-------------

FAMILIA STAPHYLEACEAE

<u>Turpinia paniculata</u>	Cajeta	Abril*
----------------------------	--------	--------

FAMILIA ULMACEAE

<u>Trema micrantha</u>	Capulín	Abril-mayo
------------------------	---------	------------

FAMILIA URTICACEAE

<u>Laportea mexicana</u>	Ortiga	Marzo*
--------------------------	--------	--------

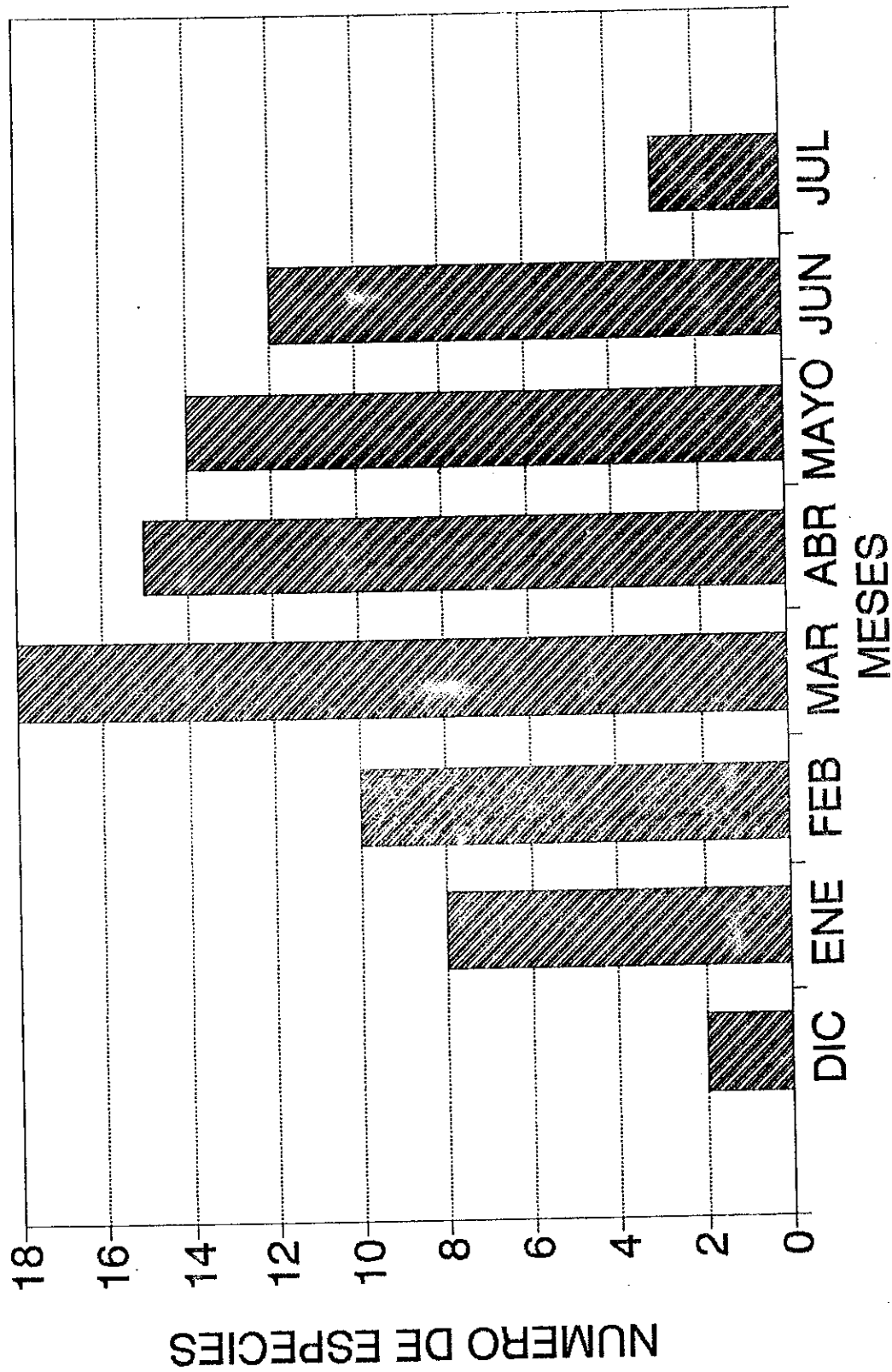
FAMILIA VERBENACEAE

<u>Cornutia grandifolia</u>	Flor lila	Abril-Junio
-----------------------------	-----------	-------------

\* De estas especies no se tiene la época completa de floración, por lo que sólo se puso el mes en que se colectó la flor.

# GRAFICA No. 1

## EPOCA DE FLORACION: ESPECIES COLECTADAS



## C. CLAVE DICOTOMICA

1. Polen en m6nadas.....2
- 1' Polen en poliadas.....24
2. Polen inaperturado.....26
- 2'. Polen con aperturas con o sin fisuras.....3
3. Polen solo con aperturas sin fisuras no importando n6mero y arreglo de aperturas.....4
- 3'. Polen con aperturas y fisuras.....13
4. Polen periporado..... Hibiscus  
schizopetalous
- 4'. Polen con 2 6 4 poros.....5
5. Polen diporado.....6
- 5'. Polen triporado.o tretaporado.....10
6. Polen con 2 poros y forma esferoidal..... Laportea  
mexicana
- 6'. Polen con 2 poros y forma largamente ovalada... Aphelandra  
deppeana
7. Forma del grano esferoidal o casi asi.....11
- 7'. Forma del grano triangular.....8
8. Grano de polen cubierto por una capa circular.....10
- 8'. Grano de polen totalmente descubierto.....9
9. Lados del grano entre 12u y 13u..... Erythrina  
berteroana

- 9'. Lados del grano entre 8u y 7u..... Psidium  
gua.java
10. Poros tipo aspidado..... Lonchocarpus  
minimiflorus
- 10'. Poros no tipo aspidado..... Delonix  
regia
11. Poros tipo aspidado.....12
- 11'. Poros no tipo aspidado..... Byrsonima  
crassifolia
12. Tretaporado..... Acalypha  
macrostachya var hirsutissima
- 12'. Triporado..... Bunchosia  
lancifolia
13. Polen con una sola fisura con poros.....18
- 13'. Polen con 2-6 fisuras con poros.....14
14. Polen con tres fisuras y tres poros.....16
- 14'. Polen con más de tres fisuras y poros.....15
15. Polen con 6 poros y 6 fisuras.....41
- 15'. Polen con 4 poros y 4 fisuras.....39
16. Exina equinada o columela presente.....19
- 16'. Exina no equinada.....17
17. Grano esferoidal o casi así.....21
- 17'. Grano no esferoidal, triangular..... Turpinia  
paniculata
18. Grano triangular con un poro en cada vértice... Thevetia  
peruviana

- 18'. Grano triangular con un poro en medio de cada arista..... Ceiba  
aesculifolia
19. Columela presente..... Onoseris  
onoserooides
- 19'. Columela ausente..... 20
20. Grano grande y espinas grandes..... Senecio  
arborescens
- 20'. Grano pequeño y espinas pequeñas..... Vernonia  
leiocarpa
21. Fisuras transversales visibles..... 30
- 21'. Fisuras transversales no visibles..... 22
22. Razón entre el eje polar y ecuatorial 1 o mayor..... 32
- 22'. Razón entre el eje polar y ecuatorial menor que unos... 23
23. Exina reticulada..... Gliricidia  
sepium
- 23'. Exina psilada..... Parathesis  
columnaris
24. Poliada con 8 células en un plano y 16 en dos planos  
..... 25
- 24'. Poliada con 12 células en un plano y 16 en dos  
planos..... Acacia  
hindsii
25. Poliada de 80u de largo y 60u de ancho..... Calliandra  
grandiflora

- 25'. Poliada de 26u de ancho y 28u de largo..... Enterolobium  
cyclocarpum
26. Polen con una sola fisura transversal.....27
- 26;. Polen con 3 fisuras que se juntan en el ecuador.....28
27. Tamaño del grano de polen entre 4u-5u..... Piper  
pergamentifolium
- 27'. Tamaño del grano de polen entre 6u-14u.....Lagerstroemia  
speciosa
28. Colpi largos, anchos de forma triangular juntándose en el centro.....29
- 28'. Colpi delgados juntándose en el centro formando tres lóbulos bien definidos..... Randia  
monantha
29. Lóbulos bien diferenciados, fisuras muy anchas y profundas, lóbulos angostos..... Tabebuia  
rosca
- 29'. Lóbulos diferenciados por fisuras angostas y cortas. lobulos anchos..... Spathodea  
campanulata
30. Fisura transversal como un cincho alrededor del grano , toda la fisura de un mismo ancho.....31
- 30'. Fisura transversal con extremos anchos y juntándose en el centro..... Casearia  
nitida
31. Tamaño del grano de polen P/E=16u\13u..... Terminalia  
catappa

- 31'. Tamaño del grano de polen P/E=18u\16u..... Stemmadenia  
donnell-smithii
32. Tamaño del grano de polen entre 5u y 13u.....34
- 32'. Tamaño del grano de polen entre 16u y 14u.....33
33. Exina totalmente diferenciada y muy ancha..... Cassia  
xiphoidea
- 33'. Exina no como anterior..... Cajanus  
bicolor
34. Grano de polen entre 5u y 7u..... Ardisia  
compressa
- 34'. Grano de polen entre 10u y 12u.....35
35. Ornamentación de la exina perfectamente visible ,  
suprareticulada..... Cassia  
biflora
- 35'. Exina no como la anterior,  
psilada.....36
36. Poros muy anchos y profundos , fisuras juntándose en el  
ecuador..... Lonchocarpus  
salvadorensis
- 36'. Poros no como la anterior.....37
37. Fisuras aparecen como una banda doble..... Plumeria  
acutifolia
- 37'. Fisuras no como la anterior.....38
38. Grano más esferoidal, poros y fisuras no tan claramente  
visibles..... Carica  
papaya

- 38'. Grano esferoidal, poros muy hondos y fisuras claramente  
visibles..... Swartzia  
ochracea
39. Grano con fisuras bastante anchas juntándose en el  
ecuador..... Cornutia  
grandifolia
- 39'. Grano con fisuras muy delgadas..... 40
40. Poros aspidados..... Trichilia  
oerstediana
- 40'. Poros no aspidados..... Melia  
azedarach
41. Todos los lobulos del mismo tamaño, simétrico. Conostegia  
xalapensis
- 41'. Dos de los seis lobulos mas anchos y salientes que el  
resto..... Combretum  
argenteum



#### IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

##### A. DESCRIPCION DE LOS GRANOS DE POLEN DE LAS ESPECIES COLECTADAS

Las especies de polen aquí estudiadas se agrupan en dos grandes grupos de acuerdo al número de células: mónadas (1 sola célula), que son la mayoría, y las poliadas, que son las especies de la familia Mimosaceae: Calliandra grandiflora, Acacia hindsii, y Enterolobium cyclocarpum. De estas la Calliandra grandiflora presenta el tamaño mas grande, 8 células asimétricas en un plano y 16 células en dos planos. Enterolobium cyclocarpum y Acacia hindsii son más pequeñas y simétricas y con 16 células en dos planos.

Entre las mónadas tenemos cuatro grupos sobresalientes:

1. Polen periporado
2. Polen con 2 ó 3 aperturas
3. Polen tricolporado
4. Polen estefanocolporado

Hibiscus schizopetalus (Malvaceae) fue la única especie con muchas aperturas(periporado) con una exina de espinas largas y anchas y de tamaño bastante grande. Podría ser que este arreglo y oramentación facilite la polinización ornitofila. Este tipo de grano es muy característico de la familia Malvaceae.

Hay muchas especies de polen triporado, pero en este atlas se

distinquen principalmente 1) Bunchosia lancifolia, Byrsonima crassifolia (Malpigiaceae) y Trema micrantha (Ulmaceae) por tener granos triporados esferoidales, pequeños y de exina gruesa y psilada; 2) Erythrina berteriana (Fabaceae) y Psidium guajava (Myrtaceae) por ser dos granos muy parecidos, triangulares, pero que se distinguen por el tamaño del grano y el grosor de la exina; 3) Ceiba aesculifolia (Bombacaceae) y Thevetia peruviana (Apocynaceae) con tres poros y una sola fisura transversal, el grano es bastante grande y la exina muy gruesa.

Entre el polen estefanocolporado o estefanoporado tenemos a 1) Melia azedarach (Meliaceae) , Cornutia grandifolia (Verbenaceae) y Triplaris melaenodendron (Meliaceae) este tipo de polen consta de 4 poros y 4 fisuras largas bien definidas que se juntan en el ecuador. Las fisuras se encuentran equidistantes unas de otras dándole al polen un simetría radial; parece ser que este tipo de polen no es muy común pero sí característico de familias como Meliaceae y Verbenaceae; 2) Combretum argenteum (Combretaceae) y Conostegia xalapensis (Melastomaceae) con seis poros equidistantes.

El resto de especies aquí tratadas caen en la categoría de polen tricolporado, que es el tipo de polen más comúnmente encontrado. La forma del grano, la ornamentación de la exina y el tamaño del grano son muy variados y no podemos decir que sean característicos de determinadas familias porque siempre

se encuentran especies tricolporadas, pero en este estudio se encontraron dos grupos de polen tricolporado que sobresalían. Las compuestas que tenían una exina equinada, de espinas grandes y de base ancha pero de tamaño muy pequeño comparado con el de Hibiscus schizopetalus (Malvaceae). Dentro de las familias Fabaceae y Caesalpinaceae en algunos casos reconocer e identificar fácilmente hasta especie los granos de polen dentro de un mismo género es muy difícil con solamente fotos de un solo plano, por lo que se recomienda utilizar un microscopio electrónico para poder tener una mejor resolución de la exina.

Aparentemente, géneros de una misma familia presentan el mismo tipo de polen, como sucede en: Calliandra grandiflora, Acacia hindsii y Enterolobium cyclocarpum de la familia Mimosaceae; Bunchosia lancifolia y Byrsonima crassifolia de la familia Malpighiaceae.

Según los trabajos de referencia aquí utilizados, en How to Know the Pollen and Spores de Kapp, se estudian solamente ocho familias de las 25 incluidas en esta tesis, de las cuales no hay ningún género en común.

En descripciones ilustradas de las familias Ulmaceae y Urticaceae realizadas en México, encontramos que las dos familias se encuentran representadas en esta tesis con una especie de cada una.

Finalmente en Pollen and Spores of Chile encontramos que se estudian 17 familias y 5 géneros que también son descritos

en este trabajo de polen de Guatemala.

Se puede ver entonces el poco material de referencia sobre polen de árboles de un bosque subtropical muy húmedo de Guatemala y de continuar realizando guías de identificación de granos de polen para las diferentes zonas de vida de Guatemala.

## **B. EPOCA DE FLORACION DE LAS ESPECIES COLECTADAS**

La colecta se realizó de Diciembre 1990 a Julio 1991 obteniendo un total de 44 especies de arboles o arbustos.

De este periodo, en Diciembre estuvieron en flor 2 especies, en Enero 8 especies y en Febrero 10 especies.

En Marzo hay una subida en el número de especies en flor, 18 especies, durante Abril, Mayo y Junio se mantiene entre 15-12 especies en flor.

En Julio baja a solamente 3 especies en flor.

El periodo de mayor número de especies en flor fue de Marzo a Junio, época de verano y la más calurosa. A finales de Junio empezó a llover constantemente por lo que bajó el número de especies en flor.

## **C. CLAVE DICOTOMICA**

En esta clave dicotómica se utilizaron caracteres

previamente utilizados en otras claves dicotómicas para polen. Se trató de dividir primero en dos grupos grandes y luego cada grupo en tres o más subgrupos, dependiendo de la afinidad entre granos (misma familia o mismo género).

No se tuvo ningún problema al definir o describir las características utilizadas para separar las especies; sin embargo sí se tuvieron problemas al separar granos de polen de las familias Fabaceae y Caesalpiniaceae los cuales eran muy parecidos, y los caracteres y la resolución microscópica aquí utilizados no fueron suficientemente claros.



## VI. LITERATURA CITADA

- Benson, L. 1962. Plant Taxonomy. The Ronald Press Company, New York. 494 pp.
- Cronquist, A. 1971. Introductory Botany. Second edition. Harper & Row, Publishers, New York. 885 pp.
- Faegri, K. Et al. 1960. Textbook of Pollen Analysis. Second edition. Hafner Publishing Company, New York.
- Fahn, A. 1978. Anatomia Vegetal. 2da ed. Editorial Blume, España.
- Gola, G., G. Negri y C. Cappelletti. 1965. Tratado de Botanica. Editorial Labor S.A., Barcelona. 1160 pp.
- Heusser, C. 1971. Pollen and Spores of Chile. The University of Arizona Press, Arizona. 165 pp.
- Jaques, H. 1948. Plant Families How to Know Them. Second edition. WM. C. Brown Company Publisher, Iowa. 177 pp.
- Kapp, R. 1969. How to Know Pollen and Spores. WM. C. Brown company Publishers, Iowa. 249 pp.
- Maas, P. Et al. 1988. Tropische Flora. Instituut voor Systematische Plantkunde Rijksuniversiteit, Utrecht. 269 pp.
- Nowicke, J y J. Skuarla. 1981. Pollen Morphology and Phylogenetic Relationships of the Berberidaceae. Smithsonian Institution Press, Washington. 83pp.

- Sanchez, O. 1976. La Flora del Valle De Mexico. Editorial Herrero S.A. 519 pp.
- Standley, P. y J. Steyermark. 1958-1977. Flora of Guatemala, Fieldiana:Botany, Vol. 24, Part I - XIII, Field Museum of Natural History, Chicago.
- Stoffers, A. 1982. Compendium van de Spermatophyta. Bohn, Schektema & Holkema, Utrecht/Antwerpen. 309 pp.

## APENDICES

APENDICE 1: Formato de Información para Cada Especimen de Herbario Colectado.

NUMERO DE COLECTA:

FAMILIA:

NOMBRE CIENTIFICO:

NOMBRE COMUN:

LOCALIDAD:

ALTITUD:

DEPARTAMENTO:

COLECTOR:

FECHA:

CARACTERISTICAS ADICIONALES:

CLASIFICADO POR:

APENDICE 2: Método Acetolítico de Erdtman para Obtener el Polen de las Flores Colectadas.

Se coloca una flor seca en un tubo de centrifugar y se macera en ácido acético glacial. Se centrifuga por dos minutos y se decanta el ácido acético glacial. Cuidadosamente se agregan 10 ml de solución acetolítica, una solución química que degrada los tejidos orgánicos. Esta solución se prepara agregando 1 ml de ácido sulfúrico concentrado a 9 ml de anhídrido acético con agitación constante. Se agita la solución en el tubo de centrifuga y se calienta a ebullición. Se calienta en agua hirviendo por un minuto, agitando ocasionalmente. Se centrifuga por dos minutos y se decanta la

solución acetolítica. Se lava con ácido acético glacial. Se lava una vez con etanol al 95%, se decanta. Por último se lava una vez con etanol al 100%.

Para hacer preparaciones permanentes del grano de polen, se decanta el etanol al 100% y en un tubo de ensayo se coloca una gota de la solución con granos de polen y 0.5 gramos de gelatina de glicerina. Se calienta el tubo de ensayo a menos de 70 C grados y se coloca una gota de esta gelatina en un portaobjetos y se cubre con un cubreobjetos.

### APENDICE 3: METODO ESTADISTICO PARA CALCULAR LA DESVIACION STANDARD Y ERROR STANDARD DE LA MEDIA

Cassia xiphoidea

Medidas eje polar

Z	Z <sup>2</sup>
16	256
16	256
15	225
15	225
16	256
EZ = 78	EZ <sup>2</sup> = 1218

Suma de cuadrados:

$$EZ^2 - \frac{(EZ)^2}{n} \text{ donde } n=5$$

$$1218 - \frac{1216}{5} = 1.2$$

Estimado de la varianza:

$S = \text{suma de cuadrados}/n-1$  donde  $n-1$  son los grados de libertad.

$$S = 1.2/4 = 0.3$$

El estimado de punto de la desviación standard es:

$$S = \sqrt{0.3} = 0.54$$

El error standard de la media es:

$$ES = S/\sqrt{n} = 0.54/2.23 = 0.24$$

Para calcular el intervalo de confianza del 95% de la media requerimos la desviación que va a ser excedida solo un 5% de las ocasiones; utilizamos la tabla de distribuciones de t de dos colas para encontrar este valor y los multiplicamos por el error standard. Para n=5 el valor de t es 2.776:

$$2.776 * ES = 2.776 * 0.24 = 0.68$$

Por lo tanto el intervalo de confianza para la media es  $\bar{x} \pm 0.68$ .

#### APENDICE 4:

##### GLOSARIO

1. Anemófilas: se refiere a plantas con polen diseminado por el viento.
2. Colporado: apertura compleja en polen de muchas dicotiledóneas; Fig.5
3. Columela: elementos como bastones de la ektexina que se extienden de la capa basal al tectum. fig. 6
4. Dicolpado: grano de polen con dos aperturas. Fig.7
5. Diporado: grano de polen con dos poros. Fig.8
6. Entomofilas: se refiere a polen de plantas diseminado por insectos.
7. Ecuador: la línea del plano que es usualmente la mitad de distancia entre el polo distal y proximal de un grano de polen.

8. Heterocolpado: polen con algunas aperturas con poros, otras aperturas sin poros. Fig.9
9. Palinomorfo: termino generalizado para esporas o granos
10. Aspidado: con poros protuberantes.
11. Colpi: fisura, una apertura del polen que es mas del doble de largo que de ancho.
12. Poliada: un grupo simétrico de granos de polen que se desarrollan como una sola unidad, aparentemente de una sola célula madre. Fig. 10
13. Poro: una apertura que es casi redonda, menos de la mitad de largo que de ancho. Fig. 11
14. Estefanocolpado: un grano de polen con 4 o mas fisuras decuatoriales. Fig. 12
15. Estefanocolporado: un grano de polen con 4 o mas fisuras ecuatoriiales cada una con un poro.
- 16, Estefanoporado: un grano de polen con 4 o mas poros ecuatoriales. Fig. 13

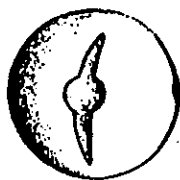


Fig. 5. Colporado  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 6. Columela  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 7. Dicolpado  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 8. Diporado  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 9. Heterocolpado  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 10. Poliada  
(tomado de Kapp, 1969).



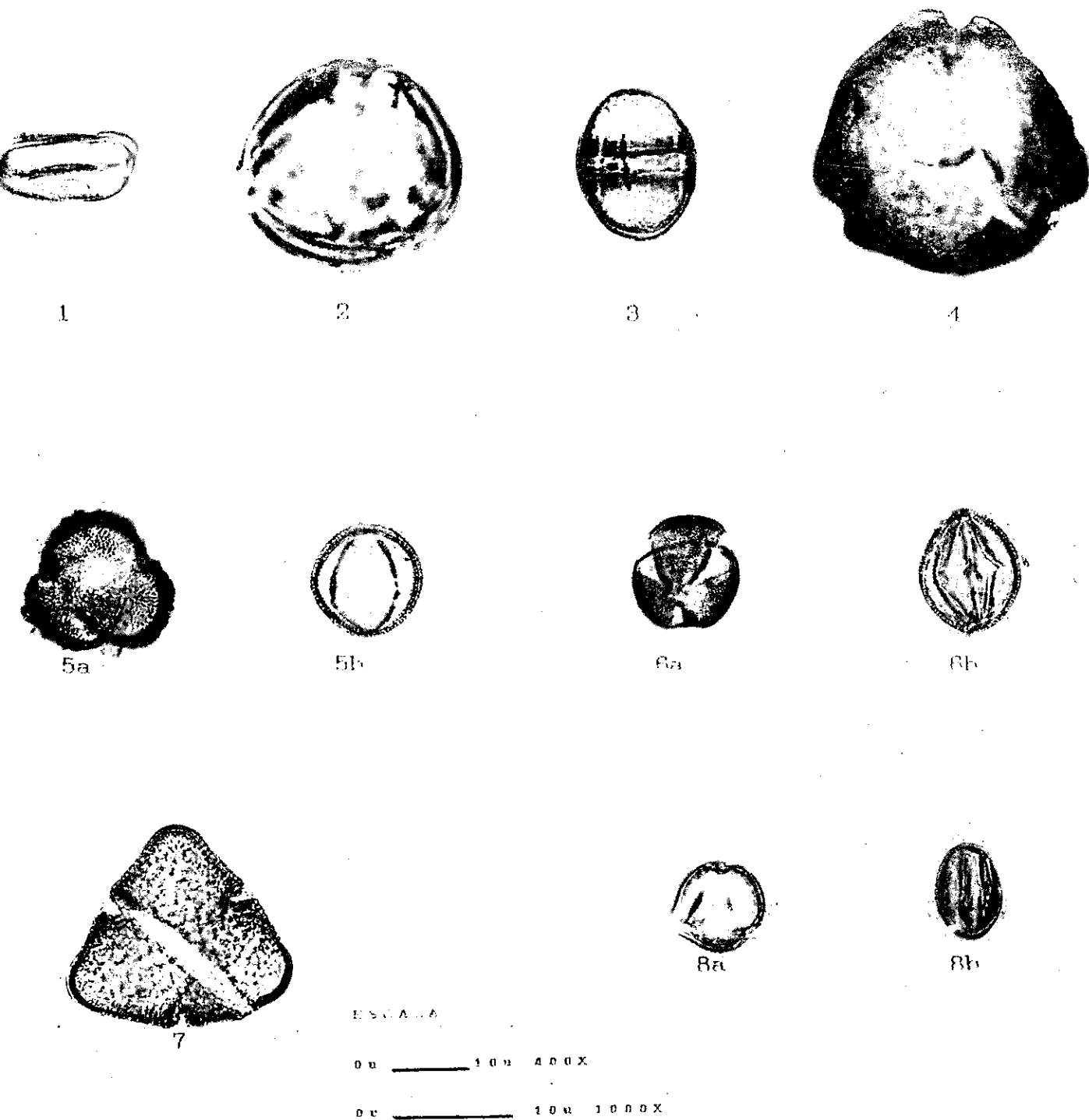
Fig. 11. Pore  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 12. Estefanocolpado  
(tomado de Kapp, 1969).



Fig. 13. Estefanoporado  
(tomado de Kapp, 1969).



LAMINA 1. Granos de polen. Acanthaceae: 1. Aphelandra deppeana (400X); Apocynaceae: 2. Plumeria acutifolia (400X), 3. Stemmadenia donnell-smithii (400X), 4. Thevetia peruviana (400X); Bignoniaceae: 5. Tabebuia rosea (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X), 6. Spathodea campanulata (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X); Bombacaceae: 7. Ceiba aesculifolia (400X); Caesalpinaceae: 8. Cassia biblora (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X).



9a



9b



10



11a



11b



12a



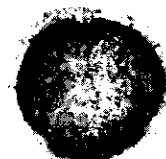
12b



13a



13b



14



15

ESCALA

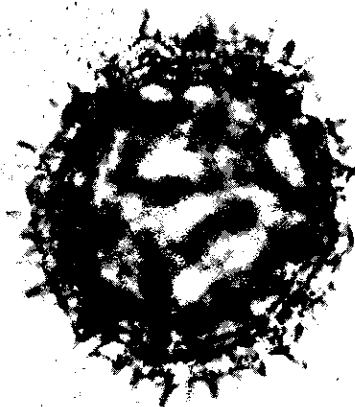
0u \_\_\_\_\_ 10u 400X

0u \_\_\_\_\_ 10u 1000X

LAMINA 2. Granos de polen. Caesalpinaceae: 9. Cassia xiphoidea (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X), 10. Delonix regia (400X), 11. Swartzia standleyi (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X); Caricaceae: 12. Carica papaya (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X); Combretaceae: 13. Combretum argenteum (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X), 14. Terminalia catappa (400X); Compositae: 15. Onoseris onoseris (400X).



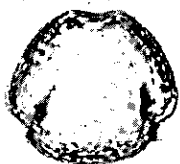
16



17



18



19a



19b



20



21



22



23



24a



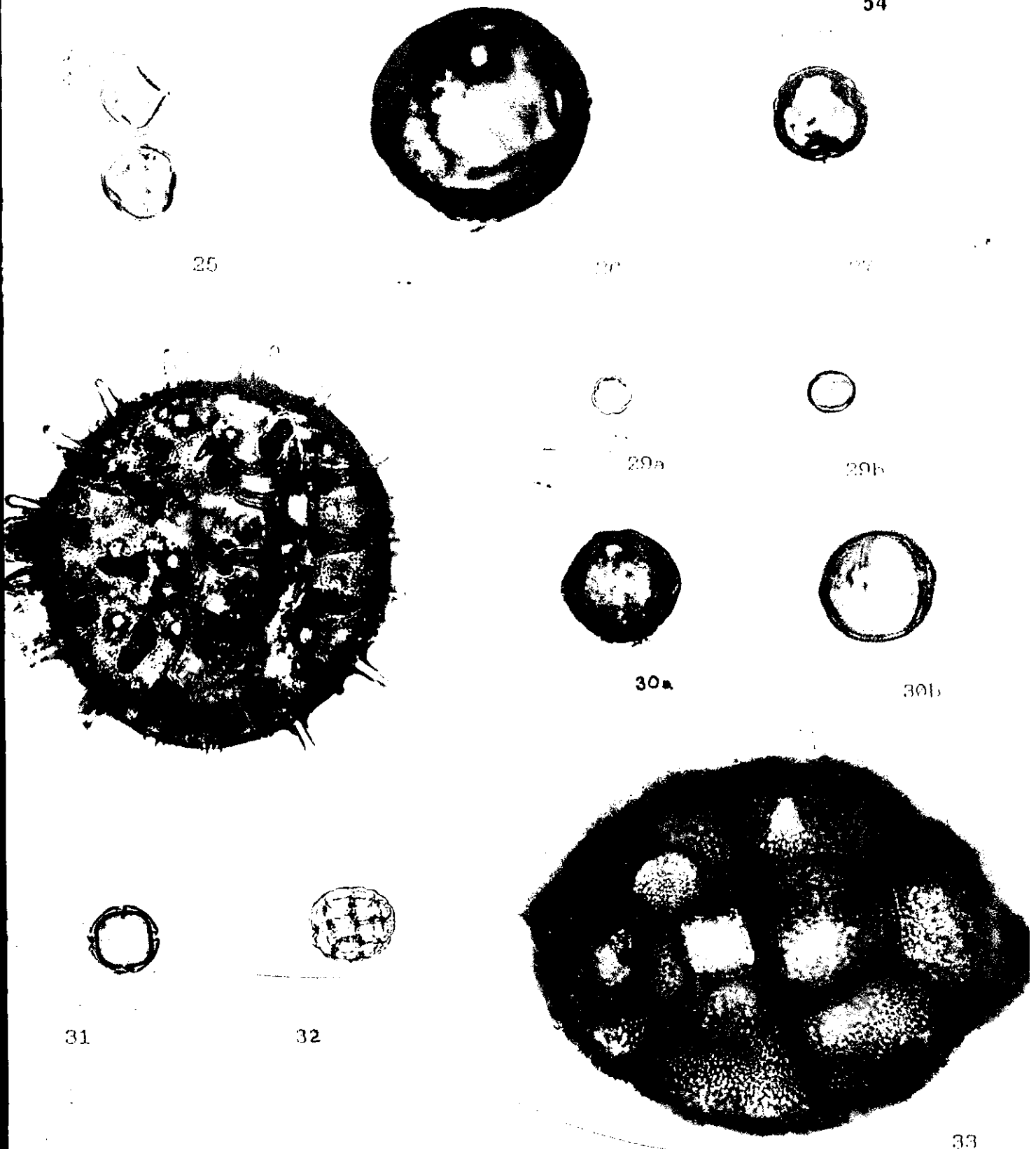
24b

ESCALA

0μ ——— 10μ 400X

0μ ——— 10μ 1000X

LAMINA 3. Granos de polen. Compositae: 16. Senecio arborescens; 17. Vernonia leiocarpa (400X); Euphorbiaceae: 18. Acalypha macrostachya var hirsutissima (1000X); Fabaceae: 19. Cajanus bicolor (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X); 20. Erythrina berteroana (400X), 21. Gliricidia sepium (400X), 22. Lonchocarpus minimiflorus (400X), 23. Lonchocarpus salvadorensis (400X), Flacourtiaceae: 24. Casearia nitida (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X).

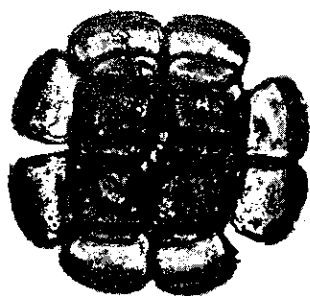


LAMINA 4. Granos de polen. Lythaceae: 25. *Lagerstroemia speciosa* (400X); Malphiaceae: 26. *Bunchosia lancifolia* (1000X), 27. *Byrsonima crassifolia* (1000X); Malvaceae: 28. *Hibiscus schizopetalus* (400X); Melastomaceae: 29. *Conostegia kalapensis* (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X); Meliaceae: 30. *Melia azedarach* (a. vista ecuatorial, b. vista polar, 400X), 31. *Trichilia paratadana* (400X); Mimosaceae: 32. *Acacia hindallii* (400X), 33. *Calliandra grandiflora* (400X).

ESCALA

0" ————— 100 400X

0" ————— 100 1000X



34



35



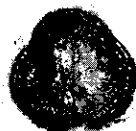
36



37



38



39



40



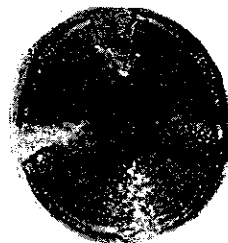
41



42



43



44

ESCALA

60 100 400X

60 100 1000X

LAMINA 5. Granos de polen. Mimosaceae: 34. Enterolobium cyclocarpum(400X); Myrsinaceae: 35. Ardisia compressa(1000X), 36. Parathesis columnaris(1000X); Myrtaceae: 37. Psidium quaiava(400X); Piperaceae: 38. Piper pergamentifolium(1000X); Polygonaceae: 39. Triplaris melaenodendron(400X); Rubiaceae: 40. Randia monantha(400X); Staphyleaceae: 41. Turpinia paniculata(400X); Urticaceae: 42. Laportea mexicana(1000X); Ulmaceae: 43. Trema micrantha(1000X); Verbenaceae: 44. Cornutia grandifolia(400X).