



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
División Académica de Ciencias Biológicas



“PALINOLOGÍA DEL GÉNERO *PASSIFLORA L.* (PASSIFLORACEAE) DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO”

Trabajo recepcional, en la modalidad de:

Tesis

Para obtener el título en:

Licenciatura en Biología

Presenta:

Leydi Daniela Pérez de la Cruz

Directores:

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez
Dr. Carlos Manuel Burelo Ramos

Villahermosa, Tabasco, México

Mayo, 2022

Palinología Del Género Passiflora L.
(Passifloraceae) Del Estado De Tabasco,
México

Por Leydi Daniela Pérez de la Cruz

CANTIDAD DE PALABRAS 14815

HORA DE ENTREGA

27-JUN-2025 11:12A. M.

NÚMERO DE
IDENTIFICACIÓN DEL
TRABAJO

116953503

Palinología Del Género Passiflora L. (Passifloraceae) Del Estado De Tabasco, México

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Internet	306 palabras — 2%
2	repositorio.upct.es Internet	155 palabras — 1%
3	ciat-library.ciat.cgiar.org Internet	83 palabras — 1%
4	dspace.utpl.edu.ec Internet	66 palabras — < 1%
5	www.elsevier.es Internet	44 palabras — < 1%
6	core.ac.uk Internet	37 palabras — < 1%
7	repositorio.unapiquitos.edu.pe Internet	35 palabras — < 1%
8	checklists.datazone.darwinfoundation.org Internet	24 palabras — < 1%
9	e-spacio.uned.es Internet	24 palabras — < 1%

10	repositorioinstitucional.buap.mx Internet	24 palabras — < 1%
11	docplayer.com.br Internet	21 palabras — < 1%
12	revistas.unal.edu.co Internet	20 palabras — < 1%
13	www.dspace.uce.edu.ec Internet	19 palabras — < 1%
14	publicaciones.mnhn.gob.cl Internet	17 palabras — < 1%
15	repositorio.unp.edu.pe Internet	17 palabras — < 1%
16	www.researchgate.net Internet	17 palabras — < 1%
17	revistas.ujat.mx Internet	16 palabras — < 1%
18	www.coursehero.com Internet	16 palabras — < 1%
19	www.scielo.sa.cr Internet	16 palabras — < 1%
20	polibotanica.mx Internet	15 palabras — < 1%
21	ri-ng.uaq.mx Internet	15 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS < 15 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

MARZO 24 DE 2022

**C. LEYDI DANIELA PÉREZ DE LA CRUZ
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"PALINOLOGÍA DEL GÉNERO PASSIFLORA L. (PASSIFLORACEAE) DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO"**, asesorado por la Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez y Dr. Carlos Manuel Burelo Ramos sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por la M. en C. Marcela Alejandra Cid Martínez, Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro, Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez, M. en C. Ma. Guadalupe Rivas Acuña y M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera.

**A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.

**U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



DIRECCIÓN

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Licenciatura denominado: **“PALINOLOGÍA DEL GÉNERO *PASSIFLORA* L. (PASSIFLORACEAE) DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 24 de Marzo de Dos Mil Veintidós.

AUTORIZO



LEYDI DANIELA PÉREZ DE LA CRUZ



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el don de la vida y bendecirme en gran manera.

A mis padres los cuales me han enseñado que con esfuerzo y dedicación se puede culminar las metas.

A mis hermanos por su ayuda en todo momento, por que compartimos muchas alegrías, tristezas, sueños y las ganas de superación nuestro mayor anhelo.

A mis profesores de la División Académica de Ciencias Biológicas sin excepción porque cada uno dejo huella en mi formación profesional.

A mi excelente asesora la Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez por creer en mí y en mi capacidad. Por los conocimientos compartidos a lo largo de este trabajo y por ser una excelente persona.

Al Dr. Carlos Manuel Burelo Ramos por sus valiosas sugerencias, comentarios al documento y por ser una excelente persona.

A la comisión revisora de este trabajo formado por: M. en C. Marcela Alejandra Cid Martínez, Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro, Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez, M. en C. MA. Guadalupe Rivas Acuña y M. en C. Jesús Manuel Ascencio Rivera. Por sus valiosas sugerencias y comentarios para mejorar el trabajo de Tesis.

A mis compañeros y amigos de trabajo: Alicia Curiel, Isaac Zac Cerino, Luci Mendez, Abril Zapata, Sara Salazar, Leónides Ulin, German Ramírez, Juanita Córdova, Leonarda Martínez, Karla Solís, Quetzally Regil, Alondra Cores, Aurelio Denis, Mónica Monzón, Katia González y Esperancita Rodríguez. A todos ellos porque han sido excelentes compañeros por ayudarme cuando lo necesite y por estar conmigo en momentos difíciles.

A la M. en C. Alma Deysi Anacleto Rosas por su amistad, confianza, paciencia y apoyo desinteresado en múltiples ocasiones el cual siempre agradeceré. Por ser una excelente persona.

Dedicado con toda la humildad y amor a quienes creyeron en mí.

Leydi Daniela Pérez de la Cruz



RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo ampliar el conocimiento acerca de la morfología polínica del género *Passiflora* L., en busca de caracteres palinológicos que puedan contribuir en la sistemática de la familia Passifloraceae, por lo que se desarrollaron descripciones y caracterizaciones de 12 especies y un híbrido del género *Passiflora*. Las muestras fueron procesadas por el método de acetólisis de Erdtman (1952), para ser observadas bajo un microscopio óptico. Las especies de *Passiflora* en Tabasco, presentan granos de polen isopolares, radiosimétricos, de tamaño pequeño a muy grande con variaciones a tamaños grandes, exina heterobrocada presentando en algunas especies gránulos en el lumen. El patrón de aberturas fue muy diverso con granos 12-colporados (*P. biflora*), 12-colpados (*P. adenopoda*), 6-(8-10) colpados (*P. incense*) o 6-colpados (*P. ambigua*). En los resultados obtenidos reflejan que los caracteres de forma, ornamentación y las variantes morfológicas en relación con el número de aberturas son principalmente los que contribuyen a separar a las especies, brindando una diversidad morfopolínica que caracteriza de esta manera al género *Passiflora* L. como euripalino.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. ANTECEDENTES	4
IV. OBJETIVOS.....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos	8
V. MÉTODO.....	9
Área de estudio	9
Revisión de herbario	9
Obtención de muestras.....	10
Preparación del material polínico	10
Microscopía óptica.....	11
Descripción de la morfología polínica.....	12
Análisis de datos	24
Elaboración de claves taxonómicas	25
Elaboración del catálogo.....	25
VI. RESULTADOS	26
<i>Passiflora</i> L.....	26
Descripción de los granos de polen del género <i>Passiflora</i> L. del estado de Tabasco.	32
Claves dicotómicas	45
VII. DISCUSIÓN.....	48
VIII. CONCLUSIÓN	52
IX. ANEXO	54
X. LITERATURA CITADA.....	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio en el estado de Tabasco, México	9
Figura 2 Polaridad en los granos de polen.....	13
Figura 3 Tipos de polaridad en los granos de polen.....	14
Figura 4 Simetría en los granos de polen	15
Figura 5 Formas en los granos de polen.....	16
Figura 6 Tipos polínicos esculturales.....	20
Figura 7 Formas en las aberturas.....	21
Figura 8 Tipos de aberturas en los granos de polen	22
Figura 9 Tipos de aberturas compuestas colporadas	22

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Descriptores palinológicos para los granos de polen de la familia Passifloraceae..	12
Tabla 2 Tipos de formas	16
Tabla 3 Categorías de tamaños en granos de polen propuesta por Erdtman 1952	17
Tabla 4 Sistema NPC de Erdtman 1952	24

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1 Tipos de tectum.....	18
Cuadro 2 Sistema abertural.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Medidas de longitud polar para el género <i>Passiflora</i> L.....	28
Gráfica 2 Medidas de longitud ecuatorial para el género <i>Passiflora</i> L.....	29
Gráfica 3 Medidas de longitud de la exina para el género <i>Passiflora</i> L	31



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Datos de los ejemplares del género <i>Passiflora</i> L. colectados para Tabasco.....	55
Anexo 2 Descripción morfológica de los granos de polen de las especies del género <i>Passiflora</i> L. del estado de Tabasco	56
Anexo 3 Medidas morfométricas de los granos de polen de las especies del género <i>Passiflora</i> L. del estado de Tabasco.....	57
Anexo 4 Medias de DEVP, LA, IAP del género <i>Passiflora</i> L. del estado de Tabasco.....	59
Anexo 5 Medias de GE, DEL, AM del género <i>Passiflora</i> L. del estado de Tabasco.....	60
Anexo 6 Medias de las aberturas del grano de polen del género <i>Passiflora</i> L. del estado de Tabasco.....	61
Anexo 7 Glosario.....	63



I. INTRODUCCIÓN

La palabra polen es un término botánico que proviene del latín *pollen-inis*, y podemos traducirlo como polvo amarillento muy fino o flor de la harina (Sáenz Laín, 2004). La palinología (del griego *palynein*, dispersar) es la ciencia que estudia los granos de polen y las esporas de origen fósil (Ibarra-Morales y Fernández-Galán, 2012). El grano de polen es el elemento reproductivo masculino en las plantas superiores (gimnospermas y angiospermas) y que junto a los óvulos mantienen la continuidad genética de una generación a otra. Desempeña una de las funciones biológicas más importantes, la cual es alcanzar la parte femenina de una flor de su misma especie y llevar a cabo la fecundación de la ovocélula.

En la naturaleza, los granos de polen presentan una gran diversidad en formas y tamaños interpretando esta diversidad como resultado de una adaptación para asegurar que el grano llegue de las anteras al estigma de una flor de la misma especie por medio de vectores (bióticos o abióticos). El polen toma un gran valor en biología vegetal, dado que en ninguna otra parte de un individuo se encuentren, en tan poco espacio, la cantidad de caracteres de valor filogenético como en un grano de polen (Soejarto y Fonnegra, 1972).

La formación del grano de polen o microspora sucede en los sacos polínicos y son productos de la meiosis, siendo en el interior de los granos donde se desarrolla el gametofito masculino (Linares Fernández, 2007). Los granos de polen, en su condición viva, están formados por dos componentes: el protoplasma (la parte viviente) y la pared celular (la parte inerte). La pared celular del polen ha desarrollado dos capas: la primera capa exina, estructuralmente cerosa o resinosa, formada a base de esporopolenina químicamente resistente para minimizar los daños y para proteger de la desecación a la delicada célula gamética, y la segunda capa llamada intina que se encuentra en contacto directo con la membrana celular, es delgada y su composición química es de celulosa (Ibarra-Morales y Fernández-Galán, 2012).



El polen en su estado maduro presenta caracteres morfológicos que ayudan a la identificación de taxones (García *et al.*, 2015), por lo tanto, la estructura arquitectónica de la exina es la clave para los estudios palinológicos. Los caracteres morfológicos presentes en la exina se encuentran en las capas que la subdividen: la sexina donde se encuentran los diferentes elementos ornamentales y la nexina parte interna lisa y homogénea.

La morfología polínica de los granos de polen de la familia Passifloraceae se ha estudiado desde principios del siglo XIX, caracterizándose como euripolínica, debido al número y tipos de aperturas que conforman al grano de polen. Estudios de morfología polínica como los de Araújo (2001), Dettke y Santos (2009) y Soares *et al.*, (2017) han explicado la importancia de la variación morfológica de los caracteres polínicos como una herramienta útil en la identificación de las especies, además del alto valor sistemático y taxonómico de la familia Passifloraceae.

Passifloraceae es una familia de fanerógamas de zonas tropicales, semitropicales y templadas en América del Norte y Sur, el Sur de China y Nueva Zelanda pertenecientes al orden Malpighiales. Se encuentra conformada por 700-750 especies en 17 géneros (Feuillet y MacDougal, 2007). En México la familia Passifloraceae está representada por un género y 84 especies (Villaseñor, 2016). 11 de ellas presentes en el Estado de Tabasco. Aunque de acuerdo con Martínez (2003) en una revisión preliminar de la familia Passifloraceae en el Estado de Tabasco se encontró 13 especies y 7 variedades del género *Passiflora* L.

En el presente estudio se tiene como objetivo analizar y describir la morfología de los granos de polen del género *Passiflora* L. (Passifloraceae) del Estado de Tabasco, esto con el fin de contribuir a la delimitación de las especies que conforman al género por medio de descripciones palinológicas, una clave taxonómica y un catálogo palinológico.



II. JUSTIFICACIÓN

Los estudios morfológicos y moleculares para la clasificación taxonómica de la familia Passifloraceae reunidos por el grupo de la filogenia de las angiospermas (APG IV, 2016; por sus siglas en inglés) se apoyan de estudios palinológicos, debido a que la morfología de los granos de polen presenta una alta variedad de formas y estructuras entre las especies, lo cual convierte al polen en una herramienta útil que permite delimitar especies e incluso resolver la identidad de especies de afinidad incierta, así como para resolver las dudas en la clasificación.

Los estudios palinológicos de Passifloraceae se han desarrollado en los países de mayor distribución de la familia, como lo son Colombia, Brasil y Perú, existiendo un claro espacio de desinformación para las especies distribuidas en zonas restringidas de México y de Centroamérica.

Las especies del género *Passiflora* L. presentes en el Estado de Tabasco no están del todo descritas palinológicamente, por lo cual un estudio palinológico brindaría un avance para la taxonomía descriptiva del grano de polen de estas especies presentes en Tabasco, favoreciendo esto al entendimiento y valorización de los caracteres del polen en la sistemática de la familia, ya sea desde una perspectiva intraespecífica e intergenérica.

Además de que el desarrollo de descripciones palinológicas de esta índole brindan información en diversos campos, por ejemplo en los depósitos geológicos se encuentran restos vegetales (polen y esporas) que ayudan a la restitución de paisajes (Burjachs i Casas, 2006), ecológicos en apicultura los cuales proveen la certificación del origen floral y geográfico por medio de mieles (Córdova-Córdova *et al.*, 2013) y salud donde la alergología se encarga de estudiar los granos de polen presentes en el aire con el fin de prevención de alergias (Valero y Cadahía, 2002). Por lo tanto, son estudios que brindan información descriptiva en campos importantes de la ciencia.



III. ANTECEDENTES

La familia Passifloraceae se asume como una familia monofilética que se encuentra ampliamente distribuida en América, su importancia radica en el consumo para la alimentación humana donde el maracuyá (*P. edulis f. flavicarpa* O. Deg.) y la granadilla (*P. ligularis* Juss.) representan a las especies de mayor valor, en los usos farmacológicos empleados por las culturas prehispánicas *P. alata* Curtis, *P. holosericea* L. y *P. foetida* L. eran utilizadas en la medicina popular por la actividad antiinflamatoria, analgésica y diurética que brindan. Sin embargo, la familia también posee un valor ornamental por el atractivo de sus colores y formas en las diferentes especies (Esquerre-Ibañez *et al.*, 2014).

Araújo (2001) examinó la morfología polínica de 28 especies y tres variedades del género *Passiflora* y una especie del género *Tetrastylis* para el Estado de Bahía (Brasil), caracterizó a los granos de polen como medianos a grandes, isopolares, oblado-esferoidal a prolado-esferoidal, ámbito subcircular; 6-sincolporados; exina reticulada, colpos largos, tres pares, cada par uniéndose longitudinalmente, pantopérculo largo, exina gruesa, reticulada, heterobrocada, muros lisos en corte óptico, con simplecolumelas. Este estudio reveló una gran variedad morfológica dentro de la familia.

García *et al.* (2002) realizaron un estudio enfocado en la microsporogénesis, microgametogénesis y morfología del polen de *Passiflora* spp. (Passifloraceae) con microscopía óptica y microscópica de barrido. Encontraron que la morfología en los granos de polen de estos subgéneros es subesferoidal, zonocolpado, geminocolpado, con exina semitectada, reticulada, heterobrocada con báculas claviformes de altura variable y que la morfología de los granos de polen de los subgéneros *Passiflora* y *Dysosmia* presentan similitud en los caracteres morfológicos, en contraste con los pertenecientes al subgénero *Decaloba* en cuanto a los caracteres de tamaño y número de colpos.

Barrios *et al.*, (2005) realizaron una caracterización del polen de 156 muestras de 121 especies de los géneros *Passiflora* y *Dilkea*. Caracterizaron el grano de polen



con una amplia variación, que van desde grande, prolado a oblado-esferoidal, reticulado, con lúmenes de diámetro irregular, con aberturas que presentan colporos, exinas reticuladas que van desde grosores de 2.5-4.0 μm (subgénero *Astrophea*, *Decaloba* y *Deidamioides* sección *Thyphostemmatoides*) y aberturas colporiideas, exinas onduladas que miden 6.0 μm (subgénero *Passiflora*).

Dettke y Santos (2009) llevaron a cabo un estudio de los tipos de aberturas en los granos de polen de 13 especies del género *Passiflora* L. presentes en Rio Grande do Sul y en Santa Catarina (Brasil). En este estudio se apoya la existencia de dos líneas principales de desarrollo de aberturas en el subgénero *Passiflora* y *Astrophea* estos presentan la fusión de los colpos, delimitando pseudopérculos circulares, indicando la proximidad filogenética de estos subgéneros. En comparación con el subgénero *Decaloba* con el desarrollo de opérculos sobre los colporos y tendencias de fusiones de aberturas en pocas especies.

Evaldt *et al.* (2011) examinaron la morfología polínica de 15 especies de Passifloraceae en Rio Grande do Sul, Brasil. Dividiendo a las especies en dos grupos según las aberturas: uno conformado por *Passiflora alata*, *P. amethystina*, *P. caerulea*, *P. edulis* como 6 sincolpados y el segundo grupo *P. foetida* (6-14 sincolpados), *P. actinia* (6-8 sincolpados), *P. yegans*, *P. tenuifila* (6-10 sincolpados) y *P. eichleriana* (6-14 sincolpados) con más de 6 aberturas, demostrando que el género *Passiflora* es euripolínico en cuanto a las aberturas.

Marín Tangarife *et al.* (2011) caracterizaron palinológicamente 20 especies neotropicales de *Passiflora* L., por medio de caracterización palinológica bajo microscopia óptica y electrónica de barrido. Encontraron dos grupos según caracteres cualitativos (forma polínica, tamaño, posición de las aberturas, tipo de retículo, tipo de exina, etc.) y cuantitativos (eje polar, diámetro ecuatorial, ancho de muros, número de aberturas, etc.), el primer grupo conformado por 16 accesiones subgénero *Decaloba* y *Astrophea* con características de un diámetro ecuatorial promedio de 35.65 μm , diámetro ecuatorial en vista polar de 33.3 μm y el segundo grupo subgénero *Passiflora* con 14 accesiones caracterizadas por lo ancho de sus



muros, el diámetro ecuatorial de 48.34 μm y los caracteres de aberturas, retículo y exina.

Verdasca *et al.* (2013) analizaron los granos de polen de 11 especies del género *Passiflora* L., procedentes de la Reserva del Parque Estadual de las Fuentes del Ipiranga (Sao Paulo, Brasil), concluyeron que el género *Passiflora* presenta granos de polen variados, que van desde formas apolares a isopolares, ámbito circular a subcircular, esferoidales, oblado-esferoidal, prolado-esferoidal a subprolado, 6-colporados, operculados, pontoperculados, sincolporados, pantocolpados y endoaberturas lalongadas a lologadas, exina reticulada a microrreticulada.

Mezzonato Pires *et al.* (2015) realizaron un análisis de los granos de polen de 12 especies de la familia Passifloraceae del Bosque Atlántico Brasileño. Los granos de polen presentaron características que definen a cada subgénero. El subgénero *Astrophea* presenta un grano de polen mediano, subprolado, 6-colpado, 3 endoaberturas lalongadas y una exina reticulada, el subgénero *Decaloba* su grano es grande, prolado esferoidal, 12-colpado con 6 endoaberturas lalongadas y exina reticulada. En cuanto al subgénero *Passiflora* el grano es apolar a isopolar, con aberturas que van desde 6-sincolpado, 4 a 6-colpado y 6 a 12-pantocolpado, además de presentar exina levemente sinuosa.

Soares *et al.* (2017) evaluaron la morfología del polen de 18 especies del género *Passiflora* para identificar las características polínicas que contribuyan a la clasificación taxonómica del género. Los resultados que obtuvieron permitieron diferenciar a los subgéneros, en los cuales el grupo del subgénero *Passiflora* presentó granos de polen 6-sincolpados, de forma oblado-esferoidal y una exina con grandes lúmenes, en comparación del grupo formado por el subgénero *Decaloba* en los cuales los granos de polen fueron 6-colporados, 12-colpado y 12 colporado, con forma subprolado, prolado-esferoidal y exina con menor tamaño de lumen y pocas ornamentaciones.



De las especies pertenecientes al género *Passiflora* L. presentes en Tabasco *P. edulis* y *P. foetida* son las especies mejor descritas en estudios palinológicos. Barrios *et al.* (2005) presentaron descripciones palinológicas del género *Passiflora* en Colombia, de las cuales nueve especies descritas en sus estudios se encuentran distribuidas de igual manera en Tabasco. Sin embargo, sus descripciones de las especies son de manera general agrupando las descripciones por género y subgénero. Por lo cual este trabajo proporcionaría descripciones más detalladas de cada especie.



IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar y describir las variaciones morfológicas del grano de polen de las especies del género *Passiflora* L. (Passifloraceae) del estado de Tabasco.

Objetivos específicos

Generar una clave taxonómica de las especies del género *Passiflora* L. basada en los caracteres de los granos de polen.

Elaborar un catálogo palinológico de las especies del género *Passiflora* L.



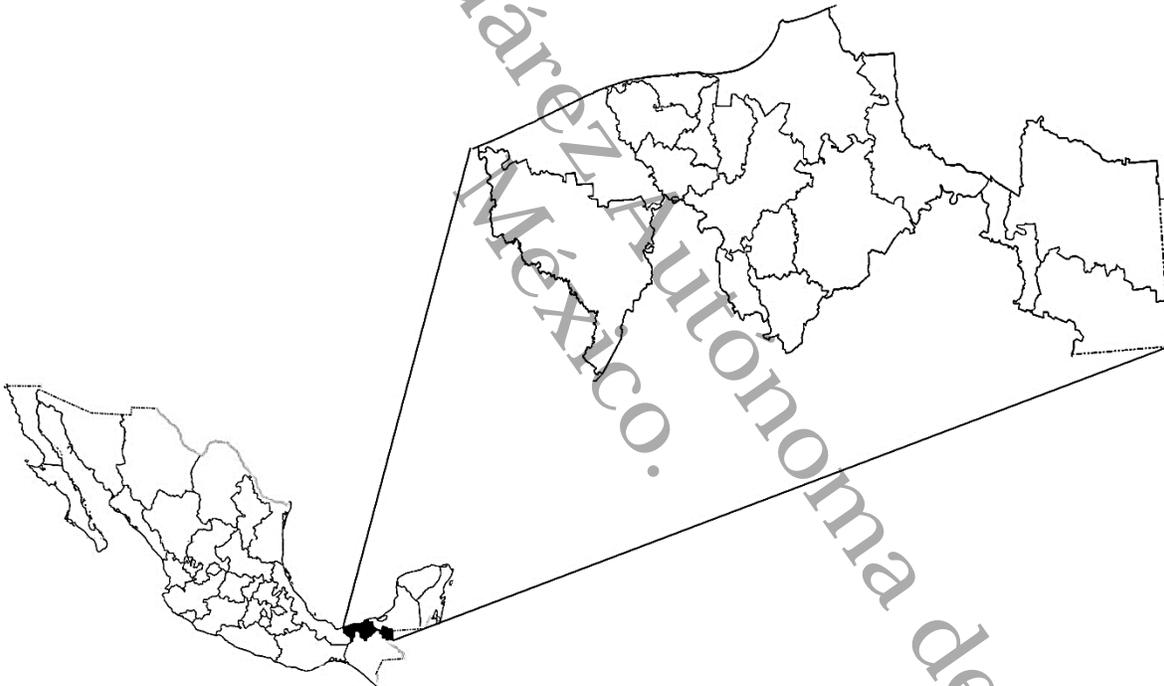
V. MÉTODO

Área de estudio

Tabasco se localiza entre las coordenadas 17°15'00" y 18°38'45" N y 90°59'08" y 94°07'00" W. Cuenta con una extensión territorial de 24 738 Km², con un clima dominante cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año (Af) (INEGI, 2019) (Figura 1).

Figura 1

Área de estudio en el estado de Tabasco, México.



El mapa representa el área de estudio en el Estado de Tabasco. Tomado de INEGI, 2019.

Revisión de herbario

El presente estudio consistió en la revisión de ejemplares del género *Passiflora* L. (Passifloraceae) que se encuentran depositados en la Colección de Plantas Vasculares del Herbario UJAT, para obtener un listado preliminar de las especies de la familia Passifloraceae presente en el estado de Tabasco. Se obtuvo una base



de datos que incluye nombre del colector, número de ejemplar, sitios de colecta, y época de floración, este último complementado con datos bibliográficos.

Esta revisión también fue útil para conocer la disponibilidad del material vegetal para las muestras de análisis polínico. Además, de la realización de colectas en los diferentes municipios del Estado de Tabasco y la revisión de especímenes en los herbarios MEXU e INECOL.

Obtención de muestras

Las muestras fueron extraídas de anteras maduras de las especies del género *Passiflora* L. (Passifloraceae), de la Colección de Plantas Vasculares del Herbario UJAT (Anexo 1). Cada una de las muestras se colocó en tubos de ensayo; De preferencia se tomaron dos muestras por cada especie procurando no maltratar los ejemplares y rotulando cada tubo con datos de identificación del ejemplar. Con esta información se elaboró una base de datos para llevar un control de las muestras e información.

Preparación del material polínico

Las muestras de polen se caracterizaron bajo la técnica de acetólisis de microscopia de luz (Erdtman, 1952) con algunas modificaciones realizadas en el laboratorio de Microscopia del Herbario (UJAT).

Pretratamiento:

Se extrajeron las anteras de las flores, colocándolas sobre un papel filtro.

Las anteras fueron depositadas en tubos de ensayo y se les agregó 2 ml de alcohol etílico al 70% y fueron maceradas con una varilla de vidrio para extraer los granos de polen. Este macerado fue centrifugado por 5 minutos a 1000 r.p.m. y se decantó el sobrenadante.

Acetólisis

El material polínico se fijó en 2 ml de anhídrido acético glacial por 5 minutos, el cuál destruye el citoplasma por corrosión.



Posteriormente el material fue centrifugado 5 minutos a 1000 r.p.m. y se decantó el sobrenadante.

Se agregó al sedimento 2 ml de solución acetolítica (ácido sulfúrico concentrado y anhídrido acético en la proporción 1:14 modificando la proporción de Erdtman (1952), preparada al momento para su uso.

Para acelerar la degradación del citoplasma, se depositó los tubos de ensayo en baño María a 70°C a punto de ebullición. Agitando suavemente con una varilla de vidrio, hasta que la mezcla se tornó de color oscuro.

La mezcla se centrifugó por 5 minutos a 1000 r.p.m. y se decantó el sobrenadante.

Se agregó 6 ml del alcohol etílico al 95% y se agitó. El sedimento se dividió en tubos A y B.

Microscopía óptica

El montaje de las muestras y la obtención de imágenes de microscopía óptica se realizaron en el laboratorio de Microscopía del Herbario (UJAT).

Preparación de placas microscópicas

Para la preparación de placas microscópicas se colocó una muestra del producto de la acetólisis sobre un portaobjeto, adicionándole una gota de glicerina tibia. Se colocó un cubreobjetos y se presionó suavemente para formar una capa delgada. El cubreobjetos se fijó a la placa con esmalte de uñas transparente.

Para lograr uniformidad de los datos palinológicos y realizar descripciones precisas las placas contenían 30 granos de polen por especies, distribuidos en tres placas con etiquetas que contenían un número de referencia y especie (Soejarto y Fonnegra, 1972).

Obtención de imágenes y medidas

Las láminas fijas de las muestras de polen se observaron en un microscopio óptico, marca Zeiss modelo Scope A1, donde se tomaron las microfotografías y medidas



con ayuda de la cámara AxionCam ERc5s y el software Zen 2012 versión 1.1.1.0. Las medidas se obtuvieron de 30 granos de polen distribuidos en tres placas por especie. En vista ecuatorial, se midieron el diámetro ecuatorial (E), diámetro polar (P), diámetro de la lúmina (DEL), ancho de muros (AM), el grosor de la exina (GE) y las aberturas (Ectoaberturas y Endoaberturas). En vista polar, se midieron el diámetro ecuatorial en vista polar (DEP) y lado del apocolpo (LA). Con el índice polar (P/E) se obtuvo la forma del polen. Con el LA y el DEP se obtuvo el índice del área polar (IAP).

Descripción de la morfología polínica

La caracterización polínica se definió de acuerdo con los descriptores palinológicos derivados de los criterios utilizados por Dettke y Santos (2009), Erdtman (1952), Sáenz Laín (2004) y Punt *et al.* (2007). La Tabla 1 muestra de forma sintética los descriptores más discriminantes para la familia Passifloraceae.

Tabla 1

Descriptores palinológicos para los granos de polen de la Familia Passifloraceae.

Descriptores	
Cuantitativos (en μm)	Cualitativos
Eje polar (P)	Forma polínica (F)
Diámetro ecuatorial (E)	Contorno en vista polar (CP)
Diámetro de la lúmina en el ecuador (DEL)	Contorno en vista ecuatorial (CE)
Ancho de los muros (AM)	Tamaño (T)
Número de aberturas (N)	Uniformidad de mallas (UM)
	Posición de aberturas (P)
	Carácter de aberturas (C)
	Estructura y escultura de la exina (EEE)
	Tipo de retículo (TR)
	Tipo de exina (TE)

Nota. Marín Tangarife *et al.* (2011, p.143).



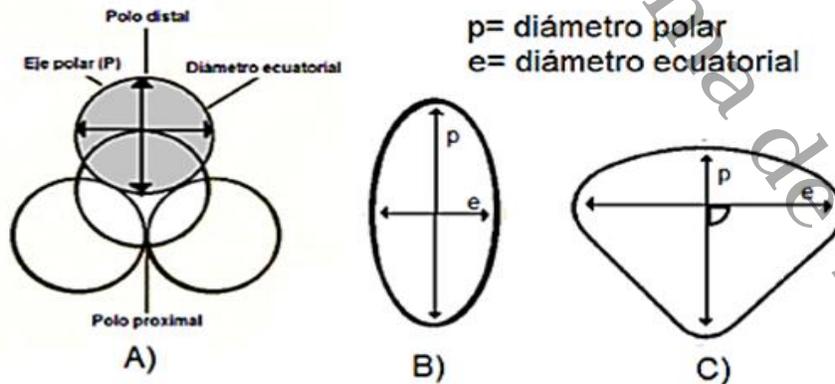
Se presenta una breve descripción de la terminología empleada para la caracterización de los caracteres palinológicos, usada en la descripción para cada especie.

Polaridad

Los productos post-meióticos bien permanecen unidos o se convierten en partes o por lo general completamente desintegrados. Debido a que los granos de polen se forman por meiosis y dan lugar primeramente a la formación de tétradas determina una cierta polaridad en el grano de polen. De esta manera, cada grano de polen presenta un polo proximal, que corresponde a la zona más cerca del centro de la tétrada y un polo distal, que corresponde al lado externo opuesto, más alejado del centro de la tétrada. En los granos de polen se puede distinguir dos líneas imaginarias, la que une ambos polos denominada eje polar y la línea perpendicular a la línea polar por el ecuador denominada eje ecuatorial (Jaramillo y Trigo, 2011) (Figura 2).

Figura 2

Polaridad en los granos de polen.



Nota. Se muestra la polaridad en los diferentes granos de polen y la forma de distinguir los ejes. A) polaridad en una tétrada. Tomado de Jaramillo y Trigo, 2011.

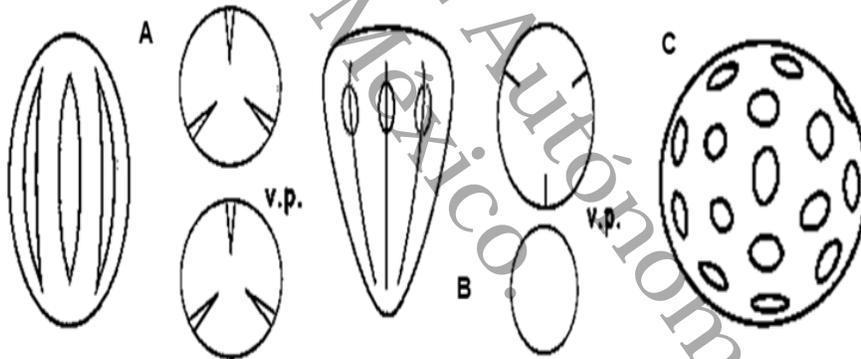


B y C) polaridad de granos de polen. Modificado y tomado de Soejarto y Fonnegra, 1972.

Los ejes polar y ecuatorial permiten distinguir la polaridad en los granos y sus estructuras. Se denomina apolar al polen que una vez liberado de la tétrada no se pueden reconocer las zonas polares, y polar, al polen que presenta estas dos zonas bien marcadas. A su vez, estos ejes definen como isopolares a los granos cuyas zonas polares son semejantes, lo cual ocurre normalmente y granos heteropolares aquellos cuyas zonas polares difieren en forma, tamaño y presencia de aberturas (Anero Bartolomé *et al.*, 2008) (Figura 3).

Figura 3

Tipos de polaridad en los granos de polen.



Nota. Se representa los tipos de polaridad en los granos de polen según la forma en cada grano. A) granos de polen isopolar; B) granos de polen heteropolar; C) grano de polen apolar. Tomado de Sáenz Laín, 2004.

Simetría

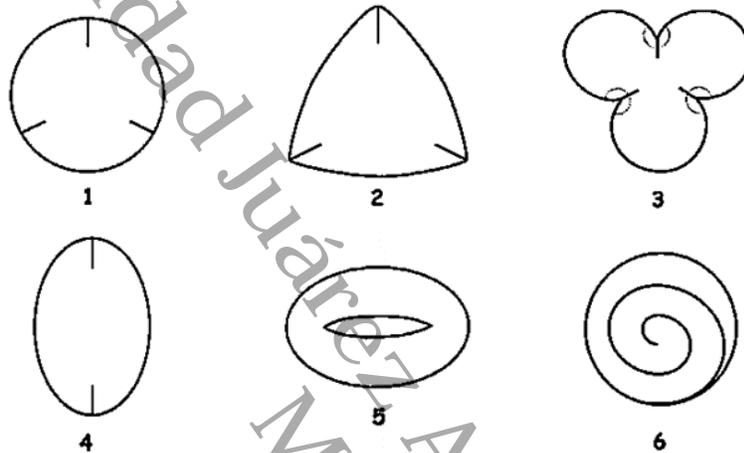
La simetría es una característica sobresaliente en los granos de polen. Se basa en el número de planos verticales de simetría que posee en vista polar y corte óptico ecuatorial. Un grano radiosimétrico es aquel que presenta tres o más planos de simetría y bisimétrico cuando posee sólo dos planos de simetría todos de igual longitud o no. Cuando la presencia y disposición de las aberturas no presenta un



plano de simetría se les denomina granos asimétricos (Jaramillo y Trigo, 2011) (Figura 4).

Figura 4

Simetría en los granos de polen.



Nota. Se representa los tipos de simetría que pueden presentar los granos de polen. 1-3 granos de polen radiosimétricos; 4-5 granos de polen bisimétricos; 6 granos de polen asimétricos. Tomado y modificado de Sáenz Laín, 2004.

Forma

La forma del polen se refiere a la relación (P/E) entre la longitud del eje polar (P) y el diámetro ecuatorial (E). La relación de estos ejes define la forma, por lo tanto, cuando el eje polar presenta \pm igual al diámetro ecuatorial se denomina esferoidal (o isodiamétricos), cuando un eje polar es más largo que el diámetro se describe como prolado y donde el eje polar es más corto que el diámetro ecuatorial se denomina oblado (Hesse *et al.*, 2009) (Figura 5).



Figura 5

Formas en los granos de polen.



Nota. Se muestra las formas representativas en los granos de polen: oblado, esferoidal y prolado. Tomado de Hesse et al., 2009.

La relación P/E es la más utilizada por diversos autores para denominar la forma de los granos de polen en relación con sus ejes y consta de nueve categorías refiriéndose a granos acetolizados, siendo la clasificación propuesta por Erdtman en 1952 (Tabla 2).

Tabla 2

Tipos de formas.

Erdtman (1952)	
Forma	Relación P/E
Perprolado	> 2
Prolado	1.33 - 2
Subprolado	1.14 - 1.33
Prolado-Esferoidal	1 - 1.14
Esferoidal	1
Oblado-Esferoidal	0.88 - 1
Suboblado	0.75 - 0.88



Oblado	0.50 - 0.75
Peroblado	< 0.50

Nota. Se representa las formas con relación al índice P/E propuesto por Erdtman en 1952. Tomado de Anero Bartolomé *et al.*, 2008.

Tamaño

El tamaño de un grano de polen en su estado vivo puede variar considerablemente debido a los cambios en el balance osmótico del protoplasma o a los tratamientos previos naturales o artificiales a los que son sometidos (García Pérez, 2008). El eje de mayor longitud (P o E) define el tamaño en los granos de polen, diferentes especies vegetales poseen tamaños muy diversos alcanzando las 10 μm , mientras que otros superan las 200 μm . Erdtman (1952) estableció categorías para describir el tamaño en los granos de polen, estos valores se basan en tamaños constantes que presentan aquellos granos que son de naturaleza fósiles o acetolizados (Tabla 3).

Tabla 3

Categorías de tamaños en granos de polen propuesta por Erdtman 1952.

Tamaño	Medida
< 10 μm	Muy pequeños
10 - 25 μm	Pequeños
25 - 50 μm	Medianos
50 - 100 μm	Grandes
100 - 200 μm	Muy grandes
> 200 μm	Gigantes

Nota. Se muestra la clasificación empleada para el tamaño de los granos de polen de acuerdo con el eje de mayor longitud. Tomado de Soejarto y Fonnegra, 1972.

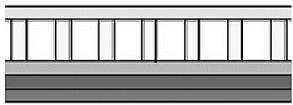
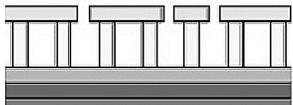
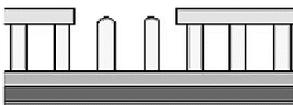
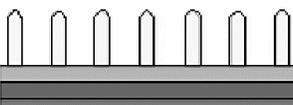


Superficie y ornamentación

Los procesos de dispersión y polinización son fundamentales para las plantas por lo tanto una respuesta adaptativa son los caracteres únicos en la superficie de los granos de polen, características que se reúnen en el tectum (Cuadro 1) y forman una serie de elementos de relieve o suprategmales que conforman a la ornamentación de la exina (Anero Bartolomé *et al.*, 2008).

Cuadro 1

Tipos de tectum.

Tipo de tectum	Descripción
<p>Completo</p> 	Téctum continuo, faltando sólo a nivel de las aberturas.
<p>Perforado</p> 	Presenta perforaciones o pequeños canales.
<p>Semitectado</p> 	Presenta lagunas, es decir, en zonas donde el téctum está ausente.
<p>Intectado</p> 	El téctum se encuentra completamente ausente.

Nota. Se muestra los tipos de tectum y una descripción de cómo están conformados. Tomado de Jaramillo y Trigo, 2011.

En cuanto a los elementos suprategmales (Figura 6), éstos pueden ser de varios tipos (García Pérez, 2008)

Baculado: Elemento de más de 1 μm , no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura (forma de bastón).



Estriado: Elementos esculturales dispuestos en surcos más o menos paralelos.

Equinado: Elemento puntiagudo que mide más de 3 μm y cuya altura es mayor que la anchura.

Foveolado: Polen provisto de foveolas esculturas generalmente redondas cuya distancia entre si es mayor que su diámetro.

Gemado: Elemento de más de 1 μm , no puntiagudo, cuya anchura es igual o mayor que la altura. La base no está constreñida.

Granuloso: Elementos supratactales más o menos isodiamétricos, obtusos y de menos de 1 μm de diámetro.

Perforado: Elementos esculturales en forma de agujeros menores de 1 μm .

Pilado: Elemento de más de 1 μm , no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura y está bruscamente ensanchado en el ápice (forma de clavo).

Psilado: Se aplica al grano de polen con la superficie lisa, sin elementos esculturales que sobresalgan más de 1 μm .

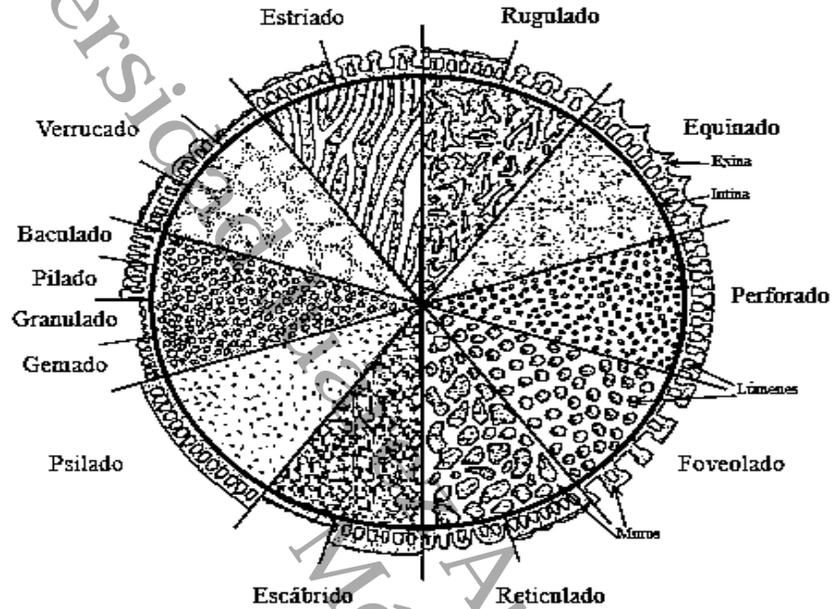
Reticulado: Se aplica a granos de polen con superficies provista de muros o crestas que bordean lúmenes de más de 1 μm de anchura, ordenados conforme a las mallas de una red.

Rugulado: Elementos esculturales de más de 1 μm de longitud, distribuidos irregularmente por la superficie.

Verrugado: Elemento isodiamétrico, obtusos de más de 1 μm de diámetro.

Figura 6

Tipos polínicos esculturales.



Nota. Se muestra los diferentes tipos polínicos esculturales que componen a los granos de polen y forman parte de la exina. Tomado de García Pérez, 2008.

Sistema apertural

Las aberturas son áreas adelgazadas o interrumpidas de la exina cuya función es permitir dos procesos: la salida del tubo polínico y el cambio de volumen para la acomodación del polen a distintos grados de humedad (harmomegata) (García Pérez, 2008). Mayormente bajo las aberturas existe un engrosamiento de intina que sirve para diferenciar las aberturas germinales de aquellas otras. Existen granos sin aberturas aparentes en los cuales la exina es delgada y el tubo polínico al formarse termina rompiéndola (Jaramillo y Trigo, 2011).

Dependiendo de que abertura afecte a la ectexina o a la endexina podemos distinguir dos tipos:

- **Ectoaberturas:** aquellas que afectan solamente la ectexina (sexina).



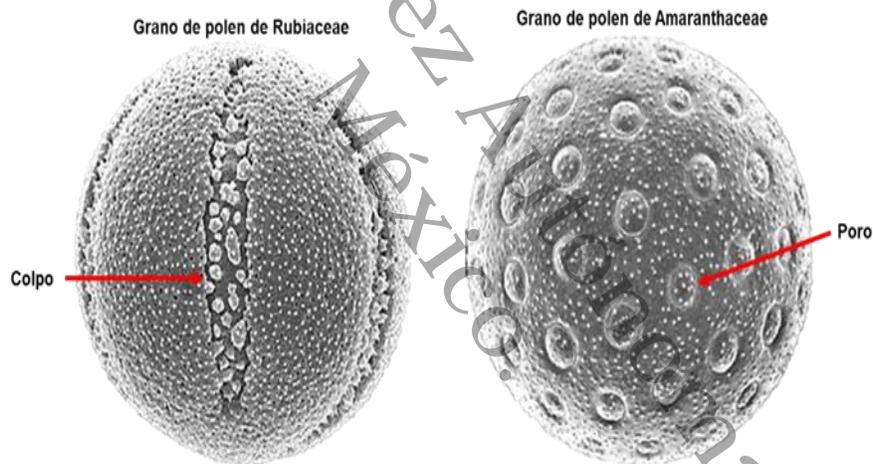
- **Endoaberturas:** aquellas que afectan solamente a la endexina (nexina).

La forma de las aberturas también puede ser de dos tipos (Figura 7):

- **Colpos:** cuando la relación longitud/anchura es mayor que 2 ($l/a > 2$), la longitud siempre medida en el sentido del eje polar.
- **Poros:** cuando la relación longitud/anchura es menor que 2 ($l/a < 2$), estando la longitud, como ya indicábamos anteriormente, medida en el sentido del eje polar.

Figura 7

Formas en las aberturas.

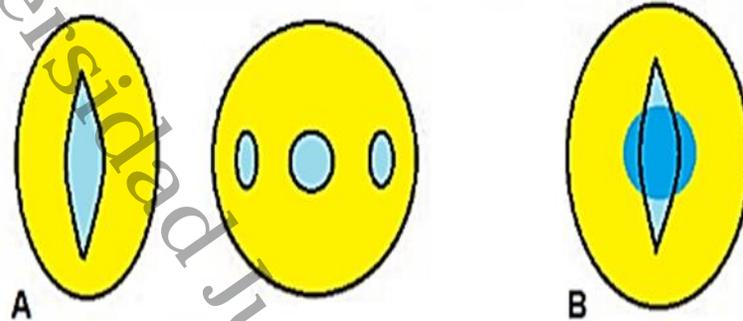


Nota. Se representa la forma de aberturas en los granos de polen; izquierda abertura en forma de colpo, derecha abertura en forma de poro. Tomado de Halbritter *et al.*, 2018.

Dependiendo de las capas de la exina que afecten las aberturas se les clasifica en: simples cuando afectan sólo una capa o en caso de afectar las dos capas en forma y tamaño. Compuestas en caso de afectar a las capas de endexina y ectexina sin coincidir en forma y tamaño o en ambos (Jaramillo y Trigo, 2011) (Figura 8).

Figura 8

Tipos de aberturas en los granos de polen.

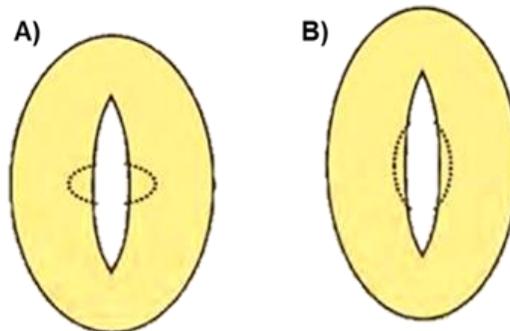


Nota. Representa los tipos de aberturas que presentan los granos de polen; A) aberturas simples, B) aberturas compuestas. Tomado de Anero Bartolomé *et al.* 2008.

Las aberturas compuestas suelen ser de dos tipos: del primer tipo colporadas aberturas compuestas por una ectoabertura de tipo colpo y una endoabertura de tipo poro, las cuales a su vez se clasifican en lolongada cuando la endoabertura se presentan en el sentido del colpo y lalongada cunado se presenta perpendicularmente dispuesta con respecto al colpo (Figura 9). Segundo tipo pororadas aquellas que presentan ectoabertura y endoabertura del tipo poro. (Jaramillo y Trigo, 2011).

Figura 9

Tipos de aberturas compuestas colporadas.



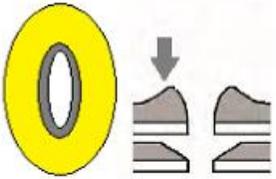
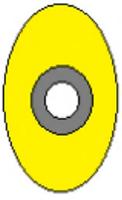
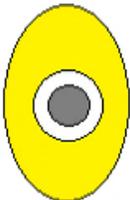


Nota. Se muestra los tipos de aberturas compuestas colporadas; A) aberturas lalongada, B) aberturas lolongada. Tomado y modificado de Sáenz Laín, 2004.

Existen otras estructuras que se relacionan con las aberturas y hacen más amplia la descripción de polen (Cuadro 2).

Cuadro 2

Sistema abertural.

Estructura	Descripción
<p data-bbox="451 688 548 720">Margo</p> 	<p data-bbox="743 688 1339 793">Área de la exina que rodea a los colpos, se diferencia claramente del resto de la superficie por su diferente ornamentación.</p>
<p data-bbox="451 926 548 957">Anillo</p> 	<p data-bbox="743 926 1339 1136">Área de la exina que rodea a un poro y que está originada por un engrosamiento o adelgazamiento de esta o bien por presentar un tipo de ornamentación distinta a la del resto de la superficie del grano de polen.</p>
<p data-bbox="435 1178 565 1209">Opérculo</p> 	<p data-bbox="743 1178 1339 1356">Porción más o menos gruesa de la ectexina que se sitúa en el interior de un poro o un colpo, a modo de tapón, y que está aislada del resto por una estrecha franja en la que falta por completo.</p>
<p data-bbox="435 1430 565 1461">Vestíbulo</p> 	<p data-bbox="743 1430 1339 1535">Pequeña cámara o cavidad que se produce por la separación de la ectexina y la endexina a nivel de una abertura.</p>
<p data-bbox="435 1619 565 1650">Costillas</p> 	<p data-bbox="743 1619 1339 1682">Engrosamiento de la endexina que queda por debajo del margen de las aberturas.</p>

Nota. Representa las estructuras aberturales y sus despectivas descripciones.

Tomado de Jaramillo y Trigo, 2011.



Tipos polínicos: Sistema NPC

El tipo polínico es una nomenclatura que fue propuesta por Erdtman (1952), la cual por medio de los caracteres que presenta el grano de polen, permiten caracterizarlo combinando tres partículas que están basadas en el número (N), posición (P) y carácter de las aberturas (C) (Tabla 4).

Tabla 4

Sistema NPC de Erdtman 1952.

Número (N)	Posición (P)	Carácter (C)
Mono- (1 abertura)	-cata- (polo proximal)	-leptomado (leptoma)
Di- (2 aberturas)	-ana- (polo distal)	-colpado (colpo)
Tri- (3 aberturas)	-anacata- (polo proximal y polo distal)	-porado (poro)
Tetra- (4 aberturas)	-zono- (en una franja ecuatorial)	-colporado (colpo + endoabertura)
Penta- (5 aberturas)	-dizono- (en dos franjas ecuatoriales)	-pororado (poro + endoabertura)
Hexa- (6 aberturas)	-panto- por toda la superficie)	-sulcado (sulco)
Poli- (muchas aberturas)		

Nota. Se muestra la nomenclatura basada en caracteres como: número, posición y carácter de las aberturas para describir al grano de polen.

Análisis de datos

En el programa Excel se calculó la media aritmética (\bar{x}), la desviación estándar de la muestra (s) y la máxima y mínima de cada medida que se obtuvo mediante microscopía óptica (diámetro polar DP, el diámetro ecuatorial DE y el grosor de la exina GE) y se obtuvieron las gráficas correspondientes.



Elaboración de claves taxonómicas

Para elaborar la clave taxonómica del género *Passiflora* L. se usaron características palinológicas que van desde lo más general a lo particular. Empezando por caracteres morfológicos significativos como: forma, número, posición y carácter de las aberturas, tipo de exina, estructura y tamaño de exina, entre otras.

Se fueron agrupando conforme a estas características, para encontrar caracteres únicos de cada especie e ir conformando la clave, se emplearon números y letras para indicar cada característica (1a-1b).

Elaboración del catálogo

La elaboración del catálogo palinológico se realizó por medio de microfotografías, las cuales se formaron en láminas que incluyen tomas en vista ecuatorial, polar, número, posición, carácter de las aberturas, tipo de ornamentación y escultura de la exina entre otros rasgos que caracterizan a cada una de las especies del género *Passiflora* L.



VI. RESULTADOS

Se obtuvo un total de 18 muestras de ejemplares del Herbario UJAT y una del Herbario XAL (Anexo I) correspondientes a 12 especies y un híbrido. No fue posible examinar a las especies *P. costaricensis* y *P. hahnii* reportadas para el estado por Martínez (2003) y Villaseñor (2016) debido a que no se encontraron ejemplares con flores durante las colectas, ni en los herbarios consultados, o bien los ejemplares en estos últimos disponían de pocas flores, por lo cual se decidió conservar el ejemplar intacto.

***Passiflora* L.**

Las especies del género *Passiflora* L. en Tabasco, presentan granos de polen de tipo isopolar a apolar, radiosimétricos a asimétricos, con gránulos dentro del lumen, en algunas especies ausentes (*P. biflora*, *P. coriacea*, *P. helleri*, *P. standleyi*). Con DP pequeño que va desde 23.69 μm en *P. oerstedii* hasta 123.4 μm en *P. adenopoda*. Exina con un grosor de 6.21 μm en *P. incense* hasta una exina fina de 1.87 μm en *P. biflora*.

El híbrido (*P. incense*) estudiado es el resultado de una hibridación entre las especies *P. incarnata* x *P. cincinnata*. El grano de polen de este híbrido se describió como un grano de polen isopolar a asimétrico, con aberturas simples 6 (8-10) colgado y con 3 (4-5) pseudopérculos, exina semitectada, ornamentación reticulada y con gránulos dentro del lumen. Ambas especies *P. incarnata* y *P. cincinnata* expresan caracteres palinológicos en el híbrido lo cual hace que el grano presente una morfología particular.

Polaridad, simetría y tipo polínico

Las observaciones muestran que los granos de polen se caracterizan de manera isopolar, radiosimétricos y de cuatro tipos polínicos: una especie stephanocolpado, tres especies stephanocolporado, siete especies hexanocolpado y una especie hexanocolporado. Excepto por la morfología del híbrido *P. incense* que presentó los



caracteres anteriores de un grano hexanocolpado y caracteres del tipo polínico pantocolpado, apolar y asimétrico.

Forma

Se identificaron siete formas polínicas: 1) prolado esferoidal, 2) subprolado a prolado esferoidal, 3) prolado esferoidal a esferoidal, 4) subprolado, 5) esferoidal, 6) oblado esferoidal y 7) esferoidal a oblado esferoidal (Anexo 2). El tipo de forma más abundante entre los 13 taxones fue prolado esferoidal, la cual podemos encontrar en seis especies.

Posición

La posición es un carácter palinológico que se observa en corte óptico ecuatorial o polar. Se observa en vista óptica ecuatorial que los granos de polen de *Passiflora* L. van desde granos subprolados, suboblados a circular y en vista polar desde lobado, circulares a subtriangulares.

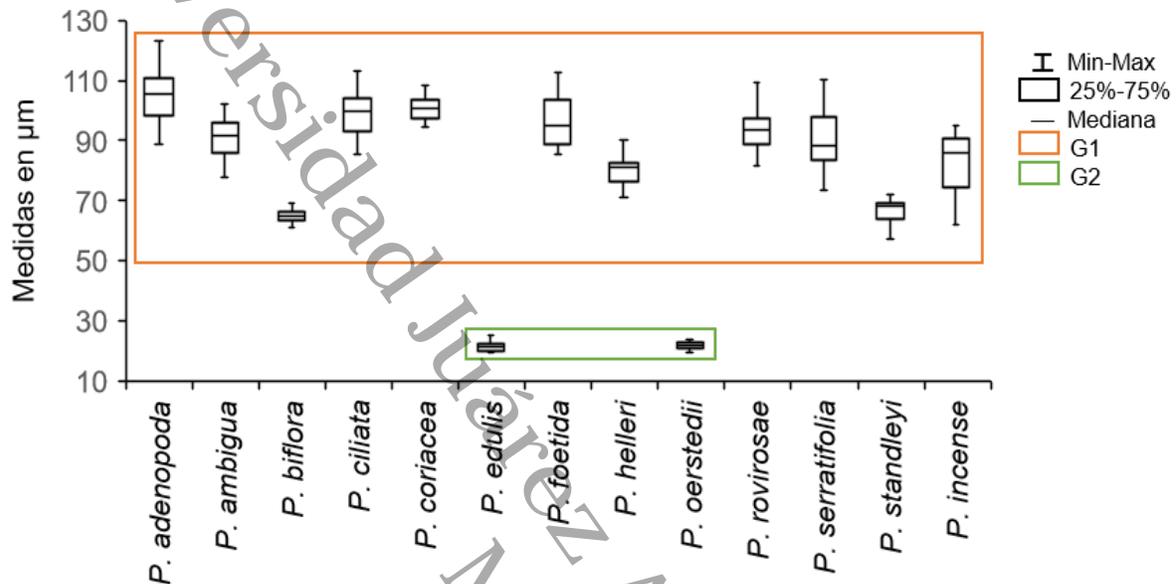
Tamaño

El tamaño se tomó con respecto a la longitud polar mayor, de acuerdo con las categorías propuestas por Erdtman (1952). El análisis muestra las variaciones de tamaño en los granos de polen pertenecientes al género *Passiflora* (Gráfica 1). El primer grupo presentó granos muy grandes *P. adenopoda* con 123.4 μm , una media y desviación estándar de 106.43 ± 11.30 con tendencia a tamaños grandes. El segundo con tamaños pequeños *P. oerstedii* con 23.69 μm , una media y desviación estándar de 21.78 ± 1.11 .



Gráfica 1

Medidas de longitud polar para el género *Passiflora* L.



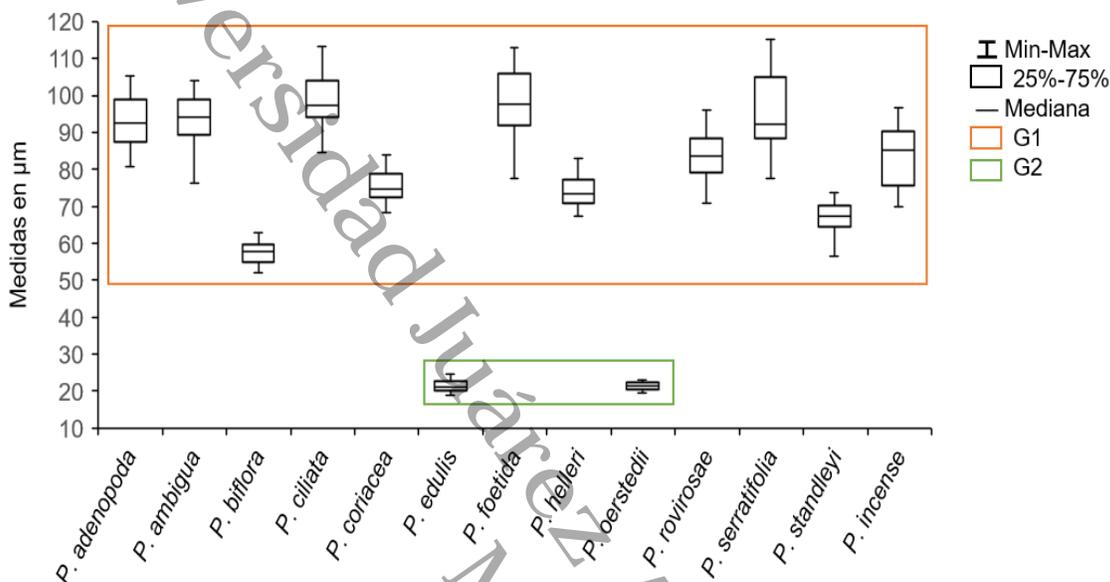
La gráfica muestra la distribución de las medidas de longitud polar entre las especies del género *Passiflora* L. en dos grupos; G1 tamaños muy grandes y G2 tamaños pequeños.

Para la longitud ecuatorial se tomó de igual manera la longitud mayor (Gráfica 2). Se observa que la especie *P. serratifolia* presentó el mayor tamaño con 115.2 µm con una media y desviación estándar de 95.49 ± 9.8 , mientras que la especie *P. oerstedii* con 25 µm y 21.4 ± 1.19 de media y desviación estándar.



Gráfica 2

Medidas de longitud ecuatorial para el género *Passiflora* L.



La gráfica muestra la distribución de las medidas de longitud ecuatorial del género *Passiflora* L. en dos grupos; G1 tamaños muy grandes y G2 tamaños pequeños.

Número y tipo de aberturas

Se encontraron diferentes tipos de aberturas en las especies estudiadas, aberturas del tipo simples; 6-colpado (*P. ambigua*, *P. ciliata*, *P. coriacea*, *P. edulis*, *P. foetida*, *P. oerstedii*, *P. serratifolia*), 12-colpado (*P. adenopoda*) y *P. incense* que va desde 6-(8-10) colpos. De igual manera se encontraron granos de polen con aberturas compuestas; *P. rovirosae* presentó aberturas 6-colporados, con endoaberturas lalongadas, *P. biflora* 12-colporados con endoaberturas lalongadas, *P. helleri* 12-colporados con endoaberturas lalongadas y *P. standleyi* con 12-colporados y endoaberturas lalongadas (Anexo 2).

Opérculo

Otro carácter palinológico fueron los opérculos, pontopérculos y pseudopérculos. *P. coriacea* mostro 6-opérculos que cubren a las aberturas; *P. biflora* y *P. rovirosae* 6-



opérculos y 3-pontopérculos; *P. adenopoda*, *P. helleri* y *P. standleyi* 6-opérculos, 3-pontopérculos y 3-pseudopérculos; *P. ambigua*, *P. edulis* y *P. oerstedii* 3-pontopérculos y 3-pseudopérculos; *P. ciliata*, *P. foetida* y *P. serratifolia* 3-pontopérculo. Existiendo diferencias entre el híbrido *P. incense* que presentó desde granos con 3-pontopérculos y 3-pseudopérculos a 4(5) pseudopérculos.

Exina y ornamentación.

Se encontró exina reticulada, heterobrocada en todas las especies, excepto en *P. rovirosae* que presentó exina microrreticulada en el área del apocolpo. En las especies *P. adenopoda*, *P. ambigua*, *P. ciliata*, *P. coriacea*, *P. edulis*, *P. foetida*, *P. oerstedii*, *P. serratifolia* y *P. incense* se observaron muros sinuosos. Por otro lado, las especies *P. biflora*, *P. helleri*, *P. rovirosae* y *P. standleyi* presentaron muros rectos.

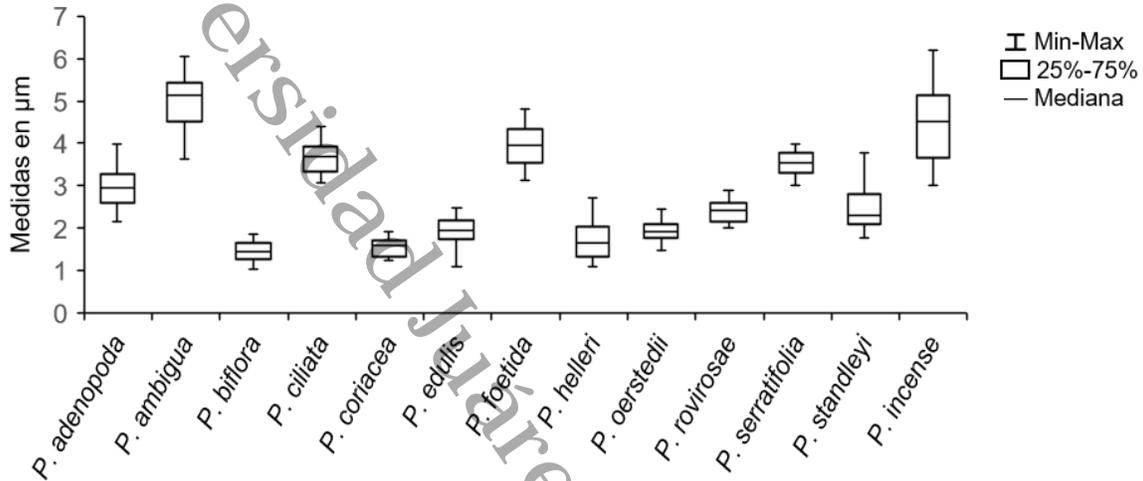
Algunas especies *P. adenopoda*, *P. ambigua*, *P. ciliata*, *P. edulis*, *P. foetida*, *P. oerstedii*, *P. rovirosae*, *P. serratifolia* y *P. incense* mostraron gránulos adheridos dentro del lumen.

Respecto al grosor de la exina va desde una exina delgada a gruesa (Gráfica 3). El híbrido *P. incense* presentó medidas de mayor grosor con $6.21 \mu\text{m}$, una media y desviación estándar de 4.48 ± 0.88 , mientras que la especie *P. biflora* presentó la exina de menor grosor con $1.87 \mu\text{m}$ con una media y desviación estándar de 1.44 ± 0.23 . Se observa que entre las especies se presenta un amplio rango de variabilidad.



Gráfica 3

Medida de longitud de la exina para el género *Passiflora* L.



La gráfica muestra las medidas de longitud de la exina para el género *Passiflora* L. del Estado de Tabasco.



Descripción de los granos de polen del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Passiflora adenopoda DC.

Clase de polen: Monada, stephanocolpado, isopolar, radiosimétrico.

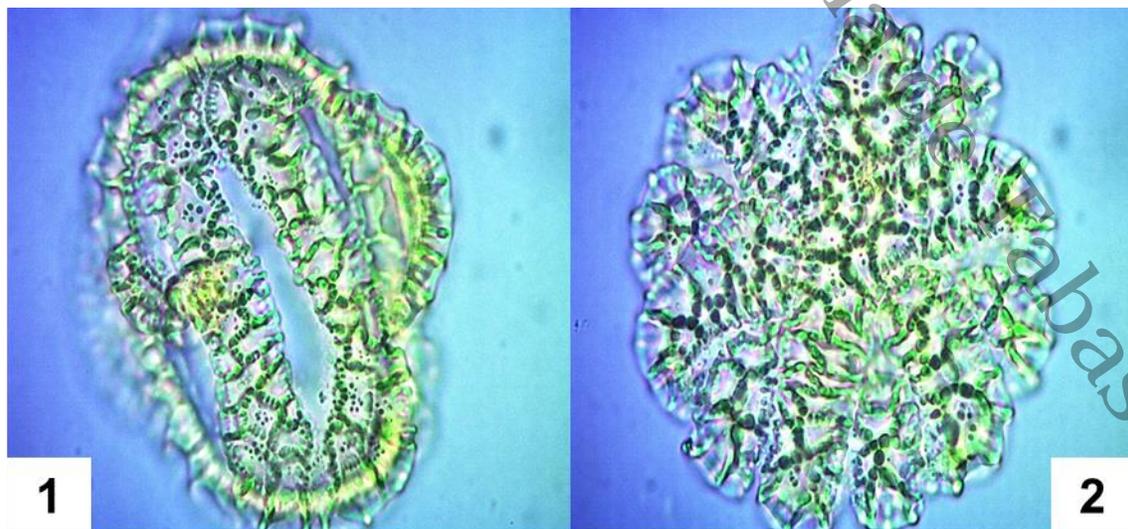
Relación P/E: 1.09/1.04 μm .

Forma: Prolado esferoidal. Tamaño: Muy grande. Aberturas: Simples 12-colpado, presencia de 3-pontopérculo, 3-pseudopérculo y 6-opérculos. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Subprolado en vista ecuatorial y lobado a circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 106.43 ± 11.30 ; E = 94.16 ± 10.73 , diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 115.82 ± 12.49 ; LA = 37.57 ± 7.41 ; IAP = 0.32; GE = 2.94 ± 0.47 ; DEL = 8.66 ± 1.62 ; AM = 2.46 ± 0.33 ; Ectoabertura: longitud = 79.32 ± 11.17 ; diámetro = 18.22 ± 3.33 .

Lámina 1

Granos de polen de Passiflora adenopoda DC. 1) vista ecuatorial del grano de polen, forma prolado esferoidal y aberturas en forma de colpo con pseudopérculos. 2) vista polar donde se aprecia las estructuras del apocolpo y pontopérculo.





***Passiflora ambigua* Hemsl.**

Clase de polen: Monada, hexacolpado, isopolar, radiosimétrico.

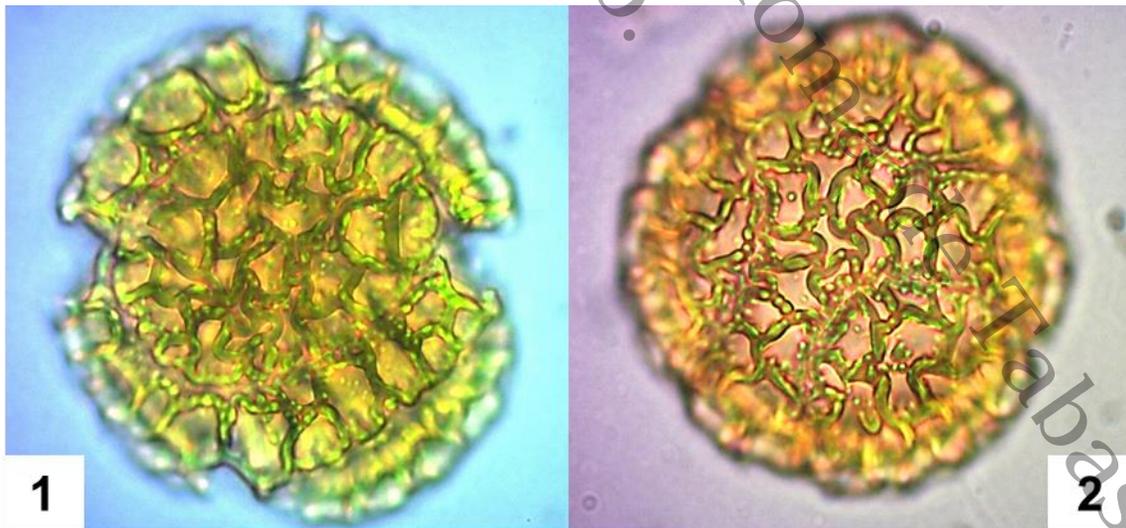
Relación P/E: 1.01/1.02 μm .

Forma: Prolado esferoidal. Tamaño: Muy grande. Aberturas: Simples 6-colpado, presencia de 3-pontopérculo y 3-pseudopérculo, colpos con extremidades fusionadas en pares en la región del apocolpo. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Suboblado en vista ecuatorial y circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 92.18 ± 9.27 ; E = 93.80 ± 7.86 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 95.59 ± 5.10 ; LA = 31.06 ± 4.19 ; IAP = 0.32; GE = 4.94 ± 0.74 ; DEL = 10.89 ± 2.16 ; AM = 3.19 ± 0.48 ; Ectoabertura: longitud = 67.93 ± 5.68 ; diámetro = 57.77 ± 4.07 .

Lámina 2

Granos de polen de Passiflora ambigua Hemsl. 1) vista ecuatorial del grano de polen, abertura con pseudopérculo y lúmenes grandes. 2) vista polar, aberturas fusionadas en la región del apocolpo y muros sinuosos.





***Passiflora biflora* Lam.**

Clase de polen: Monada, stephanocolporado, isopolar, radiosimétrico.

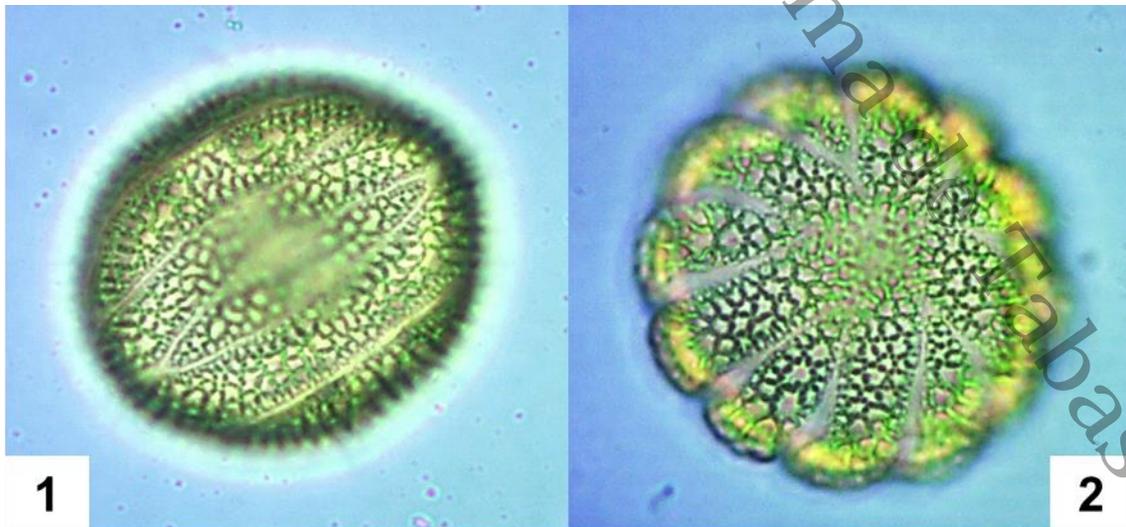
Relación P/E: 1.17/1.10 μm .

Forma: Subprolado a prolado esferoidal. Tamaño: Grande. Aberturas: Compuestas 12-colporado. Ectoaberturas de tipo colpo con extremidades fusionadas en pares en la región del apocolpo, endoaberturas poros lalongados. Presencia de 3-mesocolpo, 3-pontopérculo y 6-opérculos. Exina: Intectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros rectos. Posición: Subprolado en vista ecuatorial y lobado a circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 64.95 ± 2.18 ; E = 57.49 ± 2.9 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 69.83 ± 5.34 ; LA = 19.45 ± 2.46 ; IAP = 0.27; GE = 1.44 ± 0.23 ; DEL = 2.4 ± 0.44 ; AM = 1.10 ± 0.17 ; Ectoabertura: longitud = 60.76 ± 4.76 ; diámetro = 10.52 ± 1.21 ; Endoabertura: longitud = 12 ± 1.03 ; diámetro = 11.11 ± 1.77 .

Lámina 3

Granos de polen de Passiflora biflora Lam. 1) vista ecuatorial del grano de polen, aberturas compuestas lalongadas y vista del opérculo. 2) vista polar, aberturas fusionadas en la región del apocolpo.





***Passiflora ciliata* Aiton.**

Clase de polen: Monada, hexacolpado, isopolar, radiosimétrico.

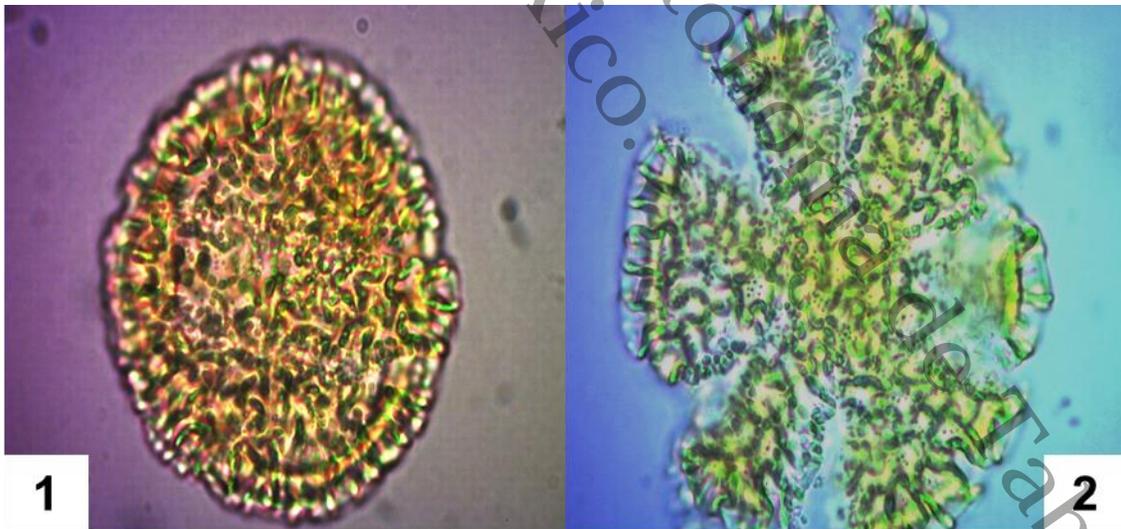
Relación P/E: 1.01/1 μm .

Forma: Prolado esferoidal a esferoidal. Tamaño: Muy grande. Aberturas: Simple 6-colpado, presencia de 3-pontopérculo y 3-mesocolpo. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Circular en vista ecuatorial y lobada a circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 99.56 ± 6.64 ; E = 99.20 ± 7.02 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 115.58 ± 8.43 ; LA = 22.99 ± 3.73 ; IAP = 0.19; GE = 3.69 ± 0.41 ; DEL = 9.76 ± 2.47 ; AM = 2.27 ± 0.38 ; Ectoabertura: longitud = 70.27 ± 5.75 ; diámetro = 48.6 ± 4.86 .

Lámina 4

Granos de polen de Passiflora ciliata Aiton. 1) vista ecuatorial, exina reticulada y muros sinuosos. 2) vista polar, detalle del pontopérculo y mesocolpo.





***Passiflora coriacea* Juss.**

Clase de polen: Monada, hexacolpado, isopolar, radiosimétrico.

Relación P/E: 1.25/1.19 μm .

Forma: Subprolado. Tamaño: Muy grande. Aberturas: Simples 6-colpado, presencia de 6-mesocolpos y 6-opérculos. Exina: Tectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos. Posición: Subprolado a prolado en vista ecuatorial y lobado a circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 100.10 ± 4.74 ; E = 75.98 ± 4.91 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 104.72 ± 9.65 ; LA = 31.13 ± 4.71 ; IAP = 0.29; GE = 1.54 ± 0.21 ; DEL = 3.25 ± 0.62 ; AM = 1.30 ± 0.22 ; Ectoabertura: longitud = 66.45 ± 8.44 ; diámetro = 18.01 ± 2.43 .

Lámina 5

Granos de polen de *Passiflora coriacea* Juss. 1) vista ecuatorial, detalle de los colpos y ornamentación. 2) vista polar, detalle del mesocolpo y los opérculos.





***Passiflora edulis* Sims.**

Clase de polen: Monada, hexacolpado, isopolar, radiosimétrico.

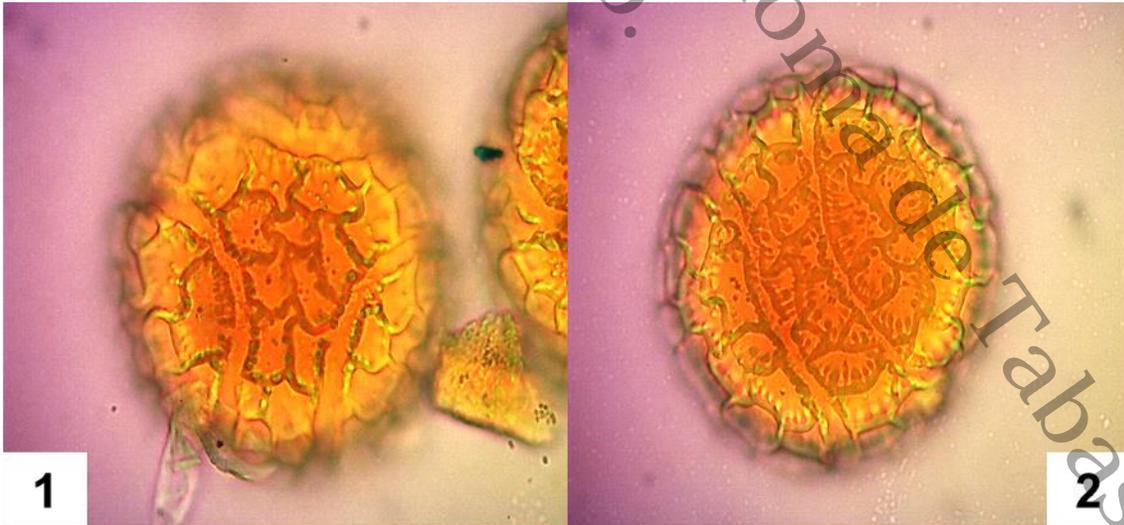
Relación P/E: 1.02/1.04 μm

Forma: Prolado esferoidal. Tamaño: Pequeño a mediano. Aberturas: Simples 6-colpado, presencia de 3-pontopérculo, 3-pseudopérculo, colpos con extremidades fusionadas en pares en la región del apocolpo. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: circular en vista ecuatorial y circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 21.35 ± 1.55 ; E = 21.20 ± 1.45 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 21.94 ± 1.20 ; LA = 5.72 ± 0.88 ; IAP = 0.26; GE = 1.93 ± 0.30 ; DEL = 2.4 ± 0.55 ; AM = 0.61 ± 0.15 ; Ectoabertura: longitud = 16.19 ± 1.58 ; diámetro = 1.38 ± 0.41 .

Lámina 6

Granos de polen de Passiflora edulis Sims. 1) vista polar, aberturas fusionadas en la región del apocolpo y detalle del pontopérculo. 2) vista ecuatorial, detalle del pseudopérculo y gránulos en el lumen.





***Passiflora foetida* L.**

Clase de polen: Monada, hexacolpado, isopolar, radiosimétrico.

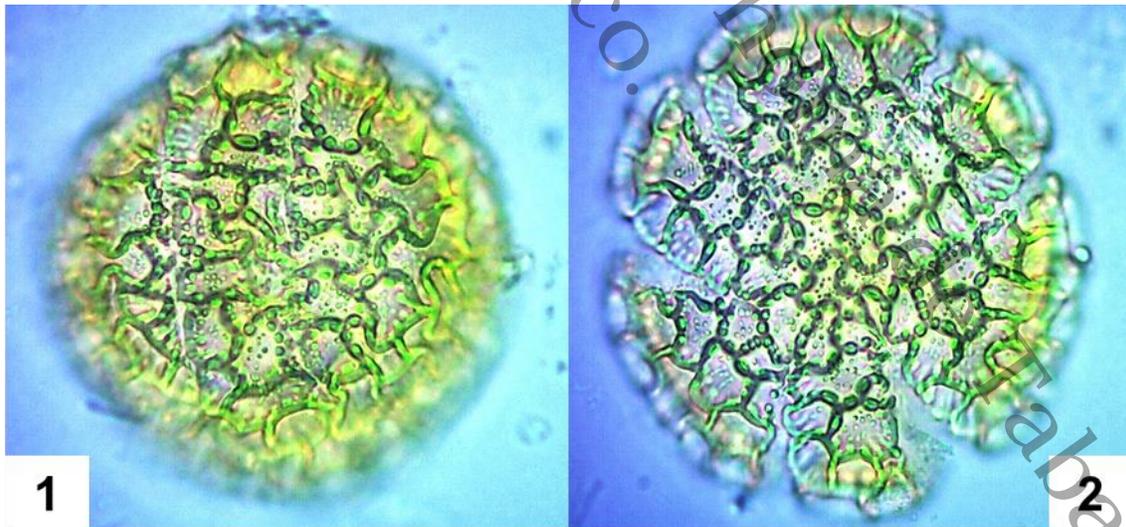
Relación P/E: 1.10/1.00 μm

Forma: Prolado esferoidal. Tamaño: Muy grande. Aberturas: Simples 6-colpado, presencia de 3-pontopérculo y 3-mesocolpo. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Circular en vista ecuatorial y circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 96.12 ± 8.24 ; E = 98 ± 8.79 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP 108.82 ± 12.08 ; LA = 27.24 ± 3.85 ; IAP = 0.25; GE = 3.95 ± 0.49 ; DEL = 13.05 ± 2.73 ; AM = 2.64 ± 0.39 ; Ectoabertura: longitud = 72.01 ± 6.9 ; diámetro = 45.34 ± 5.88 .

Lámina 7

Granos de polen de Passiflora foetida L. 1) vista ecuatorial, lumen grande, muros sinuosos. 2) vista polar, forma circular en corte óptico polar, detalle de los gránulos en el lumen.





***Passiflora helleri* Peyr.**

Clase de polen: Monada, stephanocolporado, isopolar, radiosimétrico.

Relación P/E: 1.05/1.09 μm

Forma: Prolado esferoidal. Tamaño: Grande. Aberturas: Compuestas 12-colporado. Ectoaberturas de tipo colpo, endoaberturas poros lolongados. Presencia de 3-pontopérculo, 3-pseudopérculo y 6-opérculos. Exina: Intectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros rectos. Posición: Suboblado a subprolado en vista ecuatorial y lobada a circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 79.71 ± 4.95 ; E = 74.13 ± 3.70 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 82.80 ± 4.85 ; LA = 13.71 ± 2.68 ; IAP = 0.16; GE = 1.76 ± 0.52 ; DEL = 2.88 ± 0.69 ; AM = 1.12 ± 0.21 ; Ectoabertura: longitud = 59.24 ± 5.93 ; diámetro = 10.46 ± 2.19 ; Endoabertura: longitud = 11.96 ± 1.86 ; diámetro = 10.63 ± 1.49 .

Lámina 8

Granos de polen de *Passiflora helleri* Peyr. 1) vista ecuatorial, detalle de las aberturas compuestas, abertura lolongada. 2) vista polar, lumen pequeño, muros rectos.





***Passiflora oerstedii* Mast.**

Clase de polen: Monada, hexanocolpado, isopolar, radiosimétrico.

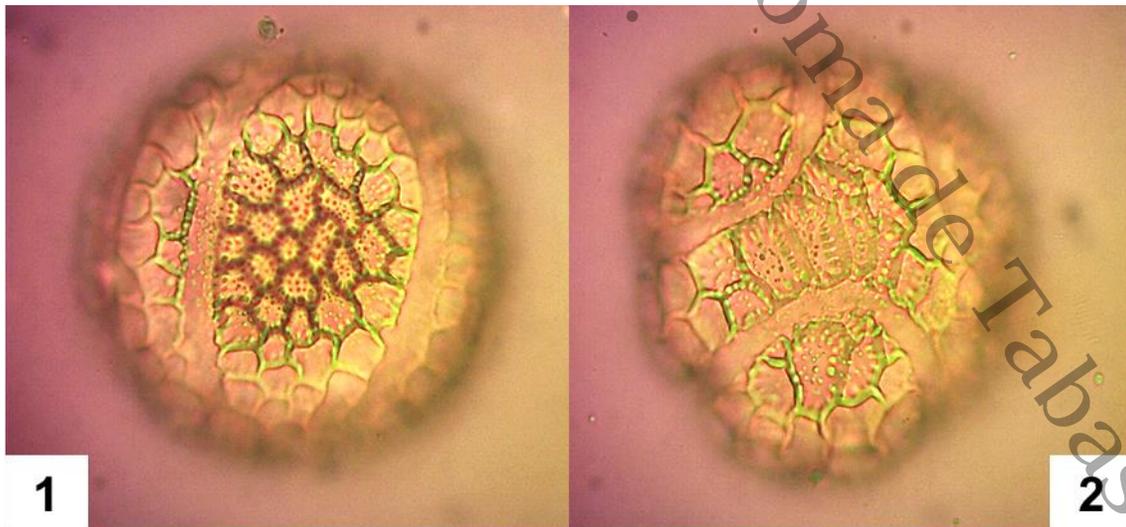
Relación P/E: 1/0.94 μm

Forma: Esferoidal a oblado esferoidal. Tamaño: Pequeño. Aberturas: Simples 6-colpado, presencia de 3-pontopérculos, 3-pseudopérculo, colpos con extremidades fusionadas en pares en la región del apocolpo. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Circular a suboblado en vista ecuatorial y subtriangular a circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 21.78 ± 1.11 ; E = 21.4 ± 1.19 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 21.72 ± 1.08 ; LA = 6.2 ± 1.12 ; IAP = 0.28; GE = 1.9 ± 0.27 ; DEL = 2.5 ± 0.40 , ancho de muros (AM) 0.69 ± 0.12 , ectoabertura; longitud 14.35 ± 1.14 , diámetro 1.56 ± 0.43 .

Lámina 9

Granos de polen de Passiflora oerstedii Mast. 1) vista ecuatorial, pseudopérculo con gránulos en el lumen. 2) vista polar, colpos fusionados en el área del apocolpo.





***Passiflora rovirosae* Killip.**

Clase de polen: Monada, hexacolporado, isopolar, radiosimétrico.

Relación P/E: 1.05/1.13 μm

Forma: Prolado esferoidal. Tamaño: Muy grande. Aberturas: 6-colporado. Ectoaberturas de tipo colpo, endoaberturas lalongadas. Presencia de 3-mesocolpo, 3-pontopérculo y 6-opérculos. Exina: Intectada. Ornamentación: Reticulada, hetebrocada, microrreticulada en el área del apocolpo, muros rectos, con pocos gránulos dentro del lumen. Posición: Suboblado a subprolado en vista ecuatorial y circular a lobado en vista polar.

Medidas (μm): P = 92.95 ± 7.16 ; E = 83.56 ± 6.07 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP 88.76 ± 7.20 ; LA = 30.95 ± 5.91 ; IAP = 0.34; GE = 2.39 ± 0.27 ; DEL = 4.69 ± 1.04 ; AM = 1.45 ± 0.34 ; Ectoabertura: longitud = 60.01 ± 3.84 ; diámetro = 9.44 ± 1.31 ; Endoabertura: longitud = 15.05 ± 2.04 ; diámetro = 12.38 ± 1.83 .

Lámina 10

Granos de polen de Passiflora rovirosae Killip. 1) vista polar, forma prolado esferoidal y detalle de las aberturas compuestas lalongadas. 2) vista polar, detalle de la ornamentación microrreticulada en el área del apocolpo y lumen pequeño.





***Passiflora serratifolia* L.**

Clase de polen: Monada, hexanocolpado, isopolar, radiosimétrico.

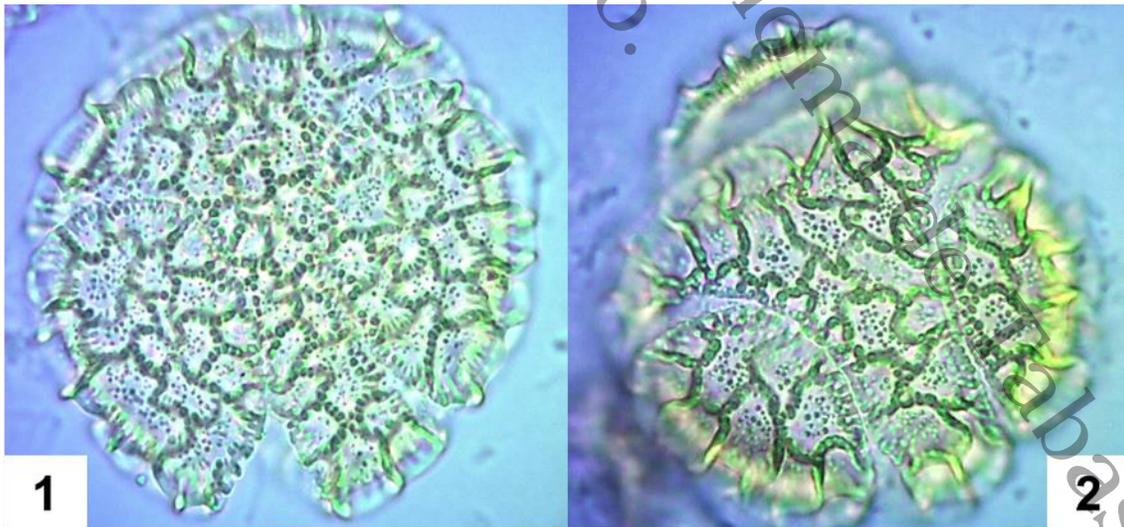
Relación P/E: 0.95/0.95 μm

Forma: Oblado esferoidal. Tamaño: Muy grande. Aberturas: Simples 6-colpado, presencia de 3-mesocolpos, 3-pontopérculos. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocado, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Circular en vista ecuatorial y circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 90.29 ± 10 ; E = 95.49 ± 9.81 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 99.77 ± 8.83 ; LA = 37 ± 4.14 ; IAP = 0.37; GE = 3.52 ± 0.28 ; DEL = 10.89 ± 2.3 ; AM = 2.51 ± 0.48 ; Ectoabertura: longitud = 70.24 ± 5.52 ; diámetro = 60.31 ± 6.75 .

Lámina 11

Granos de polen de Passiflora serratifolia L. 1) vista ecuatorial, detalle del pontopérculo y lumen grande. 2) vista polar, detalle del mesocolpo y gránulos dentro del lumen.





***Passiflora standleyi* Killip.**

Clase de polen: Monada, stephanocolporado, isopolar, radiosimétrico.

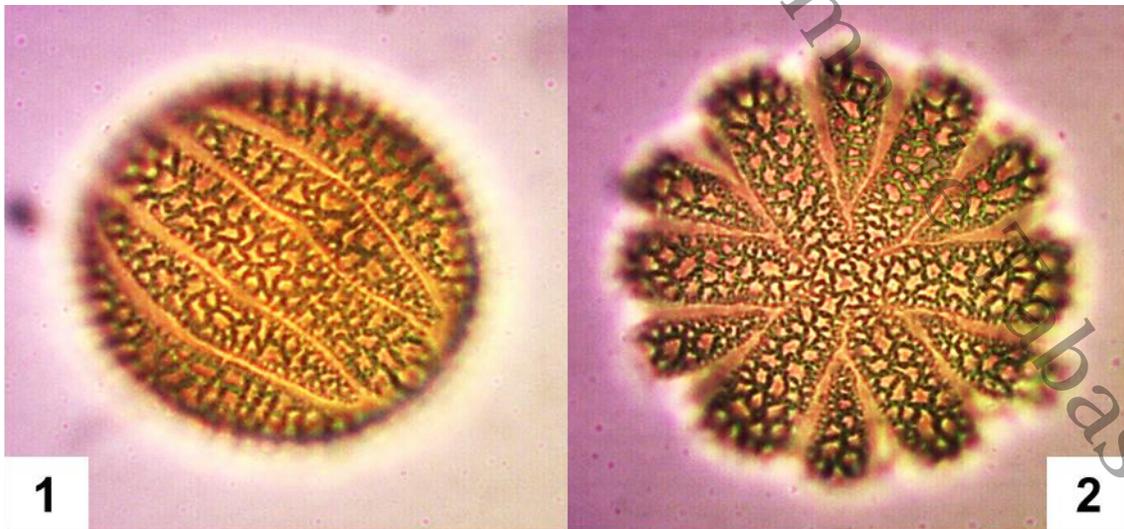
Relación P/E: 1.01/0.97 μm .

Forma: Esferoidal a oblado-esferoidal. Tamaño: Grande. Aberturas: Compuesta 12-colporado. Ectoaberturas de tipo colpos con extremidades fusionadas en pares en la región del apocolpo, endoaberturas lalongadas. Presencia de 3-pontopérculo, 3-pseudopérculo y 6 opérculos. Exina: Intectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros rectos. Posición: Circular a levemente suboblado en vista ecuatorial y circular a lobado en vista polar.

Medidas (μm): P = 66.77 ± 3.83 ; E = 67.08 ± 3.93 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP = 69.38 ± 6.21 ; LA = 10.22 ± 1.47 ; IAP = 0.14; GE = 2.44 ± 0.53 ; DEL = 3.21 ± 0.80 ; AM = 1.47 ± 0.32 ; Ectoabertura: longitud = 55.16 ± 4.60 ; diámetro = 10.36 ± 1.36 ; Endoabertura: longitud = 9.16 ± 1.30 ; diámetro = 13.32 ± 1.80 .

Lámina 12

Granos de polen de Passiflora standleyi Killip. 1) vista ecuatorial, detalle de los opérculos en las aberturas y lumen pequeño. 2) vista polar, detalle de las estructuras pseudopérculo, pontopérculo y opérculo.





***Passiflora incense* (híbrido de *P. incarnata* x *P. cincinnata*)**

Clase de polen: Monada, stephanocolpado, isopolar e apolar, radiosimétrico e asimétrico.

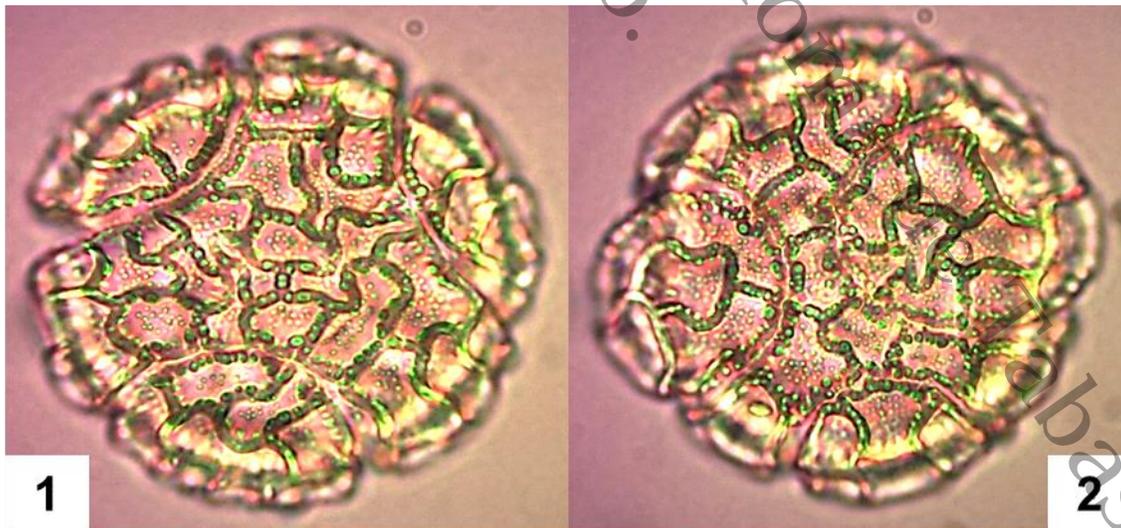
Relación P/E: 0.88/0.98 μm

Forma: Oblado esferoidal. Tamaño: Grande. Aberturas: 6-colpado, presencia de 3-pontopérculo, 3-pseudopérculo, 8-(10) colpos, pantocolpado, mesocolpo, presencia de 4-(5) pseudopérculo, colpos fusionados en pares. Exina: Semitectada. Ornamentación: Reticulada, heterobrocada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen. Posición: Suboblado en vista ecuatorial y circular en vista polar.

Medidas (μm): P = 83.15 ± 9.10 ; E = 83.77 ± 7.81 ; diámetro ecuatorial en vista polar DEP 84.89 ± 7.52 ; LA = 31.9; IAP = 0.38; GE = 4.48 ± 0.88 ; DEL = 11.11 ± 1.96 ; AM = 3.08 ± 0.54 ; Ectoabertura: longitud = 51.99 ± 5.29 ; diámetro = 44.17 ± 4.92 .

Lámina 13

Granos de polen de Passiflora incense (híbrido de P. incarnata x P. cincinnata). 1) vista polar, detalle de las estructuras pontopérculo y pseudopérculo. 2) vista ecuatorial, detalle del mesocolpo y pseudopérculo.





Claves dicotómicas

Clave dicotómica basada en caracteres del grano de polen para las especies del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco, México.

1a Granos de polen colporados, exina intactada..... 2

2a Granos de polen 6 colporados, con presencia de algunos gránulos en el lumen, ausencia de colpos fusionados en el área del apocolpo..... ***P. rovirosae***

2b Granos de polen 12 colporados, ausencia de gránulos en el lumen, colpos fusionados en el área del apocolpo..... 3

3a Endoabertura lalongada, ausencia de mesocolpo..... ***P. standleyi***

3b Endoabertura lalongada, presencia de mesocolpo..... 4

4a Granos de polen con 3 mesocolpos, ausencia de pseudopérculos, colpos fusionados en el área del apocolpo..... ***P. biflora***

4b Granos de polen sin mesocolpo, presencia de 3 pseudopérculos, ausencia de colpos fusionados en el área del apocolpo..... ***P. helleri***

1b Granos de polen colporados, exina semitectada..... 5

5a Granos de polen 12 colpados..... 6

6a Granos de polen con 6 opérculos, 12 colpado, ausencia de colpos fusionados en el área del apocolpo..... ***P. adenopoda***

6b Granos de polen sin opérculos, 6 (8-10) colpado, colpos fusionados en el área del apocolpo..... ***P. incense***



5b Granos de polen 6 colpados.....	7
7a Granos con mesocolpos, ausencia de colpos fusionados en el área del apocolpo.....	8
8a Lumen sin gránulos en el interior, con 6 mesocolpos, exina tectada.....	<i>P. coriacea</i>
8b Lumen con gránulos en el interior, con 3 mesocolpos, exina semitectada.....	9
9a Granos de polen en vista polar lobada a circular, ancho de muros $\leq 2.27 \mu\text{m}$	<i>P. ciliata</i>
9b Granos de polen en vista polar circular, ancho de muros $\geq 2.51 \mu\text{m}$	10
10a Granos de polen prolado esferoidal.....	<i>P. foetida</i>
10b Granos de polen oblado esferoidal.....	<i>P. serratifolia</i>
7b Granos sin mesocolpo, colpos fusionados en el área del apocolpo.....	11
11a Granos de polen esferoidal, longitud del colpo $\leq 14.35 \mu\text{m}$	<i>P. oerstedii</i>
11b Granos de polen prolado esferoidal, longitud del colpo $\geq 16.19 \mu\text{m}$	12
12a Diámetro polar $19.25-25.32 \mu\text{m}$	<i>P. edulis</i>



12b Diámetro polar 77.72-118.27
µm..... *P. ambigua*

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.



VII. DISCUSIÓN

El género *Passiflora* L. (Passifloraceae) tiene variaciones morfológicas que ayudan en la diferenciación y establecimiento entre las diferentes especies, por lo que resulta interesante considerar estos caracteres (tamaño, aberturas, exina y ornamentación) como evidencia importante para la delimitación de los linajes filogenéticos de las especies (Fazal *et al.*, 2013, Amorin *et al.* 2014). En el caso de las especies analizadas en este trabajo, presentaron algunas diferencias, las más evidentes son las referentes a caracteres de forma, tipo de abertura y la presencia o ausencia de elementos ornamentales. Por el contrario, con los caracteres de polaridad y simetría los cuales no muestran variabilidad en las 13 especies, siendo isopolares y radiosimétricos.

Passiflora L.

La forma en los granos confiere en las pasifloras un carácter palinológico que puede ayudar en la clasificación taxonómica de este grupo. En este estudio el tipo de forma más abundante entre las 13 especies fue prolado esferoidal. Mezzonato *et al.* (2015) y Soares *et al.* (2017) describen al género *Passiflora* L. con formas prolado a oblado esferoidal siendo ésta la forma más establecida para los granos de polen que ellos estudiaron. Evidenciando que esta variabilidad se ha observado en otros estudios y estas suelen ser resultado de procesos naturales o artificiales a los que son sometidas las especies. Un ejemplo sería las especies sometidas a selección artificial (*P. edulis*, *P. foetida*, *P. serratifolia*, *P. standleyi*) las cuales al ser especies de uso ornamental o comercial son sometidas a esta selección. Por lo tanto, la forma sería un carácter taxonómico que se tiene que tomar con precaución al momento de delimitar a las especies.

En cuanto al tamaño en los granos de polen para el género *Passiflora* L. se encuentra en dos rangos de medidas muy grandes (*P. adenopoda*, *P. ambigua*, *P. ciliata*, *P. coriacea*, *P. foetida*, *P. rovirosae*, *P. serratifolia*) con tendencia a tamaños grandes (*P. biflora*, *P. helleri*, *P. standleyi*) y, el de las especies que presentaron tamaños pequeños (*P. edulis*, *P. oerstedii*). El tamaño es un carácter taxonómico



importante debido a que permanece constante dentro de la misma especie. Aunque puede variar considerablemente debido al tratamiento previo que los granos sufran durante la preparación de las muestras. Sáenz Laín (2004) destaca que las plantas cultivadas suelen presentar tamaños mayores que las mismas especies en estado silvestre. Sin embargo, en este estudio las especies examinadas son de origen silvestre, lo que indicaría que las variaciones están relacionadas a tratamientos previos donde el grano sufrió cambios en el balance osmótico del protoplasma.

Los 13 taxones del género *Passiflora* L. descritos en este estudio pueden separarse en dos grupos según el tipo de abertura. El grupo con abertura colpada que abarca a la mayoría de las especies 6-colpada (*P. ambigua*, *P. ciliata*, *P. coriacea*, *P. edulis*, *P. foetida*, *P. oerstedii*, y *P. serratifolia*), 12-colpados (*P. adenopoda*) y *P. incense* 6 (8-10) colpada; siete especies pertenecientes al subgénero *Passiflora* y dos al subgénero *Decaloba*. El otro grupo está formado por especies 12-colporados (*P. biflora*, *P. helleri*, *P. standleyi*) y *P. rovirosae* con 6-colporado; todas pertenecientes al subgénero *Decaloba*. Demostrando la diversidad de aberturas dentro del género.

Barrios *et al.* (2005) describe a *P. coriacea* y *P. foetida* con aberturas 6-colporados; Marín-Tangarife *et al.* (2011) en cambio describe a *P. coriacea* con aberturas 6-12 colporados. En este estudio, estas especies se describen con aberturas 6-colpados difiriendo con los autores anteriores. Estas diferencias en el tipo de abertura están relacionadas al tipo de descripción que realiza el investigador, desde hacer descripciones grupales donde se describan caracteres representativos de manera general. De igual manera la terminología es parte fundamental al describir, debido que al referirse a las aberturas existe un conflicto con la definición de las estructuras utilizada por varios autores, los cuales se encuentran difundidos en la literatura y la dificultad al observar dichas estructuras mediante microscopía óptica y electrónica. Por lo que explicaría las diferencias con otros estudios realizados con respecto al tipo de abertura en el grano de polen.

Dettke y Santos (2009) describieron las aberturas en los granos de polen para el género *Passiflora* L., encontrando porciones derivadas de la exina que forman parte



de las aberturas o se fueron incorporando al grano de polen para delimitar nuevas aberturas. Estas recibieron el nombre de opérculos, pseudopérculos o pontopérculo. Este carácter permitió separar a las especies en aquellas que presentaron opérculos (*P. adenopoda*, *P. biflora*, *P. coriácea*, *P. helleri*, *P. rovirosae* y *P. standleyi*) de las especies que no. Como también de aquellas que presentaron pseudopérculos (*P. ambigua*, *P. edulis* y *P. oerstedii*). Haciendo de estos caracteres, un atributo del género, el cual permitirá comprender más la morfología del grano.

Entre las especies de este estudio la exina presentó una ornamentación reticulada, heterobrocada con grandes lúmenes. *P. rovirosae* mostró una ornamentación microrreticulada en el área del apocolpo y pocos gránulos en el lumen. En cuanto a las medidas de grosor *Passiflora* L. reportó exinas de menor grosor *P. biflora* con 1.87 μm y *P. incense* de mayor grosor con 6.21 μm .

La clave dicotómica elaborada en este estudio permitió separar a las especies en función de la morfología de los granos de polen, aunque algunos atributos fueron encontrados más de una vez. Sin embargo, se identificaron patrones morfopolínicos (forma, aberturas y ornamentación de la exina) que contribuyen en la taxonomía del género. Algunos caracteres polínicos basados en la ausencia o presencia de gránulos dentro del lumen o sinuosidad de los muros son atributos palinotaxonómicos que ayudarían a la delimitación de las especies, pero debido al tamaño de estos caracteres, son necesarios más estudios a mayor detalle, de manera que así, permitan ser de utilidad para separar a las especies que pertenecen al género *Passiflora* L.

Las especies *P. ambigua* y *P. rovirosae* son descritas palinológicamente por primera vez. El polen de *Passiflora ambigua* se describe como isopolar, de tamaño muy grande, con aberturas simples 6-colpado, colpos fusionados en pares en la región de apocolpo, exina semitectada, muros sinuosos, con gránulos dentro del lumen y, el polen de *Passiflora rovirosae* con aberturas compuestas 6-colporado, lolongadas, exina intectada, con ornamentación microrreticulada en el área del apocolpo, muros



rectos y pocos gránulos dentro del lumen. Ambas especies presentan caracteres diferentes que ayudan a caracterizar su delimitación dentro del género.

Passiflora incense (híbrido de *P. incarnata* x *P. cincinnata*) es reportado por primera vez en el estado de Tabasco y descrito palinológicamente de igual manera. Al ser un híbrido este presentó una morfología muy variada en la cual se encontraron características de las dos especies hibridizadas *P. incarnata* y *P. cincinnata*; de manera que el polen de *P. incense* se describe en este estudio como un grano isopolar, de forma oblado esferoidal, de tamaño grande, con aberturas 6-(8-10) colpadas, colpos fusionados en pares, ornamentación reticulada, muros sinuosos y con gránulos dentro de lumen. Observando caracteres de forma oblado esferoidal y aberturas pantocolpadas en la mayoría de los granos, las cuales son descritas para la especie *P. cincinnata* una de las especies que forman a este híbrido. Ramírez Benavides (2006) menciona que los híbridos son poco comunes pero debido al grupo de polinizadores algunas especies suelen hibridarse de manera natural, aunque la mayoría son obtenidos de manera manual con el fin de obtener plantas con mejor calidad comercial que brinden capacidades adaptativas en las especies.

Existen varios métodos para la observación de los granos de polen, en este estudio se utilizó el método acetolítico propuesto por Erdtman (1952) la cual es la técnica más usada para obtener muestras limpias y de este modo se pueden apreciar con mayor definición la morfología de los granos de polen, lo que permite una descripción con mayor precisión.

Para este estudio, el método se modificó ligeramente, la proporción de la solución acetolítica propuesta por Erdtman es de 1 ml de ácido sulfúrico y 9 ml de anhídrido acético, pero en este caso se observó una corrosión del ácido sulfúrico el cual dañaba las estructuras del grano de polen al grado de destruir caracteres importantes de la exina, de manera que en este estudio se cambió la proporción a 1:14. Obteniendo buenos resultados de esta modificación, permitiendo observar a los granos de polen con más definición, sin materia orgánica que ensuciase la muestra y sin que estos colapsaran por la corrosión de la solución.



VIII. CONCLUSIÓN

El presente estudio representa la primera revisión palinológica del género *Passiflora* L. en Tabasco, con descripciones detalladas para las especies y descripciones morfológicas nuevas para las especies *P. ambigua* y *P. rovirosae*. Se reporta por primera vez el híbrido *P. incense* para Tabasco como de igual manera su descripción palinológica.

Passiflora L. es un género euripalino desde el punto de vista polínico debido a las variaciones que presentó. Entre los caracteres más variables se encuentra el tipo de forma, en el cual se describen siete tipos diferentes entre los 13 taxones, siendo la más representativa la forma prolado esferoidal en seis de sus especies.

Nueve, de las 13 especies analizadas presentan granos de polen con aberturas colpadas y cuatro especies colporadas, dentro de esta característica la fusión de los colpos en el apocolpo de igual manera fue una variable delimitante entre las especies. Las aberturas se encuentran delimitadas por porciones derivadas de la exina que ayudan a caracterizar a los granos de polen. Especies como *P. adenopoda*, *P. biflora*, *P. coriacea*, *P. helleri*, *P. rovirosae* y *P. standleyi* presentaron opérculos en las aberturas y *P. ambigua*, *P. edulis* y *P. oerstedii* pseudopérculos, haciendo de estos caracteres una variable entre las especies, donde ambas características fueron observadas en la misma especie o con algunas de ellas ausentes.

Ocho de las especies del género *Passiflora* L. presentan una exina semitectada, mientras que especies como *P. biflora*, *P. helleri*, *P. rovirosae*, *P. standleyi*, una exina intactada y tectada en *P. coriacea*.

El análisis de la morfología polínica puede ser útil en estudios taxonómicos y se podría considerar una herramienta adicional para la botánica. Por lo cual, se generó una clave dicotómica para la identificación específica de los 13 taxones reportados para el estado de Tabasco. Al igual que descripciones detalladas de caracteres



específicos para cada especie, las cuales tienen como objetivo facilitar información necesaria en futuros trabajos palinológicos de este género.

El presente estudio muestra la importancia de la morfología de los granos de polen y su estudio a mayor detalle bajo técnicas que permitan apreciar caracteres que en microscopia óptica no son posible describir y medir. Un claro ejemplo de estos caracteres son la complejidad de los tipos de aberturas, opérculos y ornamentación de la exina, ya que tales atributos han sido registrados en estudios posteriores, pero de manera general y no específicamente; los estudios enfocados en estos caracteres ayudarían a explicar el origen, la filogenia y la taxonomía de las especies que pertenecen al este género.

Los estudios palinológicos son escasos en la descripción de la flora del estado de Tabasco. Este estudio refleja que el análisis de caracteres morfológicos pueden llegar a convertirse en herramientas para aumentar la comprensión de la sistemática del género *Passiflora*.



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IX. ANEXO



Anexo 1

Datos de los ejemplares del género *Passiflora* L. colectados para Tabasco.

Subgénero	Especies	Colector (es)	N. de colecta	Lugar de colecta	fenología (floración)	Herbario
<i>Decaloba</i>						
	<i>P. adenopoda</i>	Ángel A. Martínez R. y Marco A. Hernández V.	26	Tacotalpa	Marzo	UJAT
	<i>P. biflora</i>	N. C. Jiménez P. e I. Pérez H.	496	Tenosique	Marzo, mayo y junio	UJAT
	<i>P. coriacea</i>	N. C. Jiménez P. e I. Pérez H.	502	Tenosique	Febrero, mayo, julio, septiembre, octubre y noviembre	UJAT
		A. Guadarrama, G. Ortiz	674	Cárdenas	Febrero, mayo, julio, septiembre, octubre y noviembre	UJAT
	<i>P. helleri</i>	A. M. Hanan	16437	Teapa	Febrero y marzo	UJAT
		M.A. Guadarrama O., G. Ortiz G., R. Zarate B. & P. Guerrero		Huimanguillo	Febrero y marzo	UJAT
	<i>P. rovirosae</i>	M. A. Magaña	1565	Teapa	Junio	UJAT
	<i>P. standleyi</i>	M. A. Magaña, A. Guadarrama	2218	Centla	Marzo, octubre y noviembre	UJAT
		E. Chávez	82	Centro	Marzo, octubre y noviembre	UJAT
<i>Passiflora</i>						
	<i>P. ambigua</i>	Roberto Pérez M.	6	Teapa	Marzo	UJAT
		Ángel A. Martínez R. y	24	Tacotalpa	Marzo	UJAT



	Marco A. Hernández V.					
<i>P. ciliata</i>	J. I. Calzada	4854	Nacajuca	Agosto, octubre y diciembre	UJAT	
<i>P. edulis</i>	N. C. Jiménez P.	feb-20	Cárdenas	Febrero	UJAT	
<i>P. foetida</i>	J. F. Chávez D.	125	Balancán	Marzo	UJAT	
	A.M. De La Cruz L; P. Diaz J.	88	Balancán	Marzo	UJAT	
<i>P. incense</i>	R. Cobos H.	1	Cárdenas	Octubre	UJAT	
<i>P. oerstedii</i>	J. I. Calzada	1325	Ocosingo, Chiapas	Mayo y diciembre	XAL	
<i>P. serratifolia</i>	M. A. Guadarrama O., G. Ortiz G., G. Gómez V., R. Paris & A. Flores T.	6296	Huimanguillo	Febrero, marzo, abril, mayo, julio, septiembre y octubre	UJAT	
	J.C. Jiménez	4090	Centro	Febrero, marzo, abril, mayo, julio, septiembre y octubre	UJAT	

Anexo 2

Descripción morfológica de las especies del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Subgénero	Especies	Tamaño	Forma	DP/DE	Abertura	Figuras
	<i>P. adenopoda</i>	Muy grande	Prolado esferoidal	1.09/1.04	12 colpado	



<i>P. biflora</i>	Grande	Subprolado a prolado esferoidal	1.17/1.10	12 colporado
<i>P. coriacea</i>	Muy grande	Subprolado	1.25/1.19	6 colpado
<i>P. helleri</i>	Grande	Prolado esferoidal	1.05/1.09	12 colporado
<i>P. rovirosae</i>	Muy grande	Prolado esferoidal	1.05/1.13	6 colporado
<i>P. standleyi</i>	Grande	Esferoidal a oblado esferoidal	1.01/0.97	12 colporado
<i>Passiflora</i>				
<i>P. ambigua</i>	Muy grande	Prolado esferoidal	1.01/1.02	6 colpado
<i>P. ciliata</i>	Muy grande	Prolado esferoidal a esferoidal	1.01/1	6 colpado
<i>P. edulis</i>	Pequeño a mediano	Prolado esferoidal	1.02/1.04	6 colpado
<i>P. foetida</i>	Muy grande	Prolado esferoidal	1.10/1	6 colpado
<i>P. incense</i>	Grande	Oblado esferoidal	0.88/0.98	6- (8-10)-colpado
<i>P. oerstedii</i>	Pequeño	Esferoidal	1/0.94	6 colpado
<i>P. serratifolia</i>	Muy grande	Oblado esferoidal	0.95/0.95	6 colpado

Anexo 3

Medidas morfométricas *P*, *E* del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.



Subgénero	Especies	Diámetro Polar		Diámetro Ecuatorial	
		Rango de valores	$\bar{X} \pm s$	Rango de valores	$\bar{X} \pm s$
Decaloba					
	<i>P. adenopoda</i>	88.82 - 145.48	106.43 ± 11.30	80.87 - 140.52	94.16 ± 10.73
	<i>P. biflora</i>	61.12 - 69.33	64.95 ± 2.18	51.95 - 62.8	57.49 ± 2.91
	<i>P. coriacea</i>	86.03 - 108.59	100.10 ± 4.74	68.34 - 90.5	75.98 ± 4.91
	<i>P. helleri</i>	71.27 - 90.03	79.71 ± 4.95	67.38 - 82.95	74.13 ± 3.70
	<i>P. rovirosae</i>	74.31 - 109.17	92.95 ± 7.16	70.74 - 96.07	83.56 ± 6.07
	<i>P. standleyi</i>	57.43 - 72	66.77 ± 3.83	56.32 - 73.7	67.08 ± 3.93
Passiflora					
	<i>P. ambigua</i>	77.72 - 118.27	92.18 ± 9.27	76.25 - 114.95	93.80 ± 7.86
	<i>P. ciliata</i>	85.68 - 113.34	99.56 ± 6.64	84.61 - 113.41	99.20 ± 7.02
	<i>P. edulis</i>	19.25 - 25.32	21.35 ± 1.55	18.82 - 24.46	21.20 ± 1.45
	<i>P. foetida</i>	85.39 - 112.94	96.12 ± 8.24	77.52 - 113.07	98 ± 8.79
	<i>P. incense</i>	61.78 - 95.2	83.15 ± 9.10	69.98 - 96.67	83.77 ± 7.81



<i>P. oerstedii</i>	19.27 - 23.69	21.78 ± 1.11	19.36 - 25	21.4 ± 1.19
<i>P. serratifolia</i>	73.7 - 110.17	90.29 ± 10	77.52 - 115.2	95.49 ± 9.81

Medidas (en μm) del diámetro polar (P) y diámetro ecuatorial (E) de los granos de polen de las especies del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Anexo 4

Medias de DEVP, LA, IAP del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Subgénero	Especies	DEVP	LA	IAP
<i>Decaloba</i>				
	<i>P. adenopoda</i>	115.82	37.57	0.32
	<i>P. biflora</i>	69.83	19.45	0.27
	<i>P. coriacea</i>	104.72	31.13	0.29
	<i>P. helleri</i>	82.8	13.71	0.16
	<i>P. rovirosae</i>	88.76	30.95	0.34
	<i>P. standleyi</i>	69.38	10.22	0.14
<i>Passiflora</i>				
	<i>P. ambigua</i>	95.59	31.06	0.32
	<i>P. ciliata</i>	115.58	22.99	0.19
	<i>P. edulis</i>	21.94	5.72	0.26
	<i>P. foetida</i>	108.82	27.24	0.25
	<i>P. incense</i>	84.89	31.9	0.37



<i>P. oerstedii</i>	21.72	6.2	0.28
---------------------	-------	-----	------

<i>P. serratifolia</i>	99.77	37	0.37
------------------------	-------	----	------

Medias (en μm) del diámetro ecuatorial en vista polar (DEVP), lado del apocolpo (LA) e índice del área polar (IAP) de las especies del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Anexo 5

Medias del GE, DEL, AM del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Subgénero	Especies	GE	DEL	AM
<i>Decaloba</i>				
	<i>P. adenopoda</i>	2.94	8.66	2.46
	<i>P. biflora</i>	1.44	2.4	1.1
	<i>P. coriacea</i>	1.54	3.25	1.3
	<i>P. helleri</i>	1.76	2.88	1.12
	<i>P. rovirosae</i>	2.39	4.69	1.45
	<i>P. standleyi</i>	2.44	3.21	1.47
<i>Passiflora</i>				
	<i>P. ambigua</i>	4.94	10.89	3.19
	<i>P. ciliata</i>	3.69	9.76	2.27
	<i>P. edulis</i>	1.93	2.4	0.61
	<i>P. foetida</i>	3.95	13.05	2.64
	<i>P. incense</i>	4.48	11.11	3.08



P. oerstedii 1.9 2.5 0.69

P. serratifolia 3.52 10.89 2.51

Medias (en μm) del grosor de la exina (GE), diámetro ecuatorial de la lumina (DEL) y ancho de los muros (AM) de las especies del género *Passiflora* L. del Estado de Tabasco.

Anexo 6

Medias de las aberturas del grano de polen del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.

Subgénero	Especies	Colpo		Endoabertura	
		Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro
<i>Decaloba</i>					
	<i>P. adenopoda</i>	79.32	18.22	—	—
	<i>P. biflora</i>	60.76	10.52	12	11.11
	<i>P. coriacea</i>	66.45	18.01	—	—
	<i>P. helleri</i>	59.24	10.46	11.96	10.63
	<i>P. rovirosae</i>	60.01	9.44	15.05	12.38
	<i>P. standleyi</i>	55.16	10.36	9.16	13.32
<i>Passiflora</i>					
	<i>P. ambigua</i>	67.93	57.77	—	—
	<i>P. ciliata</i>	70.27	48.6	—	—
	<i>P. edulis</i>	16.19	1.38	—	—
	<i>P. foetida</i>	72.01	45.34	—	—



<i>P. incense</i>	51.99	44.17	—	—
<i>P. oerstedii</i>	14.35	1.56	—	—
<i>P. serratifolia</i>	70.24	60.31	—	—

Medias (en μm) de la longitud y diámetro de las aberturas del grano de polen de las especies del género *Passiflora* L. del estado de Tabasco.



Anexo 7

Glosario

Términos tomados de Halbritter *et al.* (2018), Punt *et al.* (2007) y Sáenz Laín (2004).

Acetólisis	Es un método indispensable para la preparación de polen y esporas para su estudio.
Apocolpo	Área polar delimitada por las líneas que unen los ápices de los colpos en el polen zonocolpado y que limita hacia el ecuador con los límites polares del mesocolpo.
Colpado	Se aplica al grano de polen provisto de colpos.
Colporado	Se aplica al grano de polen provisto de aperturas compuestas de un colpo y una o más endoaperturas en forma de poro.
Ectexina	Capa más externa de la exina, que se tiñe con fucsina básica y presenta una alta densidad electrónica en las preparaciones para el microscopio electrónico.
Endexina	Capa interna de la exina, generalmente lisa y homogénea, que no se tiñe con fucsina básica y tiene una baja densidad electrónica en las preparaciones para microscopio electrónico.
Euripolínico-ca	Se aplica a ciertos grupos taxonómicos caracterizados por presentar amplias variaciones de sus tipos polínicos o esporas.
Heterobrocada	Pared reticulada de polen con lumina de diferentes tamaños.
Hexanocolpado	Granos de polen con seis aberturas en forma de colpos.
Lalongado	Se aplica a las aperturas colporadas cuyas endoaperturas están alargadas transversalmente.



Lolongado	Aplica a las endoaberturas alargadas en sentido longitudinales.
Mesocolpo	Área de una superficie del grano de polen delimitado por líneas entre los ápices del colpo adyacentes o en los márgenes de poros adyacentes.
Pontopérculo	Opérculo alargado unido a los extremos de las aberturas.
Pseudopérculo	Colpos en un grupo de polen heteroaperturado, que se presume no funciona como sitio de germinación.
Stephanocolpado	Aberturas situadas en el ecuador (término que se suele utilizar para más de seis aberturas en forma de colpos).



X. LITERATURA CITADA

Anero Bartolomé, M.T., Carabias, M.F., Carretero A.P., Cordón M.C., Cuesta H.C., De Castro Alfageme, S., De Miguel de Pedro, R., De Zafra Cañas, M.L., Feo, M.M.C, Fernández G.D., Fuertes R.C., Gangoso A.M.J, García C.R., García H.I., Gonzáles P.Z., Miguélez P.C., Nohales E.M.I, Pardo C.P., Ramos A.C., ... Villanueva E.J.M. (2008) *Polen. Aerobiología y polinosis en Castilla y León*. Junta de Castilla y León.

Amorim, J., Souza, M., Viana, A., Correa, R., Araújo, I. y Ahnert, D. (2014). Cytogenetic, molecular and morphological characterization of *Passiflora capsularis* L. and *Passiflora rubra* L. *Plant Syst Evol*, 300, 1147 – 1162. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0952-1>

APG IV (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

Araujo, R.C.M.S., (2001). *Palinología de espécies de Passifloraceae do Estado de Bahia (Brasil)* [Tesis de Maestría, Universidade Estadual de Feira de Santana, Ba. Departamento de Ciências Biológicas]. <http://www.ppgbot.uefs.br/teses-dissertacoes/downloads/4/palinologia-de-especies-de-passifloraceae-do-estado-da-bahia-brasil-.pdf>.

Barrios, A.L., Caetano, C.M., Cardoso, C.I., d' Eeckenbrugge, G.C., Arroyave, J.A. y Olaya, C.A. (2005). Caracterización del polen de especies de los géneros



- Passiflora y Dilkea. *Acta Agronómica*, 54(3), 19-24.
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/114/249
- Burjachs i Casas, F. (2006). Palinología y restitución paleoecológica. *Ecosistemas*, 15(1).
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/190>
- Córdova-Córdova, C., Ramírez-Arraiga, E., Martínez-Hernández, E. y Zaldívar-Cruz, J. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalínológicas. *Universidad y ciencia*, 29(2), 163-178.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v29n2/v29n2a6.pdf>
- Dettke, G. y Santos R. (2009). Tipos de aberturas dos grãos de pólen de espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae). *Acta Botanica Brasilica*, 23(4), 1119-1128.
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400021>
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms*. Almqvist and Wiksell, Stockholm.
- Esquerre Ibañez, B., Rojas Idrogo, C., Llatas Quiroz, S. y Delgado Paredes, G. (2014). El género *Passiflora* L. (Passifloraceae) en el departamento de Lambayeque, Perú. *Acta Botanica Malacitana*, 39(1), 55-70.
<https://doi.org/10.24310/abm.v39i1.2576>
- Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G., Cancelli, R.R., Acioli, M. y Neves, C.P. (2011). Morfología polínica de Passifloraceae Juss. ex Kunth. no Rio Grande do Sul,



- Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 9(1), 75-87.
<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1612/1016>
- Fazal, H., Ahmad, N. & Abbasi, B. (2013). Identification, Characterization, and Palynology of High-Valued Medicinal Plants. *The Scientific World Journal*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2013/283484>
- Feuillet C. & MacDougal J.M. (2007). Passifloraceae. In: Kubitzki K. (eds) Flowering Plants · Eudicots. The Families and Genera of Vascular. *Springer*, 9, 270-281. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32219-1_35
- García, L., Rivero, M. y Droppelmann F. (2015). Descripción morfológica y viabilidad del polen de *Nothofagus nervosa* (Nothofagaceae). *Bosque*, 36(3), 487-496. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000300015>
- García, M.T.A., Galati, B.G. & Anton, A.M. (2002). Microsporogenesis, microgametogenesis and pollen morphology of *Passiflora* spp. (Passifloraceae). *Botanical Journal of the Linnean*, 139(4), 383-394. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2002.00072.x>
- García Pérez, R. (2008). *Estudio palinológico y colorimétrico de mieles monoflorales de la Región de Murcia* [Tesis de ingeniería, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica] Crai UPC. <http://hdl.handle.net/10317/49>
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M. & Frosch-Radivo, A. (2018). *Illustrated Pollen Terminology* (2^a ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>



Hesse, M., Halbritter, M., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A. & Ulrich, S. (2009). *Pollen Terminology: An illustrated handbook*. Springer

Ibarra-Morales, E. y Fernández-Galán, B. (2012). El estudio del polen antiguo: problemas y estrategias en el laboratorio. *TIP Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 15(1), 62-66.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v15n1/v15n1a6.pdf>

INEGI. (2019). *Anuario estadístico de Tabasco, México*.
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095123.pdf

Jaramillo Díaz, P. y Trigo, M.M. (2011). *Guía rápida de Polen de las Islas Galápagos*. Galápagos: Fundación Charles Darwin.
<https://www.darwinfoundation.org/es/publicaciones/guias-de-identificacion/guia-rapida-de-polen-de-las-islas-galapagos>

Linares Fernández, C. (2007). *Análisis del polen alergógeno en la atmósfera de Granada: evolución de las concentraciones polínicas, actividad alergénica e incidencia en la población atópica* [Tesis doctoral, Universidad de Granada. Departamento de Botánica]. DIGIBUG. <http://hdl.handle.net/10481/1528>

Martínez, A. (2003). *Revisión preliminar de la familia Passifloraceae en el Estado de Tabasco, México* [Tesis de Licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas].



Marín Tangarife, M.M., Caetano, C.M. y Chávez Servia, J.L. (2011). Palinología de algunas especies de Passifloraceae neotropicales: palinología de algunas Passifloraceae. *Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío*, 22, 141-149.

https://www.researchgate.net/publication/230852185_Palinologia_de_algunas_especies_de_Passifloraceae_neotropicales_palinologia_de_algunas_Passifloraceae

Mezzonato Pires, A.C., Ferreira Mendonca, C.B. & Goncalves Esteves, V. (2015). Pollen morphology of selected species of Passiflora L. (Passifloraceae) from the Atlantic Forest. *Acta Botanica Brasílica*, 29(3), 391-399.
<https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0014>

Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143 (1-2), 1-81. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>

Ramírez Benavides, W. (2006). Hibridación interespecífica en passiflora (Passifloraceae), mediante polinización manual, y características florales para la polinización. *Lankesteriana*, 6(3), 123-131.
<http://doi.org/10.15517/lank.vi.7957>

Saenz Laín, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 25, 93-112.
https://www.researchgate.net/publication/27593333_Glosario_de_terminos_palinologicos



Soares, T.L., Jesus, O.N., Souza, E.H., Rossi, M.L. & Oliveira, E.J. (2017).

Comparative pollen morphological analysis in the subgenera *Passiflora* and *Decaloba*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2), 2381-2396.

<https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170248>

Soejarto, D.D. & Fonnegra, R. (1972). Polen: Diversidad en formas y tamaños.

Revista Actualidades Biológicas, 1(1), 2-13.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/330775/20787025>

Valero S. L. y Cadahía G. A. (2002). *Polinosis: Polen y Alergia*. Laboratorios Menarini.

Verdasca, S., Silva Corrêa, A.M. & Cruz Barros, M.A.V. (2013). Flora polínica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil)

Familia: 54-Passifloraceae. *Hoehnea*, 40(4), 727-736.

<https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000400011>

Villaseñor, J.L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México.

Revista mexicana de biodiversidad, 87(3), 559-902.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>