

Universidad de San Carlos de Guatemala

Dirección General de Investigación

**PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS
NATURALES Y AMBIENTE –PUIRNA–**

**FLORA PALINOLOGICA DE GUATEMALA:
LEGUMINOSAS**

INFORME FINAL

Equipo de Investigación

Lic. Rafael Carlos Ávila Santa Cruz

-Coordinador-

Br. Ana Silvia Morales

Auxiliar de Investigación -II-

Br. Michelle Bustamante Castillo

Auxiliar de Investigación -II-

GUATEMALA, ENERO DE 2009

**DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIÓN –DIGI–
HERBARIO USCG, CECON-USAC**



DG



RESUMEN

El presente documento, se constituye como uno de los primeros esfuerzos para la generación de conocimiento válido en relación al estudio del polen y sus aplicaciones en Guatemala. Este tipo de estudios, son considerados como elementos y herramientas fundamentales para la comprensión en la ocurrencia de acontecimientos pasados y para la reconstrucción de procesos ecológicos pasados en un área determinada (Salgado-Labouriau). Diversos institutos y muchos centros actuales dedicados a la investigación, utilizan los estudios palinológicos como herramientas básicas para la comparación y asociación de la vegetación contemporánea mediante la utilización de claves y atlas palinológicos.

Nuestro país, es relativamente nuevo en relación a la realización de estudios palinológicos. Sin embargo, es posible encontrar estudios dedicados a la comprensión de la utilización de los recursos naturales por los mayas en El Petén. Otros estudios relacionados, sobretudo en zonas altas de Guatemala, han establecido patrones de lluvia de polen que permiten realizar comparaciones en cuanto al aporte de polen en un rango territorial determinado. La importancia y utilidad que representan este tipo de estudios para el desarrollo de la ciencia en nuestro país, así como los beneficios para la comprensión de nuestra flora, han motivado que esta ciencia empiece a desarrollarse como parte de la línea de trabajo del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En este sentido, se presentan los primeros tomos del proyecto denominado Flora Palinológica de Guatemala, los cuales se centran en la descripción y análisis detallado de los caracteres morfológicos del polen contemporáneo de las familias botánicas Papilionáceae y Mimosáceae (leguminosas), a nivel de especies útiles. Análisis bibliográficos, refieren que estas familias aportan un número considerable de especies útiles, sobretudo para las áreas rurales del país, en especial para alimentación, medicina y construcción.

Complementariamente, este grupo de leguminosas han sido considerados debido a que ha sido objeto de una permanente revisión y actualización de sus especímenes por parte de especialistas en el ramo botánico.

Se analizó un total 67 especies de leguminosas, 58 pertenecientes a la familia Papilionácea y 9 a la familia Mimosácea. El material analizado, fue proporcionado por los Herbarios USCG del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Herbario EAP de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano de Honduras y Herbario BIGU de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Adicionalmente, se realizaron viajes de campo para la recolección de material en fresco, cuyas especies no fueron localizadas en las instituciones mencionadas. Todo el material empleado fue obtenido de botones flores de los especímenes de interés. Estos, fueron procesados siguiendo la técnica de acetólisis propuesta y modificada de Faegri y Iversen (1975) y Erdtman (1966) y montados en solución de glicerina-gelatina para la obtención de placas palinológicas permanentes, que fueron incorporadas a la colección polínica de referencia del Herbario USCG.

Las observaciones y descripciones fueron realizadas con un Microscopio Óptico (MO) LEICA. Las descripciones que se presentan, se basan en las terminologías propuestas por Erdtman (1966), Kremp (1965) y Punt *et al.* (1994).

Se presenta para cada especie, mediciones de 25 granos, los cuales permiten establecer diferencias morfológicas que se evidencian en las claves propuestas. Las microfotografías a detalle, fueron realizadas con equipo fotográfico NIKON, las cuales se utilizaron para la edición del atlas palinológico.

Debe hacerse hincapié que este documento constituye una herramienta fundamental para diversas ramas de las ciencias agrícolas y ecológicas que generan información científica para la toma de decisiones en el manejo de áreas protegidas. En muchos países de Suramérica las Floras Palinológicas permiten la

determinación taxonómica final de las especies, pues las descripciones del polen a nivel de gran detalle permiten establecer las diferencias definitivas entre especies vegetales semejantes.

INTRODUCCIÓN

La palinología puede considerarse como ciencia joven y generalmente había sido utilizada como auxiliar para otras como geología y arqueología (Saez, 1978). Sin embargo, el avance de la microscopía así como la evolución de técnicas de análisis de material palinomorfo fósil y contemporáneo (Velásquez, 1999), ha permitido que disciplinas como la ecología, medicina, apicultura, sistemática y arqueología, utilicen cada vez más la Palinología como una de sus herramientas básicas en el desarrollo de investigación.

La incursión de las técnicas palinológicas en diversas disciplinas y su valioso aporte en la comprensión y resolución de aspectos ecológicos, han motivado a muchas instituciones académicas y de investigación, en la elaboración de Floras y Atlas Palinológicos (Velásquez, 1999), esto debido a que la variabilidad y constancia de los granos de polen y esporas, son caracteres que pueden ser utilizados en la determinación de filogenias, afinidades y orígenes de varios grupos taxonómicos.

Desde un punto de vista científico, la Palinología permite la generación de conocimientos básicos confiables para elaborar estrategias que permitan la reconstrucción del clima y la vegetación de áreas determinadas, el reconocimiento de polen alergénico, el establecimiento del origen botánico de la miel de abejas, la definición de relaciones taxonómicas entre grupos vegetales y la identificación de especies con uso local.

Sin embargo, en los estudios palinológico cuaternarios, el conocimiento del polen local y/o regional es fundamental para la identificación de polen fósil. A pesar de ello, los estudios elaborados han sido centrados en áreas del hemisferio norte y es de manera reciente, que se han iniciado estudios y elaboración de floras palinológicas en el trópico y subtropico (Hooghiemstra y Geel, 1998).

En este sentido, la elaboración de los tomos de especies útiles de leguminosas (Familias Papilionáceae y Mimosáceae) como parte del proyecto que ha sido denominado “Flora Palinológica de Guatemala”, tiene como objetivo principal el contribuir al conocimiento de la flora contemporánea de nuestro país mediante el análisis, evaluación y descripción de los caracteres morfológicos del polen de dichas familias para su utilización como herramienta en la correcta determinación de las especies botánicas en instituciones dedicadas a la toma de decisiones e implementación de estrategias en áreas de conservación de recursos naturales, así como para su aplicación en futuros programas de reconstrucción de paisajes locales y regionales, actuales y pasados.

El grupo que se muestra en los tomos de la Flora Palinológica, ha sido seleccionado basándonos en su gran aporte de especies alimenticias, medicinales y de construcción en comunidades rurales de nuestro país, además de ser un grupo de interés por lo que se mantiene en constante actualización taxonómica.

Mediante descripciones a detalle y toma de microfotografías de alta resolución se llevó a cabo la edición del primer Tomo de Flora Palinológica de Guatemala. El impacto de esta edición será de gran importancia puesto que podrá ser utilizada como herramienta en la realización de investigación en áreas de taxonomía, sistemática, paleoecología, flora melífera entre otras, las cuales están siendo desarrolladas por diversas entidades del país. Debe mencionarse además, que mediante la realización de este tipo de estudios, se han sentado las bases para el desarrollo de las ciencias palinológicas, las que posteriormente serán implementadas en programas a mediano plazo para reconstrucción de clima, vegetación y de paisaje a nivel local y regional.

ANTECEDENTES

Del Polen y la Palinología: Estudios y aplicaciones

El polen se refiere al nombre colectivo de las microsporas de las plantas con semilla (espermatofitos). Presenta una cubierta resistente que facilita su viabilidad mientras es transportado de la planta que lo ha originado a otra (polinización). Éste se produce en las anteras a partir de células madre y en el momento de su liberación contiene dos células háploides: la célula germinativa y la célula vegetativa (Murcia, C. en Guariguata *et. al.*, 2003; Velásquez *et. al.*, 1999). Cada grano de polen presenta características morfológicas externas que lo hacen único entre el vasto número de especies vegetales en el mundo. De esta forma puede aseverarse además que cada ecosistema y cada zona de vegetación en el mundo tienen un espectro de granos de polen que le es característico y que se deja reconocer aún teniendo en cuenta las influencias ejercidas por las zonas de vegetación contiguas.

Esta particular situación ha hecho necesarios los estudios palinomorfológicos que resultan en la elaboración de atlas de granos de polen y atlas de esporas de las especies vegetales que componen un grupo, ecosistema o tipo de vegetación de áreas urbanas, parques nacionales o de áreas geográficas o fitogeográficas de un continente (Hooghiemstra y Geel, 1998).

El estudio del polen y su ecología tiene sus raíces en la ciencia denominada palinología y es en sí el estudio de lo relativo al polen fósil y contemporáneo (Herrera y Urrego, 1996), su producción y distribución así como aspectos importantes para la reconstrucción del clima y la vegetación en un lugar a lo largo del tiempo. Esta ciencia ha sido ampliamente utilizada por biólogos y geólogos y actualmente juega un papel importante en los trabajos arqueológicos por cuanto permite reconstruir el ambiente natural en el cual se han desarrollado diferentes culturas prehispánicas a lo largo del tiempo. Así mismo contribuye a la recrear el entorno y la vegetación de un sitio en particular.

Los estudios palinológicos son relativamente recientes hasta el punto que el término palinología fue acuñado hasta 1945 (Hyde y Williams en Velásquez *et. al.*, 1999) y se describe como el estudio del polen: 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 muchas más. En este sentido, las Floras Palinológicas constituyen herramientas de mucho valor en la solución de problemas fundamentales en las disciplinas que utilizan el polen como instrumento de trabajo.

Desde el punto de vista de la Sistemática, la variabilidad y constancia taxonómica de los granos de polen y esporas, son caracteres que pueden ser utilizados en la determinación de afinidad y origen de diferentes grupos taxonómicos (Soejarto y Fonnegra, 1972; Sáenz de Rivas, 1978). En Paleoecología, el estudio del polen es un instrumento para resolver problemas de evolución en el reino vegetal, historia y origen de floras, distribución en tiempo y espacio, migraciones, cambios climáticos, etc. Otros tipos de estudios empleando el polen se basan en la determinación de alergias y melitopalínología.

Del grupo objetivo: Leguminosas

El grupo de plantas que conforman las denominadas "leguminosas", se constituyen como el tercer grupo con flor más grande del mundo, después de las orquídeas (Familia Orchidaceae) y de la Familia Asteraceae. Son un grupo muy variado en relación al hábito que presentan, de esta forma se les encuentra desde hierbas efímeras, lianas, trepadoras, arbustos y grandes árboles (Lewis *et. al.*, 2006). Se les puede encontrar en los más variados lugares del planeta y presentan altos índices de colonización debido a su capacidad de fijación y absorción de nitrógeno, debido a los nódulos en sus raíces (Sprenst, 2001).

Análisis recientes, reconocen la existencia de 727 géneros y aproximadamente 19.325 especies a nivel mundial. Anteriormente, Polhill (1994) llegó a establecer el número de géneros en 675 (Lewis *et. al.*, 2006).

El grupo se caracteriza por tener hojas muy variadas, simples o compuestas y estas últimas pueden ser trifoliadas, pinnadas o digitadas. En ocasiones están reducidas a zarcillos, transformadas en espinas o ausentes. Con frecuencia presentan estípulas. Las Flores son hermafroditas y normalmente muy vistosas, adaptadas a la polinización por insectos. La Corola, de 5 pétalos libres: 1 superior muy desarrollado, denominado estandarte o vexillo, 2 laterales o alas y 2 inferiores que pueden estar soldados y forman la quilla o carena. Este tipo de corola se denomina papilionácea, por su forma amariposada. El Cáliz de 5 sépalos más o menos soldados, en ocasiones bilabiado. Tienen 10 estambres libres o unidos por los filamentos en uno (monadelfos) o dos haces (diadelfos: 9 + 1). Gineceo súpero con 1 carpelo con numerosos óvulos. Las flores pueden ser solitarias o agruparse en racimos (erectos o péndulos) o glomérulos. El Fruto característico se denomina de tipo legumbre, en ocasiones lomento. Presenta Semillas con forma arriñonada y con testa gruesa y dos cotiledones con alto contenido en proteínas. El Hilo es muy visible y próximo al micropilo. (*e.g.* cacahuete -*Arachis hipogea* L.-) o nuez (*e.g.* *Onobrychis* sp). (Standley y Williams, 1966; Hollowell *et. al.*, 2001).

Ecológicamente, las especies de este grupo pueden presentar estructuras en la superficie para facilitar su dispersión por animales.

El grupo de las leguminosas se caracteriza por presentar un contenido proteico elevado en el grano de algunas especies. Esto le ha valido para convertirse en la principal fuente de proteína vegetal para la mayor parte de herbívoros y omnívoros como el hombre. En este sentido, algunas especies presentan entre 13 a 24 % de proteína (Menchú, 1996).

Muchas de estas especies útiles, se han cultivado y adaptado en muchas de las comunidades rurales de nuestro país. Numerosas especies, han sido cosechadas, cultivadas, comidas y utilizadas en un sinnúmero de actividades humanas (Pickersgill y Lock, 1996) a lo largo de los milenios y puede decirse en términos globales que son tan importantes como los cereales. Estudios diversos han confirmado que la gama de utilidades de las leguminosas es tan ancha como el grupo de los cereales, y los productos obtenidos de ellas, contribuyen enormemente al desarrollo económico mundial a través de la obtención de alimentos y bebidas, medicinas y farmacéuticos, combustibles, biotecnología, materiales de construcción, textiles, papeles, químicos y fertilizantes, pesticidas, entre muchos otros.

En muchos países del planeta son empleadas como sustitutos del café, té, tabaco, jabones y licores. Estos ejemplos nos dan la idea de la importancia de conocer a detalle a este tan variable grupo y tan importante para el desarrollo del hombre a través del tiempo. A continuación, se enumeran y describen brevemente algunas de las más relevantes y las más reportadas para muchas localidades de Guatemala.

- Haba (*Vicia faba* L.): Planta erguida anual, que puede medir 1,20m de altura. Tiene de dos a cinco flores blancas; su legumbre, de forma alargada, contiene granos gruesos y carnosos. Una hectárea produce de veinte mil a cuarenta mil kilogramos. Su semilla es comestible e incluso todo el fruto cuando está verde.
- Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Recibe también el nombre de judía, habichuela, alubia, poroto y chaucha. Es un vegetal anual de tallos volubles, con hojas grandes compuestas por folíolos, que se cultiva por su legumbre larga y picuda, dotada de varias semillas blancas o moradas según las variedades. Las simientes son comestibles cuando están secas, mientras que las vainas verdes se consumen como verdura.

- Garbanzo (*Cicer arietinum* L.): Es una planta herbácea originaria del Cáucaso con unos cincuenta centímetros de altura, de flores blancas y fruto en vaina corta hinchada y velluda, con un par de semillas que el hombre consume como alimento. Existen variedades de semilla rubia, semilla rojiza y la semilla negra.
- Cacahuete (*Arachis* sp.): Es una planta herbácea originaria América. Tiene un tallo muy ramificado, que puede llegar a alcanzar cuarenta centímetros de altura, con flores amarillentas.
- Soja o soya: (*Glycine max*) es una planta de la familia de las leguminosas fabáceas, cultivada por sus semillas, legumbres de alto valor proteico (cerca de 35%) utilizadas en alimentación y para la producción de aceite. Esta planta, es originaria de China, y su nombre viene del japonés, no obstante, se comercializa en todo el mundo, debido a sus múltiples usos. Es usada para una infinidad de productos que pueden reemplazar a otros de origen animal.

Muchas de las publicaciones más recientes, hacen referencia a este vasto grupo vegetal dividido en tres familias separadas (Nielsen, 1992; Berry *et. al.*, 1999 en Lewis *et. al.*, 2006), sin embargo el más reciente informe regional de leguminosas (The Leguminosae of Madagascar) presenta las últimas evidencias sistemáticas y reconoce al grupo como una gran familia con tres subfamilias: Caesalpinoideae, Mimosoideae y Papilionoideae (Du Puy *et. al.*, 2002 en Lewis *et. al.*, 2005)

En este sentido de clasificación, el grupo de Leguminosas clasificado en tres subfamilias, incluye la presencia de 36 tribus. La subfamilia Caesalpinoideae comprende 4 tribus y 2,250 especies; la subfamilia Mimosoideae 4 tribus y 3,270 especies; y, la subfamilia Papilionoideae 28 tribus y 13,800 especies.

Subfamilia Papilionoideae: árboles, arbustos, trepadoras y plantas herbáceas con hojas alternas, raramente opuestas, frecuentemente pinnadas o trifoliadas, con estípulas. Inflorescencias racemosas o paniculadas. Flores mayormente zigomorfas, con 5 sépalos unidos parcialmente y (1-)5 pétalos, normalmente dispuestos de manera característica, formando un estandarte, las alas y la quilla, que encierra los estambres. Estos varían desde 10 a numerosos, unidos en un tubo o libres. El fruto es una legumbre, a veces indehiscente, constituyendo entonces un lomento, sámara o nuez. Incluye entre 400-500 géneros y alrededor de 10.000 especies, distribuidas en regiones templadas, tropicales y subtropicales de todo el mundo. Familia de importancia económica por la producción de granos (judía, garbanzo, haba, guisante, lenteja, etc.). Se suelen cultivar especies arbóreas pertenecientes a los géneros *Castanospermum* sp., *Cladrastis* sp., *Colutea* sp., *Dalbergia* sp., *Erythrina* sp., *Laburnum* sp., *Lonchocarpus* sp., *Maackia* sp., *Robinia* sp., *Sesbania* sp., *Sophora* sp., *Tipuana* sp.

Subfamilia Mimosoideae: Árboles, arbustos o trepadoras de hojas alternas, con frecuencia bipinnadas, a veces reducidas a filodios (*Acacia* sp.), a veces con glándulas en el raquis o pecíolos, con estípulas, que a menudo son espinosas. Inflorescencias en espigas, racimos o panículas. Flores actinomorfas. (3)-5 sépalos, parcialmente unidos; 5 pétalos, a veces 3 ó 7. (4)-10 estambres o más, separados o unidos en la base, normalmente excediendo al perianto y confiriéndole a la inflorescencia su colorido y apariencia. Fruto en legumbre o lomento dehiscente o indehiscente con variadas formas. Comprende unos 50-60 géneros y alrededor de 2.200 especies distribuidas por los trópicos y zonas templadas del planeta. Podemos ver cultivadas especies arbóreas de los géneros *Acacia* sp., *Albizia* sp., *Calliandra* sp., *Dichrostachys* sp., *Enterolobium* sp., *Leucaena* sp., *Parkia* sp., *Pithecellobium* sp. y *Prosopis* sp.

De los estudios previos:

Existen en la actualidad países de Latinoamérica y Europa dedicados al estudio de los granos de polen y sus diversas aplicaciones. A continuación se enumeran algunos trabajos relacionados con la elaboración de atlas y floras palinológicas. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, en el país no existe referencia alguna de trabajos anteriores centrados en la elaboración de una Flora Palinológica.

Diversos estudios palinológicos previamente publicados han servido para interpretar el clima y las rutas de colonización de algunos organismos, así como la temporalidad en la que las especies actuales llegaron y se adaptaron a las diferentes regiones. En Guatemala y México existen algunos estudios palinológicos donde se proponen teorías acerca de las causas del abandono de las tierras mayas, así como la corroboración de datos del tiempo en el que este abandono ocurrió. En este sentido se citan los siguientes estudios: Isotopic analysis of ancient deer bone: biotic stability in collapse period maya land-use, realizado por Emery *et. al.* (2000); Maya environmental successes and failures in the Yucatán Península, realizado por Bernice Faust (2001); y, Registro de 8000 años del paleoclima del noroeste de Yucatán, México, realizado por Brenner *et. al.* (2000). En aspectos ecológicos, Islebe y Hooghiemstra (1995) realizaron el estudio Recent Pollen spectra of Highland Guatemala, en donde analizan la lluvia de polen y realizan análisis polínicos de 62 muestras de musgos en el altiplano del país.

Recientemente, Avila *et. al.* (2006) realizaron el trabajo Análisis de la lluvia de polen y su relación con la vegetación actual en la Reserva Chelemá, Alta Verapaz en el cual se elabora el atlas palinológico de la región. Este trabajo incluyó además la elaboración de placas palinológicas y la caracterización de la vegetación local. En el mismo año se publica el informe de tesis de Barrientos

(2006) en el que se comparan las especies vegetales con mayor utilidad local en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá.

En nuestro país se han encontrado algunos documentos sobre ecología de la polinización, Cajas (2003, en prep.) analiza la relación del polen transportado en murciélagos nectarívoros del corredor seco y Mojica (2004) investigó la fenología de la especie *Callilandra sp.* y su relación con las condiciones del paisaje con los distintos polinizadores que la visitan. Más reciente, Ávila *et. al.*, realiza un estudio de ecología de polinización de dos cactus columnares en dos valles secos de Guatemala.

A nivel regional existen diversas publicaciones relacionados con el análisis y la descripción del polen, en especial en México y Costa Rica. En el año 2002, Guariguata *et. al.* publica el libro *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* en el cual se destina un capítulo a la Paleoecología de la flora boscosa (Hooghiemstra y Van der Hammen) y otro a la Ecología de la Polinización (Murcia). La Facultad de Ciencias de la UNAM (1998) publica algunos tomos de la Flora Palinológica de Guerrero, contribuyendo a la caracterización vegetal y palinológica del área. Lozano-García y Martínez Hernández (1990) publican *Palinología de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas -parte I-* en la cual presentan descripciones y microfotografías de las especies vegetales caracterizadas.

La mayoría de las publicaciones existentes al análisis del polen han sido realizadas en Suramérica, en especial en la Amazonia Colombiana. A continuación se enumeran algunos estudios: Lateglacial and holocene vegetation and climatic change in lowland Colombia, Dr. Juan Carlos Berrío (2002); Pollen representation and successional vegetation change on the sandstone plateau of Araracuara, Colombian Amazonia, Dr. Juan C. Berrío *et. al.* (2003); Modern Pollen spectra from highlands of the Cordillera Central, Dominican Republic, Kennedy *et. al.* (2005); Neogene and quaternary history of vegetation, climate, and plant diversity

in Amazonia, Van der Hammen y Hooghiemstra (2000); An analysis of modern pollen rain on an elevational gradient in southern Peru, Weng *et. al.*(2004); A reconstruction of Colombian biomes derived from modern pollen data along an altitude gradient, Marchant *et. al.* (2001); El polen de la subclase Asteridae en el Paramo de Monserrate, Bogotá Ángel (2002); entre muchos otros.

De la Colección botánica y la Institución ejecutora:

El Herbario USCG, se encuentra actualmente constituido como unidad de investigación del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON– de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual cuenta con autorización de colecta para todo el país. Fue fundado en año 1913 por Ulises Rojas y realiza trabajo de investigación en torno a cuatro líneas prioritarias:

- Exploración botánica
- Biogeografía y Sistemática
- Taxonomía; y,
- Ecología.

El Herbario USCG ha sido reconocido por su trayectoria en investigación y promotor de actividades académicas, asignándosele como unidad de práctica para estudiantes de la Escuela de Biología.

La colección botánica que resguarda cuenta con alrededor de 26,500 especímenes. Dentro de la misma se resguardan colecciones históricas realizadas por el ilustre Doctor Ulises Rojas y los autores de Flora of Guatemala. Periódicamente recibe la visita de especialistas en familias botánicas particulares, lo que permite la constante actualización de la colección. Además, el convenio existente con otros Herbarios nacionales y extranjeros permite el canje de especímenes lo que contribuye al incremento de la colección. Como puede

suponerse, se cuenta con un respaldo científico y una colección sólida que ha permitido el buen desarrollo de la investigación.

Específicamente, dentro de la colección de referencia, el grupo de las Leguminosas cuenta 399 especies y más de 96 géneros botánicos que incluyen las tres subfamilias del grupo: Mimosáceae, Papilionáceae y Caesalpinaceae.

El interés en investigación de la flora útil se evidencia a través de la ejecución de importantes investigaciones en diversas comunidades de los departamentos de Alta Verapaz, Peten, Izabal y recientemente en Huehuetenango. En este sentido, desde el año 2004 ha surgido el interés por el estudio de la morfología y procesos polínicos enfocando el mismo hacia el objetivo final de sentar las bases para el implemento de estudios que permitan la reconstrucción de ecosistemas locales actuales y pasados. A partir de ello, se ha logrado la ejecución de un estudio en la Reserva Chelemhá, Alta Verapaz denominado “Análisis de la Lluvia de Polen y su Relación con la Vegetación Actual” del cual se ha elaborado el Primer Atlas Palinológico del país y se han generado además alrededor de 250 placas palinológicas, las cuales se encuentran a disposición para fines didácticos y revisiones solicitadas por investigadores.

Paralelamente, especialistas del ramo palinológico del Department of Geography, University of Leicester United Kingdom, participan como investigadores e institución asociada en la ejecución del proyecto.

JUSTIFICACIÓN

A la fecha son extremadamente escasos los estudios palinológicos en nuestro país y en general en el istmo centroamericano. Aquellos pocos estudios realizados en Guatemala se han centrado en el norte del país (e.g. Emery, 2002; Faust, 2001; Brenner, 2000) y han sido utilizados para establecer cambios climáticos y además sugieren los eventos ocurridos durante el desarrollo de la civilización maya. Sin embargo, todavía no se cuenta con registro alguno de elaboración de atlas palinológicos o claves dicotómicas para la determinación taxonómica de especies vegetales, por lo que la ejecución de la propuesta que se presenta constituye el estandarte para la realización de la Flora Palinológica de Guatemala.

Este tipo de documento, como ya se ha indicado anteriormente, constituirá el soporte fundamental básico para diversas ramas de las ciencias agrícolas y ecológicas que complementan las herramientas empleadas en la generación de información científica utilizada en la toma de decisiones para el manejo de áreas protegidas, la adecuada utilización de recursos naturales y por supuesto de actividades académicas en la preparación de futuros profesionales en esta área.

Como se ha enfatizado, la elaboración de claves y atlas palinológicos que se presentan en una Flora Palinológica, permite la descripción con gran detalle de la morfología polínica de las especies y de familias botánicas seleccionadas como un conocimiento básico para los futuros estudios y programas de taxonomía y sistemática. Los documentos podrán también ser extensivamente utilizados en aquellos estudios palinoestratigráficos, paleoclimáticos y paleofitogeográficos (Kearns y Intuye, 1993).

En otro sentido, los mismos documentos podrán emplearse como herramientas para programas actuales de desarrollo, por ejemplo de apicultura en donde se hace necesaria la correcta identificación de especies vegetales utilizables por abejas en base al polen que trasportan; en agroforestería, medicina tradicional y huertos familiares en donde la determinación de las especies se considera clave

para la selección de las especies de interés; en los centros de investigación, herbarios e instituciones relacionadas al manejo y administración de áreas y quienes inciden en la toma de decisiones y en la adecuada generación de información, útil para el manejo de las mismas.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo de la botánica y la palinología de Guatemala mediante la generación de información científica válida a través del análisis, evaluación y descripción de los caracteres morfológicos del polen de las especies útiles de las familias botánicas Mimosáceae y Papilionáceae, como herramienta para la correcta determinación de las especies botánicas y su aplicación para programas de reconstrucción de paisajes locales actuales y pasados.

Específicos

- Elaborar placas palinológicas que constituyan la colección de referencia palinológica de la Flora de Guatemala, para su utilización con fines didácticos y de investigación científica.
- Diseñar claves dicotómicas en base a la descripción de la morfología de los granos de polen de las familias botánicas seleccionadas.
- Realizar y elaborar la sección fotográfica de los granos de polen de tal forma que sea una herramienta de apoyo para la determinación de las especies botánicas.
- Elaborar y reproducir los tomos de la Flora Palinológica de Guatemala de las familias botánicas seleccionadas.

METODOLOGÍA

Diseño

Debido a la naturaleza cualitativa y analítica del proyecto, los aspectos que han regido su desarrollo no requieren de métodos puntuales que permitan la realización de análisis estadísticos.

Población: Muestras botánicas de las especies útiles de las familias botánicas Papilionácea y Mimosácea de la colección de referencia del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON–, Herbario EAP de la Escuela Panamericana El Zamorano y Herbario BIGU de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Muestra: Material polínico de las muestras botánicas del grupo seleccionado para su análisis, descripción y realización de microfotografías.

Todo el material polínico de las especies botánicas del grupo de Leguminosas, será sometido al mismo proceso químico y bajo las mismas condiciones de laboratorio. Las descripciones se rigen por el procedimiento y los parámetros estándar de descripción y fotografiado.

Método

Etapa Uno: Análisis del grupo (familias) botánico seleccionado

Esta etapa giró en torno a la revisión bibliográfica, actualización taxonómica de las especies y revisión de los ejemplares botánicos del grupo de las familias de leguminosas seleccionadas que se encuentran almacenadas dentro de la colección botánica de referencia del Herbario USCG del CECON-USAC, mismas que han sido revisadas por especialistas en el ramo botánico y que cuentan con

reconocimiento a nivel internacional como el Ing. José Linares de el instituto El Zamorano, Honduras; Ph.D. Nelson Zamora del Instituto Nacional de Biodiversidad –INBio– de Costa Rica y Ph.D. Enrique Martínez de la UNAM, México.

Esta revisión de ejemplares, fue seguida de una selección de aquellos especímenes reportados como útiles para nuestro país. Se pretende a un futuro lograr la inclusión de la totalidad de especies de los grupos seleccionados. Además, ha existido la limitante de que la colección de referencia no cuenta con el material suficiente para poder realizar la recolección de muestra polínica.

Etapa Dos: obtención de material polínico

El material a utilizar fue obtenido mediante extracción manual (Fig. 1, 2 y 3) de los ejemplares depositados dentro de la colección botánica en el Herbario USCG. Como se ha indicado, no existe dentro de él la totalidad de especímenes de referencia, aspecto que logro minimizarse a través del apoyo, en primera instancia, del Herbario EAP de la Escuela Panamericana El Zamorano de Honduras, en donde se recolectó parte del material faltante de las especies reportadas como útiles. En la última parte de ejecución del proyecto se obtuvo la autorización para la extracción de material polínico de la colección de referencia del Herbario BIGU de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En todas las instituciones involucradas durante el proceso de extracción de material, se dio prioridad a la utilización de botones florales con el objetivo primordial de evitar al máximo la contaminación del material recolectado. Esta forma de extracción es la recomendada por diversas instituciones y se basa fundamentalmente en la presencia de contaminantes en aquellas muestras obtenidas de anteras maduras de los especímenes de interés.



Fig. 1-3 Vista del proceso manual de extracción de material polínico.

Etapa Tres: Trabajo de Laboratorio y Elaboración de Claves dicotómicas

Esta fase de ejecución, fue realizada dentro de los laboratorios de Química aplicada de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia con quienes se han realizado paralelamente estudios de Palinología en algunas áreas con protección.

El primer paso en la preparación del material polínico es la utilización de la técnica de acetólisis de Erdtman con las modificaciones propuestas por los laboratorios de la Universidad de Ámsterdam (Holanda) y la Universidad Nacional de Colombia, con las muestras polínicas de anteras. Esta técnica destruye la intina y el contenido celular permitiendo observaciones detalladas de exina (Velásquez, 1999).

Posterior a dicho proceso acetolítico, se elaboran las placas permanentes en base al método estándar (Saenz de Rivas, 1978) empleando gelatina glicerizada. Para cada especie identificada, se utiliza el formato de descripción morfológica de polen propuesto por Velásquez (1999) y modificado de acuerdo a las necesidades del proyecto (Anexo 1), en el cual se describen todos los aspectos útiles y aquellos caracteres que identifican a cada especie. Estos elementos de descripción morfológica han sido tomados en base a los parámetros sugeridos por Herrera y Urrego (1996).

Con las descripciones de cada especie, se elaboran las claves palinológicas de acuerdo a caracteres diferenciales y de asociación de las especies analizadas. Las características de estas, es su dicotomía en la cual se da prioridad a los rasgos de mayor detalle con los cuales se logra una separación macro de las especies que se incluyen en la descripción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fue realizada una revisión exhaustiva de la totalidad de especies de las familias Papilionáceae y Mimosáceae de Guatemala. La actividad fue centrada en determinar cuáles ejemplares cumplían con las características necesarias para la extracción de material polínico.

Dentro de la colección de referencia del Herbario USCG, se analizó un total de 877 especímenes, determinándose que 184 de la familia Fabáceae y 59 de la familia Mimosáceae podrían ser empleados. Adicionalmente, se realizó una verificación de los nombres científicos, sinonimas y autoridades de las especies, consultándose la bibliografía Flora of Guatemala, Flora de Nicaragua y las páginas web: Internacional Plant Index (IPNI) y Trópicos del Missouri Botanical Garden.

En el Herbario EAP de la Universidad Panamericana El Zamorano de Honduras, se logró analizar un total de 502 ejemplares, de los cuales 139 corresponden a la familia Mimosáceae y 363 a la familia Papilionáceae. Con los permisos necesarios, se procedió a la extracción manual del material de las especies útiles. El Herbario BIGU, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, permitió el análisis de 24 muestras botánicas para la extracción de material polínico.

Como actividad paralela, se dedicó tiempo a la revisión de colectas botánicas que se encuentran en proceso de ingreso a la colección de referencia del Herbario USCG, con el fin de determinar si existía material polínico utilizable. Para ello, se analizaron muestras de algunos sitios del Suroccidente de Huehuetenango; Finca Pacaláj (Tacaná); Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic (Izabal); Parque Nacional Laguna de Lachúa (Alta Verapaz); Reserva de Bosque Nuboso Chelemhá (Alta Verapaz); Finca Cunlaj (Baja Verapaz); y, Finca El Chilar (Escuintla). Además, se realizaron dos viajes de campo para la recolección de material en fresco. El primero de ellos fue realizado en coordinación con la Fundación Defensores de la Naturaleza con sede en la Región Semiárida del Valle

del Motagua y el segundo, hacia el Biotopo Naacthún Dos Lagunas, en coordinación con la dirección del CECON, USAC.

Posterior a la extracción del material polínico, se realizó una identificación de aquellas especies con utilidad reportadas para nuestro país. Como se ha indicado anteriormente, no todas las especies reportadas con utilidad se encuentran en los Herbarios visitados, por lo que en este documento se muestran aquellas de las que se pudo extraer material polínico. En este sentido, se analizaron y describieron los caracteres morfológicos del polen de 67 especies útiles de las familias Papilionáceae y Mimosáceae (Anexo 2).

El detalle del tipo de utilización para cada una de las especies que se presentan en el documento puede ser apreciado en el Anexo No.3. De las muestras recolectadas para análisis, se determinaron que son siete tipos de utilización que las engloban (Tabla No.1 y Gráfico 1). En este sentido, el mayor número de especies útiles de leguminosas se ubican dentro de la categoría de utilización en actividades de construcción (22), seguido de uso alimenticio (15), para forraje y de uso medicinal (8 y 7, respectivamente).

| Usos | Papilionáceae | Mimosáceae |
|---------------|----------------------|-------------------|
| Construcción | 22 | 6 |
| Alimento | 15 | 1 |
| Forraje | 8 | 1 |
| Medicinal | 7 | 1 |
| Ornamental | 3 | 0 |
| Tintura | 2 | 0 |
| Reforestación | 1 | 0 |

Tabla No.1 Número de especies identificadas por tipo de utilización.

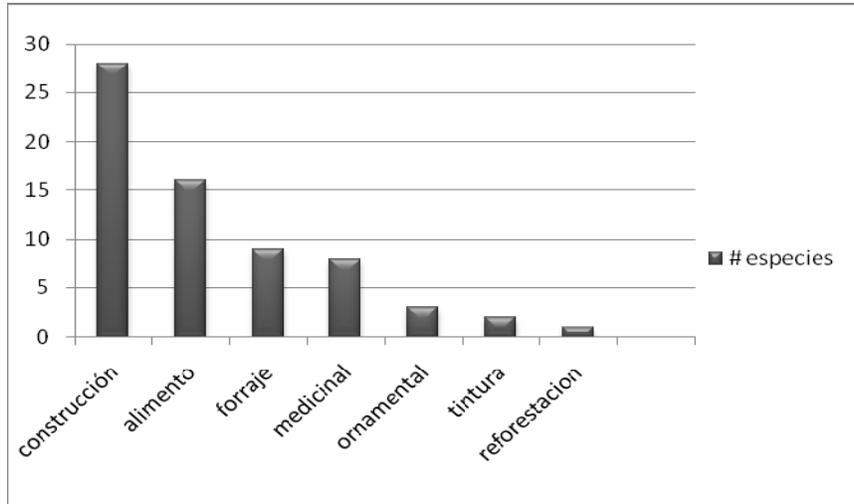


Grafico No.1 Comparación del número de especies identificadas para cada tipo de utilización.

Debido al número de ejemplares botánicos disponibles para extracción de material de cada una de las familias, los análisis evidencian una mayor diversidad de usos para la familia Papilionáceae (Grafico No. 2). Sin embargo, este dato no puede ser considerado definitivo, pues existe evidencia de la diversidad de utilización de especies de la familia Mimosáceae en nuestro país, debe por lo tanto, referirse este gráfico únicamente a las especies recolectadas.

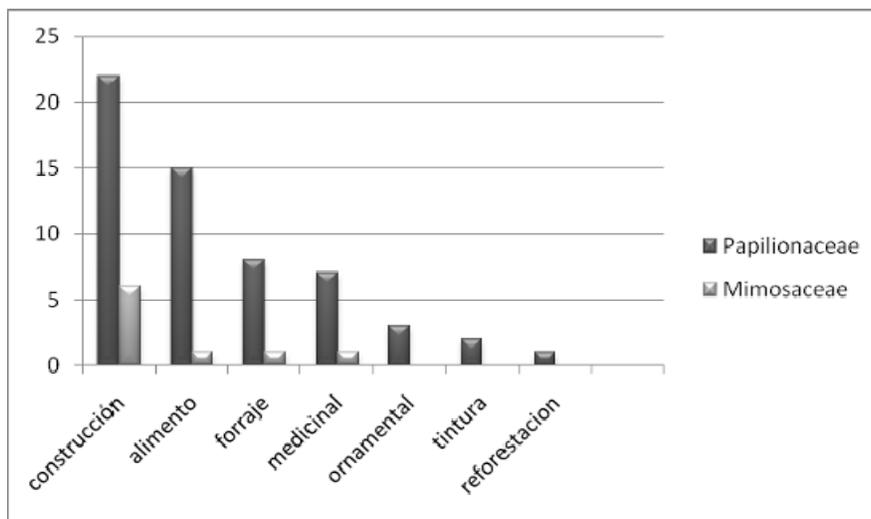


Grafico No.2 Comparación del número de especies identificadas para cada tipo de utilización.

Con fines de aprovechamiento de recursos, se procedió a realizar el análisis químico de acetólisis de las especies útiles y de aquellas que no presentaron utilidad reportada, pero que sin embargo pudieron ser recolectadas de los Herbarios. El Anexo 4, muestra el listado de las especies acetolizadas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con el material acetolizado, se elaboraron un total de 657 placas palinológicas que se han ingresado en su totalidad, a la colección de referencia del Herbario USCG. De este total de placas elaboradas, 402 corresponden a las familias de interés (Tabla No. 2) y corresponden 57 a especies de la Familia Papilionácea y 10 de la familia Mimosácea. De cada una de las especies trabajadas, se elaboraron 6 placas permanentes. El resto de placas elaboradas (255) fueron elaboradas con material de otras especies que no se reportan con alguna utilidad dentro de la bibliografía de leguminosas de Guatemala, sin embargo se realizaron con el objetivo primordial de aumentar la colección de referencia y poder utilizar el material en proyectos futuros en los cuales se integren todas las especies de leguminosas de Guatemala.

La totalidad de los granos de polen recolectados, fueron observados para la descripción morfológica en aumento de 100x en microscopio óptico. Debe considerarse que las medidas que se presentan de descripción morfológica de los caracteres en vista ecuatorial y vista polar, así como las aperturas de cada grano, fueron tomadas con la utilización de un ocular micrométrico.

En base a las normas estándar para publicación de datos palinológicos, se analizaron de cada especie un mínimo de 25 granos para la Familia Papilionácea y 25 mónadas para la Familia Mimosácea.

| ESPECIE | ESPECIE |
|-------------------------------------|--|
| <i>Acacia angustissima</i> | <i>Lathyrus latifolius</i> |
| <i>Acacia centralis</i> | <i>Lathyrus odoratus</i> |
| <i>Acacia deami</i> | <i>Leucaena collinsi</i> spp. zacapana |
| <i>Ateleia gumifera</i> | <i>Leucaena diversifolia</i> |
| <i>Cannavalia ensiformis</i> | <i>Leucaena leucocephala</i> |
| <i>Centroceema macrocarpum</i> | <i>Lonchocarpus castilloi</i> |
| <i>Centrosoma plumieri</i> | <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> |
| <i>Coursetia polyphylla</i> | <i>Lonchocarpus hondurensis</i> |
| <i>Crotalaria longirostrata</i> | <i>Lonchocarpus lineatus</i> |
| <i>Crotalaria mollicula</i> | <i>Lonchocarpus minimifolius</i> |
| <i>Crotalaria retusa</i> | <i>Lupinus ehrenbergii</i> |
| <i>Crotalaria tuerckheimii</i> | <i>Machaerium falciforme</i> |
| <i>Crotalaria verrucosa</i> | <i>Marina scopa</i> |
| <i>Crotalaria vitellina</i> | <i>Myrospermum frutescens</i> |
| <i>Dalea lutea</i> | <i>Myroxylon balsaum</i> |
| <i>Desmodium amplifolium</i> | <i>Nisolia chiapensis</i> |
| <i>Desmodium prehensile</i> | <i>Phaseolus coccineus</i> |
| <i>Desmodium procombens</i> | <i>Phaseolus lunatus</i> |
| <i>Dyphisa floribunda</i> | <i>Pithecellobium pachypus</i> |
| <i>Dyphisa spinosa</i> | <i>Platymiscium yucatanum</i> |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | <i>Poiretia punctata</i> |
| <i>Erythrina chiapasana</i> | <i>Prosopis juliflora</i> |
| <i>Erythrina folkersii</i> | <i>Pterocarpus officinalis</i> |
| <i>Erythrina berteriana</i> | <i>Rynchosia minima</i> |
| <i>Erythrina fusca</i> | <i>Spartium junceum</i> |
| <i>Erythrina guatemalensis</i> | <i>Stizolobium pruriens</i> |
| <i>Erythrina huehuetenanguensis</i> | <i>Trifolium pratense</i> |
| <i>Erythrina macrophylla</i> | <i>Trifolium repens</i> |
| <i>Erythrina violaceum</i> | <i>Vicia faba</i> |
| <i>Galactia acapulcensis</i> | <i>Vigna spectabilis</i> |
| <i>Gliricidia sepium</i> | <i>Vigna umbellata</i> |
| <i>Indigofera guatemalensis</i> | <i>Zapoteca Terragona</i> |
| <i>Indigofera miniata</i> | <i>Zornia diphylla</i> |

Tabla No.2 Especies descritas del grupo de las Leguminosas

Las características morfológicas que se observaron en cada una de las placas palinológicas elaboradas fueron: tipo de grano, diámetro en vista polar, diámetro en vista ecuatorial, polaridad, simetría, forma, tamaño y tipo de apertura, estructura especial y escultura de la exina. Adicionalmente se recolectaron los datos relacionados con el sitio de colecta y número de registro de Herbario para cada espécimen. Sin embargo, algunos de ellos carecen de cierta información de

colecta o registro de Herbario, debido a que se encuentran en proceso de ingreso a las colecciones de referencia de cada una de las instituciones en donde se realizó la recolección de material.

Utilizando el programa Excel® 2003, se elaboró una base de datos registrando información de identidad de las especies, nombre común, distribución geográfica, utilidad y la información registrada en las boletas de recolección de datos. Los datos de distribución se han utilizado para la coordinación institucional que ha permitido realizar algunas colectas de ejemplares que se encuentran estériles en la colección de referencia.

El análisis posterior de las boletas de toma de datos, permiten la separación de especies en base a sus caracteres morfológicas. En este sentido, las primeras separaciones para cada especie permiten identificar aquellos caracteres que separan a las familias. Con los datos, se van elaborando en base a presencia, ausencia o rangos de los caracteres, las claves dicotómicas. El cuadro No. 1, muestra en forma general algunos de los caracteres que permiten realizar dicha separación.

Como podrá apreciarse, se inicia con caracteres mayores que incluyen a la gran mayoría de las especies como tipo de grano y tipo de abertura. Estas separaciones permiten la utilización de caracteres de menor nivel o de más detalle como ámbito, polaridad y estructura especial que se presenta solamente en algunas especies. Por último, se utilizan medidas morfológicas en rangos para lograr una separación definitiva de las especies.

| NOMBRE CIENTIFICO | TIPO DE GRANO | POLARIDAD | SIMETRIA | ABERTURA | ESTR. ESP. | AMBITO |
|------------------------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------|---------------------|-----------------|
| <i>Lonchocarpus rugosus</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | | obtuso, convexo |
| <i>Phaseolus lunatus</i> | mónada | heteropolar | simétrico, bilateral | triporado | | circular |
| <i>Myroxylon balsamum</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | costilla horizontal | obtuso, convexo |
| <i>Phaseolus vulgaris</i> | mónada | heteropolar | simétrico, bilateral | triporado | | obtuso, convexo |
| <i>Macroptilium atropurpureum,</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | costilla | |
| <i>Vicia faba</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | costilla, opérculo | |
| <i>Lupinus leptophylla</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolpado | | obtuso, convexo |
| <i>Pachyrizus erosus</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | | | |
| <i>Lonchocarpus minimiflorus</i> | mónada | heteropolar | simétrico, bilateral | | | |
| <i>Pterocarpus officinalis</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | | |
| <i>Crotalaria vitellina</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | costilla | |
| <i>Indigofera suffruticosa</i> | mónada | heteropolar | simétrico, bilateral | | costilla | obtuso, convexo |
| <i>Crotalaria longirostrata</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | costilla | obtuso, convexo |
| <i>Eysenhardtia adenostilis</i> | mónada | heteropolar | simétrico, bilateral | tricolporado | | |
| <i>Cajanus cajan</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | | costilla | |
| <i>Gliricida sepium</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | margen, opérculo | obtuso, convexo |
| <i>Trifolium pretense</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | | elíptica |
| <i>Stizolobium pruriens</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | costilla | obtuso, convexo |
| <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> | mónada | isopolar | simétrico, bilateral | tricolporado | | obtuso, convexo |

Cuadro No. 1 Ejemplo de caracteres utilizados para cada especie que permiten su separación para elaboración de claves dicotómicas.

El análisis de los caracteres permite además, establecer las características para cada familia. Se presenta a continuación en el cuadro No.2, aquellas características morfológicas no cuantitativas que presentó cada familia.

| Familia | Características morfológicas |
|--------------|--|
| Papilionácea | <p>Todos granos simples o mónadas. Presenta evidentes rangos de variación de tamaños (desde muy pequeños hasta granos relativamente grandes).</p> <p>Las aberturas presentes siempre 3 (tricolpado, tricolporado, tricolporoidado, triporado), aunque en su mayoría existe presencia de aberturas compuestas (tricolporados).</p> <p>Estructura de la exina tectada y subtectada con escultura generalmente psilada.</p> |
| Mimosácea | <p>mónadas, tétradas y poliadas (8-36). Variación en tamaños: mónadas grandes, poliadas desde muy pequeñas hasta grandes.</p> <p>Aberturas presentes en número de 3 a 4 e inaperturados.</p> <p>Estructura de la exina tectada y subtectada, con escultura psilada, foveolada y ligeramente rugulada.</p> |

Cuadro No. 2 Resumen de características morfológicas de las dos familias evaluadas.

Es necesario hacer mención que este tipo de estudios palinológicos, enfocados y aplicados a la sistemática y filogenia vegetal, establecen que salvo algunas excepciones, el género es el rango básico (Saenz de Rivas, 1978) en la identificación y por ende en la elaboración de claves. Esto significa que es difícil en algunos casos, establecer diferencias evidentes a niveles menores como especie, subespecie, variedad, etc.

Como podrá apreciarse en las claves propuestas, existen algunas especies que requieren de un análisis más detallado y profundo que permitan establecer

diferencias evidentes en su identificación morfológica. Sin embargo, debido a la naturaleza del estudio, las claves propuestas si permiten su identificación.

Se ha hecho mención, que será necesario tener en cuenta la variedad de especies dentro de un mismo género en el sentido de poder establecer diferencias en función del ploidismo (Saenz de Rivas, 1978).

**DESCRIPCION PALINOLÓGICA
DE LEGUMINOSAS**

I ASPECTOS GENERALES

RECURSOS

Material de laboratorio

Equipo

- Baño de María
- Bortex
- Campana extractora de gases
- Centrífuga
- Microscopios

Cristalería

- Beaker de 10, 50, 100 y 200 mL
- Porta y cubreobjetos
- Embudos de vidrio
- Morteros de porcelana pequeños
- Pipetas de 5 y 10 mL
- Probeta de 15 y 100 mL
- Tubos de ensayo de polipropileno de 15 mL.
- Varillas de vidrio de 1 x 12 cm.
- Viales de vidrio de 0.7 x 3.0 cm.
- Vidrio de reloj

Equipo menor

- Aguja de disección
- Bulbo de succión
- Gradillas
- Mallas metálicas con poros de 200 μ
- Pinzas de punta fina
- Pinzas para tubo de ensayo

Reactivos

- Ácido Acético Glacial
- Ácido Sulfúrico Concentrado
- Agua destilada
- Alcohol Absoluto al 96 %
- Anhídrido Acético
- Gelatina glicerinada
- Hidróxido de sodio 10%
- Aceite de inmersión
- Esmalte de uñas
- Solución para limpiar oculares

Equipo de seguridad

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

II PARAMETROS DE PREPARACION DE LAS MUESTRAS

El proceso químico de acetólisis al que se somete el material polínico permite la eliminación de contaminantes y de material citoplasmático de los granos de polen. El mismo puede realizarse en un promedio de 16 hrs. Se describen a continuación los pasos que implica su realización.

1. En morteros limpios y secos se deposita el material (botones o anteras) y se les adiciona solución de KOH al 10% hasta cubrir la muestra. La muestra es macerada con varillas de vidrio.
2. La muestra se trasvasa a un tubo de ensayo y se calienta a 30– 40 °C en un Baño de María, agitando la muestra a menudo y evitando que el contenido hierva. El calentamiento en Baño de María debe durar un máximo de 10 minutos.
3. La muestra se filtra en la malla de 200 μ . Se recoge la solución filtrada luego de 3 lavados de 2 mL con agua destilada, la solución filtrada y lavada se trasvasa a un nuevo tubo de ensayo.
4. La muestra se centrifuga durante cinco minutos a 4500 r.p.m. y se descarta el sobrenadante. La muestra se lava dos veces con agua destilada y el sobrenadante se descarta luego del lavado.
5. A la muestra se le añade nuevamente agua destilada y se agita en el bortex. Se repiten los numerales 4 y 5.

6. Al tubo con muestra se le adiciona 3 mL de ácido acético glacial, luego se centrifuga durante 5 minutos a 4500 r.p.m. descartando finalmente el sobrenadante.
7. Una vez deshidratada la muestra se le agrega la mezcla acetolítica (mezcla de anhídrido acético y ácido sulfúrico concentrado en proporción de 9:1) previamente preparada para cada proceso. A la muestra se le adicionan 7 mL de mezcla.
8. El tubo con la muestra se calienta en Baño de María a una temperatura de 80°C durante un período de 5 a 10 minutos, agitando la muestra periódicamente.
9. Cuando el tubo de la muestra alcanza nuevamente la temperatura ambiente, se centrifugan a 3500 r.p.m. durante cinco minutos. El sobrenadante se descarta y se adicionan 3 ml de alcohol etílico, se agitan los tubos, y luego son centrifugados durante 5 minutos.
10. Se descarta el sobrenadante y se adiciona nuevamente alcohol etílico, se trasvasa la muestra a un vial agitado previamente.
11. El vial es introducido en un tubo nodriza para ser centrifugado durante cinco minutos a la misma velocidad.
12. El sobrenadante se descarta y al vial con la muestra se le agrega tres gotas de glicerina, esta muestra se lleva al horno a una temperatura de 40°C durante 12 horas.
13. Los viales se cierran, se rotulan y se guardan para el uso en el laboratorio.

Posterior al proceso acetolítico, se elaboran las placas permanentes en base al método estándar (Saenz de Rivas, 1978) empleando gelatina glicerizada. Se elaboran al menos cuatro placas por cada especie vegetal, con la metodología que se describe:

1. Sobre una placa limpia se coloca un pedazo de gelatina glicerizada de aproximadamente dos milímetros, previamente se mezcla con una pequeña porción del material polínico. En el caso del material proveniente de briofitos, la gelatina glicerizada es introducida en el recipiente que contiene la muestra.
2. La muestra se deja enfriar por unos segundos y se le coloca un cubre objetos. Debe sellarse con esmalte de uñas.
3. Finalmente la placa se rotula (familia, especie, datos de colección, número de placa y número de copia) y se conservan horizontalmente en cajas de plástico.

Para cada especie montada, fue utilizado el formato de descripción morfológica de polen propuesto por Velásquez (1999). Los caracteres descritos, fueron tomados de acuerdo a los parámetros sugeridos por Herrera, L.F. y Urrego, L.E. (1996), los cuales incluyen:

1. Morfología general del grano, determinado por el tipo, ámbito y la forma.
2. Características generales de la apertura: forma, tamaño y número.
3. Ornamentación de la exina.
4. Medidas generales, tomadas en 40 y 100 aumentos. Tomadas en unidades micrométricas (μ) y comprenden vista polar y ecuatorial del grano, largo del colpo y diámetro de apertura del colpo.

Tipo de Grano. En general, los granos de polen pueden presentarse en cuatro formas:

- Simple ó Monadas, que se presentan como granos de polen aislados.

- Diadas, que se presentan como granos unidos en pares.
- Tétrada uniplanar, que es una combinación de cuatro microsporas originadas de una célula madre y que se encuentran unidas en un mismo plano. Cada una de las microsporas realiza funciones independientes.
- Tetragonal ó Tétrada multiplanar, en donde cada uno de los cuatro granos se unen en un tetraedro que toca a los otros tres en tres puntos los cuales forman un triángulo isósceles

(Herrera L.F. y Urrego L.E., 1996; Bogotá, 2002 en Barrientos, 2006).

Actualmente se cuenta con una bibliografía muy numerosa que describe las diferentes formas que puede adquirir un grano de polen. Para este estudio se considero trabajar con los parámetros de vista ecuatorial: esferoidal, oblado-esferoidal, peroblado, suboblado, prolado-esferoidal, subprolado-esferoidal, fusiforme y perprolado y, para la vista polar: esferoidal, oblado-esferoidal, tiangular y treboliforme (Faegri, K. y Iversen, J, 1964).

Características generales de la abertura: forma, tamaño y número. La misma puede definirse como el área delimitada de la exina y puede ser de forma alargada (colpos) o de forma circular (poros). En síntesis general, cumplen las funciones principales de permitir la salida del tubo polínico y posibilitar la expansión hacia el exterior del citoplasma (Faegri y Iversen, 1975). El grano de polen puede diferenciarse según la posición de la abertura en Zonoaberturados, si las aberturas se localizan en el plano ecuatorial y Periaberturados, si están distribuidas por toda la superficie. También pueden distinguirse por el número y el tipo de aberturas que poseen (Figura 4).

Exina: ornamentación. Esta descripción comprende los elementos externos del grano sin referencia a su construcción interna. En muchos casos, la escultura tiene que ver con el ordenamiento y la forma de los elementos de la exina ó parte externa de la exina. La nomenclatura empleada para esta descripción es la propuesta por Herrera L.F. y Urrego L.E. (1996) y comprende las formas psilado o

liso, escabrado, reticulado positivo o negativo, baculado, clavado, equinado, gemado, verrugado, estriado, foveolado y fosulado.

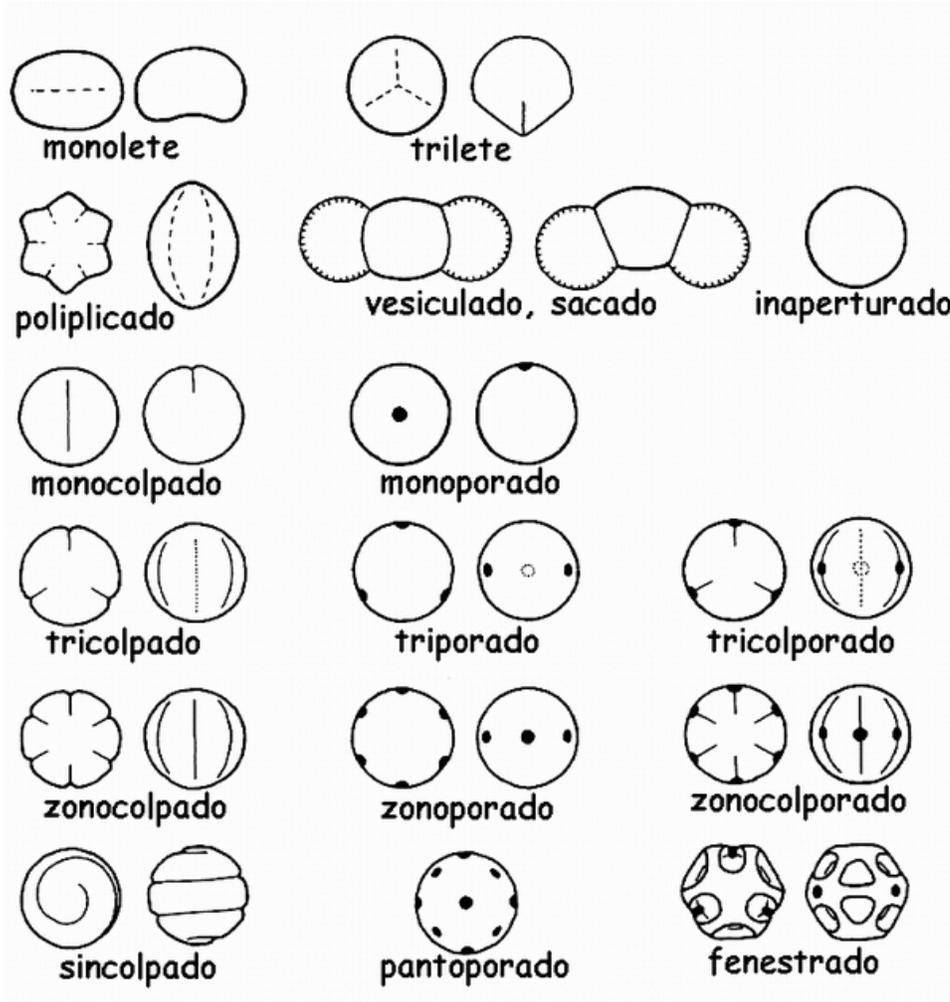


Figura No. 4 Tipos de apertura en un grano de polen.

Medidas generales, tomadas en 40 y 100 aumentos. Son tomadas en unidades micrométricas (μ) y comprenden vista polar y ecuatorial del grano, largo del colpo y diámetro de apertura del colpo. Los microscopios utilizados para la descripción se emplean con objetivos de 40X y 100X. Los valores en las medidas que se presentan en las descripciones de cada especie, se muestran como medias y desviación estándar.

Las fotografías de cada especie fueron tomadas con los mismos aumentos, dependiendo del tamaño del grano. De cada grano polínico seleccionado se tomaron fotografías en vista polar y ecuatorial.

Los microscopios utilizados para la descripción fueron de dos tipos: LW Scientific y Sargent-Welch con objetivos de 40X y 100X. Con las descripciones y las microfotografías obtenidas, se elaboraron las claves palinológicas de acuerdo a caracteres diferenciales y de asociación de las especies analizadas.

Los caracteres en las descripciones morfológicas y las microfotografías se muestran con las siguientes abreviaturas:

EE: eje ecuatorial
EP: eje polar
DE: diámetro ecuatorial
LA: largo del apoporo o apocolpio
LC: largo de colpo
AC: ancho de colpo
LP: largo de poro
AP: ancho de poro
VP: vista polar
VE: vista ecuatorial

III CLAVES

Las claves que se presentan a continuación, se encuentran divididas en dos grupos (Familias Papilionáceae y Mimosáceae), e incluyen aquellas especies con utilidad reportada para nuestro país y de las cuales se logró la obtención de material polínico. La misma por lo tanto, no podrá aplicarse para la identificación de leguminosas en general. Servirá la misma, como herramienta para la identificación de especies de las que se reporta algún uso, principalmente en las comunidades rurales de Guatemala.

CLAVE GENERAL PARA DOS DE LAS FAMILIAS DE LEGUMINOSAS

- 1a. granos exclusivamente en asociación simple (mónadas).
Todos los granos aperturados..... grupo 1
(PAPILIONACEAE)
- 1b. granos en asociación simple (mónadas) o compuesta (poliadas)
Granos aperturados o no..... grupo 2
(MIMOSACEAE)

GRUPO 1: PAPILIONACEAE

| | | | |
|------|--|----|-------------------------------------|
| 1a. | granos con aperturas simples..... | 2 | |
| 1b. | granos con aperturas compuestas..... | 16 | |
| 2a. | granos tricolpados..... | 3 | |
| 2b. | granos triporados..... | 4 | |
| 3a. | grano tricolpado de ámbito obtuso convexo y P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | | <i>Dalea lutea</i> |
| 3b. | grano tricolpado de ámbito obtuso convexo y P/E en rango > de 2.0 μ . Perprolado..... | | <i>Zornia diphylla</i> |
| 4a. | grano con estructura de exina subtectada | 5 | |
| 4b. | grano con estructura de exina tectada, triporado de ámbito triangular obtuso y P/e en rango de 0.50 a 0.74 μ . Oblado..... | | <i>Cannavalia ensiformis</i> |
| 6a. | aperturas de granos con estructura especial..... | 7 | |
| 6b. | aperturas de granos sin estructura especial..... | 11 | |
| 7a. | estructura especial debido a engrosamiento de sexina formando un anillo..... | 8 | |
| 7b. | estructura especial debido a engrosamiento de nexina formando una costa..... | | <i>Phaseolus coccineus</i> |
| 8a. | granos con ámbito triangular, obtuso y convexo..... | 9 | |
| 8b. | granos con ámbito triangular, obtuso y recto..... | | <i>Desmodium prehensile</i> |
| 9a. | granos con P/E en rango > 1.0 μ | 10 | |
| 9b. | granos con P/E en rango de 0.88 a 0.99 μ . Oblado esferoidal..... | | <i>Vigna umbellata</i> |
| 10a. | granos de simetría bilateral y con P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | | <i>Erythryna huehuetenanguensis</i> |

| | | |
|------|--|--------------------------------|
| 10b. | granos de simetría radial y con P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | <i>Erythrina guatemalensis</i> |
| 11a. | granos con ámbito triangular obtuso y convexo..... | 12 |
| 11b. | granos con ámbito triangular obtuso y recto..... | <i>Erythrina berteroaana</i> |
| 12a. | granos isopolares..... | 13 |
| 12b. | granos heteropolares..... | <i>Erythrina chiapasana</i> |
| 13a. | granos con P/E en rango > 1.0 μ | 14 |
| 13b. | granos con P/E en rango 0.75 a 0.87 μ . Suboblado..... | 15 |
| 14a. | granos con P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Erythrina folkersii</i> |
| 14b. | granos con P/E en rango 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Erythrina violaceum</i> |
| 15a. | granos con eje polar 0.024 μ , P/E 0.76 en el rango 0.75 a 0.87 μ . Suboblado | <i>Phaseolus lunatus</i> |
| 15b. | granos con eje polar 0.023 μ , P/E 0.77 en el rango 0.75 a 0.87 μ . Suboblado | <i>Erythrina macrophylla</i> |
| 15c. | granos con eje polar 0.04 μ , P/E 0.78 en el rango 0.75 a 0.87 μ . Suboblado | <i>Vigna spectabilis</i> |
| 15d. | granos con eje polar 0.025 μ , P/E 0.81 en el rango 0.75 a 0.87 μ . Suboblado | <i>Erythrina fusca</i> |
| 16a. | granos con aperturas tricolporoidadas..... | 17 |
| 16b. | granos con aperturas tricolporadas..... | 23 |
| 17a. | granos con ámbito no angular..... | 18 |
| 17b. | granos con ámbito angular..... | 19 |
| 18a. | granos circulares, de exina tectada y P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Crotalaria tuerckheimii</i> |
| 18b. | granos circulares, de exina subtectada y P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Dyphisa floribunda</i> |

| | | |
|------|--|-------------------------------|
| 19a. | granos con P/E > a 1.14 μ | 20 |
| 19b. | granos triangulares, obtusos y convexos de P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Lupinus ehrenbergii</i> |
| 20a. | granos triangulares con P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado | 21 |
| 20b. | granos triangulares, obtusos y convexos de P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Subprolado | <i>Dyphisa spinosa</i> |
| 21a. | granos triangulares, obtusos y convexos de P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado | 22 |
| 21b. | granos triangulares, obtusos y concavos de P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado | <i>Crotalaria vitellina</i> |
| 22a. | granos triangulares, obtusos y convexos de P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado y endoaberturas lalongadas..... | <i>Cousertia polyphylla</i> |
| 22b. | granos triangulares, obtusos y convexos de P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado y endoaberturas no lalongadas..... | <i>Crotalaria mollicula</i> |
| 23a. | granos con estructura de exina tectada..... | 24 |
| 23b. | granos con estructura de exina subtectada..... | 38 |
| 24a. | aperturas de granos con estructura especial..... | 25 |
| 24b. | aperturas de granos sin estructura especial..... | 32 |
| 25a. | estructura especial debido a engrosamiento de sexina..... | 26 |
| 25b. | estructura especial debido a engrosamiento de nexina..... | 27 |
| 26a. | estructura especial de aperturas un opérculo..... | <i>Gliricidia sepium</i> |
| 26b. | estructura especial de aperturas un atrio..... | <i>Trifolium repens</i> |
| 27a. | granos con ámbito triangular obtuso convexo..... | 28 |
| 27b. | granos con ámbito triangular obtuso cóncavo..... | <i>Lonchocarpus castilloi</i> |
| 28a. | granos con P/E > 1 μ | 29 |
| 28b. | granos con P/E en rango de 0.88 a 0.99 μ . Oblado esferoidal..... | <i>Poiretia punctata</i> |
| 29a. | granos con endoaberturas lalongadas..... | 30 |
| 29b. | granos con endoaberturas no lalongadas..... | 31 |

| | | |
|------|---|-----------------------------------|
| 30a. | granos con P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | <i>Stizolobium pruirens</i> |
| 30b. | granos con P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Machaerium falciforme</i> |
| 31a. | granos con P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Platymiscium yucatanum</i> |
| 31b. | granos de P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Myroxylon balsamum</i> |
| 32a. | granos con ámbito triangular, obtuso, recto..... | 33 |
| 32b. | granos con ámbito triangular, obtuso, no recto..... | 34 |
| 33a. | granos de P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Indigofera miniata</i> |
| 33b. | granos de P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | <i>Indigofera guatemalensis</i> |
| 34a. | granos con ámbito triangular obtuso convexo..... | 35 |
| 34b. | granos con ámbito triangular obtuso cóncavo y P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Marina scopa</i> |
| 35a. | granos con P/E rango > 1.0 μ | 36 |
| 35b. | granos de P/E en rango de 0.88 a 0.99 μ . Oblado esferoidal | <i>Lonchocarpus lineatus</i> |
| 36a. | granos de P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | 37 |
| 36b. | granos de P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> |
| 37a. | granos con P/E 1.01 μ | <i>Lonchocarpus minimifolius</i> |
| 37a. | granos con P/E 1.05 μ | <i>Lonchocarpus hondurensis</i> |
| 38a. | aperturas de granos con estructura especial..... | 39 |
| 38b. | aperturas de granos sin estructura especial..... | 49 |
| 39a. | estructura especial debido a engrosamiento de sexina (opérculo, | |

| | | |
|------|---|-------------------------------------|
| | atrio o anillo)..... | 40 |
| 39b. | estructura especial debido a engrosamiento de nexina (costa)..... | 46 |
| 40a. | estructura especial de aperturas un opérculo..... | 41 |
| 40b. | estructura especial de aperturas un atrio y/o anillo..... | 42 |
| 41a. | granos de ámbito triangular, agudo y cóncavo..... | <i>Lathyrus latifolius</i> |
| 41b. | granos de ámbito triangular, obtuso y cóncavo..... | <i>Vicia faba</i> |
| 42a. | estructura especial de aperturas, un anillo..... | 43 |
| 42b. | estructura especial de aperturas, un atrio..... | 44 |
| 43a. | granos de ámbito circular y P/E en rango 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Crotalaria retusa</i> |
| 43b. | granos de ámbito triangular, agudo y P/E en rango 1.15 ^a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Desmodium amplifolium</i> |
| 44a. | granos con P/E en rango 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | 45 |
| 44b. | granos con P/E en rango 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Rynchosia minima</i> |
| 45a. | granos con ámbito triangular, obtuso, concávo..... | <i>Myrospermum frutecens</i> |
| 45a. | granos con ámbito triangular, obtuso, convexo..... | <i>Centrosoma plumieri</i> |
| 46a. | granos con ámbito angular..... | 47 |
| 46b. | granos con ámbito no angular (circular)..... | <i>Nissolia chiapensis</i> |
| 47a. | granos con ámbito triangular, obtuso, no recto..... | 48 |
| 47b. | granos con ámbito triangular, obtuso, recto..... | <i>Desmodium procumbens</i> |
| 48a. | granos con ámbito triangular, obtuso convexo y P/E en rango 0.50 a 0.74 μ . Oblado..... | <i>Crotalaria longirostrata</i> |
| 48b. | granos con ámbito triangular, obtuso cóncavo y P/E en rango 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Lathyrus odoratus</i> |
| 49a. | granos con ámbito no angular..... | 50 |
| 49b. | granos con ámbito angular..... | 51 |

| | | |
|------|---|--|
| 50a. | granos con ámbito circular..... | <i>Spartium junceum</i> |
| 50b. | granos con ámbito elíptico..... | <i>Trifolium pratense</i> |
| 51a. | granos con endoabertura lalongada..... | <i>Galactia</i> <i>acapulcensis</i> |
| 51b. | granos con endoaberturas no lalongadas..... | 52 |
| 52a. | granos con P/E en rango 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | 53 |
| 52b. | granos con P/E en rango 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Ateleia gumifera</i> |
| 53a. | granos con P/E 1.14 | <i>Crotalaria</i> <i>verrucosa</i> |
| 53b. | granos con P/E 1.05 μ | <i>Centrochema</i> <i>macrocarpum</i> |

GRUPO 2: MIMOSACEAE

| | | |
|-----|---|--|
| 1a. | granos en asociación simple o compuesta. Las mónadas aperturadas..... | 2 |
| 1b. | granos exclusivamente en asociación compuesta. Las mónadas inaperturadas..... | 6 |
| 2a. | granos en asociación simple. Las mónadas con colpos o poros..... | 3 |
| 2b. | granos en asociación compuesta. Las mónadas con cuatro poros..... | <i>Zapoteca tetragona</i> |
| 3a | mónadas con colpos..... | 4 |
| 3b | granos triporados de ámbito triangular obtuso y P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Prosopis juliflora</i> |
| 4a. | mónadas con P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | 5 |
| 4b. | mónadas con P/E en rango de 1.34 a 2.0 μ . Prolado..... | <i>Leucaena collinsi</i> var. <i>zacapana</i> |
| 5a. | mónadas con escultura foveolada..... | <i>Leucaena diversifolia</i> |
| 5b. | mónadas con escultura psilada..... | <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> |
| 6a. | poliadas de 8 mónadas..... | 7 |
| 6b. | poliadas de 16 mónadas..... | <i>Pithecellobium</i> <i>pachypus</i> |
| 6c. | poliadas de 24 mónadas..... | <i>Enterolobium</i> <i>cyclocarpum</i> |
| 7a. | mónadas isopolares..... | 8 |
| 7b. | mónadas heteropolares..... | <i>Acacia centralis</i> |
| 8a. | mónadas con P/E en rango de 1.01 a 1.14 μ . Prolado esferoidal..... | <i>Acacia deamii</i> |
| 8b. | mónadas con P/E en rango de 1.15 a 1.33 μ . Subprolado..... | <i>Acacia angustissima</i> |

IV DESCRIPCIONES MORFOLÓGICAS DE LAS ESPECIES

FAMILIA PAPILIONACEAE

Ateleia gumifera (Bertero ex DC.) D. Dietr.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.040 ± 0.006 , E.P. 0.050 ± 0.007 , D.E. 0.036 ± 0.009 , L.A. 0.015 ± 0.004 , L.C. 0.033 ± 0.005 , A.C. 0.002 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 21633, El Estor, Izabal.

Lam. 1: 1-3

Cannavalia ensiformis (L.) DC.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Estructura especial: poro rectangular. Ámbito: triangular, obtuso, recto. Forma en vista ecuatorial: oblado. Estructura de la exina: tectado. Escultura: psilado. Observaciones: patrón reticulado. Medidas: E.E. 0.059 ± 0.002 , E.P. 0.034 ± 0.003 , D.E. 0.331 ± 0.002 , L.A. 0.046 ± 0.0028 , L.P. 0.007 ± 0.0021 , A.P. 0.023 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: la muestra fue colectada en el departamento de El Progreso. El espécimen será registrado en el herbario USCG.

Lam. 1: 4-5

Centrocema macrocarpum Benth

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado reticular. Escultura: psilado. Observaciones: Medidas: E.E. 0.032 ± 0.006 , E.P. 0.038 ± 0.007 , D.E. 0.027 ± 0.005 , L.A. 0.008 ± 0.006 , L.C. 0.027 ± 0.004 , A.C. $0.001 \pm$

0.001, A.P.0.005 ± 0.001. Fuentes de recolección de material polínico: USCG 16797, Ocosingo, Chiapas, México.USCG 11213, San Cristobal, Verapaz, Alta Verapaz. EAP SNC, E. Matuda 17528.

Lam. 1: 6-8

Centrosema plumieri (Turp. Ex Penb.) Benth

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: atrio. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: Prolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: subtectado, reticulado. Medidas: E.E. 0.030 ± 0.007, E.P. 0.042 ± 0.005, D.E. 0.037 ± 0.012, L.A. 0.008 ± 0.014, L.C. 0.034 ± 0.004, A.C. 0.002 ± 0.001, L.P. 0.006 ± 0.003, A.P. 0.009 ± 0.002. Fuentes de recolección de material polínico: USCG 11715, Sosi, Chiquito, Cuilco, Huehuetenango.

Lam. 1: 9-11

Coursetia polyphylla Brady

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporoidado. Ámbito: triangular obtuso. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: endoabertura lalongada. Medidas: E.E. 0.016 ± 0.001, E.P. 0.022 ± 0.001, D.E. 0.017, L.A. 0.012, L.C. 0.018 ± 0.001, A.C. 0.0010 ± 0.0002, L.P. 0.004 ± 0.001, A.P. 0.005 ± 0.001. Fuentes de recolección de material polínico: USCG 15360, San Cristobal, Acasaguastlan, El Progreso. EAP SNR, Pedro Tenorio 18432. EAP 24951, Antonio Molina 14205.

Lam. 2: 12-14

Crotalaria longirostrata Hook & Arn

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: obtuso convexo. Forma en vista ecuatorial: oblado.

Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado, heterobrocado. Medidas: E.E. 0.035 ± 0.005 , E.P. 0.035 ± 0.003 , D.E. 0.037 ± 0.005 , L.A. 0.014 ± 0.004 , L.C. 0.030 ± 0.003 , A.C. 0.003 ± 0.002 , L.P. 0.006 ± 0.003 , A.P. 0.006 ± 0.0003 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 20725, Jardín Botánico, CECON. USCG 19345, Guatemala.

Lam. 2: 15-17

Crotalaria mollicula HBK

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporoidado. Ámbito: Triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: subtectado reticulado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.017 ± 0.001 , E.P. 0.024 ± 0.001 , D.E. 0.018 ± 0.002 , L.A. 0.014 ± 0.001 , L.C. 0.021 ± 0.001 , A.C. 0.001 ± 0.000 , L.P. 0.004 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 1148, Sosi, Chiquito, Cuilco, Huehuetenango. EAP 25224, A. Molina 26300.

Lam. 2: 18-19

Crotalaria retusa L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: anillo, atrio. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Observaciones: Medidas: E.E. 0.025 ± 0.003 , E.P. 0.029 ± 0.003 , D.E. 0.025 ± 0.003 , L.A. 0.015 ± 0.002 , L.C. 0.021 ± 0.005 , A.C. 0.003 ± 0.001 , L.P. 0.012 ± 0.004 , A.P. 0.006 ± 0.008 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 21069 Canal entrada, Exmibal, Lago de Izabal, Izabal. EAP 25339, M. A. Magaña y F. Suarez 634. EAP 25340, E. Ventura y E. López 97. EAP 25345, Paul Standley 24273. EAP 25342, Paul Standley 27201.

Lam. 2: 20-23

Crotalaria tuerckheimii H. Senn

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: circular. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.021 ± 0.002 , E.P. 0.027 ± 0.003 , D.E. 0.020 ± 0.000 , L.A. 0.015 ± 0.003 , L.C. 0.02 ± 0.002 , A.C. 0.003 ± 0.001 , L.P. 0.004 ± 0.001 , A.P. 0.004 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. O. Williams 22434. EAP SNR, L. O. Williams 25221. EAP SNR, Antonio Molina 27544.

Lam. 2: 24-16

Crotalaria verrucosa L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: triangular, obtuso. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.0246 ± 0.0021 , E.P. 0.0279 ± 0.0023 , D.E. 0.0241 ± 0.0025 , L.A. 0.0153 ± 0.0029 , L.P. 0.0058 ± 0.0017 , A.P. 0.0068 ± 0.0036 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina 20625. EAP SNR, Nelson Cirilo y Mauro Hernández 197. EAP SNR, J. M. Greenman 5675.

Lam. 3: 27-29

Crotalaria vitellina Ker in Lindl.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporoidado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.023 ± 0.001 , E.P. 0.033 ± 0.002 , D.E. 0.022 ± 0.003 , L.A. 0.017 ± 0.002 , L.C. 0.029 ± 0.002 , A.C. 0.001 ± 0.000 , A.P. 0.005 ± 0.0005 . Fuentes de recolección del material polínico: USCG 16332, El Limón, Esquipulas, Chiquimula. EAP SNR, J. Valerio 1004.

Lam. 3: 30-31

Dalea lutea (Cav.) Willd

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolpado. Ámbito: obtuso convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: microreticulado. Medidas: E.E. 0.039 ± 0.005 , E.P. 0.059 ± 0.005 , D.E. 0.039 ± 0.003 , L.A. 0.024 ± 0.002 , L.C. 0.046 ± 0.005 , A.C. 0.005 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, A. Ventura 2311. EAP SNR, A. Ventura 2400.

Lam. 3: 32-34

Desmodium amplifolium Hemsl.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: anillo. Ámbito: triangular, agudo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.0301 ± 0.0037 , E.P. 0.0381 ± 0.0031 , D.E. 0.0290 ± 0.0028 , L.A. 0.0206 ± 0.0037 , L.C. 0.0316 ± 0.0043 , A.C. 0.0027 ± 0.0007 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 20808, Chichipate, El Estor, Izabal. EAP SNR, Antonio Molina 26703. EAP SNR, Antonio Molina 26308. .

Lam. 3: 35-37

Desmodium prehensile Schldl.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Estructura especial: anillo. Ámbito: triangular, obtuso, recto. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: subtectado. Escultura: reticulado. Medidas: E.E. 0.0500 ± 0.0037 , E.P. 0.0406 ± 0.0032 , D.E. 0.0460 ± 0.003 , L.A. 0.038 ± 0.002 , L.P. 0.009 ± 0.0016 , A.P. 0.009 ± 0.0014 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Ignacio Aguilar 1892. EAP SNR, Paul Standley 1069. EAP SNR, Antonio Molina 13048. EAP SNR, Antonio Molina 33628.

Lam. 4: 41-42

Desmodium procumbens (Mill.) Hitchc.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, recto. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: microreticulado. Medidas: E.E. 0.023 ± 0.003 , E.P. 0.026 ± 0.004 , D.E. 0.024 ± 0.002 , L.A. 0.019 ± 0.002 , L.C. 0.016 ± 0.003 , A.C. 0.003 ± 0.001 , L.P. 0.009 ± 0.003 , A.P. 0.009 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 19316, Carretera al Rancho Cobán, Km 17, El Progreso. EAP SNR, Charles Smith 561. EAP SNR, J. Valerio 1331.

Lam. 4: 38-40

Dyphisa floribunda Peyr.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporoidado. Ámbito: circular. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: subtectado reticulado. Medidas: E.E. 0.0157 ± 0.0006 , E.P. 0.0198 ± 0.0008 , D.E. 0.0032 ± 0.0065 , L.A. 0.0108 ± 0.0011 , L.C. 0.0173 ± 0.0008 , A.C. 0.0031 ± 0.0003 , L.P. 0.0049 ± 0.0003 , A.P. 0.0039 ± 0.0003 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, D.J. Mc Queen 344.

Lam. 4: 43-45

Dyphisa spinosa Rydb. Rydb.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporoidado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: microreticulado. Medidas: E.E. 0.015 ± 0.001 , E.P. 0.019 ± 0.001 , D.E. 0.016 ± 0.002 , L.A. 0.012 ± 0.001 , L.C. 0.015 ± 0.001 , A.C. 0.001 , L.P. 0.007 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, E. Matuda 15795. EAP SNR, L. Williams 18181.

Lam. 4: 46-48

Erythrina berteriana Urb.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: heteropolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: triangular, obtuso, recto. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.036 ± 0.008 , E.P. 0.030 ± 0.006 , D.E. 0.034 ± 0.007 , L.A. 0.020 ± 0.005 , L.P. 0.008 ± 0.002 , A.P. 0.008 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. O. William 14926.

Lam. 5: 49-50

Erythrina chiapasana Krukoff

Tipo de grano: mónada. Polaridad: heteropolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: obtuso. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.034 ± 0.002 , E.P. 0.028 ± 0.003 , D.E. 0.032 ± 0.002 , L.A. 0.022 ± 0.002 , L.P. 0.008 ± 0.001 , A.P. 0.008 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina 22026. EAP SNR, A. Krukoff 32.

Lam. 5: 51-53

Erythrina folkersii Krukoff & Moldenke Krukoff & Moldenke

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.026 ± 0.006 , E.P. 0.032 ± 0.008 , D.E. 0.031 ± 0.008 , L.A. 0.022 ± 0.010 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, T.P. Romamoorthy 3298.

Lam. 5: 54-55

Erythrina fusca Lour.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: subtectado. Escultura: subtectado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.0307 ± 0.0022 , E.P. 0.0250 ± 0.0032 , D.E. 0.0297 ± 0.0033 , L.P. 0.0053 ± 0.0012 , A.P. 0.0050 ± 0.0012 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. O. Williams SNC. EAP SNR, Carlson Margery 2520.

Lam. 5: 56-57

Erythrina guatemalensis Krukoff.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: radial. Aberturas: triporado. Estructura especial: anillo. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.0242 ± 0.0030 , E.P. 0.0326 ± 0.0023 , D.E. 0.0316 ± 0.0024 , L.A. 0.0221 ± 0.0020 , L.P. 0.0081 ± 0.0009 , A.P. 0.0084 ± 0.0011 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina 31790. EAP SNR, Macqueen DJ 348.

Lam. 6: 58-59

Erythrina huehuetenanguensis Krukoff & Barneby.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Estructura especial: anillo. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado, heterobrocado. Medidas: E.E. 0.0265 ± 0.0023 , E.P. 0.0332 ± 0.0022 , D.E. 0.0331 ± 0.0022 , L.A. 0.0239 ± 0.0023 , L.P. 0.0075 ± 0.0013 , A.P. 0.0076 ± 0.0014 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, A. Krukoff 301.

Lam. 6: 60-61

Erythrina macrophylla DC.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: obtuso convexo. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: heterobrocado. Medidas: E.E. 0.0308 ± 0.0032 , E.P. 0.0236 ± 0.0022 , D.E. 0.0292 ± 0.0031 , L.A. 0.021, L.P. 0.0042 ± 0.0012 , A.P. 0.0047 ± 0.0014 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 25453, Nentón, Huehuetenango, M. García.

Lam. 6: 62-63

Erythrina violaceum L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.0318 ± 0.0024 , E.P. 0.0336 ± 0.0024 , D.E. 0.0326 ± 0.0023 , L.A. 0.0247 ± 0.0041 , L.P. 0.0099 ± 0.0016 , A.P. 0.0083 ± 0.0016 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Rolando Tún Ortiz 2233. EAP SNR, A. F. Clewell 3530.

Lam. 6: 64-65

Galactia acapulcensis Rose

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: subtectado reticulado. Escultura: psilado. Observaciones: endoabertura lalongada. Medidas: E.E. 0.029 ± 0.004 , E.P. 0.056 ± 0.007 , D.E. 0.025, L.A. 0.017, L.C. 0.001 ± 0.005 , A.C. 0.044 ± 0.005 , L.P. 0.001 ± 0.001 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. O. Williams y Antonio Molina 40289. EAP SNR, José Linares y Martínez 831.

Lam. 7: 66-67

Gliricidia sepium Kunth ex Steud.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: margen, opérculo. Ámbito: obtuso. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.014 ± 0.003 , E.P. 0.016 ± 0.003 , D.E. 0.014 ± 0.003 , L.A. 0.004 ± 0.001 , L.C. 0.012 ± 0.002 , A.C. 0.001 ± 0.000 , L.P. 0.002 ± 0.003 , A.P. 0.001 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina 184.

Lam. 7: 68-69

Indigofera guatemalensis Moc., Sessé & Cerv. ex Backer

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: Triangular, obtuso, recto. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.020 ± 0.002 , E.P. 0.029 ± 0.003 , D.E. 0.019 ± 0.002 , L.A. 0.022 ± 0.002 , L.C. 0.021 ± 0.002 , A.C. 0.002 ± 0.001 , L.P. 0.004 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, J. Linares 2985.

Lam. 7: 70-71

Indigofera miniata Ortega

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: triangular, obtuso, recto. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.027 ± 0.003 , E.P. 0.031 ± 0.003 , D.E. 0.029 ± 0.002 , L.A. 0.018 ± 0.003 , L.C. 0.024 ± 0.004 , A.C. 0.003 ± 0.001 , L.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección del material polínico: EAP SNR, L. Tenorio 18405. EAP SNR, Antonio Molina 26495.

Lam. 7: 72-73

Lathyrus latifolius L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: opérculo. Ámbito: Triangular, agudo, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.018 ± 0.003 , E.P. 0.023 ± 0.004 , L.C. 0.019 ± 0.003 , A.C. 0.001 ± 0.001 , L.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, G. Traytag 50. EAP SNR, A. Molina 15282. BIGU SNR, R. Sigüenza 5.

Lam. 7: 74-75

Lathyrus odoratus L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: microreticulado. Medidas: E.E. 0.017 ± 0.002 , E.P. 0.021 ± 0.005 , D.E. 0.019 ± 0.005 , L.A. 0.013 ± 0.004 , L.C. 0.017 ± 0.004 , A.C. 0.0020 , L.P. 0.0040 ± 0.0007 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: BIGU SNR, MV 7685. BIGU 12621.

Lam. 7: 76-77

Lonchocarpus castilloi Standl.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.023 ± 0.003 , E.P. 0.023 ± 0.002 , D.E. 0.028 ± 0.004 , L.A. 0.020 ± 0.003 , L.C. 0.018 ± 0.001 , A.C. 0.0010 ± 0.0002 , L.P. 0.004 ± 0.0004 , A.P. 0.005 ± 0.003 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 23142, Carretera a la Libertad, Km 3, Peten. EAP SNR, D. Álvarez 171.

Lam. 8: 78-79

Lonchocarpus guatemalensis Benth.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.022 ± 0.002 , E.P. 0.030 ± 0.002 , D.E. 0.023 ± 0.003 , L.A. 0.016 ± 0.002 , L.C. 0.023 ± 0.002 , A.C. 0.0016 ± 0.0005 , L.P. 0.007 ± 0.002 , A.P. 0.008 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 23251, San Luis, Peten. EAP SNR, Charles Smith 1467.

Lam. 8: 80-82

Lonchocarpus hondurensis Benth

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.023 ± 0.001 , E.P. 0.025 ± 0.002 , D.E. 0.024 , L.A. 0.018 , L.C. 0.015 ± 0.002 , A.C. 0.005 ± 0.001 , L.P. 0.009 ± 0.002 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 23141, Rio Subin, Peten. EAP SNR, Macqueen DJ 477. EAP SNR, F. Ponce 168.

Lam. 8: 83-84

Lonchocarpus lineatus Pittier

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.026 ± 0.002 , E.P. 0.024 ± 0.002 , D.E. 0.026 ± 0.002 , L.A. 0.019 ± 0.001 , L.C. 0.017 ± 0.001 , A.C. 0.0019 ± 0.0004 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 22448, Rio Subin, Peten. EAP SNR, Luis Cortez 549.

Lam. 8: 85-86

Lonchocarpus minimifolius Donn. Sm.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.017 ± 0.002 , E.P. 0.017 ± 0.002 , D.E. 0.018 ± 0.003 , L.A. 0.014 ± 0.003 , L.C. 0.013 ± 0.001 , A.C. 0.003 ± 0.000 , L.P. 0.003 ± 0.001 , A.P. 0.006 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Paul Standley SNC. BIGU SNR, AC 689.

Lam. 8: 87-88

Lupinus ehrenbergii Schlttdl.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: heteropolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: obtuso convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticular, heterobrocado. Medidas: E.E. 0.026 ± 0.003 , E.P. 0.029 ± 0.004 , D.E. 0.001 , L.A. 0.001 , L.C. 0.024 ± 0.003 , A.C. 0.003 ± 0.001 , L.P. 0.006 ± 0.001 , A.P. 0.002 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. O. Williams y Antonio Molina 26980. EAP SNR, Paul Standley SNC.

Lam. 9: 89-90

Machaerium falciforme Rudd

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: reticulado. Observaciones: endoabertura lalongada. Medidas: E.E. 0.016 ± 0.001 , E.P. 0.018 ± 0.001 , D.E. 0.018 ± 0.001 , L.A. 0.016 ± 0.006 , L.C. 0.015 ± 0.001 , A.C. 0.001 ± 0.000 , L.P. 0.003 ± 0.001 , A.P. 0.006 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 4796, Rio Chocón Machacas, Livingston, Izabal. EAP SNR, C. Evers 954.

Lam. 9: 91-92

Marina scopa Barneby

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: Triangular, obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.020 ± 0.001 , E.P. 0.024 ± 0.002 , D.E. 0.018 ± 0.004 , L.A. 0.015 ± 0.004 , L.C. 0.020 ± 0.002 , A.C. 0.002 ± 0.000 , L.P. 0.003 ± 0.001 , A.P. 0.006 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, J. Linares 4602.

Lam. 9: 93-94

Myrospermum frutescens Jacq.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: atrio. Ámbito: triangular, obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado; endoabertura cuadrada. Medidas: E.E. 0.027 ± 0.003 , E.P. 0.038 ± 0.004 , D.E. 0.0180 , L.A. 0.010 , L.C. 0.030 ± 0.004 , A.C. 0.002 ± 0.0002 , L.P. 0.006 ± 0.001 , A.P. 0.007 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Jose Linares y Martinez 1311. EAP SNR, C. E. Hugues 1375.

Lam. 9: 95-97

Myroxylon balsamun (L.) Harms

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Observaciones: endoabertura alargada con costa horizontal. Medidas: E.E. 0.023 ± 0.003 , E.P. 0.029 ± 0.003 , D.E. 0.012 , L.A. 0.003 , L.C. 0.024 ± 0.004 , A.C. 0.002 , L.P. 0.001 , A.P. 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, J. M. Tucker 1356.

Lam. 10: 98-99

Nisolia chiapensis Rudd.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: circular. Forma en vista ecuatorial: esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: subtectado, reticulado. Medidas: E.E. 0.054 ± 0.009 , E.P. 0.054 ± 0.009 , D.E. 0.046 ± 0.022 , L.A. 0.037 ± 0.017 , L.C. 0.046 ± 0.008 , A.C. 0.004 ± 0.001 , L.P. 0.017 ± 0.004 , A.P. 0.016 ± 0.003 . Fuentes de recolección de material polínico:

Lam. 11: 109-111

Phaseolus coccineus L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: microreticulado. Medidas: E.E. 0.027 ± 0.003 , E.P. 0.031 ± 0.002 , D.E. 0.010 ± 0.015 , L.A. 0.007 ± 0.011 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. Williams 25901. BIGU SNR, MV 8758. BIGU 17702.

Lam. 10: 100-101

Phaseolus lunatus L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Ámbito: triangular, obtuso. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. E.E. 0.0306 ± 0.0014 , E.P. 0.0234 ± 0.0026 , L.A. 2.1800 ± 0.4087 , L.P. 0.6160 ± 0.0374 , A.P. 0.6120 ± 0.0440 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Carlson Margery 2514. EAP SNR, Antonio Molina 5074. BIGU SNR, JM2386.

Lam. 10: 102-103

Platymiscium yucatanum Standl.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.022 ± 0.002 , E.P. 0.023 ± 0.002 , D.E. 0.021 ± 0.003 , L.A. 0.016 ± 0.002 , L.C. 0.017 ± 0.001 , A.C. 0.002 ± 0.001 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.009 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, E. Contreras 5664. EAP SNR, Ortiz 96.

Lam. 10: 104-106

Poiretia punctata (Willd.) Desv.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: obtuso convexo. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.035 ± 0.005 , E.P. 0.034 ± 0.003 , D.E. 0.031 ± 0.014 , L.A. 0.025 ± 0.015 , L.C. 0.026 ± 0.002 , A.C. 0.004 ± 0.001 , L.P. 0.008 ± 0.002 , A.P. 0.014 ± 0.003 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, José Linares 3772.

Lam. 10: 107-108

Pterocarpus officinalis Jacq.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: triangular, obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: subtectado reticulado. Medidas: E.E. 0.018 ± 0.001 , E.P. 0.020 ± 0.001 , D.E. 0.017 ± 0.002 , L.A. 0.011 ± 0.001 , L.C. 0.017 ± 0.002 , A.C. 0.001 ± 0.000 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.007 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, F. J. Breteler 3906.

Lam. 11: 112-113

Rynchosia minima (L.) DC.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: atrio. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.048 ± 0.005 , E.P. 0.052 ± 0.008 , D.E. 0.043 ± 0.008 , L.A. 0.031 ± 0.005 , L.C. 0.038 ± 0.005 , A.C. 0.005 ± 0.001 , L.P. 0.010 ± 0.001 , A.P. 0.011 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, A. Molina 30147.

Lam. 11: 114-115

Spartium junceum L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: circular. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: microreticulado. Medidas: E.E. 0.019 ± 0.001 , E.P. 0.021 ± 0.002 , D.E. 0.021 ± 0.002 , L.A. 0.016 ± 0.002 , L.C. 0.017 ± 0.002 , A.C. 0.002 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.009 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 32901, San Marcos.

Lam. 13: 129-130

Stizolobium pruriens Medik

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Observaciones: endoabertura rectangular; patrón reticulado; colpo lalongado. Medidas: E.E. 0.017 ± 0.005 , E.P. 0.033 ± 0.003 , D.E. 0.030 ± 0.018 , L.A. 0.023 ± 0.018 , L.C. 0.029 ± 0.004 , A.C. 0.003 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 32865, Elfriero de Poll 8092.

Lam. 13: 131-132

Trifolium pratense L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: elíptico. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.019 ± 0.003 , E.P. 0.022 ± 0.007 , D.E. 0.025 ± 0.015 , L.A. 0.013 ± 0.004 , L.C. 0.017 ± 0.003 , A.C. 0.002 ± 0.001 , L.P. 0.006 , A.P. 0.010 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 13337, Quetzaltenango.

Lam.11: 118-119

Trifolium repens L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: heteropolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: atrio. Ámbito: obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.025 ± 0.003 , E.P. 0.027 ± 0.003 , D.E. 0.023 ± 0.003 , L.A. 0.017 ± 0.002 , L.C. 0.021 ± 0.001 , A.C. 0.004 ± 0.001 , L.P. 0.006 ± 0.001 , A.P. 0.010 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. Williams 22015

Lam. 12: 120-122

Vicia faba L.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Estructura especial: opérculo. Ámbito: triangular, obtuso, cóncavo. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado, heterobrocado. Medidas: E.E. 0.023 ± 0.003 , E.P. 0.022 ± 0.008 , D.E. 0.024 ± 0.004 , L.A. 0.013 ± 0.006 , L.C. 0.017 ± 0.006 , A.C. 0.003 ± 0.001 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.009 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina, W. C. Burger y Bruce Wallenta SNC.

Lam. 12: 123-124

Vigna spectabilis (Standl.) A. Delgado

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: Bilateral. Aberturas: triporado. Estructura especial: membrana en poro. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: suboblado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.048 ± 0.004 , E.P. 0.037 ± 0.003 , D.E. 0.046 ± 0.004 , L.A. 0.037 ± 0.002 , L.P. 0.015 ± 0.003 , A.P. 0.014 ± 0.003 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, L. Williams SNC.

Lam. 12: 125-126

Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: radial. Aberturas: triporado. Estructura especial: anillo. Ámbito: obtuso convexo. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: reticulado. Medidas: E.E. 0.034 ± 0.002 , E.P. 0.031 ± 0.001 , D.E. 0.033 ± 0.002 , L.A. 0.027 ± 0.004 , L.P. 0.005 ± 0.001 , A.P. 0.005 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, G. Freytag 10.

Lam. 12: 127-128

Zornia diphylla (L.) Pers.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolpado. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: perprolado. Estructura exina: subtectado. Escultura: psilado. Observaciones: subtectado microreticulado. Medidas: E.E. 0.028 ± 0.017 , E.P. 0.049 ± 0.067 , L.C. 0.017 ± 0.014 , A.C. 0.001 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, G. Freytag 10. BIGU 2489.

Lam. 13: 133-134

FAMILIA MIMOSACEAE

Acacia angustissima (Mill.) Kuntze

Tipo de grano: poliada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: inaberturado. Otros: 8 mónadas. Forma en vista ecuatorial: subprolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Características de la mónada: heteropolar, simétrica bilateral, ámbito tipo cuadrangular convexo, forma piramidal. Medidas: E.E. 0.025 ± 0.002 , E.P. 0.029 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina 15354. EAP SNR, Hughes CE 12675. BIGU SNR, G. Aguilar 1975.

Lam. 14: 1-2

Acacia centralis (Britton & Rose) Lundell

Tipo de grano: Poliada. Aberturas: inaberturado. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Características de la mónada: heteropolar, simétrica bilateral, ámbito del tipo cuadrangular, obtuso, convexo, forma piramidal. Medidas: E.E. 0.034 ± 0.016 , E.P. 0.053 ± 0.066 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, J.D. Dickson 1473. EAP SNR, A. Molina 1472.

Lam. 14: 3-4

Acacia deami Standl.

Tipo de grano: poliada. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Otros: 12 monadas. Características de la mónada: heteropolar, simétrica bilateral, ámbito del tipo cuadrangular convexo, forma piramidal. Medidas: E.E. 0.032 ± 0.002 , E.P. 0.029 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, J. B. Salas y B. W. Taylor 1541.

Lam. 14: 5-6

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb

Tipo de grano: poliada. Otros: 24 mónadas. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Escultura: psilado. Observaciones: características de la mónada: forma triangular o piramidal. Medidas: E.E. 0.083 ± 0.004 , E.P. 0.076 ± 0.004 . Fuentes de recolección de material polínico:

Lam. 14: 7-8

Leucaena collinsi subs. *zacapana* C.E. Hughes

Tipo de grano: mónada. Polaridad: heteropolar. Simetría: bilateral. Aberturas: sincolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.032 ± 0.003 , E.P. 0.044 ± 0.004 , D.E. 0.044 ± 0.003 , L.A. 0.012 ± 0.001 , C.L. 0.035 ± 0.003 , A.C. 0.002 ± 0.001 , A.P. 0.004 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 18079, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

Lam. 14: 9-10

Leucaena diversifolia (Schltdl.) Benth.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: heteropolar. Simetría: bilateral. Aberturas: sincolporado. Estructura especial: costilla. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: foveolado. Medidas: E.E. 0.041 ± 0.004 , E.P. 0.046 ± 0.003 , D.E. 0.046 ± 0.004 , L.A. 0.003 ± 0.001 , L.C. 0.034 ± 0.005 , A.C. 0.001 ± 0.000 , A.P. 0.006 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, M. Sousa 13328.

Lam. 15: 11-12

Leucaena leucocephala (Lam..) de Wit

Tipo de grano: mónada. Simetría: bilateral. Aberturas: tricolporado. Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: prolado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Observaciones: columnelas visibles, patrón reticulado. Medidas: E.E. 0.054 ± 0.008 , E.P. 0.060 ± 0.007 , D.E. 0.049 , L.A. 0.026 , L.C. 0.050 ± 0.006 , A.C. 0.006 ± 0.001 , L.P. 0.006 ± 0.001 , A.P. 0.006 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: USCG 17683, Ocosingo, México. USCG 30576, Cerro la Cruz, Salam.á, Baja Verapaz.

Lam. 15: 13-14

Pithecellobium pachypus Pittier

Tipo de grano: poliada. Aberturas: inaberturado. Otros: 16 mónadas. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Observaciones: características de la mónada: heteropolar, simétrica bilateral, ámbito del tipo cuadrangular convexo, forma piramidal. Medidas: E.E. 0.078 ± 0.003 , E.P. 0.071 ± 0.004 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina 3118.

Lam. 15: 15

Prosopis juliflora (Sw.) DC.

Tipo de grano: mónada. Polaridad: isopolar. Simetría: bilateral. Aberturas: triporado. Estructura especial: Ámbito: triangular, obtuso, convexo. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Medidas: E.E. 0.041 ± 0.005 , E.P. 0.039 ± 0.005 , D.E. 0.039 ± 0.003 , L.A. 0.031 ± 0.004 , L. P. 0.007 ± 0.001 , A.P. 0.007 ± 0.001 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR, Antonio Molina SNC. EAP SNR, Solís Rojas SNC.

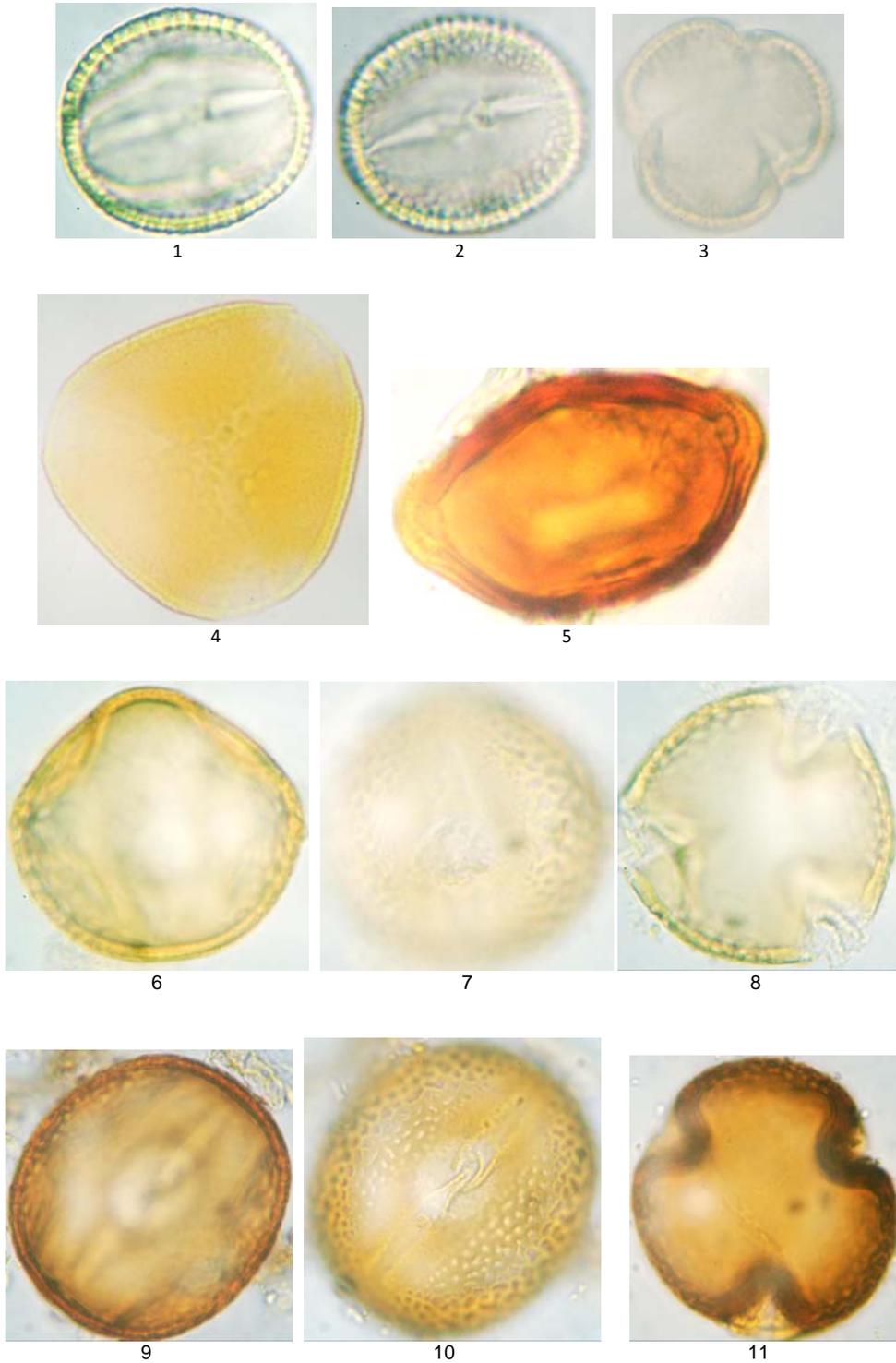
Lam. 15: 16-18

Zapoteca tetragona (Willd.) H.M.Hern.

Tipo de grano: poliada. Simetría: heteropolar. Aberturas: tetraporado. Ámbito: cuadrangular. Forma en vista ecuatorial: oblado esferoidal. Estructura exina: tectado. Escultura: psilado. Otros: 16 múnadas Observaciones: características de la múnada: forma esferoidal u ovalada. Medidas: E.E. 0.050 ± 0.002 , E.P. 0.047 ± 0.002 . Fuentes de recolección de material polínico: EAP SNR M. Sousa 3297.

Lam. 16: 19-20

V MICROFOTOGRAFIAS DE LAS ESPECIES



FAMILIA PAPILIONACEAE. Lámina 1. Figuras 1,2 (V.E. 1000x) y 3 (V.P. 1000x) *Ateleia gummifera* (Bertero ex DC.) D. Dietr.. Figuras 4 (V.P. 1000x) y 5 (V.E. 1000x) *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Figuras 6, 7 (V.E. 1000x) y 8 (V.P. 1000x) *Centrosema macrocarpum* Benth. Figuras 9, 10 (V.E. 1000x) y 11 (V.P. 1000x) *Centrosema plumieri* (Turpin ex Pers.) Benth.

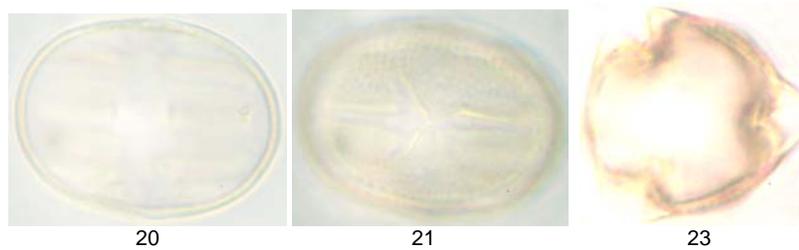
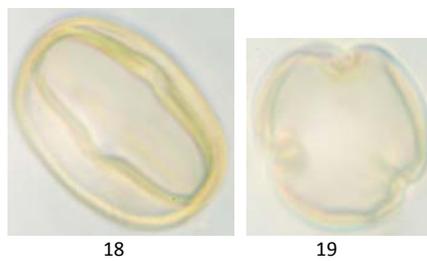
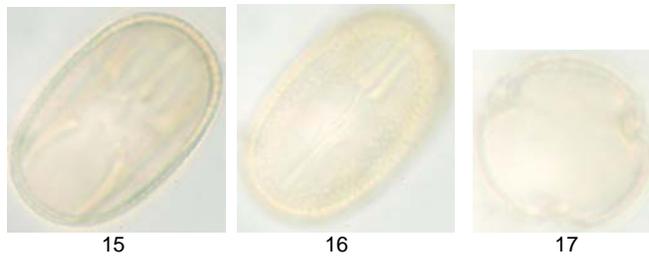
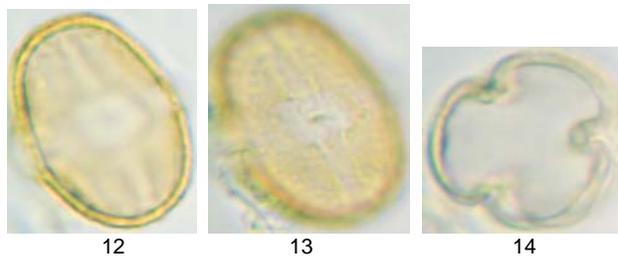


Lámina 2: Figuras 12, 13 (V.E. 1000x) y 14 (V.P. 1000x). *Coursetia polyphylla* Brandegee. Figuras 15, 16 (V.E. 1000x) y 17 (V.P. 1000x) *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. Figuras 18 (V.E. 1000x), y 19 (V.P. 1000X) *Crotalaria mollicula* Kunth Figuras 20, 21 (V.E. 1000x) y 23 (V.P. 1000x) *Crotalaria retusa* L. Figuras 24, 25 (V.E. 1000x) y 26 (V.P. 1000x) *Crotalaria tuerckheimii* H. Senn.

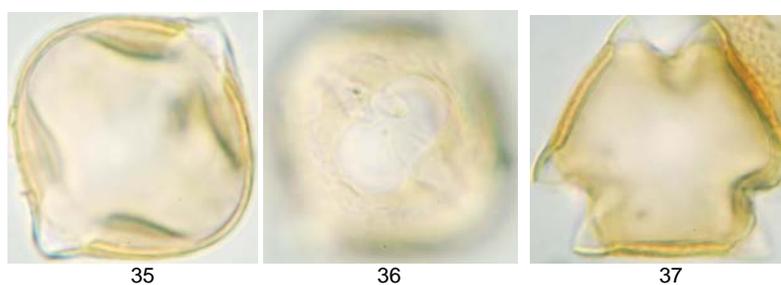
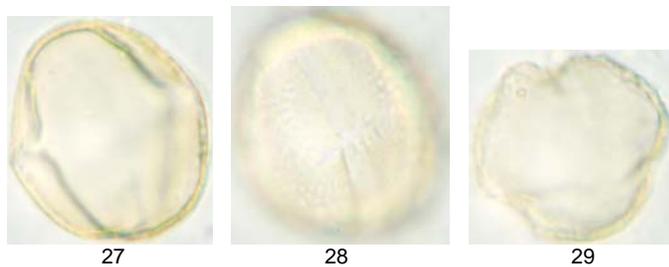


Lámina 3: Figuras 27, 28 (V.E. 1000x) y 29 (V.P. 1000x) *Crotalaria verrucosa* L. Figuras 30 (V.E. 1000x) y 31 (V.P. 1000x) *Crotalaria vitellina* Ker Gawl. Figuras 32, 33 (V.E. 1000x) y 34(V.P. 1000x) *Dalea lutea* (Cav.) Willd. Figuras 35, 36 (V.E. 1000x) y 37 (V.P. 1000x) *Desmodium amplifolium* Hemsl.

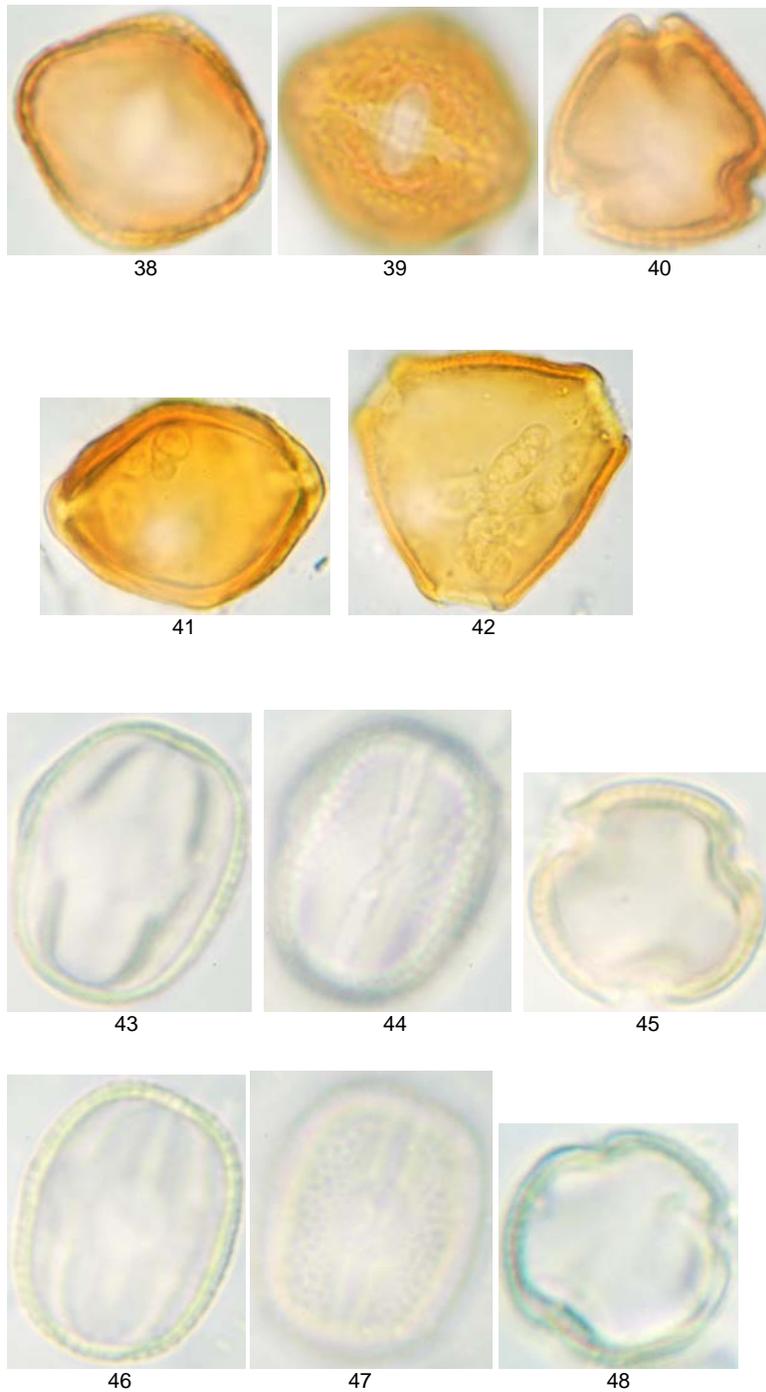
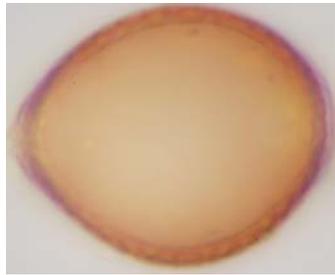
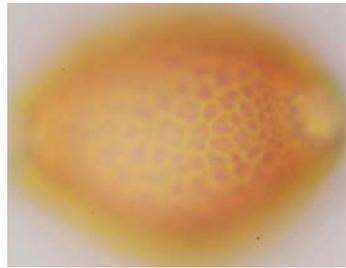


Lámina 4: Figura 38, 39 (V.E. 1000x) y 40 (V.P. 1000x) *Desmodium procumbens* (Mill.) Hitchc. Figura 41 (V.E. 1000x) y 42 (V.P. 1000x) *Desmodium prehensile* Schltld. Figura 43, 44 (V.E. 1000x) y 45 (V.P. 1000x) *Diphyssa floribunda* Peyr. Figura 46, 47 (V.E. 1000x) y 48 (V.P. 1000x) *Diphyssa spinosa* Rydb.



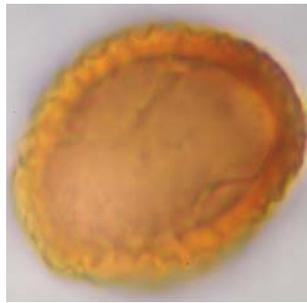
49



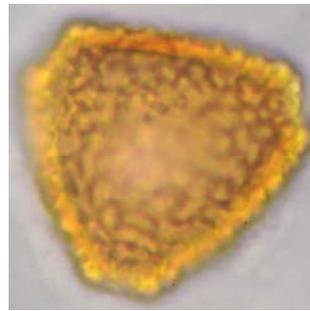
50



51



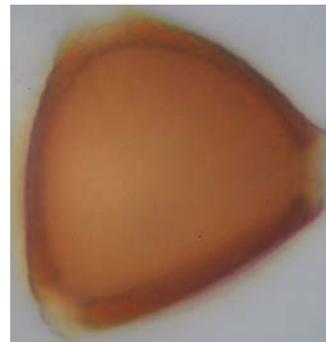
52



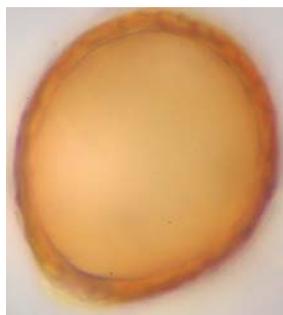
53



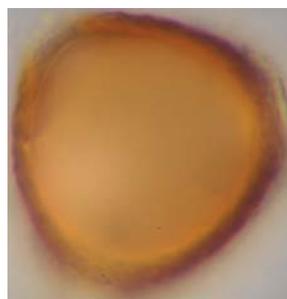
54



55

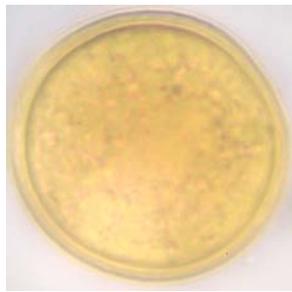


56



57

Lámina 5: Figura 49 (V.E. 1000x) y 50 (V.E. 1000x) *Erythrina berteroana* Urb. Figura 51,52 (V.E. 1000x) y 53 (V.P. 1000x) *Erythrina chiapasana* Krukoff. Figura 54 (V.E. 1000x) y 55 (V.P. 1000x) *Erythrina folkersii* Krukoff & Moldenke. Figura 56 (V.E. 1000x) y 57 (V.P. 1000x) *Erythrina fusca* Lour.



58



59



60



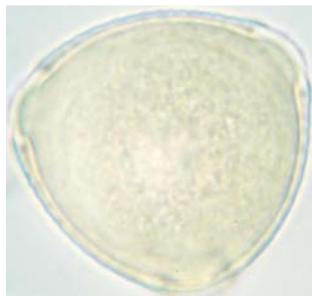
61



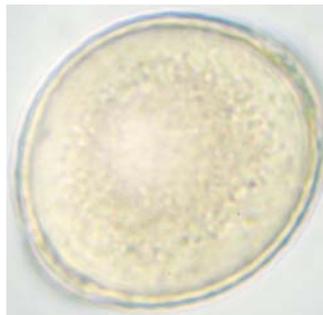
62



63



64

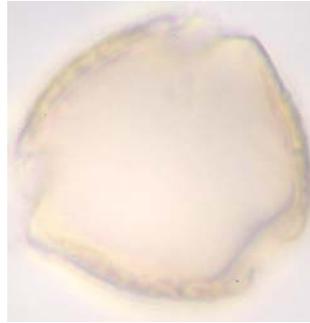


65

Lámina 6: Figura 58 (V.E. 1000x) y 59 (V.P. 1000x) *Erythrina guatemalensis* Krukoff. Figura 60(V.E. 1000x) y 61(V.P. 1000x) *Erythrina huehuetenangensis* Krukoff & Barneby. Figura 62(V.E. 1000x) y 63(V.P. 1000x) *Erythrina macrophylla* DC. Figura 64(V.P. 1000x) y 65(V.E. 1000x) *Erythrina violaceum*



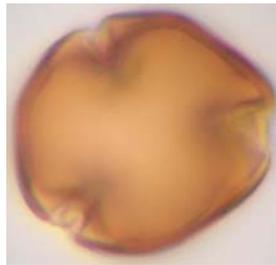
66



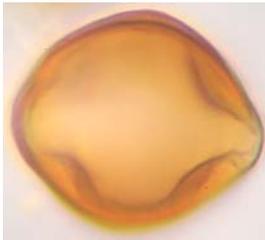
67



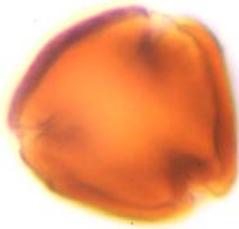
68



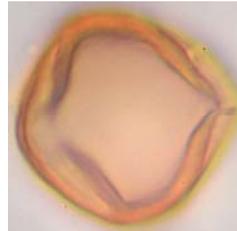
69



70



71



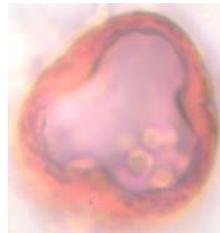
72



73



74



75



76



77

Lámina 7: Figura 66(V.P. 1000x) y 67(V.P. 1000x) *Galactia acapulcensis* Rose. Figura 68(V.P. 1000x) y 69(V.P. 1000x) *Gliricidia sepium* Kunth ex Steud. Figura 70(V.P. 1000x) y 71 (V.P. 1000x) *Indigofera guatemalensis* Moc., Sessé & Cerv. ex Backer. Figura 72 (V.P. 1000x) y 73 (V.P. 1000x) *Indigofera miniata* Ortega. Figura 74 (V.P. 1000x) y 75 (V.P. 1000x) *Lathyrus latifolius* L. Figura 76 (V.P. 1000x) y 77 (V.P. 1000x) *Lathyrus odoratus* L.

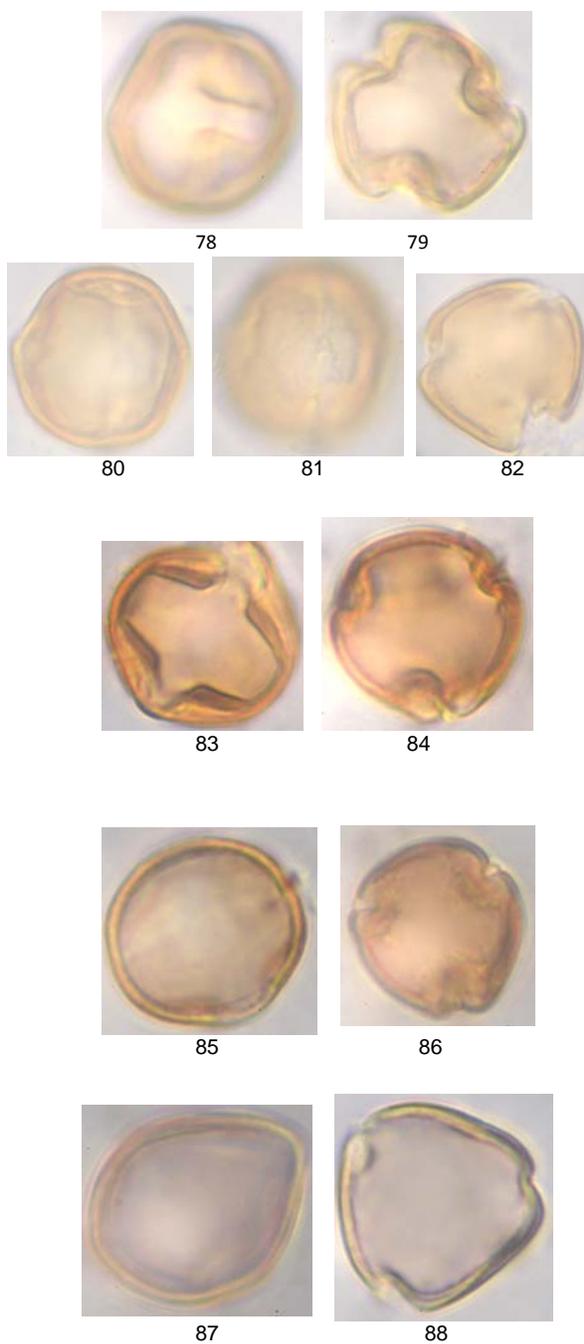


Lámina 8: Figura 78 (V.E. 1000x) y 79 (V.P. 1000x) *Lonchocarpus castilloi* Standl. Figura 80, 81 (V.E. 1000x) y 82 (V.P. 1000x) *Lonchocarpus guatemalensis* Benth. Figura 83(V.E. 1000x) y 84(V.P. 1000x) *Lonchocarpus hondurensis* Benth. Figura 85 (V.E. 1000x) y 86 (V.P. 1000x) *Lonchocarpus lineatus* Pittier. Figura 87(V.E. 1000x) y 88 (V.P. 1000x) *Lonchocarpus minimiflorus* Donn. Sm.



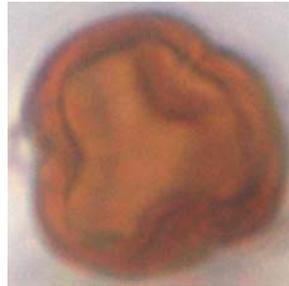
89



90



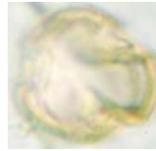
91



92



93



94



95



96



97

Lámina 9: Figura 89 (V.E. 1000x) y 90 (V.P. 1000x) *Lupinus ehrenbergii* Schltld. Figura 91 (V.E. 1000x) y 92 (V.P. 1000x) *Machaerium falciforme* Rudd. Figura 93 (V.E. 1000x) y 94 (V.P. 1000x) *Marina scopa* Barneby. Figura 95, 96 (V.E. 1000x) y 97 (V.P. 1000x) *Myrospermum frutescens* Jacq.

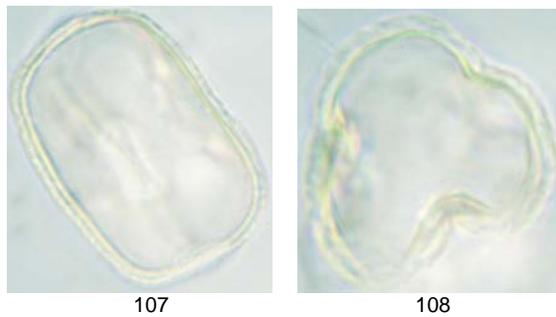
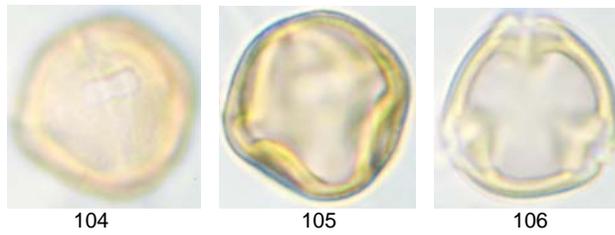
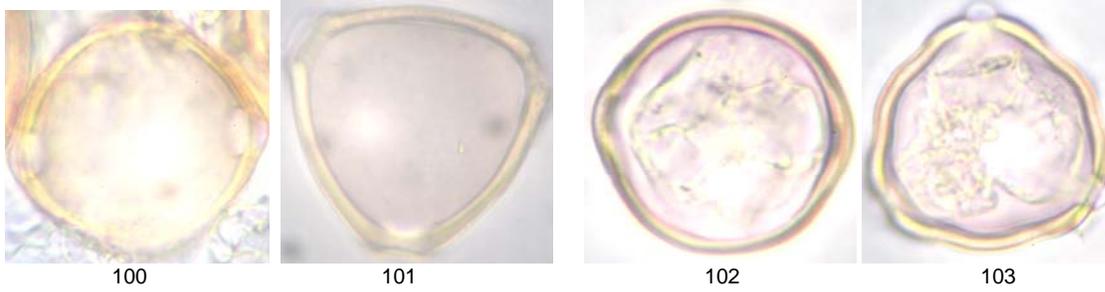
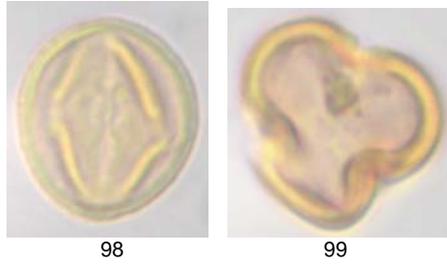


Lámina 10: Figura 98 (V.E. 1000x) y 99 (V.P. 1000x) *Myroxylon balsamum* (L.) Harms. Figura 100 (V.E. 1000x) y 101 (V.P. 1000x) *Phaseolus coccineus* L. Figura 102 (V.E. 1000x) y 103 (V.P. 1000x) *Phaseolus lunatus* L. Figura 104, 105 (V.E. 1000x) y 106 (V.P. 1000x) *Platymiscium yucatanum* Standl. Figura 107 (V.E. 1000x) y 108 (V.P. 1000x) *Poiretia punctata* (Willd.) Desv.

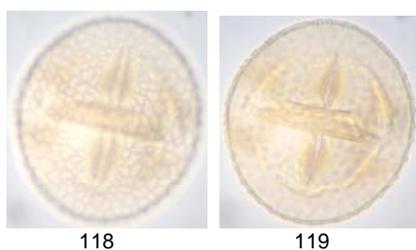
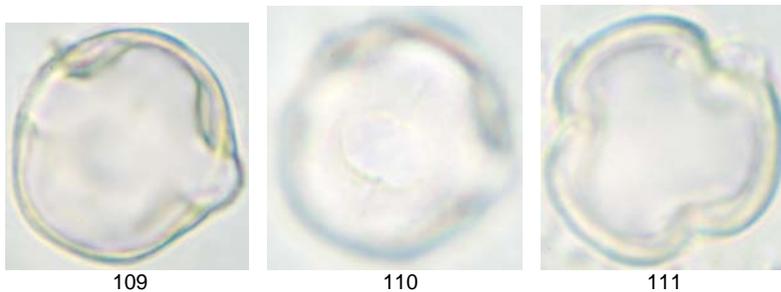


Lámina 11: Figura 109, 110 (V.E. 1000x) y 111 (V.P. 1000x) *Nissolia chiapensis* Rudd. Figura 112 (V.E. 1000x) y 113 (V.P. 1000x) *Pterocarpus officinalis* Jacq. Figura 114(V.E. 1000x) y 115(V.P. 1000x) *Rhynchosia minima* (L.) DC. Figura 116 (V.E. 1000x) y 117 (V.P. 1000x) *Spartium junceum* L. Figura 118 (V.E. 1000x) y 119 (V.E. 1000x) *Trifolium pratense* L.

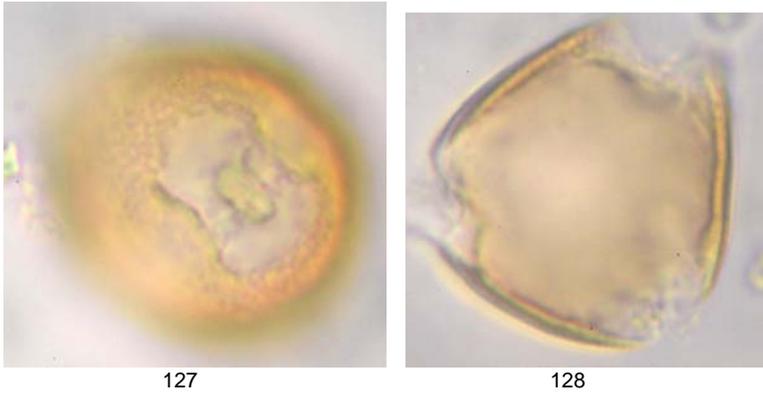
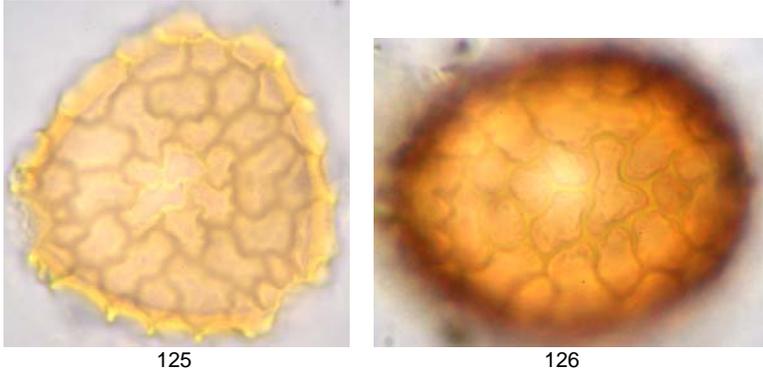
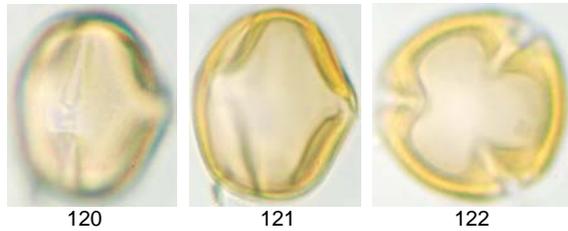
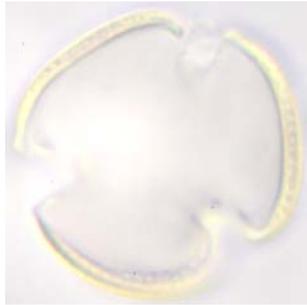


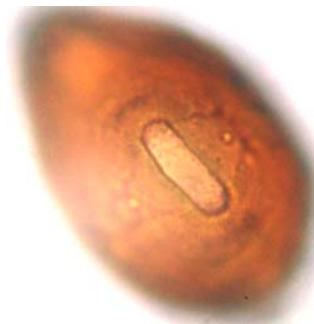
Lámina 12: Figura 120, 121 (V.E. 1000x) y 122 (V.P. 1000x) *Trifolium repens* L. Figura 123 (V.E. 1000x) y 124 (V.P. 1000x) *Vicia faba* L. Figura 125 (V.P. 1000x) y 126 (V.E. 1000x) *Vigna spectabilis* (Standl.) A. Delgado. Figura 127 (V.E. 1000x) y 128 (V.P. 1000x) *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi.



129



130



131



132

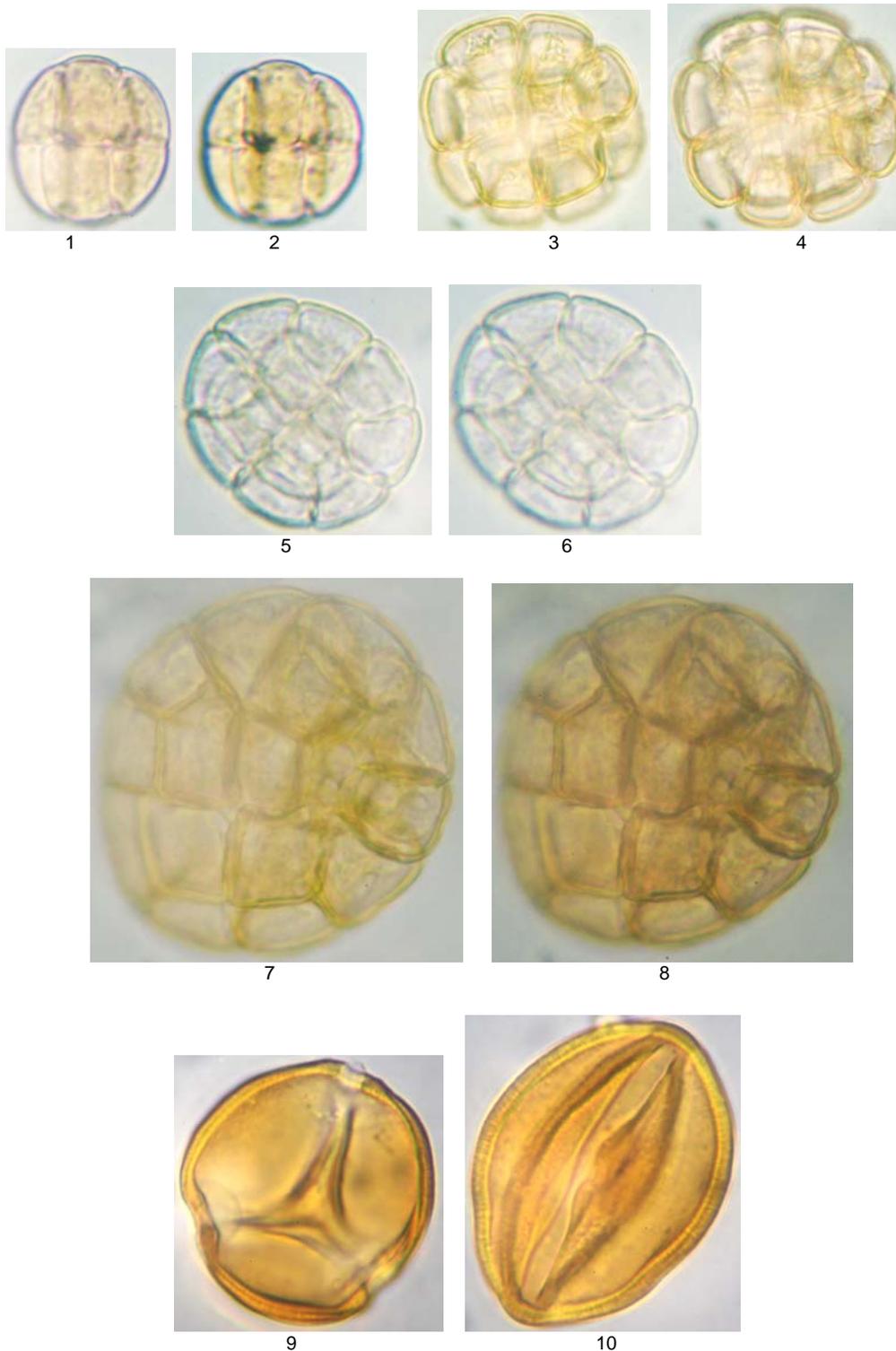


133



134

Lámina 13: Figuras 129 (V.E. 1000x) y 130 (V.P. 1000x) *Spartium junceum* L. Figuras 131(V.E. 400x) y 132 (V.P. 400x) *Stizolobium pruriens* (L.) Medik. Figuras 133, 134(V.E. 1000x) *Zornia diphylla* (L.) Pers.



FAMILIA MIMOSACEAE. Lámina 14: Figura 1 y 2 (1000x) *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze. Figura 3 y 4 (1000x) *Acacia centralis* (Britton & Rose) Lundell. Figura 5 y 6 (1000x) *Acacia deamii* (Britton & Rose) Standl. Figura 7 y 8 (400x) *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Figura 9 (V.P. 1000x) y 10 (V.E. 1000x) *Leucaena collinsii* subsp. *zacapana* C.E. Hughes.



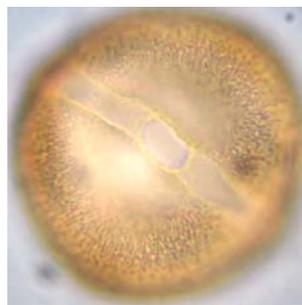
11



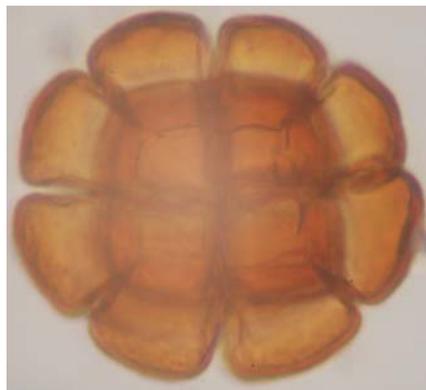
12



13



14



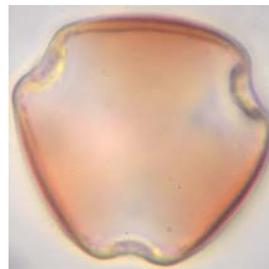
15



16



17

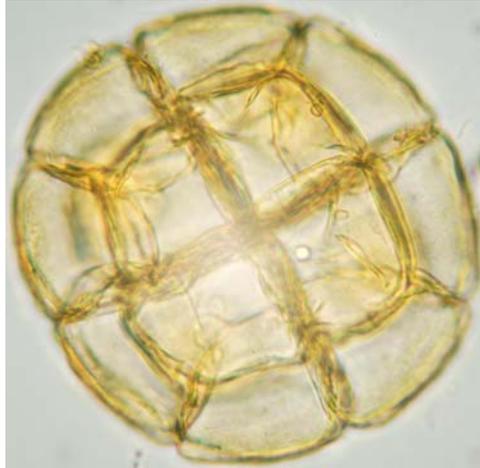


18

Lámina 15: Figura 11 (V.P. 1000x) y 12 (V.E. 1000x) *Leucaena diversifolia* (Schtdl.) Benth. Figura 143 (V.P. 1000x) y 14 (V.E. 1000x) *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Figura 15 (400x) *Pithecellobium pachypus* Pittier. Figura 16, 17 (V.E. 1000x) y 18 (V.P. 1000x) *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.



19



20

Lámina 16: Figura 19 y 20 (400x) *Zapoteca tetragona* (Willd.) H.M. Hern.

CONCLUSIONES

- Será necesario el fortalecimiento de los Herbario nacionales con el fin de incrementar el número de especímenes de leguminosas almacenados en ellos, puesto que son una herramienta básica en la realización de investigación.
- El total de especies útiles descrita no refleja la gran diversidad de especies útiles de las familias Papilionáceae y Mimosáceae de Guatemala. El número de especies descritas que se presenta en el documento, estuvo sujeto a la disponibilidad de material polínico para su análisis. Sin embargo, el número de especies a nivel mundial si es mayor en la familia Papilionáceae.
- Existen diversas modificaciones de los procesos acetolíticos utilizados durante la preparación del material polínico, sin embargo la que se presenta en este documento tiene la facultad de no destruir por completo el grano de polen de muchos géneros de Mimosáceae, lo que permite una descripción completa de la muestra. Esta salvedad se hace en base a la fragilidad de varios géneros evaluados.
- En las familias evaluadas, Papilionáceae y Mimosáceae, los caracteres morfológicos de gran detalle como tipo de grano y tipo de aperturas permiten establecer diferencias para la separación del polen de sus especies.
- La familia Papilionáceae se caracteriza por presentar granos de polen simples o mónadas a diferencias de Mimosaceae en la cual predominan las asociaciones.

- Serán necesarios análisis de mayor profundidad, así como observaciones con microscopios de contraste de luz para determinar valores que permitan la diferenciación exacta de las especies.
- Las claves dicotómicas que se presentan, pueden aplicarse exclusivamente a las especies útiles que han sido recolectadas para este estudio. Debera realizarse la recolección de la totalidad de especies útiles para diseñar una flora que implique la inclusión de todas las especies.
- Las microfotografías que se muestran, evidencian los caracteres morfológicos de las especies para su correcta identificación.

RECOMENDACIONES

- Fomentar y gestionar los recursos necesarios para el fortalecimiento de la ciencia palinológica en nuestro país con fines de establecer a futuro, programas de investigación para la reconstrucción de eventos y ecosistemas como herramienta para el adecuado manejo de las áreas protegidas, en especial las que maneja la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Integrar a las claves palinológicas propuestas en el documento, los caracteres morfológicos de las especies de leguminosas que no reportan utilización en las áreas rurales, para establecer una Flora Palinológica de todas las especies que se desarrollan en nuestro país.
- Establecer convenios interinstitucionales para el fortalecimiento y aprovechamiento de la información generada. La realización de este proyecto es prueba de ello, puesto que se ha trabajado con la Universidad de Leicester, Inglaterra y otras instituciones nacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avila, R. *et al.* 2006. *Análisis de la lluvia de polen y su relación con la vegetación actual en Chelemha, Alta Verapaz, Guatemala*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Barrientos, M. 2006. Atlas palinológico de las especies más abundantes en la sucesión vegetal en la zona de influencia de la Ecorregión Lachuá. Tesis. USAC.

Berrío, J. 2002. *Lateglacial and Holocene vegetation and climatic change in lowland Colombia*. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Berrío, J. *et al.* 2003. *Pollen representation and successional vegetation change on the sandstone plateau of Araracuara, Colombian Amazonia*. Review of Palaeobotany and Palynology 126 (2003) 163-181.

Bogotá, A. 2002. *El polen de la subclase Asteridae en el Páramo de Monserrate*. Centro de Investigaciones y desarrollo científico. Primera Edición. Bogotá, Colombia.

Brenner, M. *et al.* 2000. *Un registro de 8,000 años del paleoclima del noroeste de Yucatán, México*. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán. México.

Dale, M. 1999. *Spatial pattern analysis in plant ecology*. Cambridge studies in Ecology.

Emery, K. *et al.* 2000. *Isotopic analysis of ancient deer bone: biotic stability in collapse period maya land-use*. Journal of Archaeological science 27, 537-550.

Faust, B. 2001. *Maya environmental successes and failures in the Yucatán Peninsula*. Environmental Science & Policy 4(2001) 153-169.

Faegri, K. y Iversen, J. 1964. *Textbook of pollen analysis*. Hafner Press. New York, USA.

Guariguata, M. *et al.* 2003. *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional. Cartago, Costa Rica.

Herrera, L.F. y Urego, L. E. 1996. Atlas de polen de plantas útiles y cultivadas de la amazonia colombiana. Colombia.

Islebe, G. y Hooghiemstra, H. 1995. *Recent pollen spectra of highland Guatemala*. Journal of Biogeography 22, 1091-1099.

Kennedy, L. *et al.* 2005. *Modern pollen spectra from the highlands of the Cordillera Central, Dominican Republic*. Review of Palaeobotany and Palynology 137 (2005) 51-68.

Kearns, C. y Inouye, D. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado. USA.

Lewis, G. *et al.* 2005. Legumes of the World. Royal Botanical Gardens, Kew. UK.

Lozano-Garcia, M. y Martínez, E. 1990. *Palinología de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas*. Instituto de Geología, UNAM. México.

Marchant, R. *et al.* 2001. *A reconstruction of Colombian biomes derived from modern pollen data along an altitude gradient*. Review of Palaeobotany and Palynology 117(2001) 79-92.

Menchú, M. 1996. Tablas de valor nutritivo de alimentos de Centro América. INCAP. Guatemala.

Núñez, P. y Ludlow-Wiechers, B. 1998. *Flora Palinologica de Guerrero*. Facultad de Ciencias, UNAM.

Pickersgill, B. y Lock, J.M. 1996. *Advances in Legume Systematics: Legumes of Economic Importance*. First published. The Royal Botanical Gardens, Kew. UK.

Saenz de Rivas, 1978. *Polen y esporas: introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. España.

Weng, C. *et al.* 2004. *An analysis of modern pollen rain on an elevational gradient in southern Peru*. *Journal of Tropical Ecology* 20:113-124. Cambridge University Press. United Kingdom.

Van der Hammen, T. y Hooghiemstra, H. 2000. *Neogene and Quaternary history of vegetation, climate and plant diversity in Amazonia*. *Quaternary Science Reviews* 19(2000) 725-742.

Velasquez, C. *et al.* 1999. *Tardiglacial y Holoceno del norte de la cordillera occidental de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO 1. Boleta de descripción y toma de datos del material polínico.

**FORMATO PARA DESCRIPCIÓN DE GRANOS DE POLEN
PALINOTECA – HERBARIO USCG CECON USAC**

DESCRITO POR: _____ FECHA: _____

FAMILIA: _____ NOMBRE CIENTÍFICO: _____

COLECTOR: _____ REGISTRO USCG: _____

LOCALIDAD: _____

PREPARACIÓN NO.: _____ TIPO DE MUESTRA*: F H L S O _____

MICROSCOPIO TIPO: _____

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, Porado, Colpado, Colporado,
(mono, di, tri, estefano, peri, sin) Hetero,
Otro _____

ESTRUCTURA ESPECIAL: Anillo, Margen, Costilla, Vestíbulo, Opérculo, Atrio, Fastigio.

AMBITO V.Polar: Circular, Elíptica, Triangular, Cuadrangular, Agudo, Obtuso, (Recto, Cóncavo, Convexo).

FORMA (P/E): Prolado, Oblado, Esferoidal, (Per, Eu, Sub) Valor _____.

ESTRUCTURA EXINA: Intectado, Subtectado (Reticulado, Microrreticulado, Estriado) Tectado
Atectado

ESCULTURA: Psilado, Foveolado, Escabrado, Lofado, Verrugado, Gemado,
Clavado, Pilado, Baculado, Equinado, Rugulado, Estriado, Reticulado (Per, Micro
) , Fosulado, Granuloso, Espinulado, Perforado

Otro _____

OBSERVACIONES: _____

* F= fresco H= material herbario L: lluvia de polen S= sedimentos O= otro

| MEDIDAS | | | | | | | | | | | | SUM | PROMEDIO | D.S. |
|------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|----------|------|
| Vista Ecuatorial | E.E.(D1) | | | | | | | | | | | | | |
| [E.E.] (V.L.) | E.P.(D2) | | | | | | | | | | | | | |
| Vista Polar | D.E. | | | | | | | | | | | | | |
| [V.P.] (V.A.) | L.A. | | | | | | | | | | | | | |
| Colpo | Longitud | | | | | | | | | | | | | |
| | Ancho | | | | | | | | | | | | | |
| Poros | Longitud | | | | | | | | | | | | | |
| | Ancho | | | | | | | | | | | | | |
| Área polar | | | | | | | | | | | | | | |

E.E.= eje ecuatorial; E.P.= eje polar; D.E.= diámetro ecuatorial; L.A.= lado apolcopio; 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

Tomado de: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia/ Laboratorio de Palinología de la UNAM

ANEXO 2. Listado de especies descritas.

| ESPECIE | FAMILIA |
|---|---------------|
| <i>Acacia angustissima</i> | Mimosaceae |
| <i>Acacia centralis</i> | Mimosaceae |
| <i>Acacia deami</i> | Mimosaceae |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Mimosaceae |
| <i>Leucaena collinsi</i> spp. <i>zacapana</i> | Mimosaceae |
| <i>Leucaena diversifolia</i> | Mimosaceae |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | Mimosaceae |
| <i>Pithecellobium pachypus</i> | Mimosaceae |
| <i>Prosopis juliflora</i> | Mimosaceae |
| <i>Zapoteca Terragona</i> | Mimosaceae |
| <i>Ateleia gumifera</i> | Papilionaceae |
| <i>Cannavalia ensiformis</i> | Papilionaceae |
| <i>Centrosema macrocarpum</i> | Papilionaceae |
| <i>Centrosema plumieri</i> | Papilionaceae |
| <i>Coursetia polyphylla</i> | Papilionaceae |
| <i>Crotalaria longirostrata</i> | Papilionaceae |
| <i>Crotalaria mollicula</i> | Papilionaceae |
| <i>Crotalaria retusa</i> | Papilionaceae |
| <i>Crotalaria tuerckheimii</i> | Papilionaceae |
| <i>Crotalaria verrucosa</i> | Papilionaceae |
| <i>Crotalaria vitellina</i> | Papilionaceae |
| <i>Dalea lutea</i> | Papilionaceae |
| <i>Desmodium amplifolium</i> | Papilionaceae |
| <i>Desmodium prehensile</i> | Papilionaceae |
| <i>Desmodium procumbens</i> | Papilionaceae |
| <i>Dyphisa floribunda</i> | Papilionaceae |
| <i>Dyphisa spinosa</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina chiapasana</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina folkersii</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina berteroa</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina fusca</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina guatemalensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina huehuetenanguensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina macrophylla</i> | Papilionaceae |
| <i>Erythrina violaceum</i> | Papilionaceae |
| <i>Galactia acapulcensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Gliricidia sepium</i> | Papilionaceae |
| <i>Indigofera guatemalensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Indigofera miniata</i> | Papilionaceae |
| <i>Lathyrus latifolius</i> | Papilionaceae |
| <i>Lathyrus odoratus</i> | Papilionaceae |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i> | Papilionaceae |
| <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Lonchocarpus hondurensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Lonchocarpus lineatus</i> | Papilionaceae |
| <i>Lonchocarpus minimifolius</i> | Papilionaceae |

| ESPECIE | FAMILIA |
|--------------------------------|----------------|
| <i>Lupinus ehrenbergii</i> | Papilionaceae |
| <i>Machaerium falciforme</i> | Papilionaceae |
| <i>Marina scopa</i> | Papilionaceae |
| <i>Myrospermum frutescens</i> | Papilionaceae |
| <i>Myroxyton balsam</i> | Papilionaceae |
| <i>Nissolia chiapensis</i> | Papilionaceae |
| <i>Phaseolus coccineus</i> | Papilionaceae |
| <i>Phaseolus lunatus</i> | Papilionaceae |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> | Papilionaceae |
| <i>Poiretia punctata</i> | Papilionaceae |
| <i>Pterocarpus officinalis</i> | Papilionaceae |
| <i>Rynchosia minima</i> | Papilionaceae |
| <i>Spartium junceum</i> | Papilionaceae |
| <i>Stizolobium pruriens</i> | Papilionaceae |
| <i>Trifolium pratense</i> | Papilionaceae |
| <i>Trifolium repens</i> | Papilionaceae |
| <i>Vicia faba</i> | Papilionaceae |
| <i>Vigna spectabilis</i> | Papilionaceae |
| <i>Vigna umbellata</i> | Papilionaceae |
| <i>Zornia diphylla</i> | Papilionaceae |

ANEXO 3. Listado de tipo de utilización de las especies descritas.

| ESPECIE | USO |
|---|---------------|
| <i>Acacia angustissima</i> | construcción |
| <i>Acacia centralis</i> | construcción |
| <i>Acacia deami</i> | construcción |
| <i>Ateleia gumifera</i> | alimento |
| <i>Cannavalia ensiformis</i> | alimento |
| <i>Centrosema macrocarpum</i> | forraje |
| <i>Centrosema plumieri</i> | forraje |
| <i>Coursetia polyphylla</i> | construcción |
| <i>Crotalaria longirostrata</i> | alimento |
| <i>Crotalaria mollicula</i> | alimento |
| <i>Crotalaria retusa</i> | medicinal |
| <i>Crotalaria tuerckheimii</i> | medicinal |
| <i>Crotalaria verrucosa</i> | alimento |
| <i>Crotalaria vitellina</i> | alimento |
| <i>Dalea lutea</i> | medicinal |
| <i>Desmodium amplifolium</i> | forraje |
| <i>Desmodium prehensile</i> | forraje |
| <i>Desmodium procumbens</i> | forraje |
| <i>Dyphisa floribunda</i> | construcción |
| <i>Dyphisa spinosa</i> | construcción |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | construcción |
| <i>Erythrina chiapasana</i> | construcción |
| <i>Erythrina folkersii</i> | construcción |
| <i>Erythrina berteroana</i> | construcción |
| <i>Erythrina fusca</i> | construcción |
| <i>Erythrina guatemalensis</i> | construcción |
| <i>Erythrina huehuetenanguensis</i> | construcción |
| <i>Erythrina macrophylla</i> | construcción |
| <i>Erythrina violaceum</i> | construcción |
| <i>Galactia acapulcensis</i> | forraje |
| <i>Gliricidia sepium</i> | alimento |
| <i>Indigofera guatemalensis</i> | tinturas |
| <i>Indigofera miniata</i> | tinturas |
| <i>Lathyrus latifolius</i> | ornamental |
| <i>Lathyrus odoratus</i> | ornamental |
| <i>Leucaena collinsi</i> spp. <i>zacapana</i> | construcción |
| <i>Leucaena diversifolia</i> | construcción |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | construcción |
| <i>Lonchocarpus castilloi</i> | construcción |
| <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> | construcción |
| <i>Lonchocarpus hondurensis</i> | construcción |
| <i>Lonchocarpus lineatus</i> | construcción |
| <i>Lonchocarpus minimifolius</i> | construcción |
| <i>Lupinus ehrenbergii</i> | alimento |
| <i>Machaerium falciforme</i> | reforestacion |

| ESPECIE | USO |
|--------------------------------|--------------|
| <i>Marina scopa</i> | construcción |
| <i>Myrospermum frutescens</i> | construcción |
| <i>Myroxylon balsaum</i> | medicinal |
| <i>Nissolia chiapensis</i> | medicinal |
| <i>Phaseolus coccineus</i> | alimento |
| <i>Phaseolus lunatus</i> | alimento |
| <i>Pithecellobium pachypus</i> | construcción |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> | construcción |
| <i>Poiretia punctata</i> | medicinal |
| <i>Prosopis juliflora</i> | alimento |
| <i>Pterocarpus officinalis</i> | construcción |
| <i>Rynchosia minima</i> | forraje |
| <i>Spartium junceum</i> | ornamental |
| <i>Stizolobium pruriens</i> | forraje |
| <i>Trifolium pratense</i> | medicinal |
| <i>Trifolium repens</i> | alimento |
| <i>Vicia faba</i> | alimento |
| <i>Vigna spectabilis</i> | alimento |
| <i>Vigna umbellata</i> | alimento |
| <i>Zapoteca Terragona</i> | medicinal |
| <i>Zornia diphylla</i> | forraje |

ANEXO 4. Listado de especies acetolizadas.

| No. | Especies de la Fam. Fabáceae | No. | Especies de la Familia Mimosáceae |
|-----|---|-----|---|
| 1 | <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl. | 1 | <i>Abarema idiopoda</i> (S.F. Blake) Barneby et Grimes |
| 2 | <i>Cajanus cajan</i> (L.) Mill. | 2 | <i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze |
| 3 | <i>Centrosema macrocarpum</i> Benth. | 3 | <i>Acacia centralis</i> (Britton & Rose) Lund. |
| 4 | <i>Crotalaria cajanifolia</i> HBK | 4 | <i>Acacia costaricensis</i> Schenk. |
| 5 | <i>Crotalaria incana</i> L. | 5 | <i>Acacia deamii</i> (Britt. & Rose) Standl. |
| 6 | <i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn. | 6 | <i>Acacia emarginata</i> H.L. Wendl. |
| 7 | <i>Crotalaria mollicula</i> HBK | 8 | <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd |
| 8 | <i>Crotalaria pallida</i> Aiton | 7 | <i>Acacia gaumerii</i> |
| 9 | <i>Crotalaria retusa</i> L. | 9 | <i>Acacia hindsii</i> Benth. |
| 10 | <i>Crotalaria vitellina</i> Ker in Lindl. | 11 | <i>Acacia pennatula</i> Benth. |
| 11 | <i>Desmodium adscendens</i> (Sw) DC. | 10 | <i>Acacia picachensis</i> Brandegee |
| 12 | <i>Desmodium axillare</i> (Swartz) DC. | 12 | <i>Acacia polyphylla</i> DC. |
| 13 | <i>Desmodium axillare</i> var <i>sintensisii</i> Urb | 13 | <i>Acacia spadicigera</i> Schltld. & Cham. |
| 14 | <i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth. | 14 | <i>Acacia usumacintensis</i> Lundell |
| 16 | <i>Desmodium bellum</i> (S.F. Blake) B.G. Schub. | 15 | <i>Ademopodia patens</i> (Hook & Arn) Dixon ex Brenan |
| 15 | <i>Desmodium canum</i> (J.F. Gmel.) Schinz y Thell. | 16 | <i>Calliandra calothyrsus</i> |
| 17 | <i>Desmodium densiflorum</i> Hemsl. | 17 | <i>Calliandra grandiflora</i> (L'Her.) Benth. |
| 18 | <i>Desmodium distortum</i> (Aublet) J. F. Mcbr. | 18 | <i>Calliandra haematocephala</i> Hassk. |
| 19 | <i>Desmodium hirsutum</i> M. Martenms & Galeotti | 19 | <i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl. |
| 20 | <i>Desmodium incanum</i> DC. | 20 | <i>Calliandra juzpeckzukii</i> Standley |
| 21 | <i>Desmodium intortum</i> Urban | 21 | <i>Calliandra penduliflora</i> Rose |
| 22 | <i>Desmodium molliculum</i> (HBK) DC. | 22 | <i>Calliandra surinamensis</i> Benth. |
| 23 | <i>Desmodium procumbens</i> var <i>typicum</i> Schubert | 23 | <i>Calliandra targemina</i> (L.) Benth. |
| 24 | <i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw) Desv. | 24 | <i>Entadopsis polystachya</i> (L.) Britton |
| 25 | <i>Desmodium skinerii</i> Benth. ex Hemsl. | 25 | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb |
| 26 | <i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC. | 26 | <i>Inga pavoniana</i> G. Don |
| 27 | <i>Desmodium wydlerianum</i> Urb. | 27 | <i>Leucaena collinsii</i> Subesp. zacapana C. E. Hughes |
| 28 | <i>Eriosema diffusum</i> G. Don | 28 | <i>Leucaena diversifolia</i> (Schltld.) Benth. |
| 29 | <i>Eysenhardtia adenostylis</i> Baill | 29 | <i>Leucaena guatemalensis</i> Britt & Rose |

| | | | |
|----|--|----|--|
| 31 | <i>Gliricidia ehrenbergii</i> (Schltdl.) Rydb. | 30 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) De Wit |
| 30 | <i>Gliricidia maculata</i> Kunth | 31 | <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd |
| 32 | <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud. | 32 | <i>Mimosa bahamensis</i> Benth |
| 33 | <i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng. | 34 | <i>Mimosa ervendbergii</i> A. Gray |
| 34 | <i>Indigofera suffruticosa</i> Miller | 33 | <i>Mimosa invisita</i> Mart. Ex Colla |
| 35 | <i>Lonchocarpus phlebophyllus</i> Standl & Steyerm. | 36 | <i>Mimosa pigra</i> L. |
| 36 | <i>Myroxylon balsamum</i> Harms | 35 | <i>Mimosa platycarpa</i> Benth |
| 37 | <i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb. | 37 | <i>Mimosa zacapana</i> Standl. |
| 38 | <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. | 38 | <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. |
| 39 | <i>Pisum sativum</i> L. | 39 | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. Ex Bonpl. ex Willd) Benth |
| 40 | <i>Platymiscium yucatanum</i> Standl. | 40 | <i>Pithecellobium macrandium</i> Donn. Smith. |
| 41 | <i>Poiretia punctata</i> (Willd.) Desv. | 42 | <i>Pithecellobium macrostachyum</i> |
| 42 | <i>Sesbania herbacea</i> (Mill.) McVaugh | 41 | <i>Pithecellobium oblongum</i> Benth. |
| 43 | <i>Spartium junceum</i> L. | 43 | <i>Pithecellobium pachypus</i> Pittier |
| 44 | <i>Stylosanthes guyanensis</i> Sw. | 44 | <i>Pithecellobium recordii</i> (Britt & Rose) Standl. |
| 45 | <i>Stylosanthes hamata</i> (L.) Taub. | 45 | <i>Pithecellobium stevensonii</i> (Standl) Standl. & Steyerm. |
| 46 | <i>Swartzia cubensis</i> Standl. | 46 | <i>Pithecellobium vulcanorum</i> Standl. & Steyerm. |
| 47 | <i>Swartzia myrtifolia</i> var. <i>Standley</i> (Britton & Rose) Standl. | 47 | <i>Zygia longifolia</i> (H. & B. ex Willd) Britton & Rose |
| 48 | <i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers. | 48 | <i>Zygia recordii</i> Britton & Rose |
| 49 | <i>Tephrosia nicaraguensis</i> Oerst. | 49 | <i>Zygia stevensonii</i> (Standl.) Record. |
| 50 | <i>Teramnus uncinatus</i> Sw. | | |
| 51 | <i>Trifolium amabile</i> H.B. & K. | | |
| 53 | <i>Trifolium hybridum</i> | | |
| 52 | <i>Trifolium pratense</i> L. | | |
| 54 | <i>Trifolium repens</i> L. | | |