



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**MORFOLOGIA Y ANATOMIA REPRODUCTIVA
DE NUEVE ESPECIES DE LA SERIE *Arborescentes*
(*Ipomoea* , *Convolvulaceae* L.)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

Maestra en Ciencias

P R E S E N T A

Guillermina Murguía Sánchez

DIRECTORA DE TESIS: DRA. GUADALUPE JUDITH MARQUEZ GUZMAN.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación: "La serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.) en México" del Laboratorio de Citología Vegetal, Facultad de Ciencias, UNAM. Se desarrolló de 1987 a 1994.

El trabajo de tesis recibió el apoyo de beca para titulación otorgado por D.G.A.P.A. de octubre de 1993 a marzo de 1995.

poeta
ni de tu corazón
ni de tu pensamiento
ni del horno divino de Vulcano han salido
tus alas; entre todos los hombres las labraron
y entre todos los hombres
en los huesos de tus costillas las hincaron:
la mano más humilde te ha clavado un sueño
una pluma de amor en el costado.

("Versos y Oraciones de Caminante" de León Felipe.)

Agradezco

A la Universidad Nacional Autónoma de México el continuar permitiendo el acceso a la educación de los mexicanos.

A la Dra. G. Judith Márquez Guzmán su constante apoyo y benevolencia ante las inquietudes que constantemente permearon el desarrollo del presente trabajo.

Al jurado revisor: Dra. G. Judith Márquez Guzmán, M. en C. Maria Hilda Flores Olvera, M. en C. Sonia Vázquez Santana, M. en C. Beatriz Ludlow Wiechers, Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda, M. en C. Aurora Zlotnik Espinosa y Dr. Guillermo Laguna Hernández sus muy valiosos comentarios sobre los diversos temas del contenido del manuscrito, así como su entera disposición a aclarar mis frecuentes dudas.

A los integrantes del Laboratorio de Microcine: M. en C. Alejandro Martínez Mena, y a mis queridos amigos y compañeros Anabel, Alfredo y Toño su constante profesionalismo para mostrar la belleza de nuestros a veces rutinarios trabajos.

A los integrantes de Prácticas de campo: Mary, Ogla, Vicky, José Ma., Luis, Juanito, Miguel Ángel, Toribio, Javier, Epifanio, sin cuyo entusiasmo y constante apoyo mi trabajo en el campo hubiera sido desarrollado en el doble del tiempo.

A mis compañeros del Laboratorio de Citología Vegetal: Sonia, Ricardo, Silvia, Felipe, Alicia, Citali, Reyna, Clara, Maru, Raquel su compromiso por la constante superación académica y humana que constantemente nos comparten a quienes los rodeamos.

A mis amigos

A mi familia

A tí hoy

Indice

	pág.
Resumen	
Introducción	1
Antecedentes	5
Objetivos	16
Metodología	18
A. - Trabajo en campo	18
1. Colecta de material biológico	19
2. Morfometría floral	19
B. - Trabajo en laboratorio	
3. Estudio palinológico comparativo	20
4. Anatomía de semillas	22
Resultados	
- Distribución geográfica	25
- Flor	33
- Polen	43
- Fruto	58
- Semilla madura	58
Discusión	69
Conclusiones	72
Bibliografía	74

Apéndice

1. Técnica de acetolisis	79
2. Descripción palinológica	80
3. Microtecnia	90

Índice de Cuadros

	pág.
Cuadro 1. Lista comparativa de géneros de convolvuláceas en México.	5
Cuadro 2. Tratamiento taxonómico de la serie <i>Arborescentes</i> por diferentes autores. 8	8
Cuadro 3. Clave para <i>Evolvulus alsinoides</i> e <i>E. arizonicus</i> a partir de la flor. . . .10	10
Cuadro 4. Clave para <i>Ipomoea hederacea</i> , <i>I. purpurea</i> e <i>I. nil</i> a partir del cáliz. . .10	10
Cuadro 5. Grupos polínicos en especies de <i>Ipomoea</i> y <i>Turbina</i> en México por ornamentación de la exina.	12
Cuadro 6. Morfología de la cubierta seminal de tres especies del género <i>Ipomoea</i> . .13	13
Cuadro 7. Procedencia de las muestras para el estudio palinológico de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	20
Cuadro 8. Localidades de colecta y rangos de distribución altitudinal de ocho especies de la serie <i>Arborescentes</i>	25
Cuadro 9. Relación clima - distribución geográfica de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	32
Cuadro 10. Morfometría floral de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	34
Cuadro 11. Tonalidades en la garganta floral	37
Cuadro 12. Morfometría del estigma	40
Cuadro 13. Clave para identificar ocho especies de la serie <i>Arborescentes</i> a partir de la morfología floral	42
Cuadro 14. Morfometría de la exina de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i> . (promedio y desviación estándar de tres repeticiones por especie)	45
Cuadro 15. Morfometría intraespecífica en nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i> . (promedio y desviación estándar para cada repetición)	55
Cuadro 16. Relación tiempo de colecta-diámetro de polen de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	56
Cuadro 17. Estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo de semillas de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	59
Cuadro 18. Clave para la identificación de las especies mexicanas de la serie <i>Arborescentes</i>	71

Índice de Figuras

	pág.
Figura 1. Esquematación de la pared del polen	21
Figura 2. Esquematación de la región hilar de semilla madura	22
LAMINA I	
Figura 3. Cazahuatera de <i>I. pauciflora</i> , autopista Tepoztlán - Cuautla, Morelos.	
Figura 4. Arbol de <i>I. arborescens</i> , brecha Choix - Nacimiento, Sinaloa	
LAMINA II	
Figura 5. Flor de <i>I. arborescens</i> , La Bufa, Chihuahua	
Figura 6. Fruto maduro dehisciente de <i>I. teotitlanica</i> , Tepelmeme, Oaxaca	
Figura 7. Semillas de <i>I. arborescens</i> , carretera Uruapan - Lombardía, Michoacán	
Figura 8. Mapa de localización de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	
LAMINA III	
Figura 9. Androceo y gineceo largos y estigma bigloboso de <i>I. murucoides</i> . Tlayacapan, Morelos	
Figura 10. Androceo y gineceo intermedios y estigma bigloboso ancho de <i>I. wolcottiana</i> . Puente Limón, Michoacán	
Figura 11. Androceo y gineceo cortos y estigma bicilíndrico de <i>I. pauciflora</i> . Tlayacapan, Morelos	
LAMINA IV	
Figura 12. Polen de <i>I. pauciflora</i>	
Figura 13. Polen de <i>I. populina</i>	
Figura 14. Polen de <i>I. praecana</i>	
LAMINA V	
Figura 15. Polen de <i>I. arborescens</i>	
Figura 16. Polen de <i>I. chilopsidis</i>	
Figura 17. Polen de <i>I. intrapilosa</i>	

pág.

LAMINA VI 53

Figura 18. Polen de *I. murucoides*

Figura 19. Polen de *I. teotitlanica*

Figura 20. Polen de *I. wolcottiana*

LAMINA VII 61

Figura 21. Componentes seminales de *I. wolcottiana*

Figura 22. Estratos de la cubierta seminal de *I. murucoides*

Figura 23. Doble línea clara en el esclerénquima de *I. pauciflora*

LAMINA VIII 63

Figura 24. Epidermis de la región hilar de *I. teotitlanica*

Figura 25. Estratificación celular de la epidermis adyacente al hilo y al
cojincillo de *I. pauciflora*

Figura 26. *I. pauciflora* Mart. & Gal. Dos estratos celulares de la
epidermis adyacente al hilo

LAMINA IX 66

Figura 27. *I. intrapilosa* Rose. Dos estratos celulares de la
epidermis adyacente al hilo

Figura 28. *I. chilopsidis* Standl. Tres estratos celulares de la
epidermis adyacente al hilo

Figura 29. *I. arborescens* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) G. Don.
Cuatro estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo

LAMINA X 68

Figura 30. *I. murucoides* Roem. et Schult. Cuatro estratos celulares de la
epidermis adyacente al hilo

Figura 31. *I. teotitlanica* McPherson. Cuatro estratos celulares de la
epidermis adyacente al hilo

Figura 32. *I. wolcottiana* Rose. Cinco estratos celulares de la
epidermis adyacente al hilo

Indice de Gráficas

	pág.
Gráfica 1. Cáliz (longitud) de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	35
Gráfica 2. Cáliz (ancho) de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	35
Gráfica 3. Corola (longitud) de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	36
Gráfica 4. Corola (diámetro) de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	36
Gráfica 5. Androceo (longitud) de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	41
Gráfica 6. Gineceo (longitud) de siete especies de la serie <i>Arborescentes</i>	41
Gráfica 7. Polen (diámetro) de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	46
Gráfica 8. Poro (diámetro) de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	46
Gráfica 9. Espina(ancho) de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	47
Gráfica 10. Sexina (alto) de nueve especies de la serie <i>Arborescentes</i>	47

Resumen

En la familia Convolvaceae Austin (1979) reconoce a la serie *Arborescentes* en el subgénero *Eriospermum* del género *Ipomoea*. Existen propuestas de diferentes autores sobre el número de especies que deben pertenecer a esta serie, así como respecto a las características que dichas especies deben tener para ser incluidas.

A partir de estudios sobre material de herbario McPherson (1981) propuso conformar un conjunto más homogéneo de diez especies tomando como caracteres más útiles, entre otros, la forma de crecimiento, el color de la flor y la morfología externa de la semilla: árboles, arbustos o enredaderas leñosas con flores blancas y semillas con tricomas marginales largos.

Nueve de las especies propuestas se encuentran en la selva baja caducifolia de México y algunas de ellas son casi idénticas entre sí. En esta investigación se aborda el estudio de algunas estructuras reproductivas: flor, polen, fruto y semillas como otros parámetros para la caracterización de las especies que propone McPherson (1981). Se incorporan métodos de campo y técnicas de laboratorio sobre colectas de material vivo provenientes de al menos dos localidades o dos fechas de colecta diferentes para cada especie.

El análisis de los caracteres estudiados permite no sólo una definición interespecífica más precisa, sino también sugiere una mejor comprensión de las relaciones dentro de este conjunto de especies. Además, la época de fructificación es tan importante fuente de datos como la época de floración.

Durante la floración, las especies se pueden distinguir por color de la corola, forma, tamaño y pubescencia del cáliz, longitud de las estructuras reproductoras, forma del estigma y, adicionalmente, por la forma de crecimiento.

Durante la fructificación, la morfología de los frutos y las semillas no permite diferenciar a las especies entre sí en el campo. Sin embargo, el estudio anatómico de las semillas, especialmente la estructura de la región hilar sí lo permite. El número y arreglo de los estratos celulares de la epidermis múltiple en la región adyacente al hilo varían entre las especies estudiadas.

El estudio morfométrico del polen no muestra una variación tal que permita una caracterización interespecífica; su estructura es compartida por todas las especies estudiadas. Sin embargo, tomando como base los diámetros del grano de polen y de los poros o aberturas germinales, es posible conformar tres grupos dentro del conjunto propuesto por McPherson (1981), así como apreciar que algunas especies parecen ser constantes en sus dimensiones respecto a la fecha de colecta, mientras que otras tienden a variar.

En este trabajo se añaden nuevos parámetros que permiten diferenciar a las especies entre sí. Algunos de ellos son de utilidad en la identificación de las especies en campo.

Introducción

Entre las dicotiledóneas, la familia Convolvulaceae está formada por alrededor de 1440 especies cuyos rasgos principales son: flores actinomorfas, gamopétalas, con uno o dos estilos, frutos capsulares y semillas con desarrollo del endospermo de tipo nuclear, cotiledones plicados y en muchos casos, presencia de alcaloides ergólicos (McDonald, 1991).

Las especies de convolvuláceas están ampliamente distribuidas en las regiones tropicales y otros pocos taxa de esta familia se encuentran también en zonas templadas de los hemisferios norte y sur del mundo. La forma de vida más común es la herbácea o la arbustiva, aunque también se encuentran especies de hábito arbóreo y trepadoras leñosas.

En México están representadas aproximadamente 250 especies que pertenecen a 15 o 17 géneros de los aproximadamente 40 que forman a la familia (Austin y Pedraza, 1983; McDonald, 1992). En ambos casos el mayor número de especies pertenece al género *Ipomoea*. En nuestro país se establecen aproximadamente 150 especies de este género (Austin y Pedraza, 1983) que sobresalen por su gran diversidad morfológica y por la adaptación de algunas de ellas a una amplia variedad de climas con muy diferentes condiciones ecológicas (Pedraza, 1983).

Es tan marcada la diversidad biológica entre las especies del género *Ipomoea* que Austin (1979) propuso un arreglo infragenérico que permite entender un poco más las relaciones evolutivas en este taxon. Para este autor las características del gineceo y las semillas son útiles para distinguir tres subgéneros: *Ipomoea* (comparativamente primitivo, pues algunos taxa de la sección *Pharbitis* presentan gineceos trilobados); *Quamoclit* (contiene secciones que van en un rango de comparativamente no especializadas, por ejemplo la sección *Batatas*, hasta las más especializadas en el género, por ejemplo la sección *Quamoclit*). Finalmente *Eriospermum* que es el subgénero mayor y más complejo dentro del género. Es probable que un conocimiento más profundo de este grupo permita dividirlo a su vez en otras categorías taxonómicas.

En cada subgénero las especies de *Ipomoea* son ordenadas en secciones y series con respecto a sus afinidades, de modo que esta clasificación tentativa representa una imagen realista de la probable evolución de las ramas principales del género (Austin, 1979).

Con el desarrollo de nuevas técnicas y métodos de estudio en las diversas áreas de la botánica, los especialistas en la familia de las convolvuláceas tienden a incorporar elementos complementarios a los criterios morfológicos con el objeto de dilucidar las relaciones entre los grupos de especies. En la literatura especializada de las últimas décadas, se observa un cambio cualitativo en el nivel de análisis: se ha pasado, de estudiar especies aisladamente, a realizar revisiones taxonómicas de secciones y/o series completas a la luz de estudios biosistemáticos (Austin, 1977, 1986; Staples y Austin, 1981; Austin y Staples, 1985; McDonald, 1982, 1987; Eckenwalder, 1986).

En el estudio de los frutos y semillas, particularmente ha resaltado la importancia de las semillas maduras, del embrión, la cubierta seminal y la pared del fruto como elementos auxiliares en la solución de problemas taxonómicos en la familia Convolvaceae (Rao, 1940; Kaur y Singh, 1970, 1987; Pérez-Amador *et al.*, 1982). Del mismo modo, los estudios sobre estructuras reproductoras como la flor (Austin, 1990) y el polen (Hallier, en: McDonald, 1982; Sengupta, 1972; Pedraza, 1983, 1985; Moore *et al.*, 1991; Palacios *et al.*, 1991) se incorporan al acervo de caracteres con valor diagnóstico no sólo al nivel de familia o género, sino también interespecíficamente.

En este contexto, existe un grupo de especies que ha diversificado en México (McDonald, 1992) y pertenece a la serie *Arborescentes*, sección *Eriospermum*, del subgénero *Eriospermum* (Austin, 1979); se distingue por su forma de vida arbórea o de enredadera leñosa (McPherson, 1982) y porque se establece, de acuerdo con Rzedowski (1979), en el bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963). Este tipo de vegetación se desarrolla principalmente en la vertiente del Pacífico Mexicano.

En los estudios de vegetación, las especies de convolvuláceas arbóreas que forman asociaciones secundarias se conocen como "cazahuateras" porque el nombre común de estos árboles es el de "cazahuates" (aunque también se les llama "cazahuate blanco", "cazahuate negro", "ozote", "palo bobo", "palo de muerto", "palo santo" o "patancán", según la región de que se trate; en Perú se les conoce como "huanarpo dulce" y "ahuachu", en lenguaje Quechua). Se establecen sobre suelos someros y pedregosos en pendientes ligeras o pronunciadas y con drenaje rápido (Rzedowski, 1979).

Austin (1983) refiere que "en Náhuatl, la antigua lengua Azteca ... cazahuate significa 'árbol de la muerte'... metafóricamente... 'árbol de los espíritus'. En Quechua Huanapo (Wanapo) punishment = castigo. Esto indica similar conocimiento de las plantas y un empleo

de su química en formas relacionadas", aunque no señala en qué consisten estas formas relacionadas de empleo y conocimiento de estas plantas.

Austin (op. cit.) menciona también otra creencia, al parecer en relación al nombre "palo de muerto": "Los indígenas que acostumbran vivir en las montañas creen que el colibrí era un mensajero de sus deidades... guerreros Aztecas que se transformaron en la forma inmortal del colibrí..." En este caso, el néctar de las flores como alimento de las deidades o de los guerreros aztecas representados por los colibríes.

Destaca la utilidad de algunas especies de cazahuates como elemento ritual en las prácticas de la medicina tradicional, como substrato para la producción de hongos (alimento muy apreciado durante la época de lluvias en varias regiones del país; pero al parecer sólo la madera de *I. murucoides* en descomposición es útil), como fuente para la producción de miel, como cercas vivas en los campos de cultivo, además de ser un recurso natural para insectos (Bullock and Ayala, 1987), aves y mamíferos (Austin, 1983) ya que les proporcionan alimento y/o protección estacionalmente.

Sin embargo, uno de los problemas a los que se enfrentan estas poblaciones vegetales es que se les elimina para abrir carreteras, fraccionamientos, potreros o para la agricultura y después son de las pocas especies que resisten en suelos cada vez más erosionados del bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia de México.

Desde el punto de vista taxonómico se han presentado problemas de definición respecto al número y características de las especies que deberían conformar a este grupo (Matuda, 1964; McPherson, 1981; McDonald, 1991), por lo que no ha habido acuerdo entre los especialistas acerca de los límites naturales del mismo. Desde el punto de vista florístico, existe dificultad para distinguir algunas de estas especies entre sí en el campo (Miranda, 1947), sobre todo si las colectas se realizan en zonas de transición entre una y otra especie o en época de fructificación pero no de floración. Desde el punto de vista etnobotánico, se citan en la bibliografía usos medicinales o rituales de algunas especies de esta serie, pero ninguna en particular ha sido objeto de una investigación rigurosa (Fields, 1969; Martínez, 1969; Alcántara, 1980; Austin, 1983).

En este trabajo se analizan caracteres relacionados con la morfología y morfometría floral, morfometría del polen, morfología del fruto y anatomía de la semilla madura de nueve especies que McPherson (1981) propone en la categoría informal de grupo *Arborescens* y que

corresponden al rango formal de serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.) en la propuesta de Austin (1979); estas especies son:

Ipomoea arborescens (Humb. et Bonpl. ex Willd) G. Don

Ipomoea chilopsidis Standley

Ipomoea intrapilosa Rose

Ipomoea murucoides Roem et Schult.

Ipomoea pauciflora Mart & Gal. ssp. *pauciflora*

Ipomoea populina House

Ipomoea praecana House

Ipomoea teotitlanica McPherson

Ipomoea wolcottiana Rose ssp. *wolcottiana*

En diversas localidades de la selva baja caducifolia de México se estudia, para cada especie, material vivo empleando métodos de campo y se colecta material para estudios en laboratorio. Los resultados de este estudio aportarán nuevos conocimientos sobre nueve especies de diez que son propuestas para conformar un grupo o serie más homogéneo. La décima especie es *Ipomoea pulcherrima* van Oostroom y se encuentra en Perú.

Antecedentes

La familia Convolvulaceae

Hallier (en: McDonald, 1982) dividió a la familia en dos grupos empleando las características del polen como criterio principal: *Psiloconiae* (polen liso) y *Echinoconiae* (polen equinado). Siguiendo esta línea de análisis, Austin (en: Austin, 1975) reconoce ocho tribus: seis presentan polen psilado (*Erycibae*, *Cresseae*, *Convolvuleae*, "Merremioides", *Dichondreae* y *Cuscutaceae*) y dos tienen polen equinado (*Ipomoeae* y *Argyreicae*). En estas tribus se distribuyen alrededor de 40 géneros (McDonald, 1991) y de 1200 a 1400 especies (Austin, 1975, McDonald, 1991).

En México, la familia Convolvulaceae está representada por 16 géneros y aproximadamente 260 especies (Austin y Pedraza, 1983) o 15 géneros y alrededor de 217 especies (McDonald, 1991). (cuadro 1).

Cuadro 1. Lista comparativa de los géneros que dos especialistas en convolvuláceas reconocen para México.

Austin y Pedraza, 1983	McDonald, 1991
<i>Aniseia</i>	<i>Aniseia</i>
<i>Bonamia</i>	<i>Bonamia</i>
<i>Calycobolus</i>	<i>Calycobolus</i>
<i>Calystegia</i>	<i>Calystegia</i>
<i>Convolvulus</i>	<i>Convolvulus</i>
<i>Cressa</i>	<i>Cressa</i>
<i>Cuscuta</i>	----
<i>Dichondra</i>	<i>Dichondra</i>
<i>Evolvulus</i>	<i>Evolvulus</i>
<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea</i>
<i>Itzaea</i>	<i>Itzaea</i>
<i>Jacquemontia</i>	<i>Jacquemontia</i>
----	<i>Meripa</i>
<i>Merremia</i>	<i>Merremia</i>
<i>Operculina</i>	<i>Operculina</i>
<i>Petrogenia</i>	-----
<i>Turbina</i>	----
	<i>O'Donellia</i>

El género *Ipomoea*

En México, *Ipomoea* está representado por aproximadamente 150 especies (Austin y Pedraza, 1983) o por 141 (McDonald, 1991). Este género "tiene importancia económica por sus usos alimenticios (*I. batatas*), ornamentales (*I. carnea*, *I. alba*, *I. tricolor*), medicinales (*I. purga*, *I. orizabensis*) y rituales (IBPGR, 1981; Verdcourt, 1970; Martínez, 1969; Schultes, 1981). Otras son melíferas y políferas (Ordex *et al.*, 1976; Souza *et al.*, 1981)" (Pedraza, 1983).

"El tamaño y diversidad de las formas de vida que se presentan en este grupo, muestran potenciales no explorados para examinar modos de evolución y de radiación adaptativa" (McDonald, 1982). Como enredaderas herbáceas se establecen especies arvenses (*I. purpurea* e *I. crinita*), pioneras de dunas costeras (*I. pes-caprae* e *I. stolonifera*), ruderales (*I. batatas* e *I. stans*) y riparias (*I. alba*); como bejuco o arbustos (*I. carnea*, *I. orizabensis*, *I. jalapa* e *I. setosa*); como trepadoras leñosas (*I. corymbosa*, *I. phyllomega*, *I. praecana*, *I. populina* e *I. expansa*) o como árboles (*I. arborescens*, *I. intrapilosa* e *I. murucoides*). Cada forma de crecimiento, a su vez, se desarrolla en asociaciones de vegetación principalmente secundaria.

Las *Ipomoea* arborescentes

En relación al nombre común de *cazahuate*, Austin (1983) señala: "Los botánicos profesionales... saben que en México se encuentra más de una especie, pero a todas las *ipomoeas* arborescentes las llaman por un solo nombre: *Ipomoea arborescens*... Las colecciones mexicanas están usualmente compuestas de *I. pauciflora* (común), *I. murucoides* (menos común) e *I. arborescens* (rara)".

El tratamiento taxonómico de las especies arbóreas del género *Ipomoea* presenta dos vertientes: 1) la posición de este conjunto en el arreglo infragenerico (en relación con las secciones y series del subgénero *Eriospermum*) y 2) el número y características de las especies dentro de dicho conjunto. Actualmente la primera vertiente ha recibido un tratamiento formal y la segunda un tratamiento informal. Austin (1980) definió formalmente como serie *Arborescentes* en el subgénero *Eriospermum*, sección *Eriospermum* del género *Ipomoea*, a las especies de hábito arbóreo cuya especie tipo es *Ipomoea arborescens* G. Don, pero no propuso cuántas y cuáles más deberían ser incluidas en este taxon.

Una vez reconocido el estatus formal de serie (es decir, un lugar tentativo en la filogenia de la familia), la segunda vertiente presenta mayor controversia en razón del avance en el conocimiento de las convolvuláceas, de forma tal que poco a poco se va conformando un acuerdo entre los especialistas acerca de las características de las especies que deben o no pertenecer a esta serie (Choisy, 1845; House, 1908; Matuda, 1964; McPherson, 1981; McDonald, 1991). (cuadro 2).

McPherson (1981) publicó el primer trabajo dedicado exclusivamente al taxon *Arborescentes*, al que le asigna el estatus informal de grupo *Arborescens*. Su importancia radica no sólo en la discusión de los caracteres que le permitieron conformar un grupo más homogéneo de diez especies, sino también en la revisión histórica de los trabajos de otros autores respecto a la clasificación de este conjunto. El autor no inscribe al grupo en el esquema formal de Austin (1979), pero propone cuáles caracteres y cuántas especies pueden conformar a este taxon.

Más recientemente McDonald (1991), en su estudio de las convolvuláceas mexicanas, incorpora los criterios de Austin (1979, 1980) y de McPherson (1981) al reconocer que la serie *Arborescentes* está conformada por las siguientes especies: *I. arborescens* (HBK) G. Don, *I. chilopsidis* Standl., *I. intrapilosa* Rose, *I. murucoides* Roem. & Schult., *I. pauciflora* Mart. & Gal., *I. populina* House, *I. praecana* House, *I. teotitlanica* McPherson e *I. wolcottiana* Rose. Difiere de la propuesta de McPherson (1981) porque incluye a *I. cuernavacensis* House, especie al parecer endémica de Cuernavaca, México y, cuando menciona el número de especies de *Ipomoea* arbóreas en el mundo, no incluye a *I. pulcherrima* Van Oostroom, especie que se encuentra en Perú.

Criterios que comúnmente se han seguido para los estudios taxonómicos.

"Las Convolvulaceae son una familia natural muy bien definida, el único debate empieza cuando se incluye a *Cuscuta* o se le coloca separadamente en una familia estrechamente relacionada (Cronquist, 1981). Sin embargo, los límites genéricos en las Convolvulaceae son notablemente difíciles de definir, y el número de géneros que están claramente delimitados es pequeño (Hallier, 1893; Wilson, 1960). Los caracteres que se emplean para delimitar géneros incluyen: grado de lobulación del ovario; número y longitud de estilos; número y forma de estigmas; número y distribución de aperturas del grano de polen y textura superficial del mismo; dehiscencia, textura y número de lóculos del fruto; número y textura superficial de semillas; plegamiento de cotiledones; flores perfectas o imperfectas; tipo

Cuadro 2. Tabla comparativa en la cual se ilustra el tratamiento que diversos autores han dado al conjunto de especies bóreas en diferentes épocas y los nombres científicos que han sido incluidos en cada propuesta.

Choisy (1845)	House (1908)	Matuda (1964)	O'Donell (1950)	McPherson (1981)	McDonald (1991)
- Sección <i>Orthipomoea</i> , subsección de las especies erectas de <i>Ipomoea</i> que son arborescentes		-Arbustos o árboles, flores con corolas blancas o algo rosadas y semillas cubiertas de pelos finos y largos		- Arboles o enredaderas leñosas, flores con corolas blancas, semillas con largos pelos marginales o glabras	
<i>I. arborescens</i>		<i>I. arborescens</i> (var. <i>glabrata</i>) (var. <i>pachylutea</i>)		<i>I. arborescens</i>	<i>I. arborescens</i>
<i>I. batallilla</i>			<i>I. calodendron</i>		
	<i>I. calva</i>	<i>I. calva</i> <i>I. chilopsidis</i>		<i>I. chilopsidis</i>	<i>I. chilopsidis</i>
<i>I. coriacea</i>	<i>I. cuernavacensis</i> <i>I. fistulosa</i> <i>I. glabriuscula</i>	<i>I. cuernavacensis</i> <i>I. fistulosa</i>			<i>I. cuernavacensis</i>
<i>I. haenkeana</i>		<i>I. intrapilosa</i> <i>I. murucoides</i>		<i>I. intrapilosa</i>	<i>I. intrapilosa</i>
<i>I. murucoides</i>	<i>I. nicaraguensis</i>	<i>I. pauciflora</i> (syn. <i>I. wolcottiana</i>)		<i>I. murucoides</i> <i>I. pauciflora</i> (ssp. <i>pauciflora</i>) (ssp. <i>vargasiana</i>) <i>I. populina</i> <i>I. praecana</i> <i>I. pulcherrima</i> <i>I. teotitlanica</i> <i>I. wolcottiana</i> (ssp. <i>wolcottiana</i>) (ssp. <i>calodendron</i>)	<i>I. murucoides</i> <i>I. pauciflora</i> <i>I. populina</i> <i>I. praecana</i> <i>I. teotitlanica</i> <i>I. wolcottiana</i>
	<i>I. wolcottiana</i>		<i>I. vargasiana</i>		

de inflorescencia; forma de crecimiento, longevidad y grado de lignificación; forma, división y color de corola y tipo de tricomas sobre las estructuras vegetativas (Austin, 1973a, b; Lewis, 1971; Oostroom, 1953; Powell, 1979; Shinnars, 1970; Verdcourt, 1963)" (Robertson, 1982).

Cronquist (1981) señala que la familia está relacionada con las Solanaceae tomando como referencia las hojas alternas, floema interno y flores pentámeras, actinomorfas y gamopétalas; pero se distingue por la presencia de un estilo (*Merremia* e *Ipomoea*) o dos (*Dichondra* y *Bonamia*), frutos capsulares y semillas cuyo endospermo presenta desarrollo de tipo nuclear, cotiledones plicados y alcaloides ergólicos en muchos grupos. "Las líneas genéricas están definidas principalmente sobre los caracteres de gineceo, polen, sépalos y estambres, en ese orden de relevancia. A pesar de la aparente reducción paralela de los caracteres del gineceo en varias líneas de la familia, los caracteres asociados con el pistilo son ponderados profundamente para definir las tendencias evolutivas dentro del grupo (Austin, 1973, Choisy, 1845, Hallier, 1893, Verdcourt, 1963)" (McDonald, 1991).

De lo expuesto anteriormente se advierte que las características de flores, frutos y semillas son elementos sobresalientes en la delimitación de géneros en las convolvuláceas. Dentro del campo de la embriología se han incorporado datos que permiten un mayor conocimiento de los grupos. Por ejemplo Rao (1940) señaló que, morfológicamente, "especies de *Ipomoea* y *Argyrea* poseen similar tamaño y hábito de enredadera, mismo tipo de embriogenia y polen con largas espinas, una dura exina y numerosos poros de salida", mientras que "*Evolvulus alsinoides* es una pequeña hierba desparramada que no sólo difiere ampliamente en sus caracteres vegetativos, sino también en el tipo de embriogenia y con polen infinitamente pequeño, con una exina lisa y 1 ó 2 poros de salida" (Rao, op. cit.).

Con respecto a estudios de flor en la familia Convolvulaceae, Austin (1990) aborda dos problemas de definición taxonómica. El primero se refiere a dos especies pertenecientes a un complejo de especies relacionadas con *Evolvulus alsinoides* y el segundo trata de dos especies de *Ipomoea* en el suroeste de los Estados Unidos. En el primer caso señala que, para distinguir *E. alsinoides* de *E. arizonicus* se han empleado dos caracteres: tamaño de corola y tipo de pubescencia (tricomas dispersos y/o agrupados, pero el estudio de ejemplares en el herbario de la Universidad de Arizona (ARIZ) muestra un rango continuo de tamaño de corola entre 5 y 19 mm de ancho, así como la presencia de tricomas que son típicos en una de las especies pero que no se encuentran en la otra; esto puede deberse a fallas durante el prensado de los especímenes, lo cual altera las dimensiones naturales de las estructuras, o a

que las colectas se hayan realizado en zonas de contacto entre ambas especies en las cuales puede haber indicios de origen de híbridos con características de ambas especies.

Austin (1990) decide realizar mediciones y observaciones de flores vivas, directamente en las localidades de colecta, encontrando que la longitud del sépalo es otro caracter que puede auxiliar en la determinación de especímenes con tamaños florales intermedios y coteja los resultados con los obtenidos en el estudio de herbario para proponer criterios de identificación (cuadro 3).

Cuadro 3. Clave para distinguir *Evolvulus alsinoides* de *Evolvulus arizonicus* tomando como base características de sépalos, corolas y tipo de pubescencia.

Tomado de: Austin (1990).

-
- a. Sépalos -2.5 mm de largo; ancho de corola (5-)7-10 mm ; pedúnculos con tricomas agrupados y tricomas dispersos. *E. alsinoides*
 a' Sépalos 3-3.5 mm de largo; ancho de corola (10) 12-22 mm; pedúnculos con tricomas agrupados, raramente con tricomas dispersos *E. arizonicus*
-

Los especímenes con caracteres intermedios en campo y en el herbario se señalan como *E. arizonicus* var. *laetus* y el autor así lo incluye (Austin, 1990).

En el caso de las especies de *Ipomoea* este mismo autor explica que, bajo el nombre de *I. hirsutula* Jacq. se han incluido a *I. hederacea* e *I. purpurea*, asimismo menciona que *I. hederacea* es similar y fácilmente se confunde con *I. nil*. Tomando al cáliz como caracter básico para la distinción interespecifica en el problema planteado elabora la siguiente clave (cuadro 4). De este modo, *Ipomoea hirsutula* Jacq. pasa a ser sinónimo de *I. hederacea* e *I. purpurea*.

Cuadro 4. Clave para la distinguir *I. hederacea*, *I. purpurea* e *I. nil* tomando como base el cáliz.

Tomado de: Austin (1990).

-
- a. Apices de sépalos abruptamente estrechos, más cortos a ligeramente más largos que el cuerpo; sépalos de 10-15 mm de longitud; corolas 5-6 cm de largo *I. purpurea*
 a' Apices de sépalos gradualmente estrechos, mucho más largos que el cuerpo; sépalos de 12-35 mm de longitud ; corolas 2.5-8 cm de longitud
 b. Sépalos de 22-35 mm de longitud, gradualmente estrechos, los largos ápices agudos suberectos, rectos, escasamente dispersos; corolas de 5-8 cm de largo . . . *I. nil*
 b' Sépalos de 12-24 mm de longitud, abruptamente estrechos, los ápices largos, subagudos, fuertemente dispersos o torcidos; corolas de 2.5-5 cm de longitud. *I. hederacea*
-

Respecto al polen, Erdtman (1952) sugiere que la familia Convolvulaceae es esencialmente euripalina y así lo confirman los estudios de la pared del grano de polen que se abordan, en su mayoría, en la descripción de las floras palinológicas regionales (Cronk, 1981; Heusser, 1971; Huang, 1972; Markgraf y D'Antoni, 1978; Moore *et al.*, 1991).

Sengupta (1972) y Erdtman (1972) consideran las características de la pared polínica con un enfoque evolutivo. En estos trabajos se propone que los granos tricolpados son el tipo básico del que surgen tipos penta y hexacolpados los que, a su vez, originan los tipos dodecacolpados y pantoporados. Respecto a la ornamentación superficial de la exina señalan una secuencia entre exinas puntitectadas a escrobiculares y reticuladas, estas últimas con espinas supratectales.

En México, Pedraza (1985) describe la morfología del polen de 30 especies pertenecientes a 14 géneros de convolvuláceas y distingue nueve géneros con polen tricolpado (*Cuscuta*, *Cressa*, *Itaea*, *Bonamia*, *Dichondra*, *Merremia*, *Operculina*, *Convolvulus* y *Calycobolus*) tan similares que es difícil su identificación empleando sólo este carácter. Los restantes géneros presentan granos de polen estefanocolpados (*Jacquemontia*), pericolpados (*Evolvulus* y *Aniseia*), periporados (*Calystegia*) y periporados equinados (*Ipomoea* y *Turbina*).

Pedraza (1983) realiza también, para un mismo tipo polínico (polen equinado y periporado), un estudio de 25 especies de *Ipomoea* y 1 de *Turbina*, encontrando que las principales diferencias se observan en el tectum y en el tamaño y forma de las espinas, lo que permite conformar 4 grupos de polen (cuadro 5). La autora considera que "se pueden hacer agrupaciones que no corresponden necesariamente a las divisiones principales del género... Sin embargo, existe gran afinidad polínica entre las especies dentro de una sección o serie y, por tanto, el polen es importante para llevar a cabo estudios sistemáticos y evolutivos" (Pedraza, 1983).

Un elemento importante para comprender la arquitectura de la pared polínica ha sido el estudio de Godwin y Chapman (1967) sobre el desarrollo de la pared del grano de polen en *Ipomoea purpurea* Roth; estos autores sugieren que la pared polínica tiene un origen gametofítico y está formada por dos exinas (en el sentido de Erdtman, 1966: ectina y endina): una exina primaria con báculo y espinas (ambas estructuras constituidas por esporopolenina) que participan en la formación de un tectum que circunda una cavidad interbacular y una exina secundaria que se desarrolla paralela bajo la exina primaria y está formada por

numerosas fibras "que se engrosan progresivamente con esporopolenina, coalescen y forman una densa banda casi homogénea bajo la exina primaria y entre los poros" (Godwin and Chapman, op. cit.).

De este estudio se desprende que ambas exinas pueden tener patrones diferenciales de depósito en la pared polínica de las diferentes especies del género *Ipomoea* en la etapa de formación de espinas, cojines y arreglo de báculo y tectum en la superficie de la exina. De allí que sería deseable poder estudiar la estructura de la pared del polen en series y secciones de los grupos propuestos por Austin (1979, 1980).

Cuadro 5. Grupos polínicos en los que se distribuyen 25 especies del género *Ipomoea* y una especie del género *Turbina* tomando como base la ornamentación de la exina y la forma de los cojines basales en que se asientan las espinas.

Modificado de: Pedraza (1983).

grupo 1. Polen con retículo poligonal distintamente sexinoso	grupo 2. Polen con espinas en cojines basales ampliados	Gupo 3. Polen con espinas en cojines basales redondeados	Grupo 4. Polen con espinas en cojines basales sencillos
<i>I. indica</i> , <i>I. laeta</i> , <i>I. nil</i> , <i>I. purpurea</i> , <i>I. tricolor</i> , <i>I. funis</i> , <i>I. lobata</i> , <i>I. alba</i> , <i>I. dumosa</i> e <i>I. purga</i>	<i>I. arborescens</i> var. <i>pa-</i> <i>chylutea</i> , <i>I. batatas</i> , <i>I. intrapilosa</i> , <i>I. maire-</i> <i>tii</i> , <i>I. pauciflora</i> , <i>I. pes-</i> <i>caprae</i> , <i>I. setosa</i> , <i>I. stans</i> , <i>I. stolonifera</i> , <i>I. trifida</i> e <i>I. tuxtlensis</i>	<i>I. carnea</i> , <i>I. crinitalyx</i> , <i>I. jalapa</i> , <i>I. silvicola</i> y <i>Turbina corymbosa</i>	<i>I. conzatti</i>

Kaur y Singh (1987), en su estudio de frutos y semillas de algunos géneros de convolvuláceas, encuentran que cotiledones bilobados, plicados y arrugados son propios de la tribu *Ipomoeae* (por ejemplo, especies de *Ipomoea* y *Mina lobata*) mientras que en *Jacquemontia tamnifolia* y *Volvuopsis nummularia* los cotiledones no son lobados ni plegados. Esto apoya la separación de estas dos especies de la tribu *Ipomoeae* y su incorporación a las tribus *Convolvuleae* y *Dicranostyleae*, respectivamente.

Pérez-Amador *et al.* (1980), estudiaron perfiles cromatográficos en extractos de las semillas de 12 especies de *Ipomoea*, una de *Merremia*, una de *Operculina*, una de *Quamoclit* y una de *Rivea*, tomando como marcadores quimiotáxonómicos las siguientes

substancias conocidas de *Turbina corymbosa*: alcaloides (amida del ácido lisérgico, chanoclavina, amida del ácido isolisérgico), glucósidos (turbicorina y corimbosina) y kauranoles (corimbol). Estos autores concluyeron que, si bien "en primera aproximación... [estos compuestos] no establecen diferencia entre géneros y especies, ... la presencia de glucósidos y alcaloides se puede considerar como característica de la familia".

Para el género *Ipomoea*, Kaur y Singh (1970) describen la embriología y estructura de la cubierta seminal de *I. sinuta* Ortez., *I. purpurea* Roth. e *I. carnea* Jacq. Este último carácter permite distinguirlos entre sí (cuadro 6).

Cuadro 6. Morfología de la cubierta seminal de tres especies del género *Ipomoea*.

Tomado de: Kaur y Singh (1970).

<i>I. sinuta</i>	<i>I. purpurea</i>	<i>I. carnea</i>
semillas maduras glabras y de forma triangular, de 6 mm de largo por 7 mm de ancho.	semillas maduras pilosas y de forma oval, de 4 mm de largo por 3 mm de ancho. Los tricomas son de tamaño pequeño.	semillas maduras pilosas y de forma elíptica, de 10 mm de largo por 6 mm de ancho (sin tricomas). Estos son muy largos y de color café sedoso.

La cubierta seminal de las tres especies es dura y los cotiledones son lobados.

De lo expuesto en el presente capítulo se puede observar que las estructuras relacionadas con la reproducción (flor y polen) y con la dispersión (fruto y semilla) constituyen caracteres más constantes (o menos influidos por el ambiente) que las estructuras vegetativas, en la distinción genérica e infragenérica de las especies de la familia Convolvulaceae.

De esta revisión se desprende también que, en las convolvuláceas, un carácter puede permitir tomar decisión respecto a un problema determinado, pero puede no ser útil en la solución de otro problema, por ejemplo: mientras que, para la separación en tribus es un atributo suficiente la forma del polen (equinado vs. psilado) (Hallier, en: McDonald, 1982), para la distinción entre géneros se elige al gineceo (McDonald, 1991) y para dilucidar identidad en especies muy cercanas entre sí pueden ser útiles desde las características del cáliz hasta los detalles embriológicos o fitoquímicos como información auxiliar (Kaur y Singh, 1970, 1987; Pérez-Amador, et al., 1980).

Criterios para delimitar a las especies arbóreas del género *Ipomoea*.

Austin (1979) define formalmente al subgénero *Eriospermum* tomando como base la forma y tipo de pubescencia en semillas maduras y forma de unión de los cotiledones al brote; en la clasificación de este autor la sección *Eriospermum* contiene 9 series, una de las cuales es la serie *Arborescentes* (Choisy) D. Austin con *Ipomoea arborescens* (HBK) G. Don como especie tipo. Este autor no incluye cuántas y cuáles especies pueden conformar esta serie.

Hasta ahora son muy pocos los trabajos en que se definen los caracteres de las especies que debieran conformar la serie *Arborescentes*, a continuación se exponen los dos más recientes:

Matuda (1964) propone un arreglo informal como grupo *Arbores* para un conjunto de especies cuya forma de crecimiento puede ser subarborescente, arbustos o árboles con hojas lineares o anchas, ovales o elípticas; flores blancas o a veces algo rosadas y semillas cubiertas de pelos finos y largos (cuadro 2). En su clasificación el carácter dicotómico inicial es si las hojas son lineares o anchas (ovales o elípticas), si se trata de arbustos semiherbáceos con semillas cubiertas de pelos negros y largos en toda la superficie o si son arbustos con troncos de 20 a 35 cm de grueso y semillas con pelos blancos y largos en los ángulos dorsales. Después toma en cuenta pubescencia o no de corola y sépalos, relacionando nuevamente pubescencia y tamaño de hojas.

McPherson (1981) propone también un arreglo informal como grupo *Arborescens* partiendo de la forma de crecimiento (enredaderas o erectas); tipo de inflorescencia; tamaño, forma, textura y pubescencia de sépalos; color y pubescencia de corola; pubescencia de semilla y como caracteres adicionales, forma y pubescencia de hojas (cuadro 2). El hábito y los caracteres florales, principalmente, unifican al grupo en enredaderas leñosas o árboles con flores blancas, y semillas con tricomas marginales largos (excepto *I. teotitlanica*, que posee corolas amarillas).

Este autor propone que diez especies y dos subespecies pueden conformar este grupo. De ellas, nueve especies se establecen en México y la décima se encuentra en Perú, junto con las subespecies *I. pauciflora* subsp. *vargasiana* e *I. wolcottiana* subsp. *calodendron*.

Criterios nuevos propuestos para el estudio de la serie *Arborescentes*

Las pocas especies de este grupo que aparecen en la literatura han sido estudiadas como parte de grupos de especies más amplios y no específicamente por ejemplo, el polen de *I. arborescens*, *I. intapilosa* e *I. pauciflora* (Pedraza, 1983) o la mención de *I. arborescens*, *I. intapilosa*, *I. murucoides* e *I. wolcottiana* en estudios florísticos y de vegetación (Miranda, 1947; Rzewdowski, 1979).

También es frecuente advertir que dichas especies no están correctamente determinadas. Por ejemplo, Miranda (1941, 1947) señalaba la dificultad para distinguir *I. wolcottiana* de *I. intapilosa* en los alrededores de Cuernavaca y Tepoztlán, Morelos; Quiroz (1964) y Guevara y Soria (1978) coinciden en identificar a *I. murucoides* e *I. arborescens* en los alrededores de Oaxtepec, Morelos. En ambos casos no se menciona a *I. pauciflora*, que es una especie conspicua en esta región y que se distingue muy bien de cualquiera de las ya mencionadas.

Hasta ahora McPherson (1981) ha realizado el estudio taxonómico de nueve especies de la serie *Arborescentes* sobre ejemplares de herbario; en dicho trabajo propone criterios morfológicos (vegetativos y florales) bien fundamentados que permiten conformar un grupo más homogéneo; sin embargo, persiste la dificultad de distinguir algunas de estas especies entre sí, sobre todo si se trabaja directamente en el campo y/o en zonas de transición entre una y otra especie. Otra limitante es que, tradicionalmente, la época de floración es la base para conseguir material susceptible de ser mejor determinado.

En este trabajo se propone realizar el estudio morfológico y morfométrico de algunas estructuras reproductivas (flor y polen) y un estudio morfológico y anatómico de las estructuras dispersoras (fruto y semilla) de las siguientes especies: *I. arborescens* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) G. Don, *I. chilopsidis* Standley, *I. intapilosa* Rose, *I. murucoides* Roem. & Schult., *I. pauciflora* Mart. & Gal. subsp. *pauciflora*, *I. populina* House, *I. praecana* House, *I. teotitlanica* McPherson e *I. wolcottiana* Rose subsp. *wolcottiana* con el propósito de lograr, con este conjunto de criterios, una caracterización más precisa.

Objetivos.

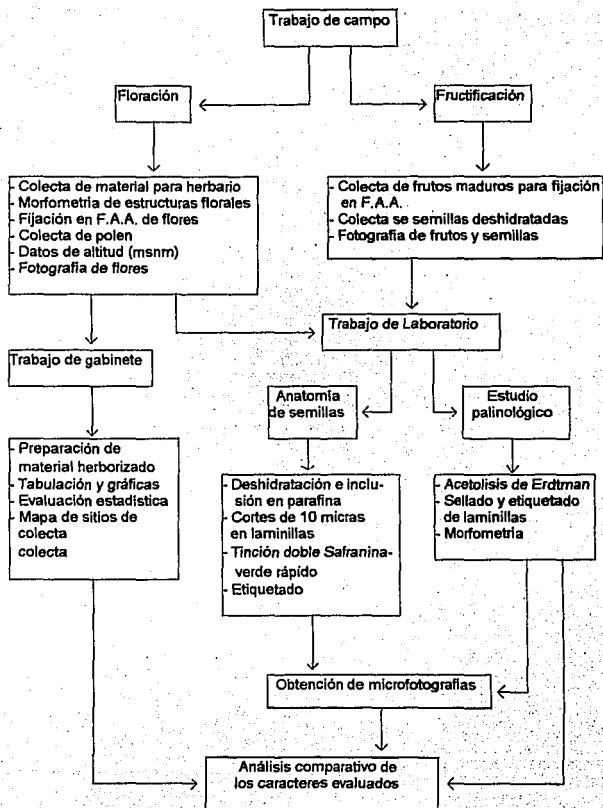
A. Generales

- Aportar nuevos elementos para la identificación de nueve especies de diez que propone McPherson (1981) para la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae).
- Construir una clave para la identificación de las siguientes especies:
I. arborescens (Humb. et Bonpl. ex Willd) G. Don, *I. chilopsidis* Standley,
I. intrapilosa Rose, *I. murucoides* Roem. & Schult., *I. pauciflora* Mart. & Gal.
subsp. *pauciflora*, *I. populina* House, *I. praecana* House, *I. teotitlanica*
McPherson e *I. wolcottiana* Rose subsp. *wolcottiana*.

B. Particulares

1. Estudiar la distribución de las especies tomando como referencia transectos altitudinales.
2. Recopilar datos morfométricos de las siguientes estructuras florales: cáliz, corola, androceo y gineceo, directamente en el sitio de colecta.
3. Realizar un estudio palinológico comparativo
4. Estudiar la anatomía de semillas maduras hidratadas (cubierta seminal madura con énfasis en la zona hilar)
5. Discutir los resultados del presente trabajo en relación con los obtenidos por McPherson (1981).

Diagrama de flujo



Metodología

(Ver diagrama de flujo)

A. - Trabajo en campo.

En razón de que la investigación debe realizarse con material vivo directamente en el campo, por ahora se prescinde del estudio de *Ipomoea pulcherrima* van Ooststroom y de *I. pauciflora* Mart. & Gal. subsp. *vargasiana* e *I. wolcottiana* Rose subsp. *calodendron* por encontrarse, estas especies, en Perú.

Se partió de realizar el trabajo exclusivamente con material plenamente identificado, en zonas geográficas accesibles en las que no hay duda de que está representada cada especie estudiada. Por no corresponder a los fines de la presente investigación (en términos de tiempo disponible), se pospone la aplicación de los parámetros propuestos en este estudio a individuos de estas especies que coexisten en las zonas de transición entre una y otra especie.

Se utilizó la provincia fisiográfica (Rzedowski, 1979) como criterio inicial para emprender el estudio y colectas en campo, siguiendo la información sobre sitios de colecta obtenida por McPherson (1981) a partir de sus estudios con material de herbario. Se realizaron recorridos por carretera buscando coincidir tanto con el tipo de provincia, como con la distribución de comunidades con dominancia fisonómica de especies de la serie *Arborescentes* ("cazahuateras"). El transecto altitudinal (msnm) se utilizó como punto de referencia para conocer la distribución local de las especies en estudio; para cada localidad se tomaron datos altitudinales y ambientales generales (suelo, vegetación y orientación topográfica).

Para cada localidad de colecta elegida se utilizaron mapas topográficos 1:50 000 y/o 1:250 000 obtenidos en SPP y, con los datos de campo para cada una, se ubicaron las zonas de distribución de las especies estudiadas, así como generalidades de clima, vegetación, geología y topografía obtenidas del IG-UNAM.

Se establecieron localidades de trabajo distantes entre sí, para cada especie. El trabajo en campo incluyó muestreos durante dos épocas: la de floración y la de fructificación, la mayoría de éstas comprendidas entre los meses de septiembre - octubre a febrero - marzo entre los años 1986 a 1992.

Como son nueve las especies estudiadas y su distribución geográfica puede o no coincidir, los muestreos sólo se pudieron realizar para dos o tres especies por año. Esto, de entrada, planteó dos limitantes: 1) los caracteres a estudiar (flor, polen, fruto y semilla) no podrían ser evaluados en todas las especies al mismo tiempo y bajo condiciones ambientales prevalecientes en un mismo momento y 2) para una especie cualquiera, un año podía retrasarse la floración y habría que esperar al año siguiente para empezar su estudio.

1. Colecta de material biológico.

Los muestreos se realizaron en al menos dos localidades de cada transecto, iniciando en la parte más alta medida en metros sobre el nivel del mar (msnm) de la distribución de cada especie y terminando en la parte más baja, con el propósito de obtener valores promedio para cada uno de los caracteres morfológicos y anatómicos a evaluar en esta parte de la investigación. En cada localidad se eligió al menos un individuo del cual se tomaron muestras para: fotografías, estudios posteriores de polen, ejemplares de herbario, mediciones de estructuras florales y fijación en F.A.A. de flor, fruto y semilla, así como la colecta de frutos y semillas previos a la dispersión.

La identificación del material colectado se realizó siguiendo la clave propuesta por McPherson (1981) mientras que, para la revisión de los ejemplares montados, se solicitó la opinión del Dr. Andrew McDonald, uno de los especialistas en convolvuláceas. Los ejemplares se depositaron en FCME, MEXU y un duplicado se encuentra en el Laboratorio de Citología Vegetal, de la Facultad de Ciencias, UNAM.

2. Morfometría floral.

Se empleó regla graduada en mm para medir longitud y ancho del sépalo más externo del cáliz, longitud y diámetro de la corola y longitud de androceo y gineceo. Los datos se tabularon para, posteriormente, evaluarlos estadísticamente. Los resultados se presentan en una tabla de valores y en gráficas; con los datos se elaboró una clave para la identificación de especies a partir de los caracteres florales y estos se ilustran con fotografías.

B. - Trabajo en laboratorio

3. Estudio palinológico comparativo

Para cada especie se eligieron tres muestras (repeticiones) procedentes de tres localidades geográficas o de tres fechas de colecta diferentes (cuadro 7). Se acudió al MEXU para obtener muestras de polen de algunas especies, cuando no fué posible completar las repeticiones a partir de las colectas realizadas directamente en el campo.

Cuadro 7. Procedencia de las muestras para el estudio palinológico de nueve especies de la serie *Arborescentes*.

<i>I. arborescens</i>	Pue./mar. 89 (Laguna-Ponce)	Mich./dic.87(Murguía158)	Jal./feb. 90(Bullock2088)
<i>I. chilopsidis</i>	Chih./nov.90(Murguía215)	Chih./oct.92(Murguía234)	Chih./oct.92 (Murguía235)
<i>I. intrapilosa</i>	Jal./sept.87(Murguía149)	Jal./dic.89(Murguía199)	Jal./ (Murguía)
<i>I. murucoides</i>	Mor./ene.83(Murguía23)	Col./feb.90(Bullock2083)	Oax./nov.92(Murguía251)
<i>I. pauciflora</i>	Mor./ene.83(Murguía28)	Méx./oct.86(Murguía100)	Pue./nov.92(Murguía246)
<i>I. populina</i>	Oax./nov.86(Torres734)	Chis./nov.92(Murguía253)	Chis./nov.92(Murguía260)
<i>I. praecana</i>	Méx./sep.33(Hinton3360)	Méx./oct.64(Matuda37430)	
<i>I. teotitlanica</i>	Oax./nov.89(Murguía204)	Oax./ene.91(Murguía217)	Oax./nov.92(Murguía250)
<i>I. wolcottiana</i>	Mich./dic.87(Murguía151)	Jal./feb.90(Bullock2092)	Ver./dic.93(Murguía311)

Se empleó la técnica de acetólisis de Erdtman (1952) para eliminar restos de citoplasma y otros componentes químicos que recubrían la pared del grano de polen. Como medio de montaje se utilizó gelatina glicerina con dimetilsulfóxido (Dr. Mark E. Engleman, com. pers., 1993) (Apéndice 2). Las preparaciones fueron selladas con esmalte transparente y etiquetadas.

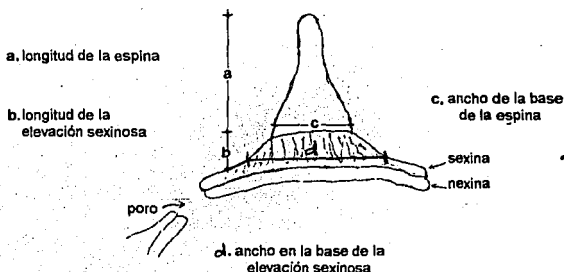
Los granos de polen se observaron y midieron en un microscopio calibrado Zeiss. Las mediciones (en micrómetros) se realizaron en 10 granos de polen para cada preparación de modo que, para cada especie, se obtuvieron promedios a partir de 30 granos de polen. Se evaluaron los siguientes caracteres en la estructura de la pared del polen: diámetro (sin considerar las espinas), diámetro del poro más próximo al centro del grano en vista supraóptica, longitud y ancho en la base de la espina, así como forma del ápice, grosor de la exina entre las espinas y en la base de éstas (figura 1).

La descripción palinológica de las especies estudiadas se realizó tomando como base la terminología propuesta por Erdtman (1952), Kremp (1968), Sengupta (1972), Palacios *et al.*, 1991) y Ludlow (1994, com. pers.).

Las laminillas obtenidas, así como los ejemplares de referencia, se depositaron en las palinotecas de MEXU y FCME, un duplicado se encuentra en la colección del Laboratorio de Citología Vegetal, FC-UNAM.

Se tomó fotografía del polen con un fotomicroscopio Zeiss, empleando película Plus X pan, HC-110 como revelador y papel fotográfico Kodabromide F-3, peso simple.

Figura 1. Esquematización de la pared del polen en el género *Ipomoea*.



La descripción palinológica de las especies estudiadas se realizó tomando como base la terminología propuesta por Erdtman (1952), Kremp (1968), Sengupta (1972), Palacios *et al*, 1991) y Ludlow (1994, com. pers.).

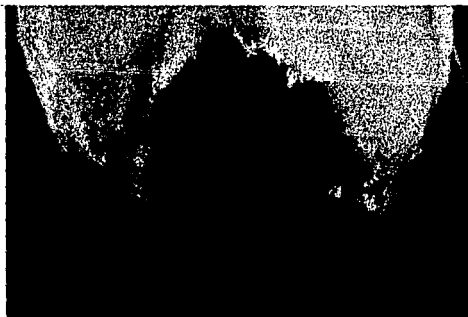
Las laminillas obtenidas, así como los ejemplares de referencia, se depositaron en las palinotecas de MEXU y FCME, un duplicado se encuentra en la colección del Laboratorio de Citología Vegetal, FC-UNAM.

Se tomó fotografía del polen con un fotomicroscopio Zeiss, empleando película Plus X pan, HC-110 como revelador y papel fotográfico Kodabromide F-3, peso simple.

4. Anatomía de semillas

Se emplearon semillas en tres diferentes etapas de deshidratación natural (blancas, pardas y café), previamente fijadas en F.A.A. (formaldeído-ácido acético-agua-alcohol 96°) 1.0 : 0.5 : 3.5 : 5.0. Con ayuda de un microscopio estereoscópico se realizaron algunas disecciones de semillas de testa blanca, inmersas en agua simple para lavar el fijador, y se tomaron fotografías de los componentes seminales (testa, endospermo y embrión). De las semillas se seccionó la región micropilar (figura 2).

Figura 2. Esquematación de la región micropilar de semillas maduras en la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae). cj = cojincillo; eh = epidermis adyacente al hilo; h = hilo



Las muestras se deshidrataron en alcoholes graduales y se incluyeron en parafina p.f. 57-60 °C o en Paraplast p.f. 60 °C. Se obtuvieron cortes transversales y longitudinales de 10-12 micrómetros de grosor, con microtomo rotatorio American Optical Modelo 820; se colocaron sobre laminillas a las que se aplicó tinción doble Safranina-Verde rápido (Johansen, 1949) (Apéndice 1).

En este apartado, las laminillas obtenidas se etiquetaron, se analizaron empleando un microscopio compuesto American Optical Phase Star y se tomaron fotografías con un fotomicroscopio Zeiss. Las laminillas se depositaron en la colección del Laboratorio de Citología, FC-UNAM.

Evaluación estadística.

Se obtuvo el promedio y la desviación estándar ($X \pm S$) para los siguientes caracteres florales: longitud y ancho del sépalo más externo, longitud y diámetro de la corola, longitud de androceo, longitud de gineceo y para los siguientes caracteres del polen: diámetro (sin espinas), diámetro del poro, alto de la elevación sexinosa y ancho en la base de la espina.

Para el caso de los caracteres florales, los resultados se comparan con los intervalos reportados por McPherson (1981).

Respecto a los caracteres del polen, los resultados se discuten en dos aspectos:

- 1) Comparando las dimensiones de las estructuras evaluadas entre las nueve especies estudiadas, independientemente de la fecha de colecta.
- 2) Comparando las dimensiones del diámetro del polen, para cada especie, en diferentes fechas de colecta.

Los resultados se dividen en cinco apartados: distribución geográfica, flor, polen, fruto y semilla. Excepto en el apartado de polen (cuyo estudio comprende las nueve especies en estudio) y en el apartado de campo (en donde se analiza la distribución de ocho de estas especies), los demás apartados excluyen resultados para *I. populina* e *I. praecana* cuyas localidades fueron establecidas en el Estado de Chiapas en septiembre de 1992 y no fue posible completar el estudio de frutos y semillas en enero y febrero de 1994.

Recorrer en el otoño los caminos que atraviesan por las selvas bajas caducifolias o los matorrales espinosos de México es encontrarse comúnmente con manchones (a veces amplios, a veces ralos) de árboles, arbustos o enredaderas leñosas cuyas flores blancas destacan en el paisaje tenuemente verde o pardo que ha quedado al final de la época de lluvias, como si fueran copos de nieve que no funde el ardiente sol de fin de año. Son sitios de cazahuateras (ser. *Arborescentes*, subg. *Eriospermum* gén. *Ipomoea*, Convolvulaceae L.) que consisten de poblaciones de una o dos especies diferentes de cazahuates.

Una joven de El Camarón, Oaxaca, nos platicó lo siguiente: "cuando una persona ha tenido una pérdida, cuando tiene un dolor muy grande por la muerte de alguien querido, va el señor (el curandero) a traer flores de este árbol y las lleva por la tarde, hacia la noche, a la casa de la persona para recoger con ellas la tristeza que la envuelve y después las arroja al río para que éste se lleve la tristeza y así la persona recupere su alegría". Tal vez este sea el sentido del nombre "palo de muerto", en algunas regiones, para varias de estas especies.

(Un momentáneo descanso nocturno en el largo camino hacia la selva Lacandona, Chiapas, en noviembre de 1993).

Resultados

Las cazahuateras son comunidades vegetales en las que fisiológicamente dominan individuos de las especies estudiadas (figura 3); se distinguen por ser árboles (figura 4), arbustos o enredaderas leñosas con flores blancas (figura 5), frutos dehiscentes (cápsulas) (figura 6) y semillas con tricomas marginales largos (figura 7).

Distribución geográfica

A continuación se proporcionan los datos altitudinales de algunas de las localidades de colecta para este trabajo, por cada especie (cuadro 8). El rango altitudinal en la columna derecha del cuadro muestra, en primer término, los límites mayor y menor de la distribución considerando el conjunto de las localidades (campo), así como el intervalo señalado por McPherson (1981) (herbario).

Cuadro 8. Localidades de colecta y rangos de distribución altitudinal de ocho especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)

Especie	Transecto	altitud (msnm)	Rango altitudinal	
			campo (msnm)	herbario (msnm)
<i>I. arborescens</i>	Cuautla, Mor. - Izúcar, Pue	1320 - 1280	1320 - 380	1800 - 50
	Charapendo-El Injerto, Mich.	1050 - 740		
	Sierra Tarahumara, Chih.	700 - 380		
<i>I. chilopsidis</i>	Sierra Tarahumara, Chih.	1950 - 1140	1950 - 1140	-----
<i>I. intrapilosa</i>	Pte. Calderón - Zapotlanejo, Jal.	1590 - 1530	1700 - 1450	2200 - 900
	Guadalajara - Chapala, Jal.	1700 - 1450		
<i>I. murucoides</i>	Sn. Juan del Río - Querétaro	2000 - 1730	2120 - 1400	2400 - 600
	Zamora - Morelia, Mich.	1680 - 1680		
	Tlalnepantla - Cuautla, Mor.	2 120 - 1400		
<i>I. pauciflora</i>	Sn. José - Cuautla, Mor.	1700 - 1400	1800 - 800	2000 - 400
	Tecamachalco - Tehuacán, Pue.	1800 - 1600		
	El Tambor - Sn. Antonio, Oax.	1250 - 800		
<i>I. populina</i>	Mpio. Ariaga, Chis.	1950 - 1140	1950 - 1140	2000 - 200
<i>I. teotitlanica</i>	El Tambor - Sn. Antonio, Oax.	1250 - 830	1250 - 830	-----
<i>I. wolcottiana</i>	Apatzingán - Aguililla, Mich.	520 - 410	720 - 410	900 - 50
	Xalapa - Cd. Cardel, Ver.	720 - 450		

LAMINA I

Figura 3. Cazahuatera de *I. pauciflora*. Autopista Tepoztlán - Cuautla, Mor.

Figura 4. Arbol de *I. arborescens*. Brecha Choix - Nacimiento, Sin.



3



4.

LAMINA II

Figura 5. Flor de *I. arborescens*. La Bufa, Chih.

Figura 6. Fruto maduro dehiscente de *I. teotitlanica*. Tepelmeme, Oax.

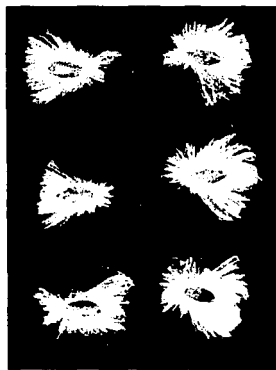
Figura 7. Semillas de *I. arborescens*. Carretera Uruapan - Lombardía, Mich



5.



6.



7.

En dicho cuadro se observa que las localidades de 6 de las especies presentan rangos altitudinales (campo) que coinciden con los intervalos (herbario) señalados por McPherson (1981). Para *I. chilopsidis* e *I. teotitlanica* se aporta el dato, que no se conocía, de su distribución altitudinal en sendos transectos.

Con respecto a su distribución, se distinguen tres tipos de especies: las que parecen tener una distribución restringida (*I. chilopsidis* en la Sierra Tarahumara, *I. intrapilosa* en Jalisco e *I. teotitlanica* en el Valle de Tehuacán), las que tienen una distribución más amplia (*I. arborescens*, *I. murucoides*) o medianamente amplia (*I. pauciflora*, *I. populina*, *I. praecana* e *I. wolcottiana*) (figura 8).

También, las poblaciones de algunas especies se encuentran en contacto en localidades de las siguientes provincias fisiográficas y pueden diferenciarse a simple vista, tomando como referencia la época de floración (figura 8):

1. En las partes altas de la Depresión del Balsas, en contacto con el Eje Neovolcánico Transversal. - *I. murucoides* en la parte alta del transecto e *I. pauciflora* en la parte baja.
2. Valle de Tehuacán. - *I. teotitlanica* e *I. pauciflora* intercaladas en el lado suroccidental y únicamente la segunda especie muy frecuente en la parte oriental.
3. Sierra Madre Occidental, en la Sierra Tarahumara *I. chilopsidis* en la parte alta del transecto e *I. arborescens* en la parte baja.

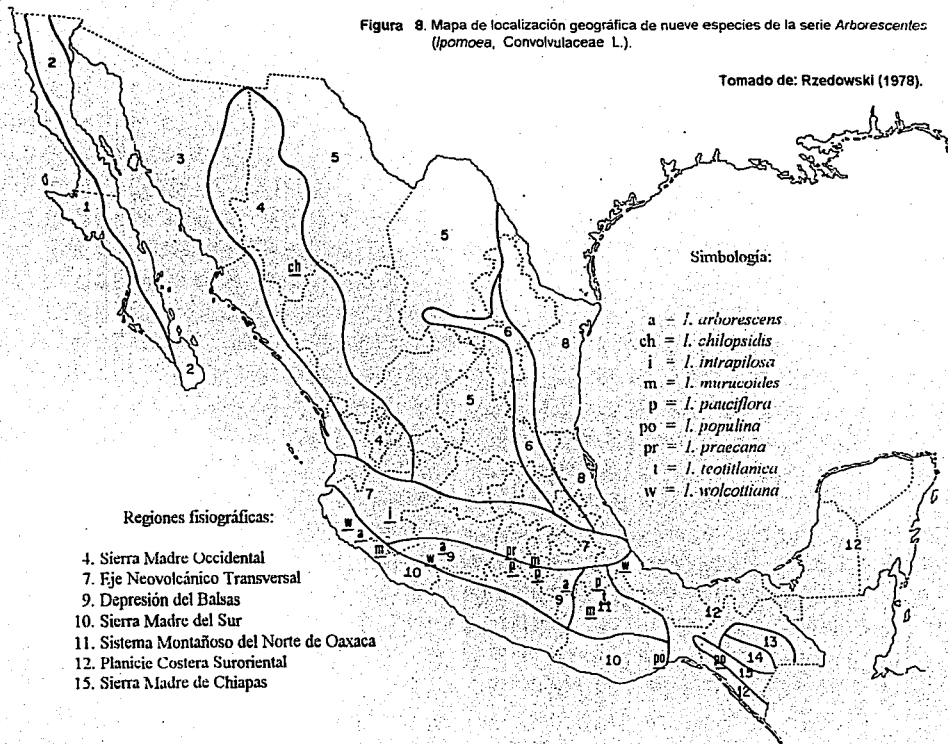
Pero hay algunas localidades en donde no es posible distinguir entre una y otra especie siguiendo el criterio de morfología floral:

1. Eje Neovolcánico Transversal. - *I. intrapilosa* e *I. murucoides*, entre Irapuato, Guanajuato y Arandas, Jalisco.
2. Sierra Madre Occidental. - *I. murucoides* e *I. arborescens*, entre Sinaloa y Nayarit.
3. Sierra Madre del Sur. - *I. pauciflora* e *I. populina*, entre Mitla, Oaxaca y Arriaga, Chiapas

Otras especies del conjunto estudiado se distribuyen como único componente en algunas de las localidades visitadas:

Figura 8. Mapa de localización geográfica de nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.).

Tomado de: Rzedowski (1978).



1. En las partes altas de la Depresión del Balsas, en contacto con el Eje Neovolcánico Transversal. - Sólo se encuentra *I. arborescens* en el transecto Uruapan - Lombardía, Michoacán
2. En las partes altas de la Depresión del Balsas, en contacto con la Sierra Madre del Sur. - Sólo se encuentra *I. wolcottiana* en el transecto Apatzingán - Aguililla, Michoacán.
3. En el Eje Neovolcánico Transversal, en contacto con la Planicie Costera Sureste. - *I. wolcottiana* en el transecto Xalapa - Cd. Cardel, Veracruz.

Respecto al estado de conservación, en los sitios de colecta se observó que las comunidades están desde muy deterioradas o perturbadas hasta medianamente conservadas.

A reserva de un estudio de mapoteca más detallado en relación con el clima y las zonas de distribución altitudinal de las especies en estudio, pueden distinguirse dos grupos: uno en clima A (tropical lluvioso) *I. arborescens*, *I. intrapilosa* e *I. murucoides* y otro en clima B (seco o árido) *I. chilopsidis*, *I. pauciflora*, *I. teotitlanica* e *I. wolcottiana*. (cuadro 9). Mientras que *I. intrapilosa* e *I. murucoides* se ubican en el más cálido de los climas templados (A)C, *I. arborescens* se localiza en el más fresco de los climas cálidos A(C).

Las especies restantes se encuentran en climas secos o áridos relacionados con asociaciones de cactáceas y matorrales espinosos o inermes. En ambos casos se presentan lluvias en verano (García, 1988).

Cuadro 9. Relación clima - distribución altitudinal de siete especies de la serie *Arborescentes* (*pomoae*, Convolvulaceae L.).

A. Climas cálidos:	<i>I. arborescens</i> , A(C)w1(w)(f)gw"	<i>I. intrapilosa</i> , (A)Ca(w1)(w)(f)g Jalisco	<i>I. murucoides</i> (A)Cw2(w)(f)g Morelos
B. Climas secos o áridos	<i>I. chilopsidis</i> BS1kw(e) Chihuahua	<i>I. pauciflora</i> BSkw(w)(f)gw"	<i>I. teotitlanica</i> BS1(h')w (w)(e)gw" Oaxaca
			<i>I. wolcottiana</i> BS1(h')w(w)(f)g Michoacán

Flor

Los resultados de la morfometría floral se presentan de la siguiente manera: para cada especie se tabulan los datos reportados por McPherson (1981) y los datos obtenidos en el presente estudio (cuadro 10). Para éste último se incluye: número de flores (n); número de árboles de los cuales se tomaron las flores (i) y nombre del Estado de la República Mexicana en el cual se realizó el muestreo. Se proporciona el promedio y la desviación estándar para cada estructura floral evaluada ($\bar{X} \pm S$).

No en todos los casos se pudo contar con el número de flores óptimo (30) para realizar el estudio. Los casos donde n es menor, corresponden a las flores de las especies con una época de floración muy variable y con una producción floral muy escasa (*I. chilopsidis* e *I. teotitlanica*).

Se comparan gráficamente los datos: con líneas punteadas se indican los valores máximos y mínimos reportados por McPherson (1981) para los ejemplares de herbario y con línea continua se ilustran los valores para el material vivo estudiado en el campo.

Respecto a la longitud del cáliz (el sépalo más externo) los valores de *I. chilopsidis* (1.56 ± 0.01), *I. intrapilosa* (1.55 ± 0.17), *I. murucoides* (2.35 ± 0.56) e *I. wolcottiana* (1.25 ± 0.20) caen dentro del intervalo considerado por McPherson (1981). Se salen de este intervalo *I. arborescens* (1.56 ± 0.07), *I. pauciflora* (1.00 ± 0.04) e *I. teotitlanica* (1.65 ± 0.21) (gráfica 1).

Para ancho de cáliz (el sépalo más externo) sólo quedan dentro del intervalo *I. intrapilosa* (1.26 ± 0.07), *I. murucoides* (1.66 ± 0.29), *I. teotitlanica* (0.90 ± 0.14) e *I. wolcottiana* (0.94 ± 0.19). Se salen: *I. arborescens* (0.94 ± 0.06), *I. chilopsidis* (1.09 ± 0.08) e *I. pauciflora* (1.00 ± 0.12) (gráfica 2).

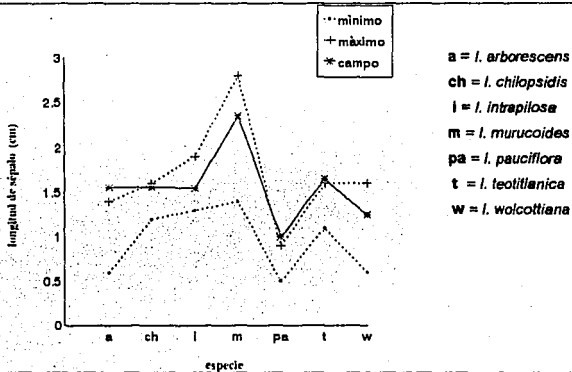
En longitud de corola, se observa que *I. arborescens* (6.84 ± 0.27) e *I. teotitlanica* (6.74 ± 0.48) rebasan ligeramente los valores máximos dados para el material de herbario (gráfica 3). Para el diámetro de la corola *I. arborescens* (7.38 ± 0.36) e *I. teotitlanica* (7.13 ± 0.48) rebasan el intervalo; las demás especies coinciden con los valores dados (gráfica 4).

Cuadro 10. Morfometría floral comparada de siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)

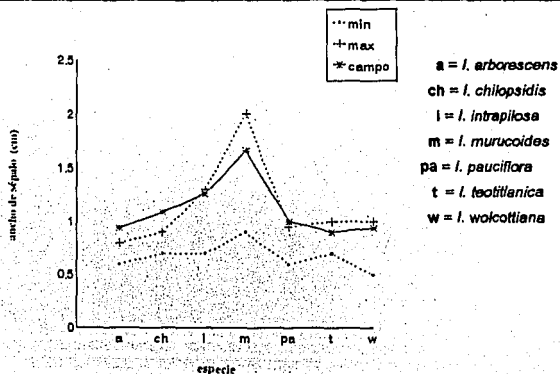
En primer término se anota el intervalo registrado por McPherson (1981), a continuación promedio y desviación estándar de las mediciones efectuadas en el campo y bajo el nombre de la especie se incluye no. de flores (n), no. de árboles (f) y el estado donde se realizó el muestreo.

Especie	Cáliz		Corola		Androceo	Gineceo		
	long. (cm)	ancho (cm)	long. (cm)	diámetro (cm)	long. (cm)	long. (cm)	estigma ancho (mm)	número forma
<i>I. arborescens</i> n = 29; f = 4 Michoacán	0.6-1.4 1.56 ± 0.07	0.8-0.8 0.94 ± 0.06	4-6 6.84 ± 0.27	4-6 7.38 ± 0.36	2.5-4 3.68 ± 0.22	2-3 4.11 ± 0.30	2-2.5 3.0 x 2.0	--- " 2 globosos
<i>I. chilopsidis</i> n = 5; f = 1 Chihuahua	1.2-1.6 1.58 ± 0.01	0.7-0.9 1.09 ± 0.08	8-9.5 8.07 ± 2.45	8-9 8.41 ± 0.08	5-5.5 4.84 ± 1.93	----- 4.07 ± 2.45	--- 2.5 x 2.0	--- " 2 globosos
<i>I. intrapilosa</i> n = 76; f = 11 Jalisco	1.3-1.9 1.55 ± 0.17	0.7-1.3 1.26 ± 0.07	5-8 6.75 ± 0.5	5-7 7.33 ± 0.64	3-4 5.44 ± 0.40	3.5-4 4.53 ± 0.73	1.0 2.6 x 2.1	--- " 2 globosos
<i>I. murucoides</i> n = 72; f = 8 Morelos y Jalisco	1.4-2.8 2.35 ± 0.56	0.9-2.0 1.66 ± 0.29	5-8 7.59 ± 0.22	5-9 7.79 ± 0.19	2.5-4 4.84 ± 0.91	2.5-4 5.01 ± 0.25	1-1.5 2.8 x 2.3	--- " 2 globosos
<i>I. pauciflora</i> n = 46; f = 6 Morelos y Puebla	0.5-0.9 1.00 ± 0.04	0.6-0.95 1.00 ± 0.12	6-8 7.00 ± 0.09	5-11 6.00 ± 0.03	9-11 1.70 ± 0.14	6-8 1.50 ± 0.1	2.5-3 5.0 x 2.5	--- " 2 cilíndricos
<i>I. teotitlenica</i> n = 8; f = 2 Oaxaca	1.1-1.6 1.65 ± 0.21	0.7-1.0 0.90 ± 0.14	5.5-6.5 6.74 ± 0.48	4 7.13 ± 3.07	2.8-3.8 3.73 ± 1.59	4.5 4.17 ± 0.66	1.5 2.0 x 2.9	--- " 2 globosos
<i>I. wolcottiana</i> n = 30; f = 5 Michoacán y Veracruz	0.6-1.6 1.25 ± 0.20	0.5-1.0 0.94 ± 0.19	4.5-7 6.53 ± 1.45	6-10 7.57 ± 1.83	1.2-2.9 2.48 ± 0.89	1.8-2.5 2.33 ± 0.27	1-3 2.0 x 4.1	2 globosos a cilíndricos " 2 globosos

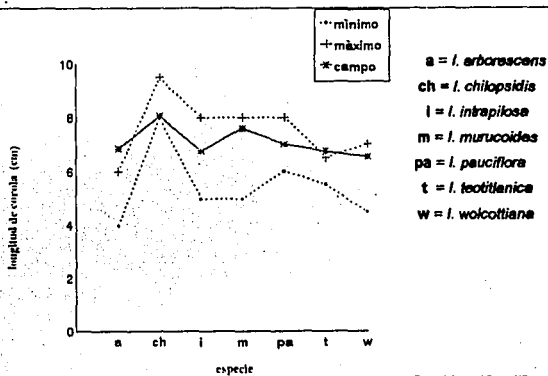
Gráfica 1. Morfometría del cáliz (longitud del sépalo más externo) de siete especies de la serie *Arborescentes*. (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



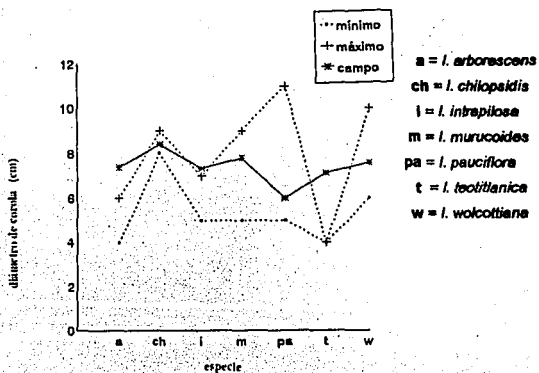
Gráfica 2. Morfometría del cáliz (ancho del sépalo más externo) de siete especies de la serie *Arborescentes*. (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



Gráfica 3. Morfometría de la corola (longitud) de siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, *Convolvulaceae* L.)



Gráfica 4. Morfometría de la corola (diámetro) de siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, *Convolvulaceae* L.)



Respecto al color de la corola, seis de las especies estudiadas presentan flores blancas y sólo *I. teotitlanica* produce flores amarillas, lo cual ya fué señalado por McPherson (1981) a partir del estudio de un único espécimen colectado por Gentry (22475) en 1980.

El color de la garganta (mitad inferior interna de la corola) es púrpura y puede ser desde muy intenso, casi oscuro, hasta muy claro o incluso puede presentarse sólo como jaspeado (cuadro 11). El tono del color de dicha garganta varía o está ausente entre las especies estudiadas de una a otra localidad.

Así, mientras que la corola amarilla distingue a *I. teotitlanica* de las demás especies de la serie *Arborescentes*, el color de la garganta floral no es un criterio útil para separar especies.

Cuadro 11. Tonos de color púrpura en la garganta floral de ocho especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)

Especie	púrpura intenso	púrpura claro	jaspeado	ausente
<i>I. arborescens</i>		+	+	
<i>I. chilopsidis</i>	+			
<i>I. intrapilosa</i>	+		+	+
<i>I. murucoides</i>	+	+		+
<i>I. pauciflora</i>	+	+	+	
<i>I. populina</i>	+			
<i>I. teotitlanica</i>				+
<i>I. wolcottiana</i>	+			

Esta variación, junto a la presencia o no de pubescencia en cáliz y pedicelos, así como variaciones en la morfología foliar hacen difícil la identificación de algunas de estas especies en el campo, en las zonas de transición entre una y otra especies como se ha mencionado anteriormente.

Los datos de campo muestran que la longitud del androceo de *I. intrapilosa* (5.44 ± 0.40) e *I. murucoides* (4.84 ± 0.9) (figura 9) es mayor y contrasta notablemente con *I. pauciflora* (1.70 ± 0.14) (figura 11); en *I. arborescens* (3.68 ± 0.22) e *I. wolcottiana* (2.48 ± 0.89) (figura 10) las dimensiones coinciden con el intervalo, mientras que en *I. chilopsidis* (4.84 ± 1.93) e *I. teotitlanica* (3.73 ± 1.59) el valor de la desviación estándar (S) está reflejando que se trata de muestras florales pequeñas ($n = 5$ y $n = 8$,

LAMINA III

Figura 9. Androceo (4.84 ± 0.9) cm y gineceo (5.01 ± 0.25 cm), estigma bigloboso (2.8×2.3 mm) y garganta floral jaspeada de *I. murucoides*. Tlayacapan, Morelos.

Figura 11. Androceo (2.48 ± 0.89 cm) y gineceo (2.33 ± 0.27 cm), estigma bigloboso ancho (2.0×4.1 mm) y garganta floral púrpura de *I. wolcottiana*. Puente Limón, Michoacán.

Figura 10. Androceo (1.70 ± 0.14) y gineceo (1.50 ± 0.1), estigma bicilíndrico (5.0×2.5 mm) y garganta floral púrpura intenso de *I. pauciflora*. Tlayacapan, Morelos.



9



10.



11.

respectivamente). En general hay correspondencia entre ambos tipos de cuantificaciones, excepto en *I. pauciflora* (1.70 ± 0.14 cm), especie cuyas dimensiones son bastante menores que los datos del intervalo (9-11 cm) dado por McPherson (1981) (gráfica 5).

Respecto a la longitud del gineceo, excepto para *I. wolcottiana* (2.33 ± 0.27) cuyo valor coincide con el intervalo considerado y para *I. chilopsidis* (4.07 ± 2.45), de la que McPherson (1981) no incluye dato alguno para el caracter de gineceo, todos los demás valores rebasan el intervalo dado. Esto es comprensible puesto que esta estructura se contrae muy fácilmente durante el secado del ejemplar; en cambio, en el presente trabajo se evaluó directamente en el sitio de colecta.

Sin embargo, destacan sobremanera las dimensiones del gineceo de *I. pauciflora* que, en campo, son bastante pequeñas (1.5 ± 0.5 cm) contra el dato de herbario (6-8 cm). Para este caracter no hay correspondencia entre los datos obtenidos en campo y los reportados a partir del estudio de herbario (gráfica 6).

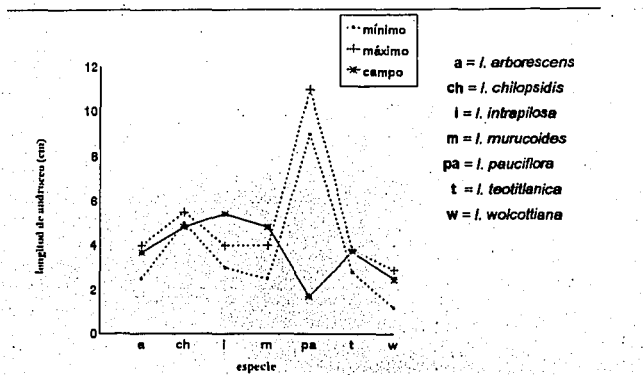
Por lo que se refiere a las características del estigma entre siete de las especies estudiadas en campo se encontró que existen tres tipos morfológicos: biglobosos (más alto que ancho), biglobosos anchos (más ancho que alto) y bicilíndricos (el doble de alto que de ancho) (cuadro 12).

Cuadro 12. Tipos de morfología y dimensiones del estigma en siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.).

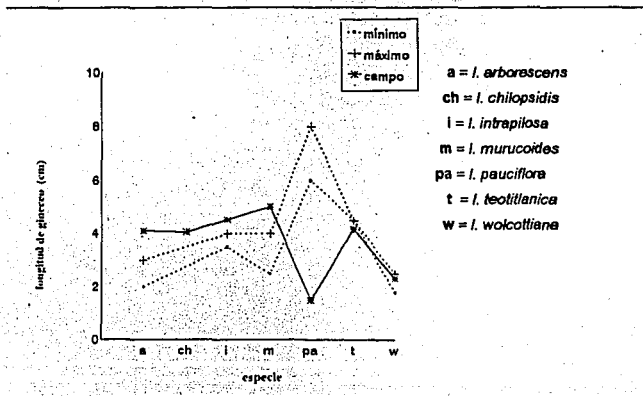
Especie	Estigma		
	bigloboso (mm) long. x ancho	bigloboso ancho (mm) long. x ancho	bicilíndrico (mm) long. x ancho
<i>I. arborescens</i>	3.0 x 2.0		
<i>I. chilopsidis</i>	2.5 x 2.0		
<i>I. intrapilosa</i>	2.8 x 2.1		
<i>I. murucoides</i>	2.8 x 2.3		
<i>I. pauciflora</i>			5.0 x 2.5
<i>I. teotihuana</i>		2.0 x 2.9	
<i>I. wolcottiana</i>		2.0 x 4.1	

Se observó en campo que *I. populina* posee estigma bicilíndrico, pero aún no se han cuantificado sus dimensiones.

Gráfica 5. Morfometría del androceo (longitud) de siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



Gráfica 6. Morfometría del gineceo (longitud) de siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



Con los datos de morfometría floral y considerando, en ciertos casos, la forma de crecimiento de algunas de las especies, puede formularse una clave dicotómica para la identificación de ocho especies de la serie *Arborescentes*, durante la época de floración. Los caracteres a considerar son: corola blanca o amarilla; estigma bigloboso, bigloboso ancho o bicilíndrico; cáliz glabro, tomentoso o pubescente; androceo y gineceo cortos o largos y crecimiento arbóreo, arbustivo y de enredadera leñosa (cuadro 13).

Cuadro 13. Clave para la identificación de 8 especies mexicanas de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.) a partir de la morfología floral.

-
1. Corolas amarillo brillante *I. teotitlanica*
- 1' Corolas blancas
2. Estigmas bicilíndricos
3. Hábito arbóreo *I. pauciflora*
- 3' Enredadera leñosa *I. populina*
- 2' Estigmas biglobosos
4. Androceo y gineceo de longitud intermedia
(Androceo de 2.48 cm y gineceo de 2.33 cm)
estigma bigloboso ancho (2.0 x 4.1 mm) *I. wolcottiana*
- 4' Androceo y gineceo largos
(Androceo de 3.68 cm a 5.44 cm y
gineceo de 4.1 cm a 5.0 cm)
5. Cáliz glabro
- 6 Hábito arbóreo *I. intrapilosa*
- 6' Hábito arbustivo *I. chilopsidis*
- 5' Cáliz con tricomas
- 7 Cáliz tomentoso (tricomas cortos) *I. arborescens*
- 7' Cáliz piloso (tricomas largos y suaves) *I. murucoides*
-

Polen

El estudio palinológico de nueve especies de la serie *Arborescentes*, realizado con microscopía fotónica (LO), no permite una distinción interespecífica como la sugerida por Pedraza (1983) en tanto los resultados no sean cotejados con la información que pueda proporcionar un estudio complementario con microscopio electrónico de barrido (MEB).

Sin embargo, los datos morfométricos pueden ser analizados en dos etapas: la primera comprende el conjunto de las dos o tres repeticiones por especie para realizar la descripción de la pared del grano de polen (exina), así como para analizar interespecíficamente, en promedio, los valores de cada uno de los parámetros de la exina considerados y su representación gráfica (cuadro 14). En la segunda etapa se analizan los valores de diámetro del polen intraspecíficamente, en relación con la fecha de colecta (cuadro 15). Al final de este apartado ambas etapas se complementan para caracterizar a las especies estudiadas.

En las páginas siguientes se incluye la descripción palinológica para nueve especies de la serie *Arborescentes*. La terminología empleada incluye los conceptos que se definen a continuación:

elevaciones sexinosas.- Término empleado por Palacios *et al.* (1991) para referirse al origen de esta estructura de la sexina en la región en que se asientan las espinas, lo que fue previamente señalado por Goodwin y Chapman (1967); se originan por un alargamiento de las columelas en la base de las espinas, lo que aumenta el grosor de la sexina en ese lugar y que en las tablas de valores (cuadros 14 y 15) se expresa como $Dc + s$ (la suma de alto de la elevación sexinosa más el valor de la exina, expresados en micrometros). Este término sustituye al de **cojín basal** empleado por Pedraza (1983).

áreas no equinadas.- regiones que se deben a la menor altura de las columelas y que se encuentran entre la parte baja de las elevaciones sexinosas y los márgenes del poro.

foraminado.- en las convolúceas este término se refiere al polen periporado cuyas aberturas están en valles y son circundadas por crestas de apariencia poligonal, en cuyos ángulos se localizan las espinas sobre elevaciones sexinosas (Kremp, 1965; Godwin y Chapman, 1967).

Análisis interespecífico

La descripción morfológica y morfométrica del polen se efectuó a partir de una de las repeticiones para cada especie (Apéndice 2) y los datos obtenidos de la evaluación para todas las repeticiones por especie se tabulan con objeto de comparar las dimensiones de las estructuras intraespecíficamente (cuadro 14). Los resultados muestran que, entre las especies de la serie Arborescentes estudiadas, las diferencias más notorias se dan principalmente en el diámetro del grano (sin espinas) y el diámetro del poro, ancho de las espinas y alto de las elevaciones sexinosas (expresado como $Dc+s$). La estrecha correlación entre estos caracteres permite conformar tres grupos de polen (gráficas 7, 8, 9 y 10):

polen pequeño.- presente en *I. pauciflora* (figura 12) e *I. populina* (figura 13) con diámetro de grano de 70 a 81 micrómetros; exina tectada, columelada, supraequinada; el tectum disminuye hacia las zonas no equinadas; espinas de 7.2 a 7.4 micrómetros de altura, anchas en la base con ápice muy afilado y largo; diámetro de poro de 5.8 a 6.6 micrómetros; y elevaciones sexinosas de 3.3 a 3.9 micrómetros, en cuya base la sexina presenta columelas muy bifurcadas.

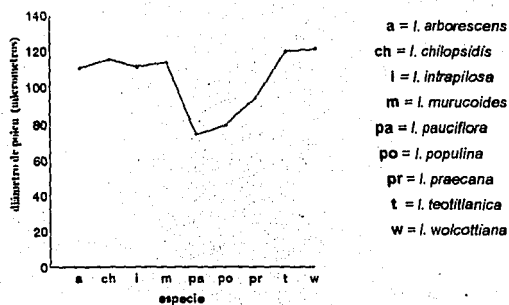
polen intermedio de *I. praeacana* (figura 14) con diámetro de grano de 90 a 98 micrómetros; exina tectada, columelada, supraequinada, una de las repeticiones presentando microretículo en las zonas cercanas a las espinas; el tectum disminuye levemente hacia las zonas no equinadas; espinas de 7.2 micrómetros de altura, anchas, escasamente bulbosas y pedunculadas, con ápice muy afilado y largo; diámetro de poro de 6.5 a 8 micrómetros y elevaciones sexinosas de 3.9 a 5.6 micrómetros.

polen grande de *I. arborescens* (figura 15), *I. chilopsidis* (figura 16), *I. intrapilosa* (figura 17), *I. murucoides* (figura 18), *I. teotitlanica* (figura 19) e *I. wolcottiana* (figura 20), con diámetro de grano de 110 a 158 micrómetros; exina tectada, microreticulada, columelada, supraequinada; el microretículo se distingue en las zonas cercanas a las espinas y presenta variación entre estas especies: en *I. arborescens* e *I. intrapilosa* se desvanece hacia los poros, en *I. chilopsidis* está restringido a las zonas cercanas a las espinas y en *I. murucoides* e *I. teotitlanica* se encuentra bien distribuido sobre la pared del grano de polen; espinas anchas a bulbosas o semicirculares en la base y constreñidas en el cuello y con ápice redondo; diámetro de poro de 6.9 a 7.6 micrómetros y elevaciones sexinosas de 2.3 a 4.6 micrómetros.

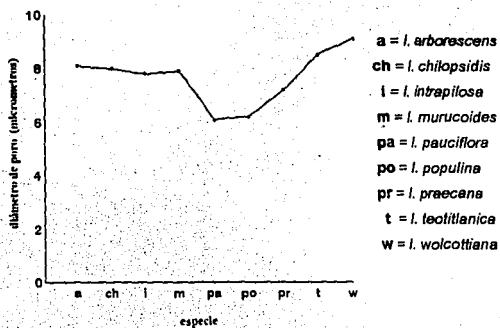
Cuadro 14. Datos morfométricos de la exina en nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.). En primer término se anota el promedio y la desviación estándar de las repeticiones, para cada especie; la segunda línea muestra, entre paréntesis, el promedio para las tres repeticiones (excepto *I. praecana*, con sólo dos) y en los extremos el valor menor a la izquierda y el valor mayor a la derecha del total de las observaciones. Las mediciones se expresan en micrometros

Especie	diámetro del grano (sin esp.)	espina		elevación sexinosa				diámetro de poro	
		largo	ancho	alto	ancho	Dc+ s	sexina		nexina
<i>I. arborescens</i>	110.9 ± 10.8 97.5 (110.9)142.5	7.2 ± 0.7 5.4(7.2)8.4	4.4 ± 0.4 3.8(4.4)5.4	2.1 ± 0.1 1.5(2.1)3.1	11.0 ± 1.5 8.4(11)15.3	4.6 1.5(2.5)3.1	2.5 ± 0.9 3.2(3.1)4.6	3.1 ± 0.2 6.1(8.1)10.7	8.1 ± 1.0
<i>I. chilopsisidis</i>	115.6 ± 12.8 90(115.6)131.2	7.5 ± 0.7 6.1(7.5)10.7	5.7 ± 0.5 4.6(5.7)6.9	2.6 ± 0.2 1.5(2.6)3.1	13.6 ± 2.3 9.2(13.6)18.4	4.7 1.5(2.1)3.1	2.1 ± 0.3 2.3(3.2)4.6	3.2 ± 0.4 6.1(8.0)10.7	8.0 ± 1.3
<i>I. intrapilosa</i>	111.4 ± 1.8 108.8(111.4)	8.6 ± 0.6 6.9(8.6)9.9	5.8 ± 0.2 5.4(5.8)6.1	2.5 ± 0.2 1.5(2.5)3.1	12.8 ± 1.0 10.7(12.8)16.1	5.3 1.5(2.8)3.8	2.8 ± 0.2 2.3(3.4)3.8	3.4 ± 0.0 6.9(7.8)9.2	7.8 ± 0.4
<i>I. murucoides</i>	113.8 ± 2.0 105.4(113.8)118.1	7.8 ± 1.0 5.4(7.8)9.2	5.5 ± 0.9 3.8(5.5)6.9	2.1 ± 0.7 0.8(2.1)3.8	13.2 ± 1.8 9.2(13.2)16.8	4.7 1.5(2.6)3.1	2.6 ± 0.4 2.3(3.2)4.6	3.2 ± 0.4 6.1(7.9)9.2	7.9 ± 0.5
<i>I. psuciflora</i>	74.3 ± 6.1 65.6(74.3)88.1	7.1 ± 0.2 6.1(7.1)8.4	3.5 ± 0.1 (3.5)4.6	1.9 ± 0.1 1.5(1.9)3.8	10.2 ± 0.3 8.4(10.2)13.0	3.6 1.5(1.7)2.3	1.7 ± 0.2 0.1.5(2.3)3.1	2.3 ± 0.1 4.6(6.1)7.6	6.1 ± 0.3
<i>I. populina</i>	79.4 ± 1.7 75(79.4)88.1	7.7 ± 0.4 6.1(7.7)9.2	3.9 ± 0.2 2.3(3.9)4.6	2.0 ± 0.3 1.5(2.0)3.1	11.6 ± 0.2 9.9(11.6)13.8	3.7 1.5(1.7)3.1	1.7 ± 0.2 2.3(2.8)3.8	2.8 ± 0.3 5.4(6.2)6.9	6.2 ± 0.5
<i>I. praecana</i>	93.9 ± 5.3 86.2(93.9)103.1	9.4 ± 3.1 6.1(9.4)13.0	3.6 ± 0.9 2.3(3.6)4.6	2.8 ± 0.8 1.5(2.8)3.8	12.3 ± 3.1 9.2(12.3)16.1	4.9 1.5(2.1)3.1	2.1 ± 0.0 1.5(2.4)3.1	2.4 ± 0.2 5.4(7.2)8.4	7.2 ± 1.0
<i>I. teotitlenica</i>	119.9 ± 8.9 105(119.9)131.2	10.1 ± 2.5 7.6(10.1)13.8	5.3 ± 0.6 3.8(5.3)6.1	3.1 ± 0.2 2.3(3.1)4.6	14.1 ± 0.3 12.2(14.1)16.8	5.7 1.5(2.6)3.1	2.6 ± 0.3 2.3(3.2)3.8	3.2 ± 0.1 6.1(8.5)10.7	8.5 ± 0.2
<i>I. wolcottiana</i>	121.3 ± 31.9 95.6(121.3)170.6	8.1 ± 1.2 6.1(8.1)10.7	5.6 ± 0.8 3.8(5.6)7.6	2.1 ± 0.2 0.8(2.1)3.1	14.7 ± 1.7 1.5(14.7)21.4	5.2 2.3(3.1)4.6	3.1 ± 0.6 2.3(2.8)3.1	2.8 ± 0.4 6.1(9.1)13.8	9.1 ± 3.1

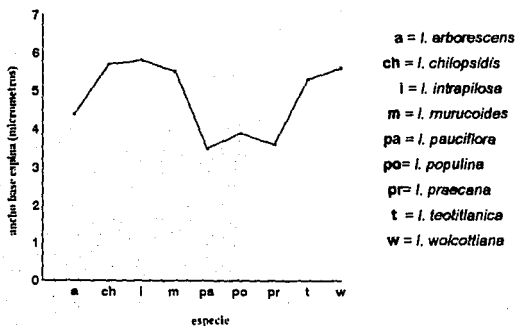
Gráfica 7. Diámetro del grano de polen (sin espinas) de nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



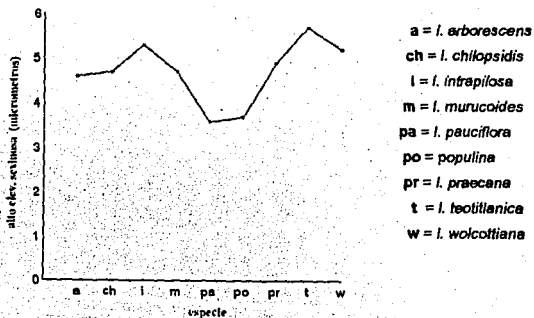
Gráfica 8. Diámetro del poro en el grano de polen de nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



Gráfica 9. Ancho en la base de las espinas del grano de polen de nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)

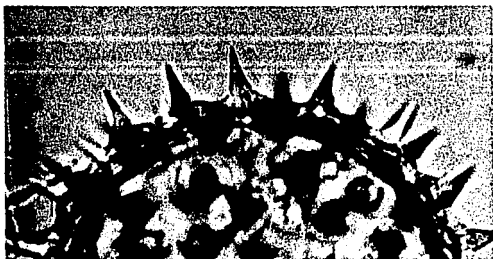


Gráfica 10. Alto de las elevaciones sexinosas (Dc+s) en el grano de polen de nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)



LAMINA IV

- Figura 12. Polen de *I. pauciflora* . No. col. G. Murguía 100.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1175x.
- Figura 13. Polen de *I. populina* . No. col. G. Murguía 253.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 960x.
- Figura 14. Polen de *I. praecana* .No. col. E. Matuda 37430.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1100x.



12.



13.



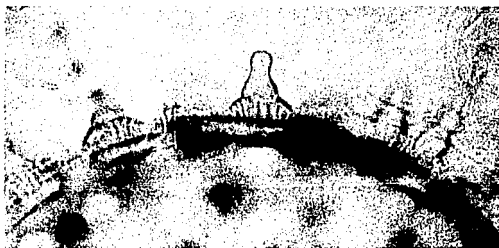
14.

LAMINA V

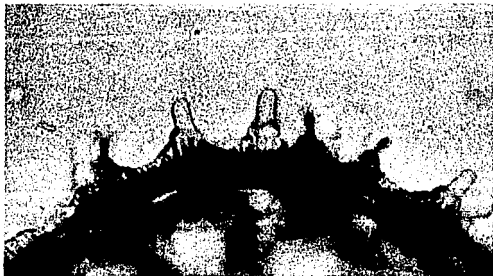
- Figura 15. Polen de *I. arborescens*. No. col. G. Murguía 158.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1133x.
- Figura 16. Polen de *I. chilopsidis*. No. col. G. Murguía 215.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1133x.
- Figura 17. Polen de *I. intrapilosa*. No. col. G. Murguía 199.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1120x.



15.



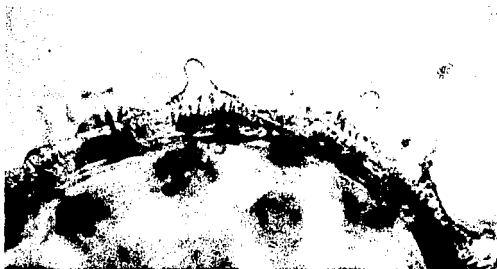
16.



17.

LAMINA VI

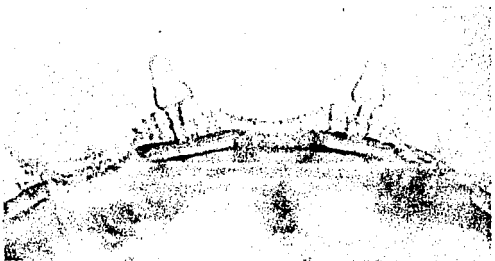
- Figura 18. Polen de *I. murucoides*. No. col. G. Murguía 23.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1000x.
- Figura 19. Polen de *I. teotitlanica*. No. col. G. Murguía 250.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1100x.
- Figura 20. Polen de *I. wolcottiana*. No. col. G. Murguía 151.
Contraste de fases. 400x al negativo. Ampliación posterior 1400x.



18.



19.



20.

En este agrupamiento destaca de tamaño intermedio de *I. praecana* respecto al diámetro de polen (sin espinas) (93.9 ± 5.3 micrómetros) y de poro (7.2 ± 1.0 micrómetros) porque, en promedio, presenta características del polen de tamaño pequeño: el tectum disminuye hacia las zonas no equinadas, produce espinas estrechas en la base (3.6 ± 0.9 micrómetros); pero también presenta características del polen de diámetro grande: microretículo en las zonas cercanas a las espinas, elevaciones sexinosas altas y espinas constreñidas en el cuello y de punta redonda.

Los resultados del estudio del polen permiten formular precisiones al tratamiento que Pedraza (1983) da a *I. arborescens*, *I. intrapilosa* e *I. pauciflora*: mientras ella incluye a estas tres especies en un grupo que se caracteriza por presentar espinas sobre cojines basales ampliados, en el presente análisis *I. arborescens* e *I. intrapilosa* forman un grupo con diámetro de polen grande (110.9 ± 10.8 micrómetros y 111.4 ± 1.8 micrómetros, respectivamente) y comparten los caracteres de forma redonda del ápice de las espinas y del microretículo en la base de las elevaciones sexinosas, que se desvanece hacia los poros; en cambio, *I. pauciflora* queda fuera de este trío por carecer de microretículo evidente en la base de las elevaciones sexinosas y por presentar espinas de ápice muy afilado y largo, además de presentar diámetro de polen menor (74.3 ± 6.1 micrómetros). Para esta última especie, los diámetros del grano y del poro coinciden con los reportados por la autora mencionada, ratificando que *I. pauciflora* produce polen pequeño.

Análisis intraespecífico

Intraespecíficamente los datos morfométricos del diámetro del polen muestran que, independientemente del año de colecta, *I. muricoides*, *I. populina* e *I. intrapilosa* son más o menos constantes en un rango de 2.4 a 3.4 micrómetros; en cambio *I. pauciflora*, *I. arborescens*, *I. wolcottiana*, *I. teotitlanica*, *I. chilopsidis* e *I. praecana* presentan rangos entre 7.5 y 153 micrómetros de diferencia (cuadro 15). En este último grupo de especies *I. arborescens*, *I. wolcottiana* e *I. chilopsidis* muestran la mayor disparidad de valores entre los diferentes años y localidades de colecta (cuadro 16).

Analizando los parámetros de diámetro del polen en relación con el año y temporada de colecta, así como con la región geográfica de la que proceden las muestras, se observa por ejemplo que sendas muestras de polen de *I. wolcottiana* provenientes de la Sierra Madre del Sur en diciembre de 1987 y de Chamela, Jalisco en la vertiente del

Cuadro 15. Datos morfométricos de la exina en nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.). Para cada una de las repeticiones por especie se toma el promedio entre paréntesis, el valor menor a la izquierda y el valor mayor a la derecha. Las mediciones se expresan en micrometros.

Especie	dámetro (sin esp.)	largo	espina base	alto	elevación sexinosa Dc+	ancho	sexina exina	sexina	poro	Col.
<i>I. arborescens</i>	101.2(106.5)110.6	6.8(7.6)8.4	3.8(4.2)4.6	1.5(2.2)3.1	3.0(4.6)6.2	8.4(6.3)10.7	1.5(2.4)3.1	2.3(2.9)3.8	6.1(7.6)8.4	159
	103.1(123.2)142.5	6.9(7.5)8.4	4.6(4.8)5.4	1.5(2.1)3.1	3.0(4.6)6.3	8.8(12.3)15.3	1.5(2.5)3.1	3.1(3.2)3.8	7.6(8.3)10.7	2088
	97.5(102.8)108.9	5.4(6.4)8.9	3.8(4.0)4.6	1.5(2.1)2.3	3.0(4.6)5.2	8.4(11.3)13.8	1.5(2.5)3.1	2.3(3.3)4.6	6.9(7.5)8.4	L-P sin
<i>I. chilopsideis</i>	118.1(124.3)131.2	6.9(8.3)10.7	4.6(6.0)6.9	1.5(2.8)3.1	3.0(5.2)6.2	14.5(16.3)18.4	1.5(2.4)3.1	3.1(3.6)4.6	8.4(9.3)10.7	235
	90.0(100.9)106.9	6.1(7.2)8.4	4.6(5.1)6.1	1.5(2.4)3.1	3.0(4.2)5.4	8.2(12.2)14.5	1.5(1.8)2.3	2.3(2.9)3.8	6.1(6.9)7.6	215
	116.2(121.5)125.6	6.1(7.1)7.6	5.4(6.1)6.9	1.5(2.5)3.1	3.0(4.6)6.2	10.7(12.3)13.8	1.5(2.1)3.1	2.3(3.2)3.8	6.9(7.6)8.6	234
<i>I. intrapilosa</i>	110.6(112.7)114.4	6.9(8.2)9.2	5.4(6.0)6.1	1.5(2.3)3.1	3.0(4.9)6.2	10.7(2.9 + 0.2)	1.5(2.6)3.1	3.1(3.4)3.8	6.9(8.0)8.2	169
	108.6(110.1)112.5	8.4(9.1)9.9	5.4(5.7)6.1	1.5(2.6)3.8	3.8(5.5)7.6	11.5(13.5)16.1	2.3(2.9)3.8	2.3(3.4)3.8	6.9(7.5)8.4	149
<i>I. murucoides</i>	114.4(116.1)118.1	5.4(7.2)8.4	3.8(4.9)6.1	1.5(1.8)2.3	3.8(4.7)5.4	9.2(11.3)13.8	2.3(2.9)3.1	2.3(2.8)3.8	7.6(8.5)9.2	251
	106.9(113.1)118.1	7.6(8.9)9.2	3.8(5.0)5.4	0.8(1.8)2.3	2.3(4.4)5.4	10.7(13.2)14.5	1.5(2.8)3.1	2.3(3.1)3.8	6.9(7.6)8.4	2083
	106.8(112.3)116.2	6.1(7.3)8.4	6.1(6.5)6.9	2.3(2.9)3.8	3.8(5.1)6.9	13.0(14.9)16.8	1.5(2.2)3.1	3.1(3.7)4.6	6.1(7.4)8.4	23
<i>I. pauciflora</i>	73.1(78.6)88.1	6.1(7.0)8.4	3.1(3.5)4.6	1.5(2.0)2.3	3.0(3.7)4.6	8.4(10.4)13.0	1.5(1.7)2.3	1.5(2.4)3.1	4.6(5.9)7.6	246
	65.6(69.9)73.1	6.1(7.2)8.4	3.1(3.4)3.8	1.5(1.8)2.3	3.0(3.5)4.6	8.4(10.0)12.2	1.5(1.7)2.3	1.5(2.2)3.1	5.4(6.3)7.6	100 28
<i>I. populina</i>	78.8(80.6)88.1	6.9(8.0)9.2	3.8(4.0)4.6	1.5(1.8)2.3	3.0(3.3)3.8	9.9(11.5)13.8	(1.5)	2.3(3.0)3.1	5.4(5.8)6.9	260
	75.0(78.2)78.8	6.1(7.4)8.4	2.3(3.7)4.6	1.5(2.1)3.1	3.0(3.9)6.2	9.9(11.7)13.0	1.5(1.8)3.1	2.3(2.6)3.1	4.6(6.6)7.6	253 734
<i>I. praecana</i>	88.2(90.2)97.5	6.1(7.2)7.6	2.3(3.0)3.8	1.5(1.8)2.3	3.0(3.9)5.4	9.2(10.1)11.5	1.5(2.1)3.1	1.5(2.3)3.1	6.9(8.0)8.4	37430
	91.9(97.7)103.1	9.9(11.6)13.0	3.1(4.2)4.6	3.1(3.4)3.8	4.6(5.6)6.9	13.0(14.5)16.1	1.5(2.1)3.1	2.3(2.5)3.1	5.4(6.5)7.6	3380
<i>I. teotliliana</i>	120.0(126.2)131.2	7.8(8.3)9.9	3.8(4.8)6.1	2.3(3.3)4.6	3.8(5.7)7.7	13.0(14.3)16.8	1.5(2.4)3.1	2.3(3.1)3.8	6.1(7.6)8.4	250
	105.0(113.6)120	9.9(11.9)13.8	4.8(5.7)6.1	2.3(3.0)3.8	3.8(5.7)6.9	12.2(13.8)16.1	1.5(2.7)3.1	2.3(3.3)3.8	7.6(9.3)10.7	204 217
<i>I. wolcottiana</i>	95.6(100.9)105	6.1(7.0)7.6	3.8(4.7)5.4	1.5(2.3)3.1	3.8(5.0)6.2	11.5(13.8)16.1	2.3(2.9)3.1	2.3(2.9)3.1	6.9(7.6)8.4	151
	146.2(158.1)170.8	8.4(9.3)10.7	5.4(6.3)7.6	1.5(2.1)3.1	4.8(5.8)7.7	13.8(16.7)21.4	3.1(3.7)4.6	(3.1)	10.7(12.6)13.8	311
	101.2(105.0)110.6	7.6(7.9)9.2	5.4(5.7)6.1	1.5(2.0)2.3	3.8(4.8)5.4	12.2(13.7)15.3	2.3(2.8)3.1	2.3(2.4)3.1	6.1(7.1)7.6	2092

Cuadro 16. Relación tiempo de colecta - diámetro de polen (sin espinas) para nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Pomoea*, Convolvulaceae L.).

diámetro (micrometros)									
tiempo (años)	<i>I. murucoides</i>	<i>I. pauciflora</i>	<i>I. populina</i>	<i>I. arborescens</i>	<i>I. intrapilosa</i>	<i>I. wolcottiana</i>	<i>I. teotlanica</i>	<i>I. chilopsidis</i>	<i>I. praecana</i>
1933									97.7 ± 3.4 septiembre Méx. 3380
1964									90.2 ± 3.0 octubre Méx. 37430
1983	112.3 ± 3.0 enero Mor. 23								
		enero Mor. 28							
1986		69.9 ± 2.6 octubre Méx. 100							noviembre Oax. Torres
1987				102.9 ± 3.8 marzo Pue. L-P					
				106.5 ± 3.0 diciembre Mich. 158	110.1 ± 1.5 septiembre Jal. 149	100.9 ± 2.8 diciembre Mich. 151			
1989					112.7 ± 1.5 diciembre Jal. 199			113.6 ± 5.3 noviembre Oax. 204	
1990	113.1 ± 3.4 febrero Col. Bullock			123.2 ± 12.0 febrero Jal. Bullock		105.0 ± 3.8 febrero Jal. Bullock		100.9 ± 4.9 noviembre Chih. 215	
1991								121.5 ± 2.6 124.3 ± 4.1 octubre Chih. 234, 23	
1992	118.1 ± 1.5 noviembre Oax. 251	78.6 ± 4.5 noviembre Pue. 246	78.2 ± 1.9 80.6 ± 3.0 noviembre Chis. 253, 260					enero Oax. 217 126.2 ± 3.0 noviembre Oax. 250	
1993						158 ± 7.1 diciembre Ver. 311			

Pacífico en febrero de 1990, presentaron diámetros menores (100.9 ± 2.6 y 105.0 ± 3.8 micrómetros, respectivamente) que la muestra de la carretera Xalapa - Ciudad Cardel en la vertiente del Golfo en diciembre de 1993, con un diámetro mucho mayor (158 ± 7.1 micrómetros). En este caso se comparan muestras de regiones geográficas opuestas en el mapa, en diferentes condiciones de humedad ambiental: menor en la Sierra Madre del Sur, algo mayor en la vertiente del Pacífico y mayor en el Golfo.

Se observa un comportamiento similar en *I. arborescens*, muestras provenientes de la parte alta de la Depresión del Balsas, en su colindancia con la vertiente sur del Eje Neovolcánico Transversal, de marzo y diciembre de 1987 (102.9 ± 3.8 y 106 ± 3.0 micrómetros, respectivamente) presentaron diámetros menores que la muestra de Jalisco en la vertiente del Pacífico en febrero de 1990, con un diámetro mayor (123.2 ± 12.0). Al comparar muestras colectadas en la parte centro occidental de la República Mexicana, nuevamente el diámetro mayor parece ocurrir en la localidad con mayor humedad ambiental.

Comparativamente, muestras de polen de *I. murucoides* provenientes de la parte alta de la Depresión del Balsas que colinda con la vertiente sur del Eje Neovolcánico Transversal en enero de 1983 (112.3 ± 3.0 micrómetros), de Colima en la vertiente del Pacífico en febrero de 1990 (113.1 ± 3.4 micrómetros) y de la vertiente sur de la Sierra de Juárez en noviembre de 1992 (116.1 ± 1.5 micrómetros) presentan poca variación de diámetro de grano.

Que las condiciones ambientales en un tiempo dado pueden influir en el diámetro del polen lo sugieren los datos para *I. populina* e *I. chilopsidis*, en cada una de ellas los diámetros son más similares si las colectas provienen de fechas próximas entre sí que el diámetro de colectas anteriores. Finalmente dos comentarios más: en la mayoría de los casos (excepto *I. populina*, *I. wolcottiana* e *I. praecana*) se observa una tendencia al aumento en el diámetro del grano de polen en los diferentes años de colecta y, para un mismo año, especies con diámetros de polen grandes se distinguen de especies con diámetros pequeños, entre el conjunto estudiado.

Pacífico en febrero de 1990, presentaron diámetros menores (100.9 ± 2.6 y 105.0 ± 3.8 micrómetros, respectivamente) que la muestra de la carretera Xalapa - Ciudad Cardel en la vertiente del Golfo en diciembre de 1993, con un diámetro mucho mayor (158 ± 7.1 micrómetros). En este caso se comparan muestras de regiones geográficas opuestas en el mapa, en diferentes condiciones de humedad ambiental: menor en la Sierra Madre del Sur, algo mayor en la vertiente del Pacífico y mayor en el Golfo.

Se observa un comportamiento similar en *I. arborescens*, muestras provenientes de la parte alta de la Depresión del Balsas, en su colindancia con la vertiente sur del Eje Neovolcánico Transversal, de marzo y diciembre de 1987 (102.9 ± 3.8 y 106 ± 3.0 micrómetros, respectivamente) presentaron diámetros menores que la muestra de Jalisco en la vertiente del Pacífico en febrero de 1990, con un diámetro mayor (123.2 ± 12.0). Al comparar muestras colectadas en la parte centro occidental de la República Mexicana, nuevamente el diámetro mayor parece ocurrir en la localidad con mayor humedad ambiental.

Comparativamente, muestras de polen de *I. murucoides* provenientes de la parte alta de la Depresión del Balsas que colinda con la vertiente sur del Eje Neovolcánico Transversal en enero de 1983 (112.3 ± 3.0 micrómetros), de Colima en la vertiente del Pacífico en febrero de 1990 (113.1 ± 3.4 micrómetros) y de la vertiente sur de la Sierra de Juárez en noviembre de 1992 (116.1 ± 1.5 micrómetros) presentan poca variación de diámetro de grano.

Que las condiciones ambientales en un tiempo dado pueden influir en el diámetro del polen lo sugieren los datos para *I. populina* e *I. chilopsidis*, en cada una de ellas los diámetros son más similares si las colectas provienen de fechas próximas entre sí que el diámetro de colectas anteriores. Finalmente dos comentarios más: en la mayoría de los casos (excepto *I. populina*, *I. wolcottiana* e *I. praecana*) se observa una tendencia al aumento en el diámetro del grano de polen en los diferentes años de colecta y, para un mismo año, especies con diámetros de polen grandes se distinguen de especies con diámetros pequeños, entre el conjunto estudiado.

Fruto

En términos generales, el tiempo de producción de frutos y semillas en siete de las especies estudiadas es de cuatro meses, desde la polinización hasta el momento de la dehiscencia. El rasgo distintivo entre los frutos de éstas, como en general ocurre en otras especies del género *Ipomoea*, lo constituye la persistencia del cáliz. En la etapa de maduración, adquiere una consistencia coriácea, áspera. Tanto el cáliz como la cápsula pierden la tonalidad verde propia de la etapa inmadura cuando se prepara la dehiscencia del fruto y la dispersión de las semillas. Este momento llega cuando ambas estructuras adquieren tonos café oscuros, lo que indica que se han deshidratado.

Así, durante la época de fructificación, los frutos de *I. arborescens* (cáliz tomentoso), *I. murucoides* (cáliz piloso) e *I. teotitlanica* (cáliz tomentoso) son fácilmente reconocibles; en cambio, los frutos de *I. pauciflora*, *I. intrapilosa*, *I. chilopsidis* e *I. wolcottiana* son difíciles de distinguir entre sí porque su cáliz es glabro. En el caso de poblaciones de las dos primeras especies mencionadas que se intercalan en regiones como Nayarit o Puebla, por ejemplo, los frutos también ofrecen dificultad para ser identificados.

En particular se estudiaron, además de las otras seis especies, frutos y semillas de *I. teotitlanica*, que no se conocían hasta ahora y se encontró que su morfología corresponde a la descrita por McPherson (1981) para las especies integrantes de la serie *Arborescentes*: sépalos coriáceos, fruto dehiscente y semillas con largos tricomas marginales (figura 6).

Semilla

Las semillas maduras varían de tamaño dependiendo del agua disponible en el interior de sus tejidos: las semillas maduras hidratadas, en la etapa previa a la dehiscencia del fruto, miden en promedio 1.8 ± 0.26 cm de longitud x 0.7 ± 0.13 cm de ancho y al momento de la dispersión miden en promedio 1.4 ± 0.18 cm de longitud x 0.5 ± 0.11 cm de ancho. Las semillas desarrollan tricomas marginales con una longitud promedio de 1.4 ± 0.14 cm, a partir de células epidérmicas; estos tricomas se expanden al momento de la dehiscencia del fruto (figura 7). En este intervalo, el color varía de blanco a café claro y finalmente a café oscuro, a medida que la composición química de las paredes celulares del esclerénquima en empalizada varía por la deposición de sustancias para formar la pared secundaria y en estrecha relación con la disminución del agua en el interior de la semilla (Ponce *et al.*, 1993).

Aunado a este hecho, en todas las especies estudiadas y en los planos de corte transmediano y transversal realizados en las semillas, se observa la presencia de una línea clara doble en el primer estrato de esclerénquima en empalizada de la testa (figura 23). Estas dos líneas claras se observan en la etapas de color café claro y café oscuro, pero no se registran en la etapa se semilla blanca. Este hecho sugiere que su presencia está relacionada con la depositación de paredes secundarias en las células del esclerénquima.

En la madurez, la estructura de la semilla consiste de una cubierta seminal (testa) que protege al embrión, inmerso a su vez en el endospermo (figura 21); el embrión es de color verde y presenta cotiledones plicados.

La cubierta seminal en todas las especies estudiadas, está formada por cuatro tejidos diferentes: epidermis y subepidermis monoestratificadas, esclerénquima en empalizada y parénquima esponjoso pluriestratificados (figura 22). La estructura celular de estos tejidos es constante en la mayor parte de la cubierta, excepto en la región micropilar (figura 24). En la zona del micropilo se distingue un mayor número de estratos celulares en el esclerénquima en empalizada, así como dos modificaciones de la estructura celular: el cojincillo, estructura típica de las convolvuláceas, presenta el arreglo celular de la epidermis y subepidermis pluriestratificado por encima del esclerénquima en empalizada (figura 25). La segunda modificación involucra a la epidermis que delimita al hilo (figura 25). Mientras que en el resto de la superficie seminal la epidermis es monoestratificada, la región que circunda al hilo presenta varios estratos celulares. En particular el número y forma de estos estratos permite diferenciar a las especies entre sí (Cuadro 17) (Láminas VIII, IX y X).

Cuadro 17. Estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo en las semillas maduras de siete especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)

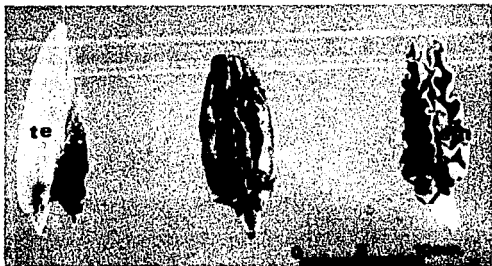
Especie	Número de estratos celulares			
	dos	tres	cuatro	cinco
<i>I. arborescens</i>			+	
<i>I. chilopsidis</i>		+		
<i>I. intrapilosa</i>	+			
<i>I. murucoides</i>			+	
<i>I. pauciflora</i>	+			
<i>I. tectitlanica</i>			+	
<i>I. wolcottiana</i>				+

LAMINA VII

Figura 21. Componentes seminales de *I. wolcottiana*.
te = testa. en = endospermo. em = embrión.

Figura 22. Estratos de la cubierta seminal de *I. murucoides*.
ep = epidermis. se = subepidermis. e = esclerénquima en empalizada.
pa = parénquima esponjoso. en = endospermo. em = embrión.
Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 242x.

Figura 23. Doble línea clara en el esclerénquima en empalizada de *I. pauciflora*.
lc = línea clara. e = esclerénquima en empalizada.
Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 346x.



21.



22



23

LAMINA VIII

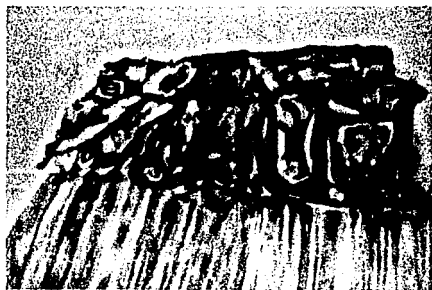
- Figura 24. Epidermis y subepidermis de la región hilar de *I. teotitlanica*.**
cj = cojincillo. eh = epidermis adyacente al hilo. en = endospermo.
em = embrión. cs = cubierta seminal. hv = haz vascular.
Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fascs. Aumento al negativo 25.6x. Ampliación posterior 102x.
- Figura 25. Estratificación celular de la epidermis adyacente al hilo (eh) y del cojincillo (cj) de *I. pauciflora*.** h = hilo. lc = línea clara. e = esclerénquima en empalizada.
Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fascs. Aumento al negativo 64x. Ampliación posterior 160x.
- Figura 26. *I. pauciflora* Mart. & Gal. Dos estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh).**
Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fascs. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 520.



24.



25.



26.

Ipomoea intrapilosa e *Ipomoea pauciflora* presentan epidermis circundante al hilo con dos estratos celulares. En ambos casos el estrato interno, en contacto con la subepidermis, consiste de células grandes y cuadradas (ligeramente más altas que anchas).

En *Ipomoea pauciflora* (figura 26) las células del estrato epidérmico externo tienden a ser más bien cuadradas, aproximadamente la mitad del tamaño de las células del estrato inferior, siendo homogéneas en su tamaño; eventualmente entre semillas de diferentes localidades puede presentarse alguna célula rectangular alargada.

En *Ipomoea intrapilosa* el estrato externo de la epidermis que circunda al hilo presenta células rectangulares con su eje mayor paralelo a la superficie de la semilla, son más pequeñas que las del estrato interno y son homogéneas en su tamaño (figura 27).

Ipomoea chilopsidis presenta tres estratos: el más interno consiste de células alargadas en sentido perpendicular a la superficie seminal y las dos externas tienen apariencia globosa de similar tamaño y, en ocasiones, con pequeñas células intercaladas hacia el límite con el hilo (figura 28).

Ipomoea arborescens, *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea teotitlanica* producen cuatro estratos celulares hacia el límite con el hilo; en todos los casos el estrato que está en contacto con la subepidermis consiste de células rectangulares en posición anticlinal (en *Ipomoea murucoides* éstas son un poco ovaladas).

Ipomoea arborescens presenta células grandes de apariencia globosa en los tres estratos más externos de la epidermis que circunda al hilo (figura 29); en *Ipomoea teotitlanica* los dos estratos externos presentan células grandes, rectangulares con su eje mayor paralelo a la superficie de la semilla y un estrato interno, más o menos discontinuo, de células ovaladas pequeñas (figura 30); en *Ipomoea murucoides* estos estratos consisten de células pequeñas y con arreglo regular (figura 31).

Ipomoea wolcottiana desarrolla cinco estratos celulares: el más interno está formado por células rectangulares a cuadradas, los dos inmediatos parecen ser el resultado de una división periclinal y consisten de células alargadas en sentido paralelo a la superficie y los dos estratos más externos están formados por células rectangulares más grandes que las del estrato inmediato inferior, también paralelas a la superficie (figura 32).

LAMINA IX

- Figura 27. *I. intrapilosa* Rose. Dos estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh). Tinción doble Safranina-verde rápido. Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 520x.
- Figura 28. *I. chilopsidis* Standl. Tres estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh). Tinción doble Safranina-verde rápido. Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 520x.
- Figura 29. *I. arborescens* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) G. Don. Cuatro estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh). Tinción doble Safranina-verde rápido. Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 640x.



27.



28.



29.

LAMINA X

Figura 30. *I. teotitlanica* McPherson. Cuatro estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh). Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 680x

Figura 31. *I. murucoides* Roem. et Schult. Cuatro estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh). Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 640x.

Figura 32. *I. wolcottiana* Rose. Cinco estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo (eh). Tinción doble Safranina-verde rápido.
Contraste de fases. Aumento al negativo 160x. Ampliación posterior 540x.



30



31



32

Discusión

Austin (1983), al referirse a los cazahuates ("morning glory trees") señalaba que, a pesar de saber que en México se encuentra más de una especie, generalmente a todas las ipomoeas arborescentes se las consideraba como *Ipomoea arborescens*. Este autor propuso formalmente la serie *Arborescentes* en el subgénero *Eriospermum* del género *Ipomoea* (Austin, 1979) para agrupar especies de hábito arbóreo entre las convolvuláceas.

McPherson (1981), a partir de su estudio de herbario sobre la mayoría de especies del género *Ipomoea* provenientes de México y América Central, propuso conformar un grupo de diez especies y McDonald (1991), en su estudio de las convolvuláceas mexicanas, incluye en la serie *Arborescentes* a la mayoría de las especies propuestas por McPherson (1981).

Nueve de las especies consideradas en esta serie se encuentran en México y el hecho de que no se manejaran más de tres o cuatro nombres científicos para referirse a ellas refleja que es necesario mayor conocimiento sobre su biología. En el presente trabajo se aplicaron los siguientes criterios para estudiar al conjunto de especies propuesto por McPherson (1981): distribución geográfica, flor, polen y semilla con el objetivo de contribuir a una caracterización más precisa de cada una de ellas.

Los resultados del estudio de campo aportan el dato de la distribución altitudinal de *Ipomoea chilopsidis* en la Sierra Tarahumara (1950 a 1140 msnm), Chihuahua y de *Ipomoea teotitlanica* en el Valle de Tehuacán, Oaxaca (1250 y 830 msnm). Se encontró también que las especies del conjunto estudiado parecen tener una **distribución restringida, medianamente amplia o amplia** y que las poblaciones de algunas de ellas pueden estar en contacto entre sí (*Ipomoea chilopsidis*-*Ipomoea arborescens*, *Ipomoea teotitlanica*-*Ipomoea pauciflora*, *Ipomoea muricoides*-*Ipomoea pauciflora*, *Ipomoea muricoides*-*Ipomoea arborescens*) o relativamente aisladas (*Ipomoea intrapilosa*, *Ipomoea wolcottiana*, *Ipomoea arborescens*) dependiendo de la región geográfica en que se encuentren.

Durante la época de floración el estudio en campo de la flor reveló que la forma del estigma y la longitud de las estructuras reproductoras permite conformar tres grupos morfométricos entre las especies estudiadas: 1. **estigma bicilíndrico** (5.0 x 2.5 mm) y **estructuras pequeñas** (1.70 cm 1.59 cm, respectivamente), 2. **estigma bigloboso ancho**

(2.0 x 4.1 mm) y **estructuras intermedias** (2.48 y 2.33 cm, respectivamente), **3. estigma bigloboso** (3 x 2 mm) y **estructuras largas** (3.68 a 5.44 y 4.1 a 5.0, respectivamente). Los resultados también aportaron el dato no señalado para el estudio en herbario sobre las dimensiones del gineceo de *Ipomoea chilopsidis* (4.07 ± 2.45 cm) y contradicen el dato reportado por McPherson (1981) para *Ipomoea pauciflora* (9 a 11 y 6 a 8 cm, respectivamente) acerca de las dimensiones de las estructuras reproductoras, pues en condiciones naturales miden 1.7 y 1.5 cm, respectivamente.

Para la serie *Arborescentes* los estudios palinológicos se reducen a la descripción de tres especies: *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea intrapilosa* e *Ipomoea pauciflora* (Pedraza, 1983), ésta autora sólo considera los caracteres que las pueden agrupar, sin tomar en cuenta aquellos caracteres que pueden permitir distinguir una especie de otra o establecer algún tipo de relación entre ellas. Los conceptos empleados por la autora citada para las descripciones no reflejan la ontogenia de las estructuras; por esta razón en el presente trabajo se utilizó una terminología diferente y posiblemente más adecuada. Por ejemplo, para el polen de la familia Convolvulaceae se empleaba el término **periporado** para referirse a la forma y distribución de las aberturas germinales sobre la exina, sin embargo, en este trabajo se utilizó el término **foraminado** por corresponder mejor a la relación entre la abertura y las elevaciones sexinosas y las espinas que las circundan, en todas las repeticiones de muestras del polen de las especies estudiadas. Esto permitió mayor precisión en la caracterización interespecífica del conjunto estudiado.

De esta forma es posible conformar tres grupos polínicos tomando como base las dimensiones del diámetro (sin espinas): **polen grande** (110.9 a 121.3 micrómetros, en promedio) **polen intermedio** (93.9 micrómetros, en promedio) y **polen pequeño** (74.3 a 79.4 micrómetros en promedio). También es posible advertir que las dimensiones del polen de algunas especies es relativamente constante, mientras que el de otras muestra variabilidad respecto al año y localidad de colecta.

Estudios sistemáticos rigurosos al respecto deberán hacerse para determinar qué efecto tienen las condiciones climáticas, edáficas y fisiológicas bajo las cuales estas plantas crecen para que se presente esta variación morfométrica del grano de polen. Los resultados de este trabajo sólo permiten hacer un llamado de atención al respecto, puesto que de ninguna manera pueden ser concluyentes.

En la época de fructificación se estudió el fruto de *Ipomoea teotitlanica* McPherson (datos no reportados hasta ahora) y se encontró que la morfología corresponde a la descrita para las especies integrantes de la serie *Arborescentes*; el fruto se distingue, entre estas, por presentar en el extremo apical del septo que separa a los dos lóculos del fruto, una prolongación de 1.5 a 2.0 mm (al parecer de origen epidérmico) a cada lado y perpendicular al eje longitudinal del septo.

El estudio de la anatomía de la semilla madura permite formar cuatro grupos de especies a partir de la estratificación celular de la epidermis que circunda al hilo: dos especies con dos estratos (*Ipomoea pauciflora* e *Ipomoea intrapilosa*), una especie con tres (*Ipomoea chilopsidis*), tres especies con cuatro (*Ipomoea arborescens*, *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea teotitlanica*) y una especie con cinco estratos celulares (*Ipomoea wolcottiana*). La cubierta seminal de todas las especies estudiadas presenta dos líneas claras en el estrato columnar del esclerénquima en empalizada; esta línea clara doble es visible en la etapa previa a la dehiscencia.

El conjunto de los caracteres evaluados en el presente trabajo ha permitido no sólo avanzar un poco más en el conocimiento de cada una de las especies propuestas para la serie *Arborescentes* en el campo, sino también fué posible establecer semejanzas y diferencias entre ellas, además de elaborar una clave para su identificación empleando los parámetros aquí sugeridos (cuadro 18).

Cuadro 18. Clave para la identificación de nueve especies de la serie *Arborescentes*
(*Ipomoea*, *Convolvulaceae* L.)

1. Corolas amarillo brillante *I. tectitlanica*
 polen diámetro grande (119.9 ± 8.9 micrómetros)
 e.r.a.h. : cuatro estratos celulares (dos externos simétricos
 dos internos simétricos)
- 1' Corolas blancas
2. Estigmas bicilíndricos *I. pauciflora*
 3. Hábito arbóreo *I. pauciflora*
 polen diámetro pequeño (74.3 ± 6.1 micrómetros)
 e.r.a.h. : dos estratos celulares asimétricos
- 3' Enredadera leñosa *I. populina*
 polen diámetro pequeño (79.4 ± 1.7 micrómetros)
- 2' Estigmas biglobosos
4. Androceo y gineceo de longitud intermedia
 (Androceo de 2.48 cm y gineceo de 2.33 cm)
 estigma bigloboso ancho (2.0×4.1 mm) *I. wolcottiana*
 polen diámetro grande (121.3 ± 31.9 micrómetros)
 e.r.a.h. : cinco estratos celulares
- 4' Androceo y gineceo largos
 (Androceo de 3.68 cm a 5.44 cm y
 gineceo de 4.1 cm a 5.0 cm)
5. Cáliz glabro
- 6 Hábito arbóreo *I. intrapilosa*
 polen diámetro grande (111.4 ± 1.8 micrómetros)
 e.r.a.h. : dos estratos celulares, a veces con una que otra
 célula pequeña entre ellos
- 6' Hábito arbustivo *I. chilopsidis*
 polen diámetro grande (115.6 ± 12.8 micrómetros)
 e.r.a.h. : tres estratos celulares, el intermedio divi-
 diéndose hacia el límite con el hilo donde
 se aprecian cuatro estratos celulares
- 5' Cáliz con tricomas
- 7 Cáliz tomentoso (tricomas cortos) *I. arborescens*
 polen diámetro grande 110.9 ± 10.8
 e.r.a.h. : cuatro estratos celulares, el más interno
 regular y los suprayacentes irregulares
- 7' Cáliz piloso (tricomas largos y suaves) *I. murucoides*
 polen diámetro grande 113.8 ± 2.0
 e.r.a.h. : cuatro estratos celulares regulares
- 7'' Cáliz pubescente, enredadera leñosa *I. praecana*
 polen diámetro mediano 93.9 ± 5.3

Conclusiones

1. La distribución altitudinal (no reportada) para *Ipomoea chilopsidis* es de 1950 a 1140 msnm en la Sierra Tarahumara, Chih. y para *Ipomoea teotitlanica* es de 1250 y 830 msnm en el Valle de Tehuacán, Oax.
2. Se distinguen tres tipos de especies por su distribución geográfica:
 - a) Distribución restringida: *Ipomoea chilopsidis*, *Ipomoea teotitlanica* e *Ipomoea intrapilosa*
 - b) Distribución medianamente amplia: *Ipomoea pauciflora*, *Ipomoea populina*, *Ipomoea praecana* e *Ipomoea wolcottiana*
 - c) Distribución amplia: *Ipomoea arborescens* e *Ipomoea murucoides*
3. Se distinguen dos tipos generales de preferencias climáticas:
 - a) Clima A (tropical lluvioso): *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea intrapilosa* e *Ipomoea murucoides*
 - b) Clima B (seco o árido): *Ipomoea chilopsidis*, *Ipomoea pauciflora*, *Ipomoea teotitlanica* e *Ipomoea wolcottiana*
4. Se encuentran tres tipos de estigma:
 - a) Biglobosos (3 x 2 mm):
Ipomoea arborescens, *Ipomoea chilopsidis*, *Ipomoea intrapilosa*,
Ipomoea murucoides, *Ipomoea teotitlanica*
 - b) Biglobosos anchos (2.0 x 4.1 mm): *Ipomoea wolcottiana*
 - c) Bicilíndricos (5.0 x 2.5 mm): *Ipomoea pauciflora* e *Ipomoea populina*
5. Las estructuras reproductoras son de tres longitudes:
 - a) Androceo y gineceo largos (3.68 a 5.44 y 4.1 a 5.0 cm, respectivamente):
Ipomoea arborescens, *Ipomoea chilopsidis*, *Ipomoea intrapilosa*, *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea teotitlanica*
 - b) Androceo y gineceo intermedios (2.48 cm y 2.33 cm, respectivamente):
Ipomoea wolcottiana
 - c) Androceo y gineceo pequeños (1.70 cm y 1.59 cm, respectivamente):
Ipomoea pauciflora e *Ipomoea populina*
6. Respecto al diámetro del grano de polen se distinguen tres grupos:
 - a) Polen grande (110.9 a 121.3 micrómetros):
Ipomoea arborescens, *Ipomoea chilopsidis*, *Ipomoea intrapilosa*,
Ipomoea murucoides, *Ipomoea teotitlanica* e *Ipomoea wolcottiana*
 - b) Polen intermedio (93.9 micrómetros): *Ipomoea praecana*
 - c) Polen pequeño (74.3 a 79.4 micrómetros): *Ipomoea pauciflora* e *Ipomoea populina*

7. Respecto a la ornamentación de la exina: *Ipomoea praecana* comparte caracteres tanto con las especies de polen grande como con las especies de polen pequeño
8. La relación año de colecta/región geográfica - diámetro de polen sugiere:
 - a) Diámetro variable: *Ipomoea chilopsidis*, *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea teotitlanica* e *Ipomoea wolcottiana*
 - b) Diámetro constante: *Ipomoea intrapilosa*, *Ipomoea murucoides*, *Ipomoea pauciflora*, *Ipomoea populina* e *Ipomoea praecana*
9. En todas las especies estudiadas las semillas maduras presentan doble línea clara en el estrato columnar del esclerénquima en empalizada
10. Durante la época de fructificación, el número de estratos celulares de la epidermis adyacente al hilo permite distinguir cuatro grupos de especies:
 - a) Dos estratos: *Ipomoea intrapilosa* e *Ipomoea pauciflora*
 - b) Tres estratos: *Ipomoea chilopsidis*
 - c) Cuatro estratos: *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea teotitlanica*
 - d) Cinco estratos: *Ipomoea wolcottiana*
11. El estudio de la flor, polen y semillas permitió elaborar una clave para identificar a las especies propuestas por McPherson (1981) (Cuadro 18).

Bibliografía

- Alcántara R., S. 1980. Estudio comparativo del contenido de ácidos grasos entre semillas de *Ipomoea murucoides* (Familia Convolvulaceae) de diferentes localidades en la República Mexicana. Tesis Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 76 pp.
- Austin, D. F. 1975. Convolvulaceae. in: Flora of Panama. Ann. Mo. Bot. G'dn. 62: 157-224.
- _____ 1977. Realignment of the species placed in *Exogonium* (Convolvulaceae). Ann. Mo. Bot. G'dn. 64: 330-339.
- _____ 1979. An infrageneric classification for *Ipomoea* (Convolvulaceae). Taxon 28: 359-361.
- _____ 1980. Additional comments on infrageneric taxa in *Ipomoea* (Convolvulaceae). Taxon 29: 501-502.
- _____ 1983. Morning glory trees. Fairchild Tropical Garden 38: 6-10.
- _____ 1986. Nomenclature of the *Ipomoea nil* complex (Convolvulaceae). Taxon 35: 355-358.
- _____ 1990. Comments on southwestern United States *Evolvulus* and *Ipomoea* (Convolvulaceae). Madroño 37: 124-132.
- _____ y R. M. Pedraza. 1983. Los géneros de Convolvulaceae en México. Bol. Soc. Bot. México 44: 3-16.
- _____ y G. Staples. 1985. *Petrogenia* as a synonym of *Bonamia* (Convolvulaceae). With comments on allied species. Brittonia. 37: 310-316.
- Avila S., G. 1991. Efectos maternos y paternos sobre la producción de semillas y el desempeño de la progenie del arbusto heterostilico *Erythroxylum havanense* Jacq. (Erythroxylaceae). Tesis Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 73 pp.
- Bhattacharyya, P. K. y A. K. Midya. 1979. Studies in the arboreal *Ipomoea* L. of the Indian Botanic Garden. Bull. Botan. Soc. Bengal 33: 75-86.
- Blackmore, S. y S. H. Barnes. 1991. Palynological diversity. in: Pollen and spores. Patterns of diversification. S. Blackmore and S. H. Barnes (eds.). Clarendon Press. Oxford. pág. 1-8.

- Bullock, S. H. y R. Ayala. 1987. Reproductive biology of the tree *Ipomoea wolcottiana* (Convolvulaceae). *Madroño* 34: 304-314.
- Choisy, J. D. 1845. Convolvulaceae. In: A. P. de Candolle. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. Vol. 9: 341-465. Treuttel et Wuerz. Paris.
- Cronk, Q. C. B. y G. C. S. Clarke 1981. Convolvulaceae. in: *The Northwest European Pollen Flora*, III. Punt, W. and G. C. S. Clarke (eds.). pág. 117-135.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.
- Eckenwalder, J. E. 1986. Nomenclature of the cardinal climber (Convolvulaceae) reconsidered. *Taxon* 35: 169-170.
- Erdtman, G. 1952. Pollen Morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Almqv & Wiksell, Stokholm.
- _____. 1972. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (An introduction to palynology I). Hafner Pub. Co. New York. págs. 10-28; 127-129.
- Fields, F.H. 1969. *Rivea corymbosa*: Notes of some Zapotecan customs. *Econ. Bot.* 23: 206-209.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto Geografía, UNAM México.
- Guevara F., F y G. Soria R. 1978. Excursión Xochimilco-Oaxtepec-Izúcar de Matamoros. en: *Guías Botánicas III*. Soc. Bot. Méx. p. 26-42.
- Godwin, H., P. Echlin and b. Chapman. 1967. The development of the pollen grain wall in *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 3: 181-195.
- Heusser, C. J. 1971. Pollen and spores of Chile. Modern Types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae. The Univ. of Arizona Press. Tucson Arizona.
- House, H. D. 1908. The North American species of the genus *Ipomoea*. *Ann. New York Acad. Sci.* 18: 181-263.
- Huang, S. 1972. Pollen flora of Taiwan. *Nat. Taiwan Univ. Botany Department Press*. pág. 94-97.
- Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Co. Inc. London. páginas 107, 126-154.

- Kapp, R. O. 1969. How to know pollen and spores. WM. C. Brown Co. Pub. U.S.A.
- Kaur, H. y R. P. Singh. 1970. Structure and development of seeds in three *Ipomoea* species. Indian Bot. Society. 49: 168-174.
- _____. 1987. Development and structure of seed and fruit in some convulvulaceae. Phytomorphology 37 : 145-154.
- Kremp, G. O. 1965. Morphologic Encyclopedia of Palynology. The Univ. of Ariz. Press. Tucson. págs. 47, 95, 126, 140, 157,
- Markgraf, V. y H. L. D'Antoni. 1978. Pollen flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae. The Univ. of Arizona Press. Tucson, Arizona. 208 pp.
- Matuda, E. 1963. El género *Ipomoea* en México. An. Inst. Biol. Univ. Méx. 34: 85-145.
- Martínez, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Botas. México. p. 235-238.
- McDonald, J. A. 1982. Biosystematics of the *Ipomoea tricolor* complex (Convolvulaceae). Ph. D. Diss. University of Texas, Austin, Texas.
- _____. 1987. Revision of *Ipomoea* section *Exogonium* (Choisy) Griseb (Convolvulaceae). Brenesia 28: 41-87.
- _____. 1991. Origin and diversity of Mexican Convolvulaceae. An. Inst. Biol. Univ. Méx., Ser. Bot. 62: 65-82.
- _____. 1992. Evolutionary implications of typical and anomalous secondary growth in arborescent *Ipomoea* (Convolvulaceae). Bull. Torrey Bot. Cl. 119: 262-267.
- McPherson, G. 1981. Studies in *Ipomoea* (Convolvulaceae) I: The *Arborescens* group. Ann. Mo. Bot. G'dn. 68: 527-545.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México: V. Rasgos de la vegetación de la Cuenca del río de las Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. VIII: 95.
- _____. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. de Méx. 28: 29-179.
- Moore, P. D. y J. A. Webb. 1978. An illustrated guide to Pollen Analysis. Hodder and Stoughton. London. pág. 1-7.

- _____, J. A. Webb y M. E. Collinson. 1991. Pollen analysis. 2nd. ed. Blackwell Sci. Pub. London. pág. 64-67.
- Murguía S., G. 1986. Estudio comparativo de semillas maduras de dos especies arbóreas del género *Ipomoea* (Convolvulaceae). Tesis Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 61 pp.
- O'Donell, C. A. 1950. Convolvulaceas americanas nuevas o críticas. II. Lilloa. 23: 457-509.
- Palacios Ch., R., B. Ludlow W. y R. Villanueva G. 1991. Flora palinológica de la reserva de Sian ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal, Q. Roo. México. 321 pp.
- Pedraza, R. A. 1983. Estudio palinológico de la familia Convolvulaceae en México. I. Géneros *Ipomoea* L. y *Turbina* Raf. Biotica 8: 387-411.
- _____. 1985. Estudio palinológico de la familia Convolvulaceae de México. II. Biotica 10: 175-144.
- Pérez-Amador, M. C., A. González E., J. Márquez, J. Bailin, F. García Jiménez y O. Collera. 1980. Perfiles cromatográficos de semillas de algunas especies de Convolvulaceas. Phytion 39: 85-94.
- Pérez-Amador, M.C., A. González E., D. Saloma, G. García Jiménez y O. Collera. 1982. Estudio comparativo de aceites de semillas de Convolvulaceae. Phytion 42: 93-101.
- _____, A. García Argáez, S. Alcántara, F. García Jiménez y O. Collera. 1983. Estudio comparativo de aceites de semillas de Convolvulaceae. II. Análisis de aceites de semillas de *Ipomoea murucoides* Roemer et Schultes e *Ipomoea arborescens* Humb. et Bonpl. Phytion 43: 103-108.
- _____, D. Amor Prats y G. Murguía Sánchez. 1992. Análisis comparativo de marcadores taxonómicos en perfiles cromatográficos de hojas de algunas especies arbóreas del género *Ipomoea* (Convolvulaceae). Phytion 53: 1-4.
- _____, A. García Argáez, D. Amor Prats, G. Murguía, F. García Jiménez y L. C. Márquez Alonso. 1992. Estudio comparativo de aceites de semillas de Convolvulaceae. III. Análisis de aceites de semillas de seis especies de *Ipomoea* del grupo Arborescentes y de *I. carnea* Jacq. Phytion 53: 71-75.
- Ponce-Salazar, R.M., D. Díaz-Pontones, M.C. Pérez-Amador y J. Márquez-Guzmán. 1993. Ubicación y cuantificación de taninos y proteínas en la testa de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth en relación con la permeabilidad al agua. Phytion 54: 37-43.

- Quiroz A., I. 1964. Contribución al estudio de la flora de Oaxtepec, Mor. y sus alrededores
Tesis Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 76 pp.
- Rao, K. V. R. 1940. Gametogenesis and embriogeny in five species of the Convolvulaceae.
Journal Indian Bot. Soc. 19: 53-69.
- Robertson, K. R. 1982. *O'Donellia*, a new genus of Convolvulaceae from tropical
America. Brittonia 34(4): 417-423.
- Rzedowski, J. 1979. Vegetación de México. Limusa. México. p. 156-157, 189-204,
263-326.
- Staples, G. W. y Austin, D. F. 1981. Changes in the west Indian *Operculina*
(Convolvulaceae). Brittonia 33: 591-596.
- Sengupta, S. 1972. On the pollen morphology of Convolvulaceae with special reference
to taxonomy. Rev. Palaeobot. Palynol. 13: 157-212.

Apéndice 1

Técnica de acetolisis

Los estudios de la exina requieren de la eliminación del material celular interior y de los componentes orgánicos e inorgánicos que cubren al grano de polen, por ello se emplea agua destilada, ácido acético glacial, potasa, anhídrido acético y ácido sulfúrico para disolver dichos materiales. Debe tenerse suma precaución en el manejo de estas sustancias y en el orden de su aplicación para evitar accidentes o daño al material de estudio

1. Etiquetar los tubos de centrifuga, uno por cada muestra de polen.
2. Con pinzas colocar una antera de cada botón floral en el fondo de cada tubo.
3. Cubrir el material con agua destilada y colocar en baño maría por 15 min a 45 °C.
4. Macerar suavemente con ayuda de una espátula para liberar el polen y poder extraer los restos de tejido de la antera.
5. Centrifugar por 3 min a 1500 rpm. Decantar.
6. Cubrir con KOH 5% durante 5 min, manteniendo en baño maría a una temperatura de 50 a 60 °C.
7. Suspender la reacción con agua destilada. Centrifugar y decantar.
8. Enjuagar con agua destilada. Centrifugar y decantar.
9. Cubrir con ácido acético glacial. Centrifugar y decantar.
10. Agregar, en campana de extracción, una mezcla de anhídrido acético-ácido sulfúrico (9:1) por 5 min en baño maría a 50-60 °C. Macerar suavemente.
11. Suspender la reacción con ácido acético glacial. Centrifugar y decantar (MUY CUIDADOSA Y LENTAMENTE).
12. Enjuagar con ácido acético glacial. Centrifugar y decantar.
13. Lavar con agua destilada. Centrifugar y decantar. Realizar esta operación dos veces.
14. Montar el polen acetolizado en gelatina glicerinada.
15. Sellar con esmalte transparente. Etiquetar.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Apéndice 2

**Descripción palinológica de nueve especies
de la serie *Arborescentes*
(*Ipomoea*, Convolvulaceae L.)**

Ipomoea arborescens (Humb. et Bonpl. ex Willd.) G. Don

Polen: esférico, de 101.2 (106.5) 110.6 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.
Exina: de 3.8 (5.3) 6.9 micrometros de grosor, en áreas no equinadas; sexina 1.5 (2.4) 3.1 micrometros, nexina 2.3 (2.9) 3.8 micrometros de espesor. Tectada, microreticulada, columelada, supraequinada; el microretículo se distingue en las zonas cercanas a las espinas y se desvanece hacia los poros; columelas prominentes en análisis LO con las bases de forma variable, esparcidas irregularmente bajo el tectum, medianamente abundantes; espinas supratectales implantadas en elevaciones sexinosas de 3.0 (4.6) 6.2 micrometros de altura y 8.4 (9.3) 10.7 de ancho; espinas de 6.9 (7.6) 8.4 micrometros de altura y 3.8 (4.2) 4.6 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, anchas en la base, ligeramente constreñidas en el cuello y con la punta redonda hacia el ápice.
Foraminado: más de 70 poros, de circulares a elípticos, con el diámetro más largo de 6.1 (7.6) 8.4 micrometros.

Nota: En el ejemplar Bullock 2088 el microretículo llega a los poros; las espinas tienen la base ligeramente bulbosa y el cuello apenas constreñido; el polen presenta valores promedio mayores para el largo del poro 7.6 (9.3) 10.7 y el diámetro del grano de polen 103.1 (123.2) 142.5. En el ejemplar de Laguna y Ponce s/n el microretículo llega a los poros y las columelas son muy abundantes; la base y el cuello de las espinas son rectos.

Floración: diciembre a marzo.

Hábito: árbol hasta 5 m de altura.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia.

Altitud: 780 a 1 320 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 158 (MEXU, FCME); Michoacán. Antes del poblado "El Injerto", en la carretera Uruapan-Lombardía-Apatzingán.

Otros ejemplares revisados: S. H. Bullock 2088 (MEXU, FCME); Jalisco. A 16 km al norte de Autlán, por la carretera Guadalajara-Melaque. G. Laguna y M. Ponce s/n (MEXU-FCME); Puebla. Km 145 a la altura de San Bernardo, en la carretera Huajuapán-Izúcar.

Ipomoea chilopsis Standley

Polen: esférico, de 90.0 (100.9) 106.9 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.
Exina: de 3.8 (4.7) 6.1 micrometros de grosor, en áreas no equinadas, sexina 1.5 (1.8) 2.3 micrometros, nexina 2.3 (2.9) 3.8 micrometros de espesor. Tectada, microreticulada, columelada, supracuinada; el microretículo restringido en las zonas cercanas a las espinas; columelas prominentes en análisis L.O, escasas casi ausentes alrededor de las espinas, más abundantes en torno a los poros; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 1.5 (2.4) 3.1 micrometros de altura y 9.2 (12.2) 14.5 de ancho; espinas de 6.1 (7.2) 8.4 micrometros de altura y 4.6 (5.1) 6.1 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, anchas y bulbosas en la base, rectas hacia el ápice y con la punta redonda.
Foraminado: Aproximadamente 70 poros más o menos circulares de 6.1 (6.9) 7.6 micrometros de diámetro.

Nota: En el ejemplar Murguía 235, el microretículo se prolonga irregularmente en bandas entre las espinas; las espinas piramidales en la base, constreñidas en el cuello, muy pocas presentan ápice bifido. En el ejemplar Murguía 234, el microretículo está arreglado en forma hexagonal, de aspecto lofado.

Floración: agosto-septiembre.

Hábito: arbusto de 1 a 3 m.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia.

Altitud: 1140 a 1950 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 215 (MEXU, FCME); Chihuahua. km 34 sobre la brecha que va de Creel a Batopilas, a la altura de la Bufo.

Otros ejemplares revisados: G. Murguía 234 (MEXU, FCME); Chihuahua. A \pm 35 min de Kirare, sobre la brecha que va de Humirá a Batopilas. G. Murguía 235 (MEXU-FCME); Chihuahua. A \pm 2 h de Kirare, sobre la brecha que va de Kirare a Batopilas.

Ipomoea intrapilosa Rose

Polen: esférico, de 110.6 (112.7) 114.4 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.
Exina: de 4.6 (6.0) 6.9 micrometros de grosor, en áreas no equinadas; sexina 1.5 (2.6) 3.1 micrometros; nexina 3.1 (3.4) 3.8 micrometros de espesor. Tectada, microreticulada, columelada, supraquinada; el microretículo se distingue en las zonas cercanas a las espinas y se desvanece hacia los poros, arreglado en forma hexagonal, de aspecto lofado; columelas prominentes en análisis LO con las bases de forma variable, esparcidas irregularmente bajo el tectum, medianamente abundantes; espinas supratectales implantadas en elevaciones sexinosas de 1.5 (2.3) 3.1 micrometros de altura y 10.7 (12.1) 14.5 de ancho; espinas de 6.9 (8.2) 9.2 micrometros de altura y 5.4 (6.0) 6.1 micrometros en la base; aproximadamente cuatro distribuidas alrededor del poro, semicirculares en la base, rectas hacia el ápice y con la punta redonda.

Foraminado: aproximadamente 70 poros, de circulares a elípticos, con el diámetro más largo de 6.9 (7.5) 8.4 micrometros.

Nota: En el ejemplar G. Murguía 149, las espinas tienen la base ancha, pero no llega a ser semicircular, y están constreñidas en el cuello.

Floración: octubre a enero.

Hábito: árbol de 5 a 6 m.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia.

Altitud: 1580 a 1 700 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 199 (MEXU, FCME); Jalisco. a 1 km de San José de las Flores, por la carretera Guadalajara-Tepatitlán.

Otros ejemplares revisados: G. Murguía 149 (MEXU, FCME); Jalisco. km 17 hacia Ajijic, desde Chapala. G. Murguía (MEXU, FCME); Jalisco. Camino Real, a un lado del Puente Calderón, por la carretera Guadalajara, Tepatitlán.

Ipomoea murucoides Roem. et Schult.

Polen: esférico, de 106.9 (112.3) 116.2 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.
Exina: de 4.6 (5.9) 7.7 micrometros de grosor, en áreas no equinadas, sexina 1.5 (2.2) 3.1 micrometros, nexina 3.1 (3.7) 4.6 micrometros de espesor. Tectado, microreticulado, columelado, supracuinado. El microretículo se distingue en las zonas cercanas a la espina y se encuentra bien distribuido sobre la pared del grano de polen; columelas prominentes con las bases de forma variable en análisis LO y esparcidas irregularmente bajo el tectum, muy abundantes; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 2.3 (2.9) 3.8 micrometros de altura y 13.0 (14.9) 16.8 de ancho; espinas de 6.1 (7.3) 8.4 micrometros de altura y 6.1 (6.5) 6.9 micrometros en la base, aproximadamente cuatro distribuidas alrededor del poro, semicircularres, ligeramente peduncula, apenas constreñidas en el cuello, con ápice corto y de punta redonda.

Foraminado: Aproximadamente 70 poros circulares a elípticos de 6.1 (7.4) 8.4 micrometros de diámetro.

Nota: En el ejemplar Murguía 251 el microretículo se prolonga irregularmente en bandas entre las espinas; columelas medianamente abundantes; espinas piramidales o ligeramente contraídas en la base, sin constricción en el cuello. En el ejemplar de Bullock 2083 las espinas son ligeramente más largas 7.6 (8.9) 9.2

Floración: noviembre a febrero.

Hábito: árbol de 3 a 6 m.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia.

Altitud: 1630 a 1650 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 23 (MEXU, FCME); Morelos. Barranca "tepanate", ribera sur, por el camino a los jagüeyes del Plan, pueblo de Tiayacapan.

Otros ejemplares revisados: Bullock 2083 (MEXU, FCME); Colima. Cerro Grande, 4 km de El Sauz, en brecha camino El Terrero. G. Murguía 251 (MEXU, FCME); Oaxaca. A \pm 8 a 10 km de la ciudad de Oaxaca, por la carretera Oaxaca-Tuxtepec.

Ipomoea pauciflora Mart. & Gal.

Polen: esférico, de 65.6 (69.9) 73.1 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.

Exina: de 3.0 (2.9) 5.4 micrometros de grosor, en áreas no equinadas, sexina 1.5 (1.7) 2.3 micrometros, nexina 1.5 (2.2) 3.1 micrometros de espesor. Tectada, columelada, supraequinada; el tectum disminuye hacia las zonas no equinadas; columelas en análisis LO muy escasas; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 1.5 (1.8) 2.3 micrometros de altura y 8.4 (10.0) 12.2 de ancho; la sexina en su base presenta columelas muy bifurcadas; espinas de 6.1 (7.2) 8.4 micrometros de altura y 3.1 (3.4) 3.8 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, en la base anchas y de ápice muy afilado y largo.

Foraminado: Aproximadamente 60 poros, más o menos circulares de 5.4 (6.3) 7.6 micrometros de diámetro.

Floración: noviembre a enero.

Hábito: árbol de 0.80 a 4 m.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia.

Altitud: 1650 a 1940 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 100 (MEXU, FCME); Estado de México. A la entrada del pueblo de Chalma, lado derecho, viniendo desde el D. F., por Ocuilán.

Otros ejemplares revisados: G. Murguía 246 (MEXU, FCME); Oaxaca. 1 km adelante de Tecamachalco, por la carretera que va de Tehuacán, Puebla, a Teotitlán del Camino. G. Murguía 28 (MEXU-FCME); Morelos. Camino a San Lorenzo, SW exconvento de San Juan Bautista, rumbo al Plan, Pueblo de Tlayacapan.

Ipomoea populina House

Polen: esférico, de 75.0 (78.2) 78.8 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.

Exina: de 3.8 (4.4) 6.2 micrometros de grosor, en áreas no equinadas; sexina 1.5 (1.8) 3.1 micrometros, nexina 2.3 (2.6) 3.1 micrometros de espesor. Tectada columelada, supraequinada; el tectum disminuye hacia las zonas no equinadas; columelas en análisis LO medianamente abundantes y poco perceptibles; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 1.5 (2.1) 3.1 micrometros de altura y 9.9 (11.7) 13.0 de ancho, la sexina en su base presenta columelas muy bifurcadas; espinas de 6.1 (7.4) 8.4 micrometros de altura y 2.3 (3.7) 4.6 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, anchas en la base y de ápice muy afilado y largo.

Foraminado: aproximadamente de 50 a 60 poros, más o menos circulares de 4.6 (6.6) 7.6 micrometros de diámetro.

Nota: En el ejemplar Torres 734 el microretículo se distingue en las zonas cercanas a las espinas y se desvanece en los poros arreglado en forma poliédrica, de aspecto lofado, con las columelas prominentes con la base de forma variable, esparcidas irregularmente bajo el tectum; las espinas son anchas bulbosas en la base, rectas hacia el ápice y con la punta redonda; la morfología del polen se parece más a *I. chilopsidis* o *I. intrapilosa*.

Floración: noviembre.

Hábito: enredadera leñosa o bejuco.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia, selva mediana.

Altitud: 500 a 670 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 253 (MEXU, FCME); Chiapas. A ± 14 km N Cd. Arriaga, por la carretera hacia Tuxtla Gutiérrez, 1 km adelante de Monte Bonito.

Otros ejemplares revisados: G. Murguía 260 (MEXU, FCME); Chiapas. 20-22 km al norte de Cd. Arriaga, lado derecho de la carretera a Tuxtla Gutiérrez. M. L. Torres 734 (MEXU-FCME); Oaxaca. "Buenavista", Ladera sur del cerro Guiengola subiendo por la fábrica de cal, Distr. Tehuantepec.

Ipomoea praecana House

Polen: esférico, de 86.2 (90.2) 97.5 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.

Exina: de 3.0 (4.4) 6.2 micrometros de grosor, en áreas no equinadas; sexina 1.5 (2.1) 3.1 micrometros, nexina 1.5 (2.3) 3.1 micrometros de espesor. Tectada, columelada, supracuinada; el tectum disminuye levemente hacia las zonas no equinadas; columelas en análisis LO medianamente abundantes; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 1.5 (1.8) 2.3 micrometros de altura y 9.2 (10.1) 11.5 de ancho; espinas de 6.1 (7.2) 7.6 micrometros de altura y 2.3 (3.0) 3.8 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, anchas; escasamente bulbosas y pedunculadas, de ápice muy afilado y largo.

Foraminado: Aproximadamente 50 a 60 poros más o menos circulares de 6.9 (8.0) 8.4 micrometros de diámetro.

Nota: En el ejemplar Hinton 3360 el microretículo se distingue en las zonas cercanas a las espinas, arreglado en forma poliédrica, de aspecto lofado, con las columelas prominentes con la base de forma variable, esparcidas irregularmente bajo el tectum; las espinas piramidales en la base, muy largas, constreñidas en el cuello y de punta redonda. Este ejemplar de herbario presenta características morfológicas comunes al polen de todas las especies estudiadas.

Floración: septiembre a octubre.

Hábito: enredadera .

Tipo de vegetación:

Altitud: 1200 msnm.

Ejemplar de referencia: E. Matuda 37430 (MEXU, FCME); Estado de México. Entre Tejupilco y Los Bejucos, en matorral claro, orilla de arroyo.

Otros ejemplares revisados: G.B. Hinton 3360 (MEXU, FCME); Estado de México. Guayabal, Temascaltepec.

Ipomoea teotitlanica McPherson

Polen: esférico, de 120.0 (126.2) 131.2 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.

Exina: de 3.8 (5.6) 6.9 micrometros de grosor, en áreas no equinadas; sexina 1.5 (2.4) 3.1 micrometros, nexina 2.3 (3.1) 3.8 micrometros de espesor. Tectado, microreticulado, columelado, supraequinado. El microreticulo se distingue en las zonas cercanas a las espinas y se encuentra bien distribuido sobre la pared del grano de polen; columelas prominentes con las bases de forma variable en análisis LO y esparcidas irregularmente bajo el tectum, muy abundantes; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 2.3 (3.3) 4.6 micrometros de altura y 13.0 (14.3) 16.8 de ancho; espinas de 7.6 (8.3) 9.9 micrometros de altura y 3.8 (4.9) 6.1 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, anchas y piramidales largas y con la punta escasamente redonda en el ápice.

Foraminado: aproximadamente 70 poros más o menos circulares de 6.1 (7.6) 8.4 micrometros de diámetro.

Floración: noviembre a enero.

Hábito: árbol de 1.5 a 6 m.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia.

Altitud: 800 a 970 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 250 (MEXU, FCME); Oaxaca. Brecha San Antonio Nanahuatipan-Calapa, al pie ladera este del cerro el Tehuacancero, a \pm 1 km pasando "el callejón".

Otros ejemplares revisados: G. Murguía 204 (MEXU, FCME); Oaxaca. "Piedra chimeca", lado izquierdo antes de "el callejón", en la brecha San Antonio Nanahuatipan-Calapa. G. Murguía 217 (MEXU-FCME); Oaxaca. Desde San Antonio Nanahuatipan, brecha Calapa-cerro el Tambor, adelante de Cruz de Plata. Municipio de Tepelmeme.

Ipomoea wolcottiana Rose

Polen: esférico, de 95.6 (100.9) 105.0 micrometros de diámetro, sin considerar las espinas.
Exina: de 4.6 (5.6) 6.2 micrometros de grosor, en áreas no equinadas; sexina 2.3 (2.7) 3.1 micrometros, nexina 2.3 (2.9) 3.1 micrometros de espesor. Tectado, microreticulado, columelado, supraequinado. El microretículo se distingue en las zonas cercanas a la espina y se desvanece hacia los poros; columelas prominentes con las bases de forma variable en análisis LO y esparcidas irregularmente bajo el tectum, medianamente abundantes; espinas implantadas en elevaciones sexinosas de 1.5 (2.3) 3.1 micrometros de altura y 11.5 (13.8) 16.1 de ancho; espinas de 6.1 (7.0) 7.6 micrometros de altura y 3.8 (4.7) 5.4 micrometros en la base, distribuidas sin orden aparente, anchas en la base con la punta roma hacia el ápice y ligeramente constreñidas en el cuello.

Foraminado: Poros más o menos circulares de 6.9 (7.6) 8.4 micrometros de diámetro.

Floración: noviembre a diciembre.

Hábito: árbol de 4 a 12 m.

Tipo de vegetación: selva baja caducifolia, selva mediana.

Altitud: 450 a 640 msnm.

Ejemplar de referencia: G. Murguía 151 (MEXU, FCME); Michoacán. Adelante de Puente de Limón, en la Sierra de Coalcomán. Transecto Apatzingán-Aguililla.

Otros ejemplares revisados: S. H. Bullock 2092 (MEXU, FCME); Jalisco. Yelapa, Bahía de Banderas. G. Murguía 311 (MEXU, FCME); Veracruz. Cerro Gordo, ± 27 km de la Cd. de Xalapa, sobre la carretera a Cd. Cardel.

Apéndice 3

Microtecnia

Fijación

Semillas maduras obtenidas de frutos en etapas previas a la dehiscencia fueron fijadas en F.A.A. (formaldehído-agua-alcohol-ácido acético) 1.0:5.0:3.5:0.5 directamente en el campo. Este material puede conservarse en el fijador por varios meses.

Deshidratación

Antes de iniciar la deshidratación, las semillas deben ser disectadas para favorecer el intercambio de agua por parafina en los tejidos y para manejar con más precisión las regiones seminales a estudiar. En este caso, las semillas se seccionan realizando un corte longitudinal que parta en dos mitades iguales al cojincillo e inmediatamente se aplica un corte transversal que separe por la mitad al extremo calazal del extremo micropilar. De este modo se obtiene material para realizar cortes transversales y longitudinales que proporcionen datos sobre la anatomía de los tejidos que las forman.

1. Las muestras se lavan en agua de la llave por tres horas para eliminar el exceso de fijador.
2. Se pasan por concentraciones crecientes de alcohol etílico (30%, 50%, 70%, 96% y 100%) durante tres horas cada una.

Inclusión en parafina

3. Se colocan en una mezcla de xilol-parafina o paraplast (1:1) por 24 h en la estufa a una temperatura de 58 a 60 °C.
4. Se realiza un cambio a parafina pura (p.f. 57-60 °C) o paraplast (p.f. 60 °C) y las muestras permanecen por 48 h en la estufa a una temperatura de 58 a 60 °C.
5. Cada muestra se coloca en el fondo de una cajita de cartón, previamente llena con parafina o paraplast fundidos, y se orienta según el plano de corte a realizar. Se deja solidificar.

Corte y tinción

6. Cada bloque de parafina se adhiere a un cubito de madera con la ayuda de una aguja de disección y de una lamparita de alcohol.
7. Se ajustan al microtomo para obtener cortes de 10 a 12 micrometros de grosor.
8. Los cortes son extendidos en un baño de flotación que tiene disuelta un poco de gelatina.
9. Se obtienen laminillas con 4 a 5 cortes cada una.
10. Se les aplica la tinción doble Safranina-verde rápido (Engleman, com. pers.)
11. Se montan en Bálsamo de Canadá y se etiquetan.