

24
139



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO COMPARATIVO DE SEMILLAS MADURAS DE DOS
ESPECIES ARBOREAS DEL GENERO Ipomoea (CONVOLVULACEAE)
L.**

T E S I S

Que para obtener el Título de
BIOLOGA

presenta

GUILLERMINA MURGUIA SANCHEZ



México, D. F.

1986



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.

Resumen

Se estudiaron los árboles de Ipomoea murucoides Roem. & Schult. e Ipomoea pauciflora Mart. & Gal. subsp pauciflora McPherson stat. nov. localizados al oriente de la Sierra de Tepoztlán, Estado de Morelos, México.

Se identificaron los caracteres que definen a estas especies como pertenecientes al taxon *Arborescens* y los caracteres que las diferencian entre sí.

Se cubrió un ciclo floral entre noviembre de 1982 y junio de 1983 y se realizaron dos colectas anuales posteriores para estudiar la distribución altitudinal local de ambas especies, así como su morfología vegetativa y reproductora, el tiempo de producción de frutos y semillas, la estructura e histoquímica de semillas maduras frescas, el contenido de ácidos grasos en los aceites de semillas maduras secas y las características de las hojas cotiledonarias de ambas especies.

Los resultados muestran que ambas especies presentan hábito arbóreo, sépalos coriáceos, corola blanca, semillas con largos tricomas marginales y doble línea clara en la testa de semillas maduras secas.

Los caracteres que permiten diferenciarlas entre sí son: inflorescencia, cáliz, longitud de órganos reproductores, estigma, morfología externa del fruto, estratificación de la epidermis adyacente al hilio de las semillas maduras.

En la zona de estudio se encuentra a I. murucoides en contacto con bosque de pino-encino a los 2 100 mt. snm. e intercalada con I. pauciflora a partir de los 1 750 mt. snm.; ésta última es dominante a los 1 300 mt. snm.

En la zona de intercalación, un estudio de los aceites de semillas maduras secas permite apreciar diferencias en la serie de los ácidos grasos insaturados.

El estudio de la histoquímica de semillas maduras frescas, así como de la morfología de las hojas cotiledonarias en ambas especies no aporta resultados concluyentes.

Contenido

Resumen	Pág.
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Objetivos	5
IV. Metodología	6
A. Estudio de la morfología vegetativa y floral	
B. Estudio de semillas maduras frescas	
C. Estudio de semillas maduras secas	
V. Resultados	
Area de estudio	9
Flor y fruto	14
Tiempo de floración y fructificación	21
Estudio de semillas maduras frescas	
a) Morfología	25
b) Anatomía	28
c) Histoquímica	38
Estudio de semillas maduras secas	
a) Línea clara	40
b) Aceites	42
c) Hojas cotiledonarias	45
VI. Discusión	48
VII. Conclusiones	
VIII. Bibliografía	

I. Introducción

La familia Convolvulaceae Juss. está ampliamente distribuida en los trópicos; consta de 40 a 50 géneros y 1 200 ó más especies. El género tipo es Convolvulus L. (Austin, 1975).

Hallier (1893) (en: McDonald, 1982) dividió la familia en dos grupos empleando las características del polen como criterio principal: Psiloconia y Echinoconia y Austin (1973a) (en: Austin, 1975) reconoce 8 tribus. En dos de ellas, Ipomoeae y Argyreieae, se agrupan los géneros de Convolvulaceae que poseen polen equinado y periporado. De las dos tribus mencionadas, en México sólo existen silvestres los géneros Ipomoea y Turbina, éste último con una sola especie conocida en territorio mexicano: T. corymbosa. El resto de géneros con polen equinado pertenecen al viejo mundo (Pedraza, 1983).

El género Ipomoea comprende más de 500 especies y tiene una distribución pantropical con algunos taxa en latitudes templadas (McDonald, 1982). En México se establecen aproximadamente 150 especies (Austin & Pedraza, 1983) que sobresalen por su gran diversidad morfológica y por la adaptación de algunas de ellas a una gran variedad de climas con muy diferentes condiciones ecológicas (Pedraza, 1983).

"El género Ipomoea tiene importancia económica por sus usos alimenticios (IBPGR, 1981), I. batatas; ornamentales (Verdcourt, 1970), I. carnea, I. alba, I. purpurea; medicinales (Martínez, 1969). Algunas especies tienen interés etnobotánico por su empleo ritual ó mágico religioso en varias culturas indígenas (Schultes, 1981), I. tricolor. Otras son melíferas y políferas (Ordetx et al, 1976; Souza et al, 1981)" (op. cit.).

McDonald (1982) señala que el género Ipomoea no sólo posee especies de importancia económica, sino que son apreciable objeto de estudio biológico. "El tamaño y diversidad de las formas de vida que se presentan en el grupo, muestran potenciales no explorados para examinar modos de evolución y de radiación adaptativa" (op. cit.). En este contexto pueden citarse como ejemplo a I. pes-caprae e I. littoralis, especies componentes de vegetación pionera en el proceso de estabilización de dunas costeras (Moreno-Casasola et al, 1982; Moreno-Casasola, 1985).

Otro ejemplo lo constituyen las especies de hábito arbóreo que, en nuestro país, se han adaptado a las condiciones ambientales del Bosque Tropi-

cal Caducifolio (Rzedowski, 1978) ó Selva Baja Caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963).

Algunos estudios sobre este tipo de vegetación, ponen de relieve la presencia de asociaciones vegetales llamadas "cazahuateras", en la formación vegetal denominada "monte mojino" ó "cuajotal", cuyos componentes arbóreos son especies del género Ipomoea (Miranda, 1941, 1947; Quiroz, 1964; Rzedowski, 1978; Guevara y Soria, 1978).

Los escasos trabajos de que han sido objeto revelan que, entre los taxónomos, no ha habido acuerdo acerca de los límites naturales de este grupo (McPherson, 1982) y que, entre los ecólogos vegetales, existe dificultad para distinguir algunas de estas especies entre sí (Miranda, 1947).

Desde el punto de vista taxonómico McPherson (1982) publica el primer trabajo que se refiere al taxon Arborescens, al que Choisy (1893) definió como "grupo de especies erectas de Ipomoea que son arborescentes", según cita el autor. De este trabajo se desprende que, independientemente del arreglo que diferentes autores reconozcan para el taxon Arborescens (House, 1908; O'Donnell, 1950; Matuda, 1964; McPherson, 1982) siempre conservan su status las siguientes especies: Ipomoea murucoides Roem & Schult.; Ipomoea arborescens (H. & B. ex Willd.) G. Don.; Ipomoea intrapilosa Rose; Ipomoea wolcottiana Rose e Ipomoea pauciflora Mart. & Gal.

McPherson (óp. cit.) propone una serie de caracteres morfológicos tendiente a conformar un grupo homogéneo de especies arbóreas: hábito arbórescente, flores de corola blanca, sépalos coriáceos con ó sin pubescencia, semillas con largos pelos marginales, entre otros. Un ejemplo de la aplicación de este criterio lo constituye Ipomoea carnea Jacq., especie que ha sido transferida a "otro grupo de especies del que I. jalapa (L.) Pursh es típica" por este autor, por poseer corolas rosas, pubescencia café cubriendo toda la semilla, por su tipo de inflorescencia y porque la anatomía de sus tallos carece de crecimiento secundario ó leñoso.

En el presente trabajo se explora la posibilidad de que existan caracteres susceptibles de apoyar la diferenciación, al nivel de especie, que hasta ahora continúa realizándose a partir de criterios morfológicos pero que llegan a ser insuficientes cuando se está ante complejos de especies. Un ejemplo de la confusión que se genera por la carencia de estudios más profundos e integrales de las especies, es la proliferación de sinonimias que en nada con-

tribuyen a la delimitación natural de las mismas. Del mismo modo, estudios aislados ó con diferentes enfoques acerca de una misma especie deben confluír para obtener una comprensión integral de ella.

Se han estudiado dos de las especies unánimemente consideradas dentro del taxon Arborescens: Ipomoea murucoides Roem. & Schult. e Ipomoea pauciflora Mart. & Gal. subsp. pauciflora McPherson stat. nov. Los parámetros a evaluar son fundamentalmente dos: la morfología floral y el estudio de las semillas maduras, ambos caracteres constantes y confiables en los diferentes niveles de la clasificación taxonómica.

Al estudio de las semillas maduras como elemento de apoyo en taxonomía se ha incorporado, en este trabajo, un análisis local no exhaustivo de la distribución de las especies estudiadas a través de un gradiente altitudinal.

II. Antecedentes

Corner (1969) se ha dedicado a mostrar que la clasificación natural de las plantas con flores debería tomar en consideración la estructura de las semillas ya que "es una herencia principal. Su detalle histológico expresa el carácter genético. Las muchas variaciones no pueden ser debidas a selección ambiental" (op. cit). Aunque su trabajo se enfoca a las características de las semillas que pueden relacionar a las familias de angiospermas en órdenes, es posible encontrar en la literatura científica investigaciones de la estructura de las semillas que no sólo demuestran la validez de las propuestas de este autor sino que, al nivel intrafamiliar, poco a poco van permitiendo conformar caracteres propios que diferencian a los géneros entre sí. Por ejemplo, Van Heel (1984) estudiando la anatomía de la semilla y la morfología del polen de dos géneros de la familia Flacourtiaceae, transfirió la especie Streptothamnus beckeri del género Streptothamnus al género Berberidopsis; Schmid et al (1984) consideran a la anatomía de semillas como un aspecto de la anatomía sistemática que les permitió relacionar al género Oceanopapaver con la familia Cappara-ceae.

En el grupo *Arborescens* son escasos los trabajos que se han realizado que tengan como objeto de estudio las semillas: Alcántara (1980) analiza los aceites de semillas de *I. murucoides* procedentes de diferentes localidades del centro del país, encontrando un patrón constante en el perfil cromatográfico de los ácidos grasos saturados e insaturados.

Pérez-Amador et al (1982, 1983) encontraron datos muy interesantes en los aceites de semillas de *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea arborescens* que, - si bien no permiten concluir que se trata de especies diferentes, en cambio - reflejan la influencia que el clima parece ejercer particularmente en la serie de los ácidos grasos insaturados.

Sampathkumar (1982), a su vez, concede importancia taxonómica a los caracteres de las hojas cotiledonarias "por su alto nivel de constancia en la forma, tamaño, patrón de venación", etc. y de su estudio de 36 taxa, pertenecientes a 11 géneros de la familia Convolvulaceae sugiere la posibilidad de utilizar tales caracteres "en lineamientos taxonómicos y en la determinación de afinidades al nivel genérico, específico y de variedad" (op. cit.)

En este contexto Pedraza (1983) aporta otro carácter para la identidad de las especies arbóreas al encontrar que "el polen de *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea intrapilosa* e *Ipomoea pauciflora* presenta diferencias en la forma y distribución de las espinas sobre cojines basales ampliados" (op. cit.); ella estudió el polen de 26 especies del género *Ipomoea*, entre las cuales se encontraban las mencionadas.

En la literatura se reportan usos medicinales de algunas especies del grupo *Arborescens*, aunque ninguna en particular ha sido objeto de una investigación más rigurosa en este sentido. (Alcántara, 1980; IMEPLAM, 1977; Fields, 1969; Martínez, 1969).

III. Objetivos

1. Estudiar la anatomía e histoquímica de semillas maduras de Ipomoea murucoides Roem. & Schult. y de Ipomoea pauciflora Mart. & Gal. subsp. pauciflora McPherson stat. nov.
2. Estudiar la morfología vegetativa y reproductora de ambas especies.
3. Identificar los caracteres que diferencian a Ipomoea murucoides de Ipomoea pauciflora subsp. pauciflora.
4. Identificar los caracteres que definen a estas especies como miembros del grupo Arborescentes.

IV. Metodología

A. Estudio de la morfología vegetativa y floral.

El presente estudio se realizó en el rincón nororiental del Estado de Morelos, México, abarcando los Municipios de Tlalnepantla, Tlayacapan y noreste de Yautepec (Fig. 1).

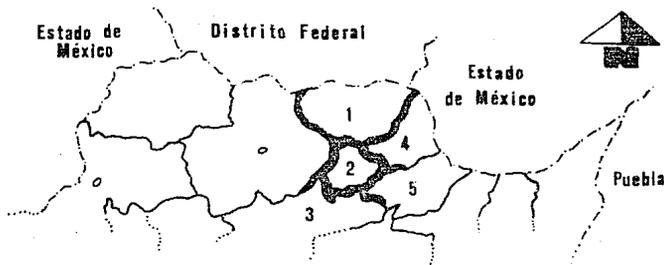


Figura 1. Municipios del noreste del Estado de Morelos:

1. Tlalnepantla. 2. Tlayacapan. 3. Yautepec.
 4. Totolapan. 5. Atlatlahucan.
- (en: X Censo Nal. de Pobl. y Vivienda, 1984)

El trabajo de campo se llevó a cabo entre noviembre de 1982 y junio de 1983, tiempo que comprende un ciclo floral en las especies estudiadas.

Se hicieron recorridos en el transecto Tlalnepantla-Tlayacapan-Ex-Hacienda de Pantitlán (2 200-1 300 mt snm.) para conocer la distribución local de las especies arbóreas del género Ipomoea en esta región (Fig. 2).

Se colectó material para ejemplares de herbario y gran número de inflorescencias para efectuar mediciones y dibujos de las estructuras reproductoras de ambas especies. La identificación de las mismas se hizo tomando como base la opinión del Dr. Andrew McDonald, especialista en Convolvulaceas, sobre la clave propuesta por McPherson (1982). Los ejemplares se depositaron en el MEXU y en el HFC.

Se marcaron flores recién abiertas de Ipomoea murucoides para conocer el tiempo de producción de frutos y de semillas y la época de máxima floración de la especie en esta zona. Se colectaron ovarios en diferentes estadios de desarrollo y se fijaron en F.A.A. y F.A.A. + FeSO₄, con énfasis en fru -

tos maduros y frutos dehiscentes.

En el caso de Ipomoea pauciflora se siguió el mismo procedimiento de fijación de ovarios y frutos, pero se prescindió del marcado de flores sistemático debido a la extraordinaria fragilidad de sus inflorescencias.

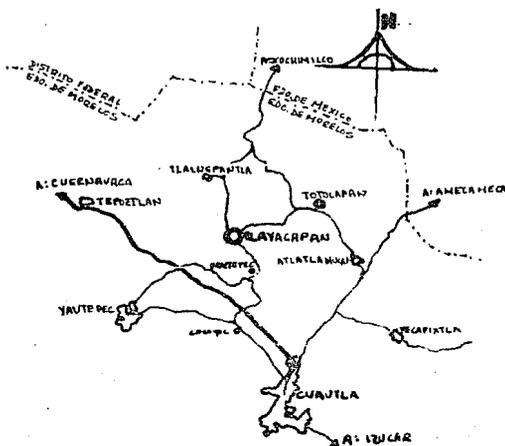


Figura 2. Vías de acceso a la zona de estudio.
(en: Estrada, 1984).

B. Estudio de semillas maduras frescas.

En esta fase el trabajo se desarrolló empleando semillas de 95 - 105 días de desarrollo (blancas y café) obtenidas de frutos indehiscentes de Ipomoea murucoides y de Ipomoea pauciflora colectados entre 1983-1985.

Para el estudio de la anatomía e histoquímica se emplearon semillas fijadas en F.A.A.; éstas se seccionaron en cortes medianos y transversales en razón de su tamaño (16 x 7 mm). Se deshidrataron en alcoholes graduales y se incluyeron en parafina 57-60°C, según la técnica de Johansen (1940).

Se obtuvieron cortes de 10 micras de grosor, con microtomo rotatorio American Optical Modelo 820, destinándose una parte de las laminillas para el estudio de la anatomía y otra parte para el estudio de la histoquímica. En el primer caso se empleó la tinción doble Safranina-verde rápido y en el se

gundo caso se aplicaron reactivos para la detección de almidón, lípidos, proteínas, polisacáridos y lignina. Se tomaron fotografías de los resultados. Las observaciones se realizaron empleando un microscopio compuesto American Optical Phase Star y para tomar las fotografías, un fotomicroscopio Zeiss.

Las semillas fijadas en F.A.A. + FeSo₄ igualmente se seccionaron e incluyeron en parafina, siguiendo el mismo procedimiento mencionado antes; los cortes se desparafinaron en xilol y se montaron en bálsamo de Canadá para observar acumulación de taninos en la testa de las semillas de ambas especies.

La morfología externa e interna se observó con microscopio este-reoscópico. Se tomaron fotografías y se hicieron dibujos.

C. Estudio de semillas maduras secas.

a) Línea clara.

Seis semillas de cada especie fueron escarificadas, con lija suave, y fijadas en F.A.A.; se siguió el procedimiento de deshidratación e inclusión en parafina descrito anteriormente.

De los cortes obtenidos, una parte se sometió a tinción Safranina-verde rápido, otra se desparafinó y se montó directamente en Bálsamo de Canadá y una más se destinó a pruebas con diferentes reactivos para compararlas entre sí. Se tomaron fotografías de los resultados.

b) Determinación de aceites.

Se pesaron 25-30 g de semillas de cada especie y se pulverizaron con molino de mano. Se extrajeron los aceites para conocer su composición de ácidos grasos en los términos propuestos por Pérez-Amador, et al (1982). Los resultados fueron proporcionados por el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias, se tabularon y se graficaron.

c) Plántulas.

Doce semillas de cada especie se escarificaron, con lija suave, en su extremo chalazal y puestas a germinar en medio húmedo a temperatura ambiente. Seis días después se pasaron a vasitos con tierra. Pasadas 7 semanas se evaluó la morfología de las hojas cotiledonarias en los términos propuestos por Sampathkumar (1982). Los resultados se tabularon y se dibujó el rasgo general de las hojas en cada especie.

Area de estudio.

El Estado de Morelos se localiza en la vertiente Sur del Eje Volcánico Transversal, en donde la Serranía del Ajusco separa la cuenca cerrada del Valle de México de la cabecera de los afluentes del lado septentrional de la cuenca del Río Balsas hacia el sur (Guevara y Soria, 1978). Los relieves montañosos en esta región reciben los nombres de Sierra de Huitzilac al oeste, Tres Cumbres al norte y Sierra de Tepoztlán al este.

La Sierra de Tepoztlán es el límite norte de los amplios valles de Cuernavaca y Yautepec, se localiza aproximadamente entre los paralelos $18^{\circ}54'$ y $19^{\circ}03'$ y los meridianos $98^{\circ}57'$ y $99^{\circ}07'$, norte y oeste respectivamente (Ochoterena, 1978). Es una "estructura de origen exclusivamente sedimentario, aunque con clásticos de origen ígneo, que subyace a rocas ígneas del Grupo Chichinautzin y a algunos aluviones cuaternarios... su formación es posterior al vulcanismo Oligoceno-Mioceno y anterior al del Plioceno superior; por consiguiente, su edad debe ser el Plioceno inferior" (Ochoterena, op. cit.)

Se podría considerar a esta región como límite inferior de los bosques templados - encinares y pinares - y el límite superior del Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978) ó Selva Baja Caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963).

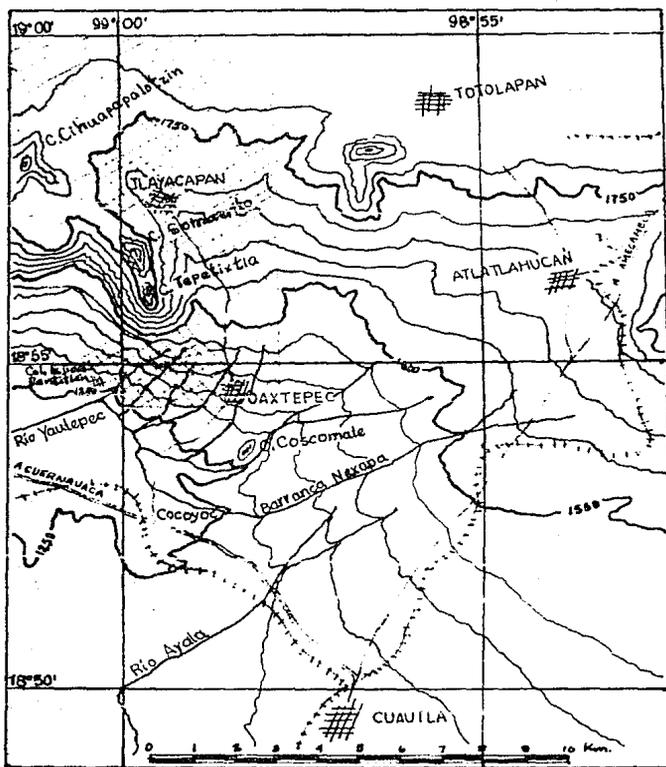
En el extremo oriental de la Sierra de Tepoztlán el tipo climático es CW -templado húmedo con lluvias en verano-. Precipitación media anual 913 mm. Temperatura media anual 19.3°C . Con dos estaciones bien definidas: una de junio a octubre ("las lluvias") y otra de noviembre a mayo ("las secas"), con una temperatura mínima de 6°C en enero y una temperatura máxima de 32°C en mayo (Favier, 1980).

En la región de estudio (Fig. 3) se encuentran dos especies arbóreas del género Ipomoea (Convolvulaceae) L. con una clara distribución altitudinal y con su respectivo nombre local:

1. Ipomoea murucoides Roem. & Schult. (cazahuate blanco)

Convolvulus macranthus H.B.K.

Ipomoea macrantha (H.B.K.) G. Don not I. macrantha Roem. & Schult.



(en: Quiroz, 1964)

Figura 3. Mapa altitudinal del extremo oriental de la Sierra de Tepoztlán mostrando la distribución local de *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea pauciflora*.

2. Ipomoea pauciflora Mart. & Gal. subsp. pauciflora Mc Pherson
stat. nov. (cazahuate negro ó cazahuate "de guía")

Ipomoea vargasiana O'Donnell

Ipomoea wolcottiana Rose

Ipomoea murucooides alcanza el mayor límite altitudinal a los 2100 mt. snm., hallándose intercalada en el bosque de pino-encino; a los 1300 mt. snm. aún se hallan ejemplares de esta especie. A partir de los 1750 mt. snm. es muy abundante y aparecen ejemplares de Ipomoea pauciflora, que aumentan a medida que se descende en altitud; así, a los 1400 mt. snm. en los alrededores de Oaxtepec, se observan ejemplares numerosos de I. pauciflora mientras que I. murucooides no está presente ó es muy escasa. (Fig.4)

En la región estas especies dominan sobre otras arbóreas (Eucalyptus, Erythrina, Pinus, Pithecellobium, etc.) constituyendo cercas vivas en los campos de cultivo y en los techorales de las afueras de los pueblos, así como pequeños manchones de cazahuateras en las laderas de los cerros, riberas de barrancas ó en áreas pedregosas. Se observa también el empleo de la madera blanda de los cazahuates para la combustión en los hornos de los alfareros de Tlayacapan, así como el gran aprecio por los hongos comestibles que crecen en sus troncos durante la época de lluvias.

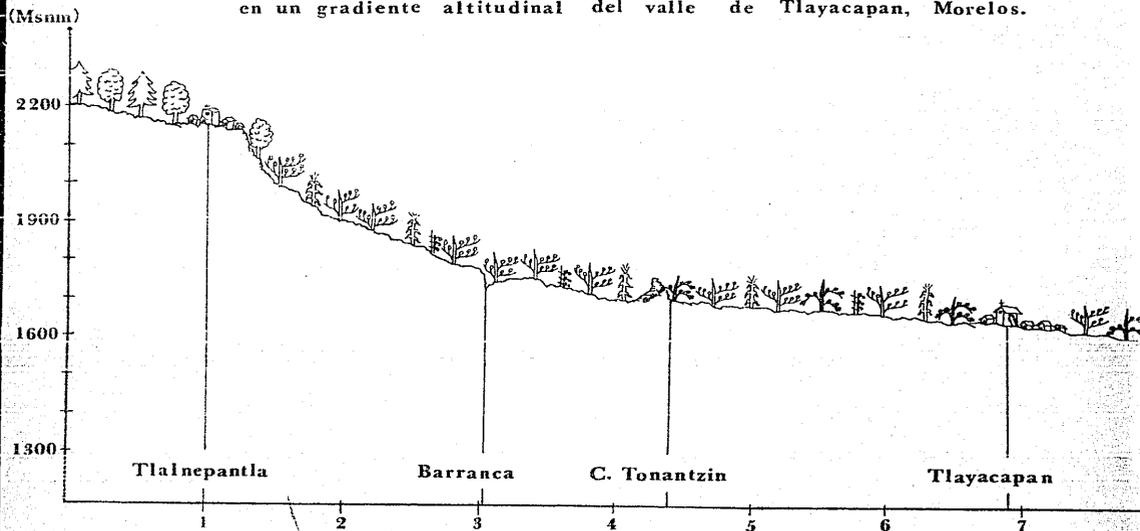
Tabla 1. Algunas diferencias cuantitativas entre dos especies arbóreas del género Ipomoea.

especie	<u>Ipomoea murucooides</u> (cazahuate blanco)	<u>Ipomoea pauciflora</u> (cazahuate negro ó de guía)
hojas	16 x 5 cm.	16 x 10 cm.
vegetativas (Fig.5)	estrechas con pecíolos cortos = 2-3 cm 17 venas principales	base ancha ápice puntiagudo pecíolos largos = 9 - 11 cm 15 venas principales
medidas pro- medio del tronco	*h = 5-6 mt. *p. _{base} = 2 mt. *p. _{ra.pr.} = 0.50 - 1.0 mt.	h = 5-6 mt. p. _{base} = 1 mt. p. _{ra.pr.} = 0.50 - 0.80 mt.

Notas: h = altura; p._{base} = perímetro del tronco en la base

p._{ra.pr.} = perímetro de rama principal.

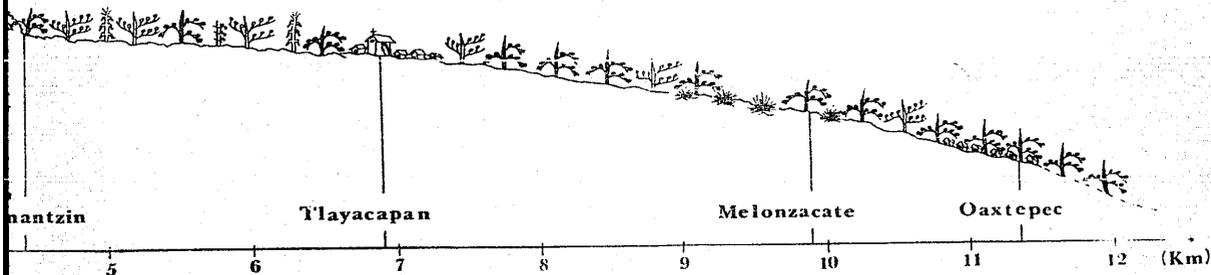
Figura 4. Perfil de la distribución de dos especies arbóreas del género Ipomoea en un gradiente altitudinal del valle de Tlayacapan, Morelos.

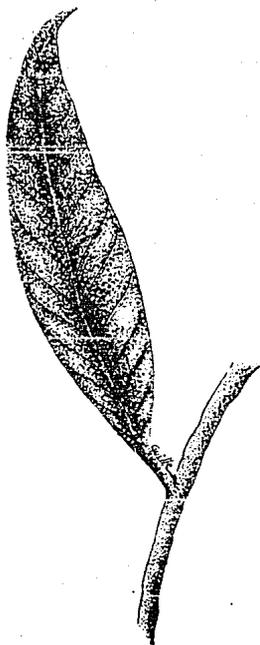


Especies arbóreas del género Ipomoea

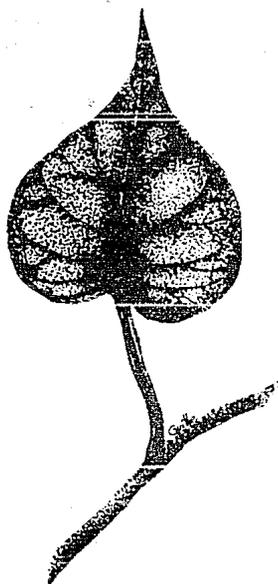
hile de Tlayacapan, Morelos.

-  Pinus sp.
-  Quercus sp.
-  Población
-  I. murucoides
-  Zea mays
-  I. pauciflora
-  Lycopersicon esculentum
-  Physalis ixocarpa
-  zacatonal





Ipomoea murucoides



Ipomoea pauciflora

Figura 5. Morfología de las hojas vegetativas de dos especies arbóreas del género Ipomoea.

De acuerdo con McPherson (1982) las inflorescencias de las especies en estudio son pseudoracemosas, sólo que "la unión de cimas usualmente con una flor sobre ramas reducidas" (op. cit.) varía.

Mientras que Ipomoea murucoides produce sus brotes florales sobre ramas de ± 20 cm. de largo creciendo a lo largo de las ramas mayores ó principales y produciendo también hojas vegetativas (fig. 6), Ipomoea pauciflora produce brotes florales sobre ramas inconspicuas, de menos de 2 cm. de largo, sin hojas vegetativas y a lo largo de cada rama principal (fig. 7).

Esta disposición de las inflorescencias hace que la primera especie dé la impresión de producir inflorescencias terminales y que a la segunda, I. pauciflora, se le conozca en la región como "cazahuate de gufa".

Cabe señalar aquí que ambas especies liberan, al corte, látex blanco, lechoso, insípido y pegajoso incluso en pecíolos, base de sépalos y ovario.

En las inflorescencias radica una segunda característica que permite la diferenciación local de las especies: Ipomoea murucoides presenta una suave pubescencia blanquecina en pecíolos, sépalos y región interplical externa, por lo que su nombre local común es "cazahuate blanco" ó "cazahuate amarillo". Ipomoea pauciflora carece de pubescencia y el cáliz es verde oscuro, de allí su nombre común: "cazahuate negro".

Tabla 2. Medidas promedio de las estructuras florales de dos especies arbóreas del género Ipomoea.

especie	<u>Ipomoea murucoides</u> n = 51	<u>Ipomoea pauciflora</u> n = 46
Botón floral	h= ± 10 cm. ápice torcido	h= ± 7 cm. ápice torcido y rojizo
Flor abierta	h= ± 7.5 cm. diám.=8 cm.	h= ± 7 cm. diám.= 6 cm.
Pecíolo	h= ± 3 cm.	h= ± 3 cm.
Sépalos	h= 3 cm. x a= 2 cm.	h= 1 cm. x a= 1 cm.
Gineceo	h= 4.5 - 5 cm. estigma bilobulado $\pm 2 \times 3$ mm.	h= ± 1.5 cm. estigma bicilíndrico $\pm 5 \times 2.5$ mm.
	estilo h= 3.5-4.5 cm.	estilo h= 5-6 mm.
	ovario bicarpelar, bilocular h= 3 mm. x a= 1 mm. ambas spp.	
Androceo	h= ± 3.8 cm.	h= ± 1.7 cm.
	antera h=0.9 cm.	antera h= 0.9 cm.
	polen espinulado	ambas spp.

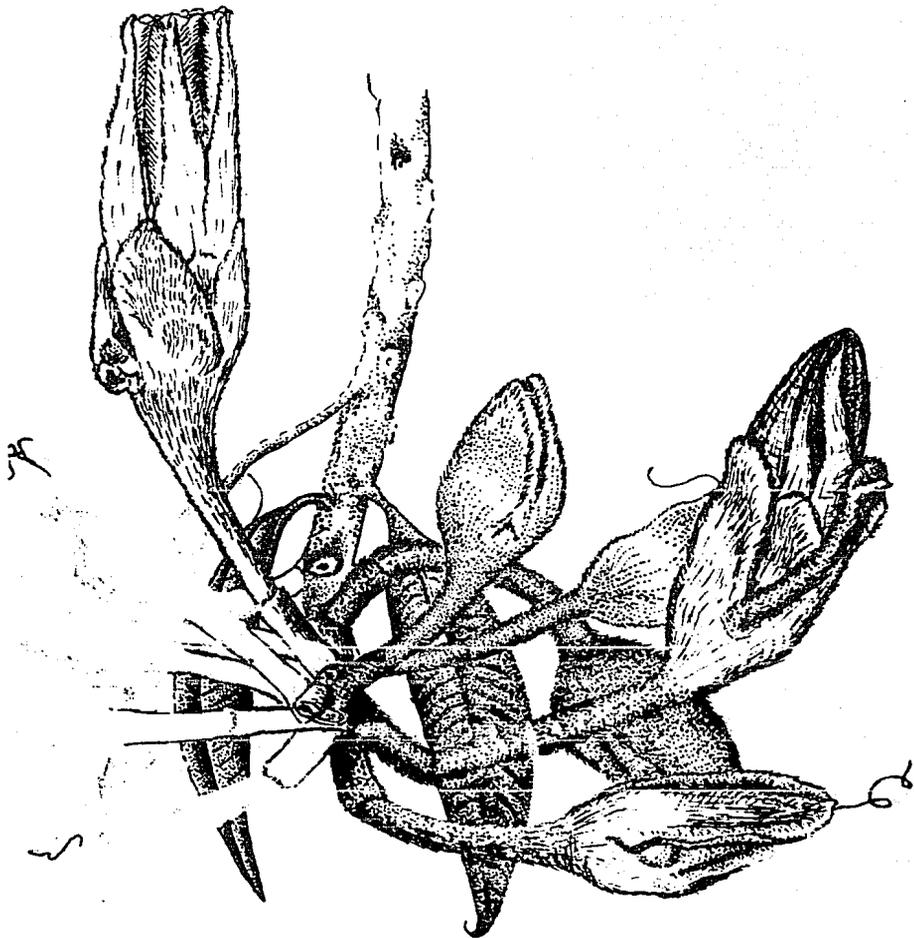


Figura 5. Disposición de la inflorescencia pseudoracemosa sobre las ramas mayores en árboles de Ipomoea murucoides.



Figura 7. Disposición de la inflorescencia pseudoracemosa sobre las ramas mayores en árboles de Ipomoea nauciflora.

En la Tabla 2 se ilustran cuantitativamente algunas diferencias morfológicas entre las flores de las especies estudiadas y las siguientes figuras muestran los caracteres sobresalientes de las estructuras reproductoras.

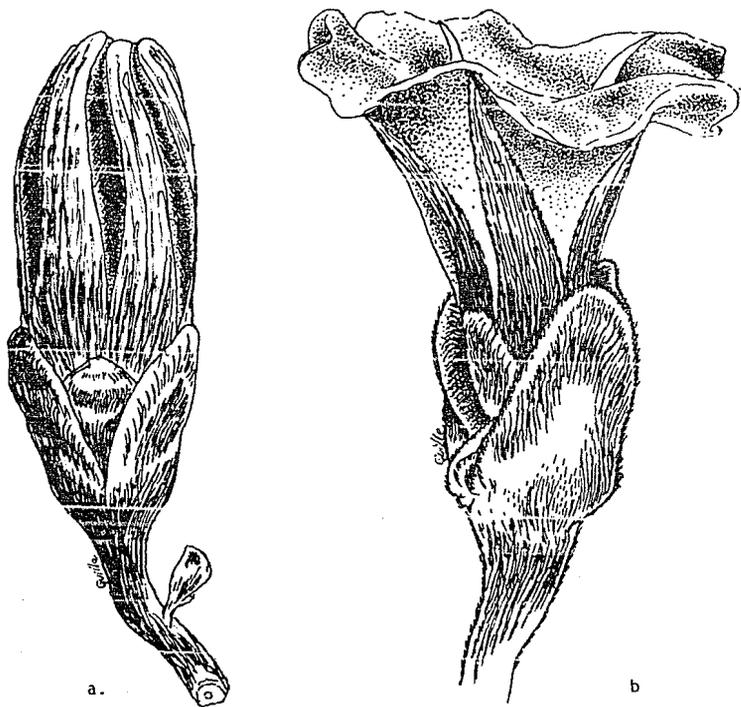


Figura 8. Morfología floral de *I. muruoides*.

a. Botón floral. b. Flor abierta.

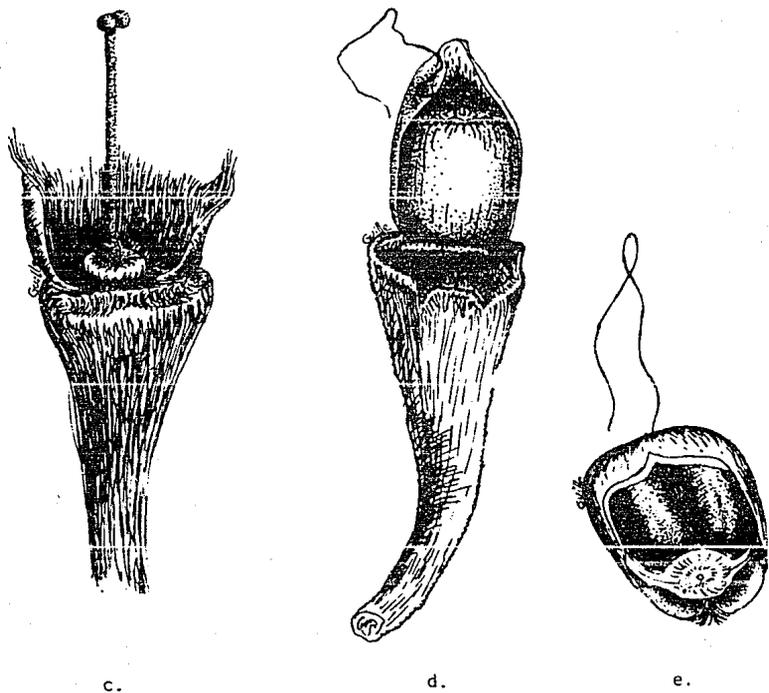


Figura 8'. Morfología femenina de I. murucoides.

c. Gineceo

d. Fruto inmaduro

d. Vista basal de fruto maduro abierto.

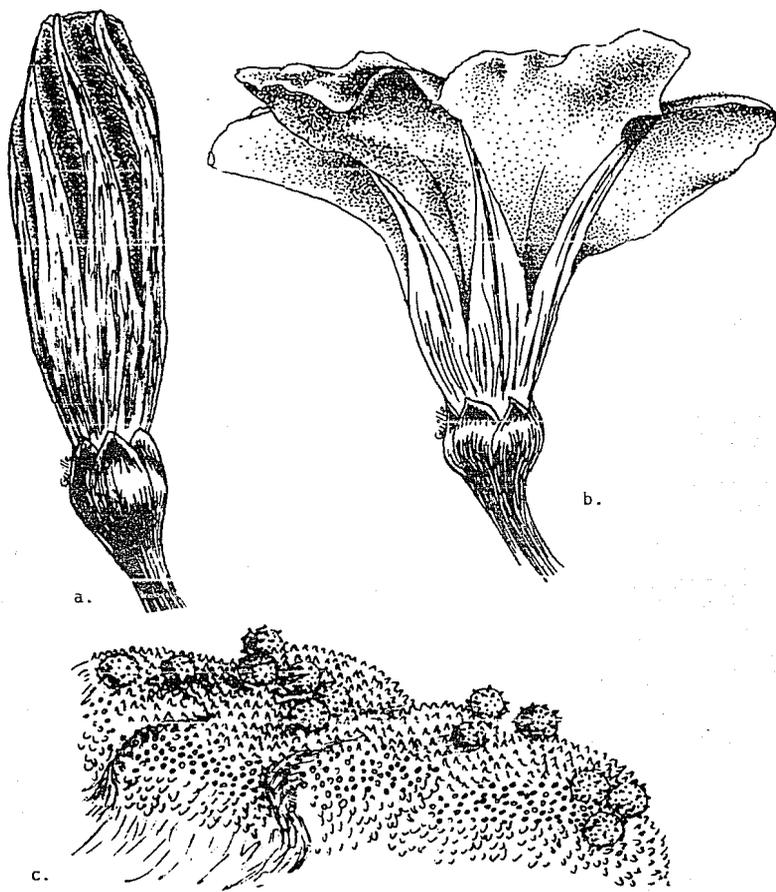


Figura 9. Morfología floral de *I. pauciflora*.

- a. Botón floral. b. Flor abierta.
c. Polen sobre estigma.(10x)

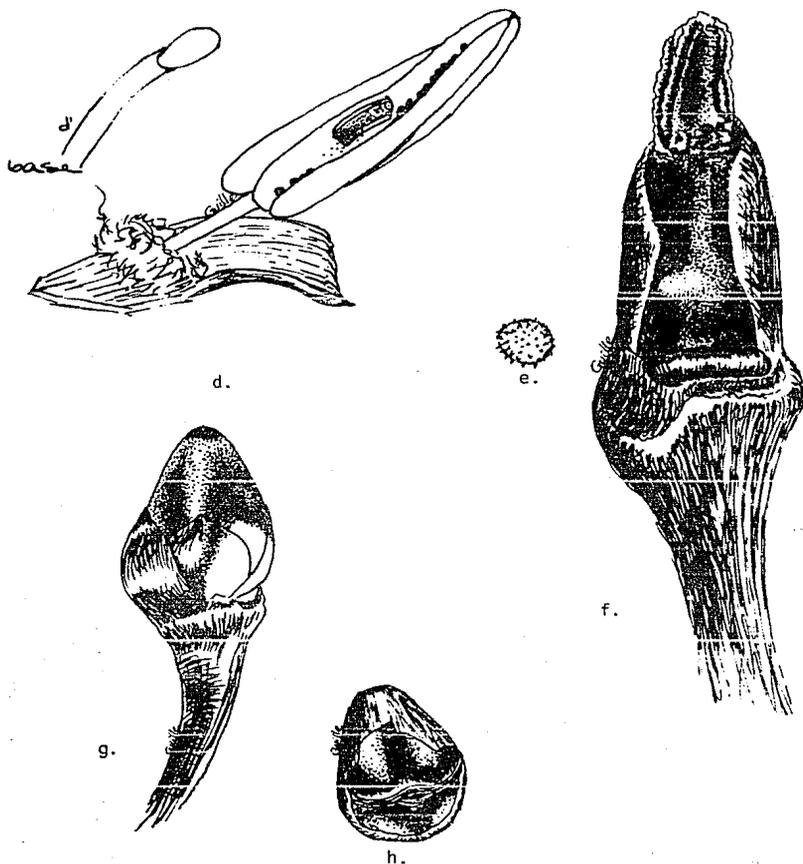
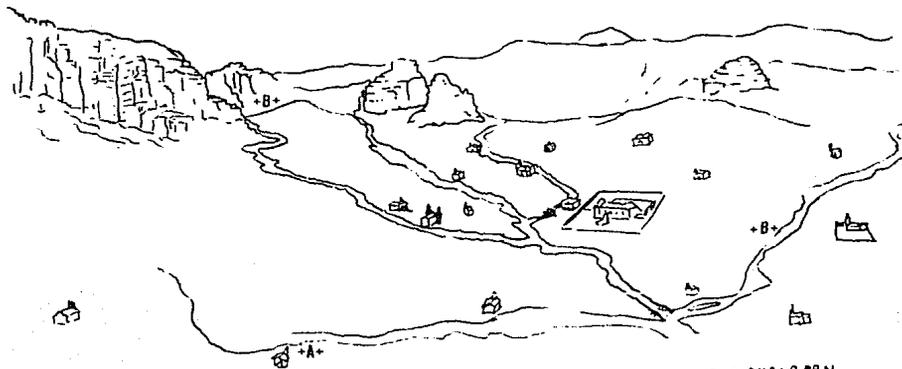


Figura 9'. Morfología masculina y femenina de *I. pauciflora*.
 d' Pelo nectarífero
 d. Antera de botón floral con polen. e. Polen (10x).
 f. Gineceo (lupa). g. Fruto maduro indehisciente.
 h. Base de fruto maduro abierto.

Tiempo de floración y fructificación.

En la región de estudio *I. murucoides* e *I. pauciflora* florecen y producen frutos entre octubre y enero, aunque en las partes altas ó al abrigo de la Sierra el ciclo floral se retrasa notablemente, iniciándose durante diciembre y presentando frutos hasta fines de abril.

El seguimiento del desarrollo del ovario se llevó a cabo en árboles de las especies estudiadas que se hallan intercalados en el rincón surenthal del pueblo de Tlayacapan, Mor. (Fig. 10).



VALLE DE TLAYACAPAN
Arq. F. R. Badillo, 1976.

(en: Favier, 1980)

Figura 10. Valle de Tlayacapan, Mor., zona de intercalación de *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea pauciflora*.

- +A+ - Barranca del Tepanate, sitio de muestreo del desarrollo de frutos.
- +B+ - San José de los Laureles y Barrio de Tezalpa, sitios de colecta.

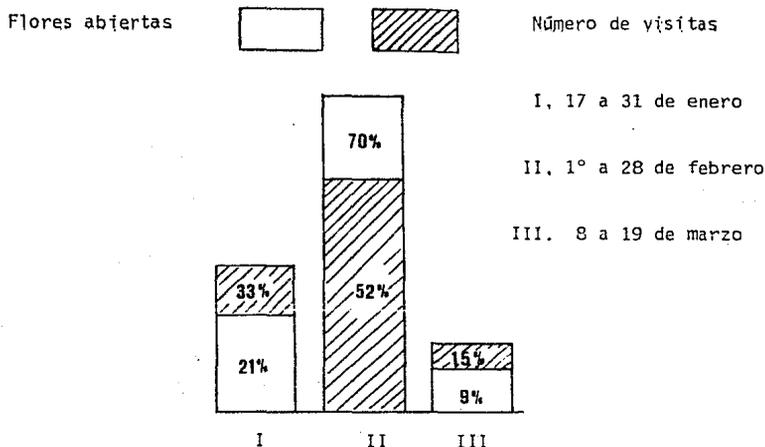


Figura 12. Gráfica de número de flores marcadas y de visitas por semana a I. murucoides, expresada en porcentaje.

Con base en estos datos puede afirmarse que la máxima floración ocurrió durante el mes de febrero en la parte oriental del Valle de Tlayacapan.

La información más importante que se desprende del marcado de flores es que transcurren alrededor de 116 días (15 a 16 semanas) entre las flores abiertas y los frutos dehiscentes, con semillas maduras secas. Aproximadamente a los 60 días el fruto ya es evidente en el cáliz y a los 90 días está bien desarrollado, ocurriendo su deshidratación y cambio de color verde claro a café a partir de los 105 días, aproximadamente.

Respecto a Ipomoea pauciflora se consigna la siguiente información

La producción de flores ocurre primero en las partes altas de la copa, después hacia la parte media y la inferior. Principia a fines de diciembre y continúa hasta mediados de febrero.

A fines de abril se colectaron frutos maduros y durante la primera semana de mayo se colectaron frutos dehiscentes. Cabe señalar que la mayor producción de frutos y semillas ocurre en las ramas altas del árbol, en la parte húmeda de Tlayacapan.

Colectas.

De 423 flores abiertas marcadas de Ipomoea murucoides se recuperaron 115 en diferentes etapas de desarrollo del ovario, principalmente de los primeros 9 días; las etapas subsecuentes muestran gran cantidad de semillas - inmaduras podridas de modo que, en total, se fijaron 30 frutos en F.A.A. y F.A.A. + FeSO₄. Esta colecta es la base material para un estudio posterior del desarrollo de la semilla en esta especie.

Al mismo tiempo se colectaron numerosos frutos maduros de ambas especies, tomando como referencia los frutos maduros de 95 a 105 días de desarrollo de Ipomoea murucoides; estas colectas fueron colocadas separadamente en las sustancias antes mencionadas.

Cada fruto se abrió con espinas de huizache (Prosopis sp.) para evitar la oxidación de las semillas y su contenido se dividió a la mitad para ser fijado en cada sustancia con su correspondiente clave de identificación: Sustancia. Especie, Fecha. Localidad.

B. Estudio de semillas maduras frescas

a) Morfología.

La siguiente descripción se aplica tanto a Ipomoea murucoides como a Ipomoea pauciflora pues, al microscopio estereoscópico, no muestran diferencias aparentes.

Las semillas maduras frescas miden en promedio 16 x 7 mm y poseen tricomas marginales de 14 mm de longitud; muestran una superficie tersa y delgada interrumpida en la región del hilio y modificada en el cojincillo. En una vista ventral (Fig. 13a) se observa la dirección del haz vascular (cuya entrada se localiza en la parte media superior del hilio) y la región del cojincillo. Removiendo la testa ó cubierta seminal puede observarse la morfología interna: el endospermo que, como sáculo, envuelve al embrión verde del cual se aprecia uno de los cotiledones y el eje radícula-hipocótilo.

Una vista dorsal (Fig. 13b) muestra la dirección del haz vascular y la cicatriz dejada por los tricomas, que fácilmente se desprenden. Márquez-Guzmán y Laguna-Hernández (1982) reportan para Turbina corymbosa que "los tricomas no segmentados son prolongaciones de la epidermis", que es la capa más externa de la que se habló en primer término.

Extrayendo cuidadosamente el endospermo y el embrión (Fig. 13c) para observar la parte interna de la testa, se la encuentra constituida por tejido de apariencia esponjosa que presenta una "invaginación" desde la parte superior del hilio y hacia la región dorsal, que alberga la ramificación interna del haz vascular materno (Fig. 14).

Las semillas se hallan unidas a la placenta en la base del fruto, a cada lado del septo que separa los lóculos (Fig. 15), la cicatriz que se observa en este sitio evidencia que el hilio en la semilla tiene forma de luna en cuarto creciente.

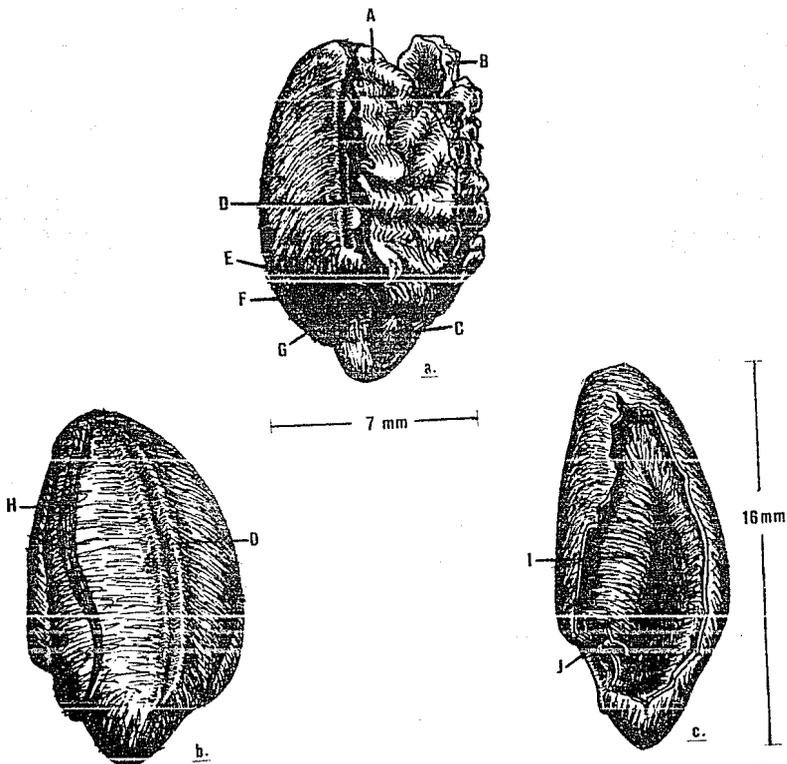


Figura 13. Morfología externa de las semillas maduras de I. murucoides e I. pauciflora.

a. vista ventral b. vista dorsal c. testa
 A. cotiledón B. endospermo C. hipocótilo D. haz vascular
 E. epidermis adyacente al hilio F. hilio
 G. cojincillo H. huella de tricomas I. septo entre cotiledones
 J. entrada de haz vascular.

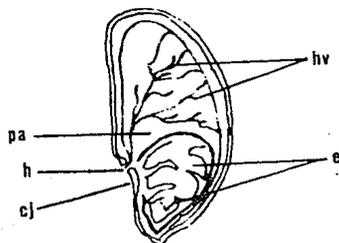


Figura 14. Perfil de corte mediano mostrando la disposición, en el parénquima, del haz vascular en *I. murucoides* e *I. pauciflora*.

(hv) haz vascular materno (pa) parénquima esponjoso
(h) hilio (cj) cojincillo (e) embrión

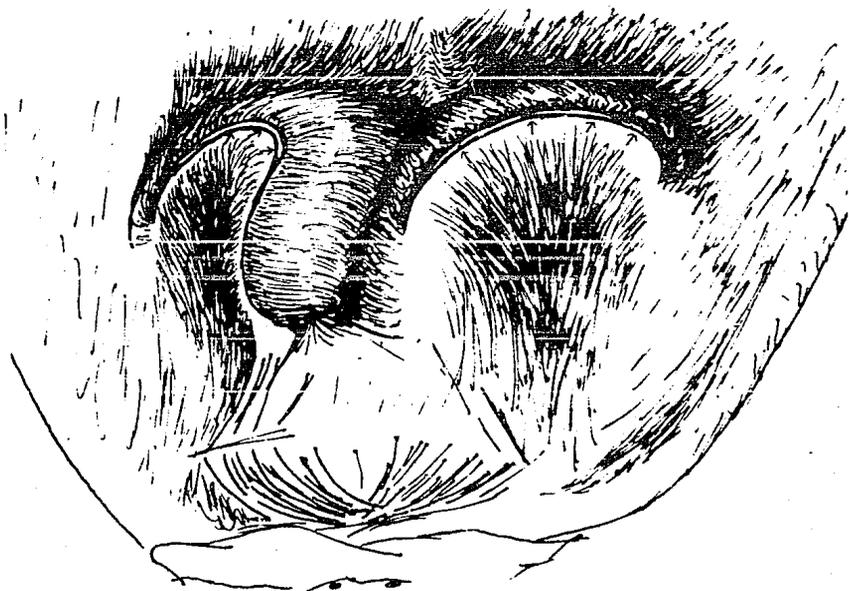


Figura 15. Base del septo entre lóculos mostrando las estructuras de unión entre las semillas y el ovario. (flechas)

b) Anatomía.

Como se desprende del estudio de la morfología, las semillas de *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea pauciflora* constan de testa, endospermo y embrión que, al igual que en *Turbina corymbosa*, tiene sus cotiledones "muy plegados ocupando el mayor volumen de la semilla" (Márquez y Laguna, 1982) y es de color verde en ambas especies.

Para el estudio de la anatomía fué necesario hacer disecciones (Fig. 16) en los planos sagital, transversal y mediano tomando como base los extremos chalazal y micropilar de las semillas.

A continuación se describen las estructuras que anatómicamente son similares en las especies estudiadas, excepto la zona del cojincillo que se tratará al final de esta sección.

La testa está conformada por varios tejidos diferentes:

Epidermis.- Primera capa externa monoestratificada, de grandes células rectangulares unidas entre sí por prolongaciones celulares semejantes a muescas (Figs. 17 y 18); su longitud es paralela a la superficie de la semilla. Presenta retención de safranina en estructuras parecidas a núcleos.

Subepidermis.- Capa monoestratificada con células rectangulares, nucleadas, aproximadamente 1/6 del tamaño de las células epidérmicas. Longitud celular paralela a la superficie de la semilla (Figs. 17 y 18).

Esclerénquima en empalizada.- Capa formada por 2-4 estratos celulares, el más externo de los cuales está bajo la subepidermis y constituye un estrato uniforme de células columnares cuyo eje mayor es perpendicular a la superficie de la semilla y cuyos citoplasmas colapsados dan la apariencia de núcleos alargados con retención de safranina (Fig. 19). En semillas de más de 100 días de desarrollo la retención de safranina ocurre sólo en la mitad inferior de dicho estrato columnar (Fig. 19').

Respecto a los estratos celulares subyacentes a éste, su apariencia piriforme muestra retención de colorante en núcleos (ó citoplasma colapsado). En la región chalazal, micropilar y lateral se cuentan hasta 5-8 estratos de esclerénquima de menor tamaño que en la mayor parte de la testa.

Parénquima esponjoso.- Capa de células subyacentes al esclerénquima cuyo grosor varía dependiendo del nivel de corte de la semilla; la región dorsal y ventral por ejemplo presentan 12 a 16 estratos no uniformes, sino reticu

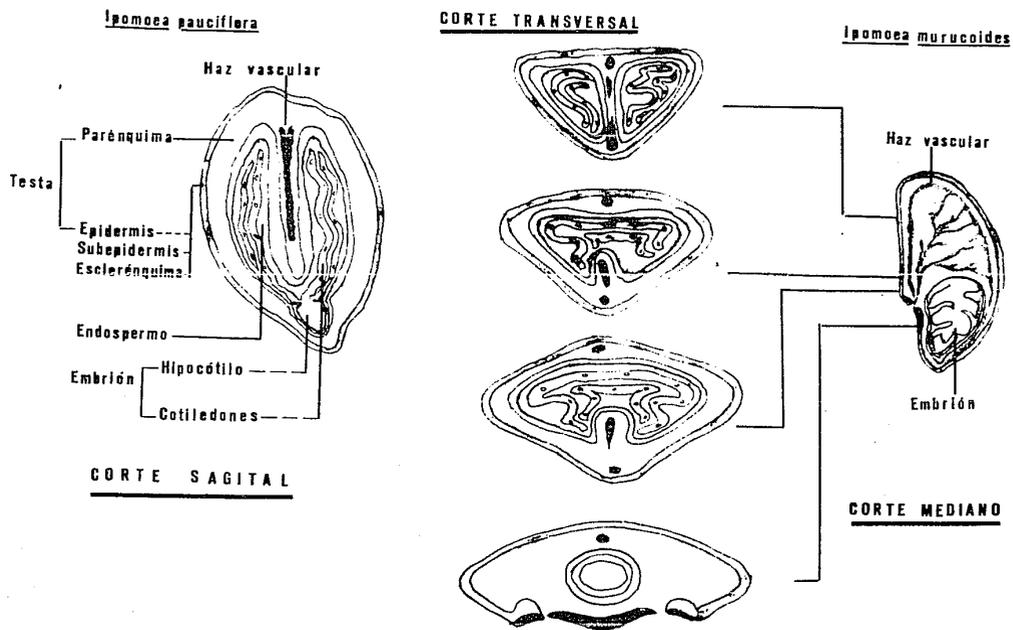


Figura 16. Tres planos de disección para el estudio de la anatomía de semillas frescas.

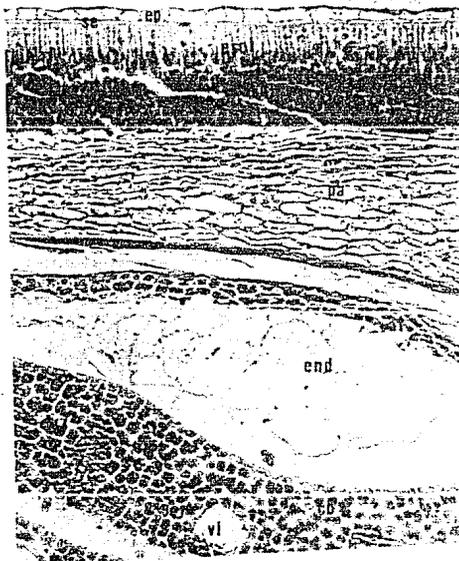


Figura 17 .

Corte transversal de testa, endospermo y embrión de semilla de 95 días de desarrollo de Ipomoea murucoides.

(ep) epidermis; (se) subepidermis; (escl) esclerénquima en empalizada; (pa) parénquima esponjoso; (al) aleurona; (end) endospermo; (co) cotiledón; (vi) vaso laticífero. Contraste de fase, filtro verde. 40x al negativo.

Figura 18 .

Corte transversal de epidermis y subepidermis en testa de I. murucoides.

(ep) epidermis; (se) subepidermis; (escl) esclerénquima en empalizada; (pa) parénquima esponjoso. Contraste de fase, filtro verde. 64x al negativo.

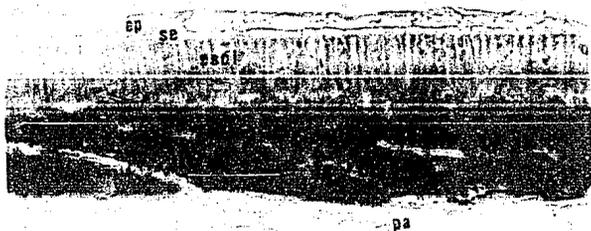




Figura 19. Corte mediano de testa mostrando los estratos celulares del esclerénquima en empalizada de Ipomoea pauciflora.

(se) subepidermis; (escl) esclerénquima en empalizada; (pa) parénquima esponjoso; (al) aleurona. Campo claro, filtro verde. 64x, al negativo.

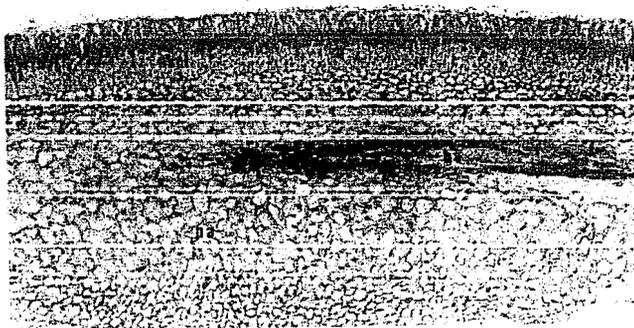


Figura 19'. Corte mediano de testa mostrando los tejidos que la conforman en semilla madura de I. pauciflora.

(escl) esclerénquima en empalizada; (pa) parénquima esponjoso; (hv) haz vascular. Contraste de fase, filtro verde. x, al negativo.

lados en semillas de 95 a 105 días de desarrollo (Fig. 20). En semillas secas escarificadas y fijadas en F.A.A. el parénquima presenta aún un grosor de 5 a 10 estratos aproximadamente. En los extremos chalazal, micropilar y en los costados del hilio tanto el parénquima como los estratos inferiores del esclerénquima se hallan formados por mayor número de células, aunque de menor tamaño. Las células parenquimáticas cercanas al endospermo están aplastadas presentando aspecto fibroso.

Haz vascular materno.- Sistema de vasos abastecedores de nutrientes provenientes de la planta madre; este sistema corre a través del parénquima en una dirección única ventral-mediana-dorsal.

Su entrada a la semilla se efectúa por la parte media del hilio y termina en el lado dorsal, al nivel de la parte media inferior del hipocótilo, sin abandonar el parénquima.

Es necesario señalar que, en la parte media superior interna de las semillas, el parénquima se "invagina" -forma una especie de sáculo- que contiene la ramificación del haz vascular. Este haz, a partir de su entrada, se divide en dos cordones y cada uno a su vez se ramifica de modo que las dos paredes internas del sáculo de parénquima soportan un cordón vascular ramificado donde en su ruta hacia la parte dorsal, forma un solo y grueso cordón (Fig. 21).

Endospermo.- Igual que en J. corymbosa "consta de una capa de células vivas (aleurona) y una zona de contacto con el embrión (Fig. 17) de aspecto fibroso constituida por los restos de paredes de células muertas" (Márquez y Laguna, 1982). La capa de aleurona es monoestratificada en la región del hipocótilo y presenta 2-3 estratos en las partes sujetas a plegamiento por los cotiledones.

Las células de la capa de aleurona muestran un arreglo en mosaico, en el que destacan núcleos esféricos y material citoplásmico (Fig. 22).

Embrión.- De color verde en ambas especies, aunque más claro en el hipocótilo, su estructura muestra dos tipos de tejidos: células nucleadas y con gran cantidad de materiales de reserva que conforman al embrión y tejido vascular de origen embrionario que aún no está claramente diferenciado en xilema y floema. En los cotiledones se encuentran también estructuras denominadas vasos laticíferos.

Cojincillo.- Se ha mencionado que la conformación de la testa es básicamente regular en la mayor parte de la semilla de las especies estudiadas,

Figura 20.
Perfil de corte mediano de semilla
madura de *Ipomoea pauciflora*. Vista
dorsal.

(hv) haz vascular; (pa) parénquima
esponjoso; (gr) gránulos de reserva;
(n) núcleo. Contraste de fase, fil-
tro verde. 64x, al negativo.

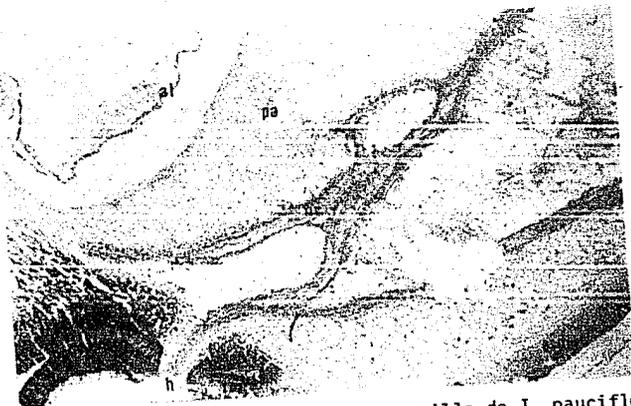
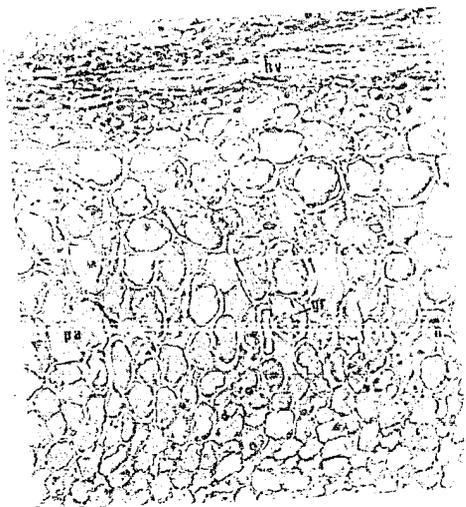


Figura 21. Perfil de corte mediano en semilla de *I. pauciflora*
vista ventral.

(al) aleurona; (pa) parénquima esponjoso; (hv) haz
vascular; (escl) esclerenquima en empalizada;
(h) hilio; (cj) cojincillo. Campo claro, filtro
verde. 10x, al negativo.

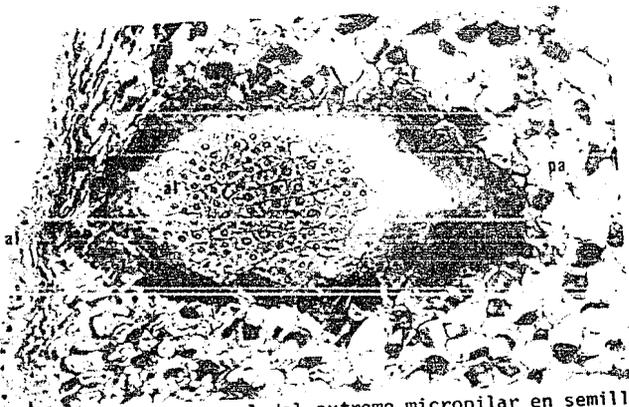


Figura 22. Corte transversal del extremo micropilar en semilla de I. pauciflora. Al centro, vista tangencial de capa de aleurona.

(al) aleurona; (pa) parénquima esponjoso. Contraste de fase, filtro verde. 64x, al negativo.

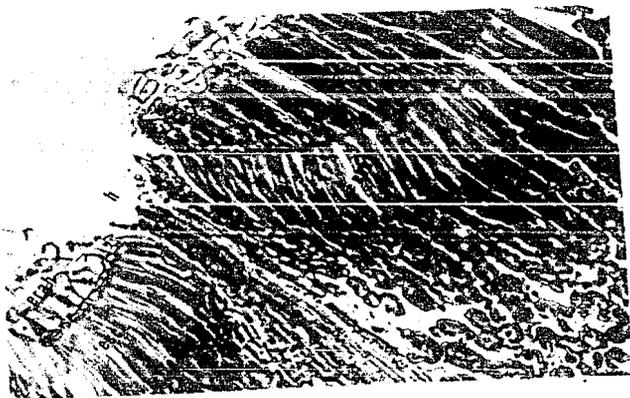


Figura 23'. Estructuras delimitantes del hilio en dos especies arbóreas del género Ipomoea. Perfil de corte mediano en semilla madura de I. murucoides.

(erah) epidermis adyacente al hilio; (h) hilio; (cj) cojincillo; (escl) esclerenquima en empalizada. Campo claro, filtro verde. 25.2x, al negativo.

excepto en la región micropilar ventral, en la que es posible distinguir dos modificaciones:

- a) La primera involucra a la epidermis y subepidermis, cuyo arreglo celular da origen al cojincillo (Fig. 23').
- b) La segunda modificación sólo atañe a la epidermis que delimita externamente al hilio (Fig. 23').

Cortes realizados transversal y longitudinalmente a diferentes niveles, en las semillas de Ipomoea murucoides e Ipomoea pauciflora, revelaron el siguiente arreglo celular:

En el cojincillo la subepidermis es monoestratificada en los márgenes con el hilio pero, a medida que se extiende por la parte más cóncava del cojincillo, muestra 3-4 estratos celulares con fuerte retención de safranina y al parecer nucleados; la pluriestratificación disminuye hacia el extremo micropilar de la semilla (Fig. 23). Esta subepidermis se asienta sobre la capa más externa del esclerénquima en empalizada.

Sobre esta subepidermis se encuentra un estrato de células columnares muy semejantes a la primera capa de esclerénquima en empalizada, pero con retención homogénea de safranina. Aparentemente es monoestratificada, sin núcleos evidentes; la longitud de las células es perpendicular a la superficie de la semilla, es menor en la zona adyacente al hilio y mayor hacia el centro del cojincillo, disminuyendo nuevamente la longitud hacia el extremo micropilar.

El estrato sobreyacente y más externo está conformado por la epidermis, con 5-7 estratos celulares, sin afinidad por colorantes. El número de estratos disminuye hasta uno a medida que se aproxima hacia el extremo micropilar (Fig. 24).

La epidermis de la región adyacente al hilio muestra diferencia en su arreglo celular en las semillas de las especies arbóreas estudiadas.

En Ipomoea murucoides el monoestrato epidérmico de la testa general forma primero dos estratos a medida que se acerca al hilio, después forma tres estratos celulares y luego cuatro que disminuyen su tamaño hacia el margen del hilio, en donde forman 4-5 estratos \pm 1/6 de las dimensiones del primer estrato. Esta estructura no muestra retención de colorante marcada (Figs. 25 y 25').

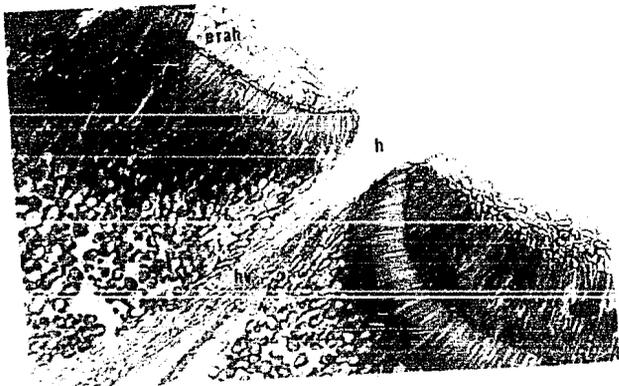


Figura 23. Perfil de corte mediano de semilla madura fresca de Ipomoea murucoides. Extremo micropilar ventral.

(erah) epidermis de región adyacente al hilio;
 (se) subepidermis; (escl) esclerénquima en empalizada;
 (h) hilio; (hv) haz vascular; (cj) cojincillo.
 Contraste de fases, filtro verde. 40x, al negativo.



Figura 24. Perfil de corte mediano de semilla madura de Ipomoea pauciflora. Estructura celular de la región central del cojincillo.

(ep) epidermis del cojincillo; (escl) esclerénquima del cojincillo; (se) subepidermis del cojincillo; (escl) esclerénquima en empalizada.
 Contraste de fases, filtro 53. 81.92x, al negativo.

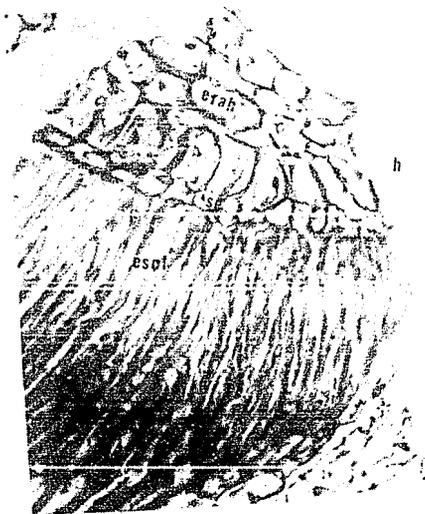


Figura 25.
Perfil de corte mediano de semilla madu-
ra fresca de Ipomoea murucoides.

(erah) epidermis de región adyacente al
hilio; (se) subepidermis; (escl) escle-
rénquima en empalizada; (h) hilio.
Contraste de fases, filtro verde.
160x, al negativo.

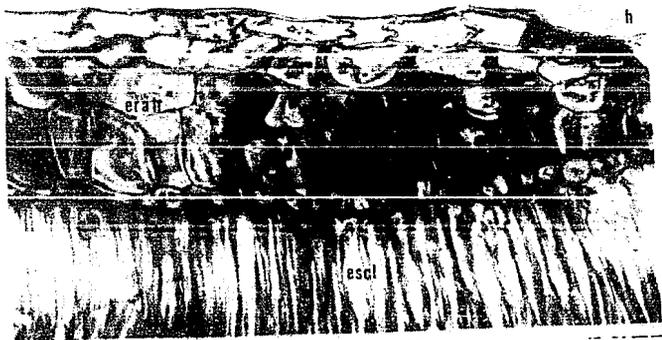


Figura 25'. Perfil de corte mediano de semilla madura seca de
Ipomoea murucoides.

(erah) epidermis de región adyacente al hilio;
(se) subepidermis; (escl) esclerenquima en empalizada;
(h) hilio.
Contraste de fases, filtro verde. 160x, al negativo.

excepto en estructuras que semejan núcleos ó citoplasmas colapsados.

En Ipomoea pauciflora la epidermis de la región adyacente al hilio forma sólo dos estratos de células grandes de forma cúbica, con afinidad y notorio contraste de los colorantes safranina-verde rápido en estructuras semejantes a las descritas para I. murucoides pero más acentuado. El tamaño de estos estratos disminuye hacia el margen del hilio en donde forman 2 a 3 estratos de células de $\pm 1/4$ de las dimensiones del primero (Fig. 26 y 26').

Respecto a la subepidermis en esta región del hilio, queda señalar que en ambas especies la forma rectangular que priva en la testa general se torna circular semejando cuentas, pero no llega a formar más de un estrato celular; éste presenta núcleos y, en ambas especies, muestra gran afinidad por la safranina.

c) Histoquímica.

La aplicación de reactivos para la detección de sustancias específicas en los tejidos que conforman a las semillas tienen por objeto evaluar cualitativamente las propiedades de éstos, su papel en cada fase del desarrollo desde óvulo fecundado hasta la maduración y posterior germinación.

En este caso la histoquímica se ha empleado para caracterizar la naturaleza de las sustancias en los tejidos de las semillas maduras de 95-105 días de desarrollo de las especies estudiadas.

Ipomoea murucoides presenta lípidos en las cutículas interna y externa de la testa, así como en las esclereidas y en el esclerénquima externo. I. pauciflora muestra lípidos sólo en la cutícula interna, en el extremo inferior del primer estrato de esclerénquima que se halla bajo la subepidermis. Esta prueba se realizó con Rojo O de aceite.

Ambas especies presentan proteínas en aleurona, aunque la reacción es marcada en I. murucoides, ésta además presenta respuesta positiva en el citoplasma de las células de los cotiledones y también las dos especies tienen reacción positiva en los núcleos de la subepidermis y del esclerénquima. Esta prueba se hizo con Azul mercúrico de Bromofenol.

Con la prueba de Lugol ambas especies presentan almidón en el estrato interno de la aleurona, I. pauciflora tiene reacción positiva en la periferia del embrión y en el parénquima adyacente al endospermo, mientras que I. murucoides presenta almidón en el embrión, excepto el procambium.

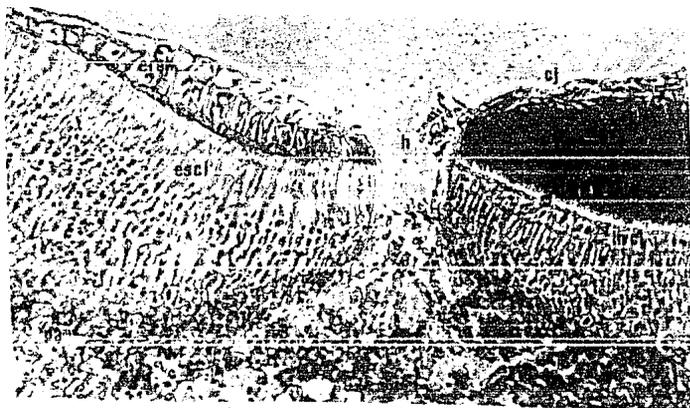


Figura 26. Perfil de corte mediano de semilla madura fresca de *Ipomoea pauciflora*. Extremo micropilar ventral. (Reacción de tejidos al $KMnO_4$).

(erah) epid. de región adyacente al hilio; (se) subepidermis; (escl) esclerenquima en empalizada; (pa) parénquima; (h) hilio; (cj) cojincillo; (ln cl) línea clara. Contraste de fases, filtro verde. 40x, al negativo.

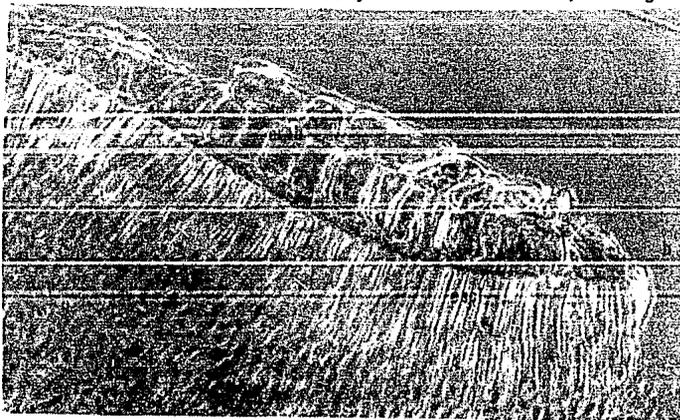


Figura 26'. Perfil de corte mediano de semilla madura fresca de *Ipomoea pauciflora*. Extremo micropilar ventral.

(erah) epidermis de región adyacente al hilio; (se) subepidermis; (escl) esclerenquima; (h) hilio. Contraste de fases, filtro verde. 64x, al negativo.

Las especies estudiadas presentan reacción positiva a la fluoroglucina sólo en el haz vascular materno, en el que se demuestra la presencia de lignina.

Con la prueba de Schiff se detectaron carbohidratos en el endospermo y en el esclerénquima, excepto el estrato más externo, de las dos especies. Estos carbohidratos son insolubles y su reacción es más tenue en el embrión.

En este período de su desarrollo, las semillas no presentaron taninos al ser fijadas en F.A.A. + FeSO_4 .

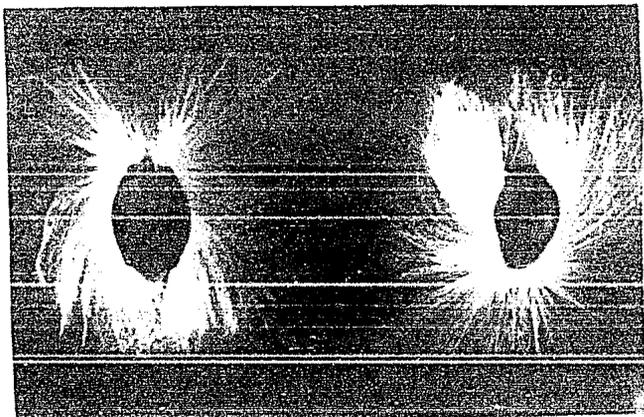


Figura 27. Morfología se semillas maduras secas de Ipomoea murucoides Roem. & Schult.

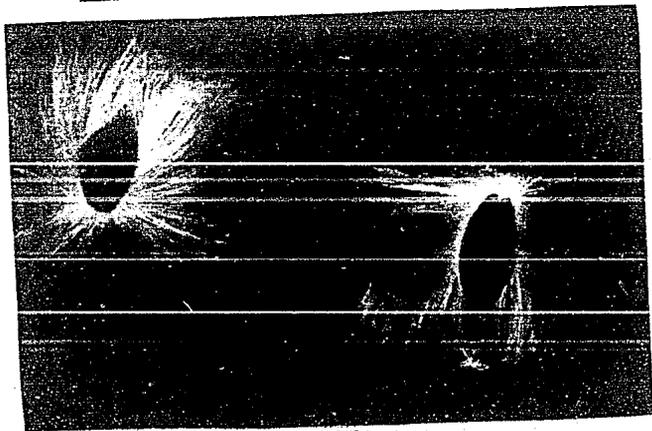


Figura 27'. Morfología de semillas maduras secas de Ipomoea pauciflora Mart. & Gal. subsp. pauciflora McPher-
son stat. nov.

C. Estudio de semillas maduras secas

a) Línea clara.

En esta sección se reporta el estado de la testa en semillas maduras secas de *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea pauciflora* (Fig. 27). Se obtuvieron laminillas que fueron sometidas a dos diferentes tratamientos:

i) Tinción Safranina-verde rápido.- Fuerte retención de rojo, sin ningún contraste con verde, excepto epidermis.

ii) Permanganato de Potasio ($KMnO_4$).- Reactivo para taninos, prueba positiva en células columnares del cojincillo, principalmente.

iii) Testigo (Desparafinar y montar directamente en bálsamo de Canadá).- Se observa epidermis, subepidermis, esclerénquima y parénquima.

En los tres casos una doble línea clara se localiza paralela a la superficie de la semilla, en el estrato más externo del esclerénquima en empalizada, en ambas especies (Fig. 28); es continua incluso en la región del cojincillo.

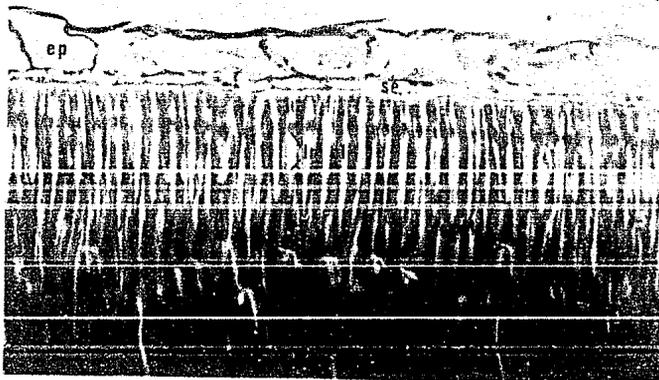


Figura 28. Perfil de corte mediano de semilla madura seca de *Ipomoea pauciflora*. Vista dorsal mostrando doble línea clara en primer estrato de esclerénquima.

(ep) epidermis; (se) subepidermis; (lcl) línea clara; (escl) esclerénquima. Contraste de fases. 160x, al negativo. Tinción Safranina-verde rápido.

b) Aceites.

Los resultados del estudio de los aceites de semillas fueron proporcionados por la Dra. Pérez-Amador del Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias y se inscriben en su estudio quimiotaxonómico de marcadores biológicos en convolvuláceas.

A las muestras de *Ipomoea murucoides* e *I. pauciflora* se incorporaron muestras de *I. carnea*, arbusto ó bejuco que se localiza en la zona de estudio, e *I. arborescens* de Mitla, Oax., con objeto de comparar la composición en ácidos grasos de los aceites. Estos se extraen de semillas finamente pulverizadas, en aparato de Soxhlet con hexano (500 ml. 3x), luego se transesterifican; los ésteres metílicos se analizan por cromatografía gas-líquido y los cromatogramas de "los ésteres metílicos de los ácidos grasos nos indican que los componentes principales de los aceites son el ácido palmítico y el esteárico en la serie de los saturados, y los ácidos oléico y linoléico en la serie de los insaturados" (Pérez-Amador, et al, 1982). En este caso se encontraron también, aunque en mínimas proporciones, ácido araquídico y ácido linolénico, del primer y segundo grupos respectivamente.

Los resultados se tabulan a continuación:

Tabla 4. Composición de los aceites de semillas maduras secas de 4 especies erectas del género *Ipomoea* en % de ácidos grasos.

% ác. graso	Palmítico	Esteárico	Araquídico	Oléico	Linoléico	Linolénico
Especie	C ₁₆	C ₁₈	C ₂₀	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
<u><i>I. murucoides</i></u>	18.85	11.47	1.64	28.69	37.71	1.64
<u><i>I. arborescens</i></u>	18.80	7.00	2.40	21.80	49.90	-
<u><i>I. pauciflora</i></u>	16.98	11.24	1.29	22.95	45.71	1.83
<u><i>I. carnea</i></u>	19.63	10.11	0.26	37.19	32.26	0.37

De los valores registrados se observa que la mayor proporción corresponde a los ácidos oléico y linoléico de la serie de los insaturados, aunque todos los valores pueden ser visualizados gráficamente (Fig. 27).

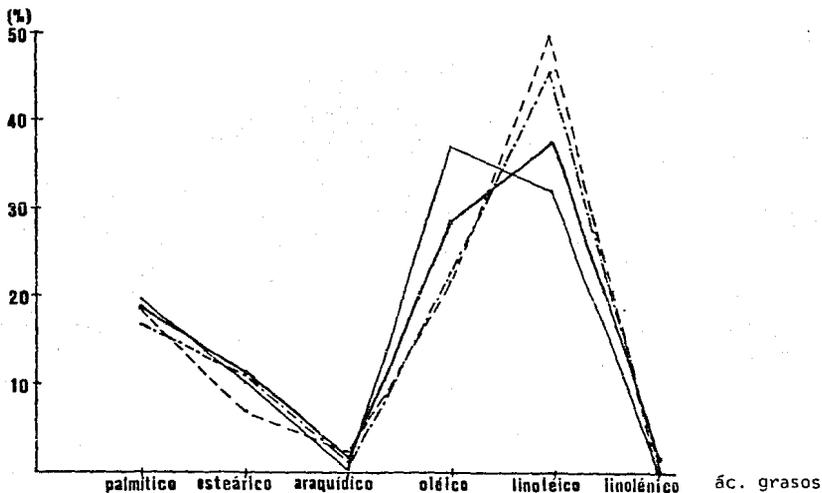


Figura 27. Perfil cromatográfico de la composición en ácidos grasos de los aceites de 4 especies erectas del género Ipomoea.

- _____ I. murucoides
 - - - - - I. arborescens
 - . - . - . I. pauciflora
 _____ I. carnea

Es en los ácidos insaturados oléico y linoléico que se manifiestan contrastes en las especies analizadas. Excepto I. arborescens las tres otras especies se encuentran en una misma localidad climática.

Si ahora graficamos solamente los valores mayores que 5.00%, que corresponden a C_{16} , C_{18} , $C_{18:1}$ y $C_{18:2}$, el contenido de ácidos grasos expresado en porcentaje adquiere mayor contraste entre las especies analizadas (Fig. 28).

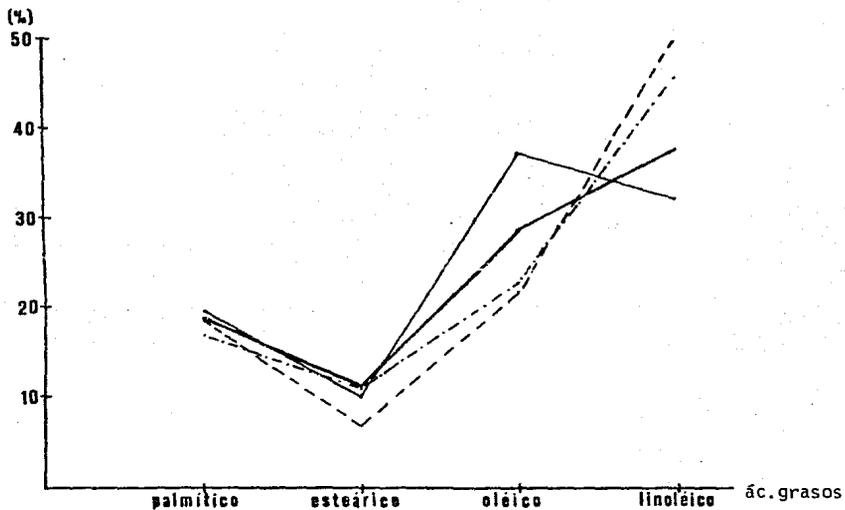


Figura 28. Perfil cromatográfico de la composición en ácidos grasos de los aceites de 4 especies erectas del género Ipomoea.

- *I. murucoides*
- *I. arborescens*
- · - · - *I. pauciflora*
- *I. carnea*

c) Hojas cotiledonarias.

En promedio las hojas cotiledonarias alcanzan la madurez hacia los 50 días, a partir de la germinación, en ambas especies y en condiciones de laboratorio.

Las mediciones realizadas en los términos propuestos por Sampathkumar (1982) se tabulan a continuación (Tabla 5), sobre los parámetros que ilustra el siguiente esquema (Fig.31).

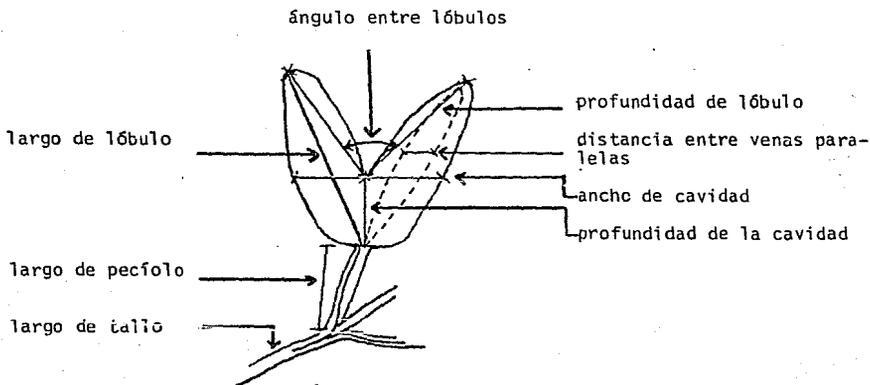


Figura 31. Parámetros cuantificados en hojas cotiledonarias de Ipomoea murucoides e Ipomoea pauciflora.

De acuerdo con el autor citado, la morfología corresponde a la descrita para otras especies del género Ipomoea sobre todo la referente a la nervadura primaria y, aunque ciertamente afirma McDonald (com. pers.) que son necesarias técnicas más precisas para detallar el estudio de este carácter con valor taxonómico, el análisis grosso modo muestra diferencias sutiles de la nervadura secundaria hacia su ramificación en la base de cada hoja (Fig. 32).

Aún cuando las diferencias cuantitativas son del orden de los milímetros, éstas son suficientes para afirmar que las hojas cotiledonarias de Ipomoea murucoides son ligeramente mayores que las de Ipomoea pauciflora, lo que se refleja en la apariencia robusta de la primera especie en contraste con la es-

beltez de la segunda; así como el color, que en ésta es verde obscuro y en aquella es verde claro.

Tabla 5. Características cuantitativas de las hojas cotiledonarias de dos especies arbóreas del género Ipomoea.

especie	<u>I. murucoides</u>	<u>I. pauciflora</u>	n = 20
medidas promedio			
tiempo de maduración (días)	45	56	
largo de lóbulos (cm.)	5.0 - 4.9	4.2 - 4.2	
profundidad de lóbulos (cm.)	3.4 - 3.4	3.1 - 3.1	
ángulo entre lóbulos (°)	45	57	
profundidad de cavidad (cm.)	1.9	1.5	
ancho de cavidad (cm.)	3.2	3.1	
largo de peciolo (cm.)	2.6	2.1	
largo de tallo (cm.)	9.3	6.9	
núm. de hojas vegetativas	6	4	
dist. entre venas paralelas	6mm	5mm	

En particular los valores: largo de lóbulos, ángulo entre lóbulos, profundidad basal y distancia entre venas paralelas muestran lo anteriormente afirmado.

Estos resultados en ninguna forma son concluyentes ya que el tamaño de la muestra no permite una evaluación estadística más rigurosa que tome en cuenta variaciones como el vigor, condiciones ambientales, edad y localidad de procedencia de las semillas, entre otros factores. En todo caso proporcionan un indicio de que el estudio de las hojas cotiledonarias puede aportar información taxonómica al nivel interespecífico primero si se establecen parámetros precisos, como podrían ser: ángulo entre lóbulos y superficie, por ejemplo, en el caso de valores cuantitativos foliar.

En segundo lugar el estudio de la morfología de la venación requiere también una muestra representativa que dé como resultado el patrón del sistema vascular en las hojas cotiledonarias de cada especie.

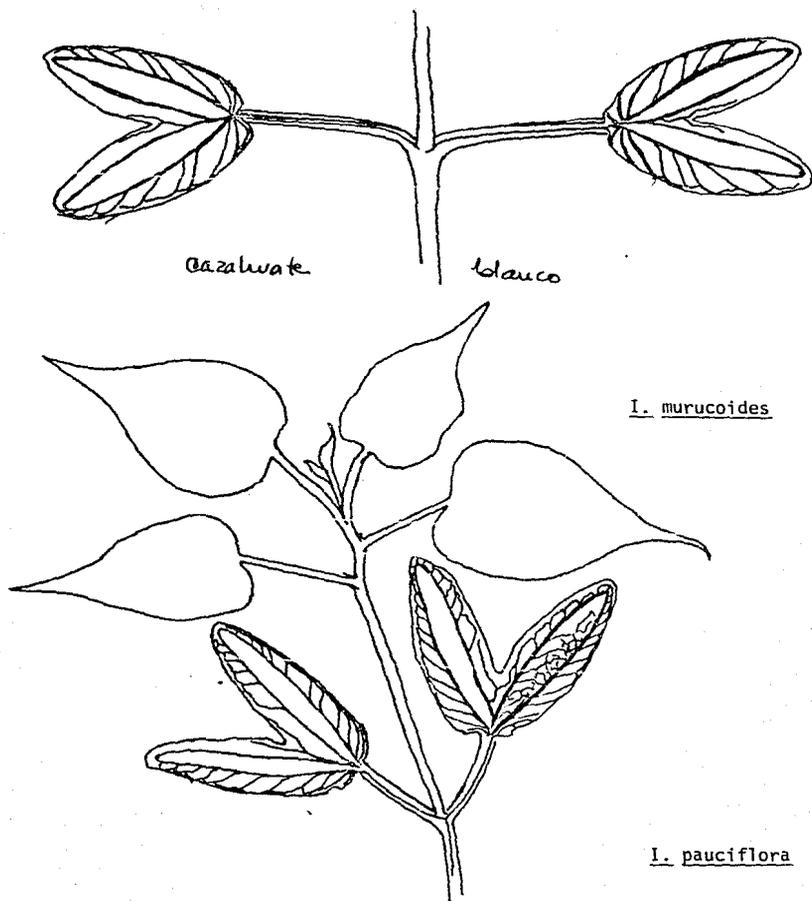


Figura 32. Inervación de hojas cotiledonarias de dos especies arbóreas del género Ipomoea.

VI. Discusión

Distribución local.

En el transecto analizado se encontró que Ipomoea murucoides alcanza la mayor distribución altitudinal. Miranda (1941, 1947) reporta los límites para esta especie entre los 2400-1500 mt snm, en sus estudios de la vegetación de la Depresión del Balsas. Quiroz (1964), en su inventario florístico de los alrededores de Oaxtepec, Mor., señala que "... la diferencia de altura en la zona permite la distinción de dos asociaciones principales: I. murucoides arriba de la cota 1450 mt snm e I. arborescens, característica de lugares más bajos (1300-1250 mt snm)". Guevara y Soria (1978) observan que "En los lomeríos con pendiente ligera podemos encontrar (entre otras arbóreas) I. murucoides" en los alrededores de Oaxtepec que, además, presentan "algunos manchones relictuales de la vegetación original, en donde destacan especies típicas de la Selva Baja Caducifolia como son: Ipomoea arborescens (y otras arbóreas)." (op. cit.)

Inspecciones visuales de los alrededores de Tepoztlán, Cuernavaca, Malinalco y Nepantla mostraron la permanencia de Ipomoea murucoides en los límites con bosques templados. Más aún, del estudio de Pérez-Amador et al (1983) se deduce que las semillas de esta especie corresponden a lugares de altitud superior a los 1300 mt snm.

McPherson (1982) coincide con los autores antes mencionados respecto al límite altitudinal superior de I. murucoides, no así en lo referente al límite inferior; mientras que, en su estudio de ejemplares de herbario señala colectas de esta especie realizadas a 600 mt snm, Pérez-Amador (op. cit.) aclara: "Yendo un poco más hacia el Sureste en busca de un clima cálido, cerca de Mitla, Oaxaca, no se encontró I. murucoides pero sí I. arborescens..."

Respecto al límite inferior de la distribución altitudinal de I. murucoides en la zona de estudio se encontró que al norte de Oaxtepec (1450 mt snm) no hay ejemplares, en tanto que al poniente de este poblado (1300 mt snm) aún se hallan ejemplares intercalados con I. pauciflora, la cual es numerosa.

Es una especie que se establece en cotas superiores a los 1300 mt snm sobre lomeríos con pendiente ligera, a la orilla de barrancas y en contacto con bosque de pino-encino; tiene afinidad por climas semicálido a templado. En esta región su mayor límite altitudinal son los 2100 mt snm, aunque Miranda señala que se la encuentra a los 2400 mt snm (op. cit.)

De lo reportado por los diferentes autores aquí mencionados, y de los resultados del presente estudio se observa que hay acuerdo en la distribución así como en la identidad de Ipomoea murucoides.

El panorama no es tan claro en el caso de Ipomoea pauciflora. Aunque en la zona muestra un evidente límite altitudinal a partir de los 1 750 mt snm y es dominante único de Convolvulaceas arbóreas a partir de los 1 400 mt snm, Quiroz (1964) y Guevara & Soria (1978), en estudios y recorridos por esta misma región se refieren a esta especie como Ipomoea arborescens. Miranda (1941, 1947) menciona, para el norte del Estado de Morelos, las siguientes especies arbóreas del género Ipomoea: I. murucoides, I. wolcottiana, I. intrapilosa e I. arborescens pero ninguno de estos autores reporta la existencia de I. pauciflora.

McPherson (1982) reseña colectas de esta última especie en el Estado de Morelos (alrededores de Cuernavaca y Cautla), mientras que las referencias a I. intrapilosa se hallan circunscritas al Estado de Jalisco principalmente y ninguna al sur y sureste de México, incluyendo a Morelos, según el citado autor.

Ya en 1941 Miranda señalaba la dificultad para distinguir entre sí a I. wolcottiana de I. intrapilosa durante sus trabajos en los alrededores de Cuernavaca y Tepoztlán y el hecho de que hoy se confunda I. pauciflora con I. arborescens hace necesario que se aporte la mayor información de campo posible que ayude a la identificación de cada especie de este grupo que se pretende investigar. En este trabajo la segunda especie estudiada coincidió con la descripción de McPherson (1982) correspondiente a Ipomoea pauciflora.

En adelante se aporta conocimiento de los caracteres que, al nivel de semillas maduras, diferencian a Ipomoea murucoides de I. pauciflora.

Queda señalar en esta sección que, morfológicamente, las especies estudiadas se diferencian básicamente en el cáliz y en el gineceo -sobre todo el estigma; mientras que Ipomoea murucoides presenta pubescencia en pecíolos, sépalos y región interplical externa de las corolas, y gineceos largos (4-5 cm) con estigma bilobulado; Ipomoea pauciflora posee cáliz glabro lo mismo que la región interplical de las corolas así como gineceo corto (1.5 cm) con estigma bicilíndrico.

B. Estudio de semillas maduras frescas

a) Morfología.

Las semillas maduras de I. murucoides e I. pauciflora son morfológicamente semejantes entre sí, pero difieren a su vez de otras especies de la familia Convolvulaceae, por ejemplo:

Las semillas secas de las especies estudiadas miden aprox. 12 x 6 mm, poseen tricomas marginales de 14 mm de longitud, el cojincillo se localiza en la región micropilar-ventral.

I. carnea produce semillas de 8 x 6 mm aprox., cubiertas en su totalidad por tricomas de 5 mm (aunque más cortos en la región ventral) de color oscuro, el cojincillo tiene también situación micropilar-ventral.

I. corymbosa (Márquez y Laguna, 1982) tiene semillas de 4.3 x 3.6 mm, con finos tricomas de 180-200 m cubriendo toda su superficie y el cojincillo con posición micropilar-basal.

C. arvensis (Sripleng & Smith, 1960) presenta semillas de "áspera superficie papilosa" y cojincillos en posición micropilar-basal.

La presencia de largos tricomas marginales puede ser una característica distintiva de las especies arbóreas del género Ipomoea, como propone Mc Pherson (1982).

El tamaño de las semillas en ambas especies ha permitido explorar con microscopio estereoscópico, la morfología del haz vascular y su disposición en el parénquima, así como el arreglo de la testa en la región del hilio.

Respecto al haz vascular Sripleng & Smith (1960) describen para Convolvulus arvensis, la formación de una amplia cavidad dentro del tegumento (por digestión) que forma un septo "en la base del óvulo -3 a 5 días después de la fertilización- entre la región micropilar y funicular. El septo es bastante diferente del de Ipomoea (Kayser, 1893), el cual amplía toda la longitud del lado dorsal del óvulo y es abastecido con tejido vascular" (op. cit.). Aunque en ambos casos se está haciendo alusión a estadíos muy tempranos del desarrollo del óvulo, se menciona ya la localización del tejido vascular.

En las semillas maduras de I. murucoides e I. pauciflora el septo parenquimático es bastante conspicuo y, a manera de sáculo, soporta en sendas superficies internas la ramificación secundaria de los dos cordones en que se divide el haz vascular al penetrar a la semilla por el hilio.

En cuanto a la testa en la región del hilio, la literatura reporta al cojincillo como una modificación de la misma, que se halla delimitada por el micropilo y por el funículo (Sripleng & Smith, 1960; Márquez y Laguna, 1982).

b) Anatomía.

La anatomía de las semillas maduras de Ipomoea murucoides e Ipomoea pauciflora en general remite a las características señaladas para especies herbáceas y arbustivas de este género (Kaur & Singh, 1960; Govil, 1970; Ponce, 1986), aunque el número y morfología de los estratos celulares de la testa muestra diferencias entre las especies.

La epidermis, por ejemplo, en las especies aquí estudiadas es un monoestrato de células que se hallan unidas entre sí por prolongaciones celulares semejantes a muescas, incluso en el estrato epidérmico más externo del cojincillo, a diferencia de I. crinalyx cuya epidermis se ha diferenciado en tricomas, a la madurez (Ponce, 1986). Puede pensarse que este sea el origen de los tricomas marginales en las especies arbóreas.

La epidermis, así descrita, se halla modificada en la región adyacente al hilio de forma tal que pueden diferenciarse las especies estudiadas: I. murucoides presenta 4 estratos de células e I. pauciflora sólo 2 estratos. I. crinalyx tiene en la misma región dos estratos celulares pero "el externo se transforma en tricomas y el interno es de células rectangulares muy gruesas y su eje mayor perpendicular a la superficie de las semillas" (Ponce, 1986).

En el cojincillo la epidermis es pluriestratificada y, a reserva de un estudio posterior del desarrollo de las semillas en estas especies, puede afirmarse que da origen al esclerénquima externo a partir del trabajo de Márquez y Laguna (1982) realizado con Turbina corymbosa (L.) Raf.

Respecto al número de estratos del esclerénquima en empalizada, no hay punto de comparación ya que especies con diferente hábitat ó forma de vida pueden coincidir en el número de células de este estrato e incluso sin mucha variación en su morfología celular.

En este tejido sí resalta, en cambio, la presencia de una doble línea clara cuando la semilla madura ya está deshidratándose dentro del fruto lista para la dispersión. Es decir, cuando por la acumulación de taninos la testa

está cambiando de color blanco perla a café. Entonces es bien visible y no reacciona con colorantes ó reactivos. En I. crinicalyx Ponce (1986) reporta la línea clara sencilla. Tanto I. murucoides como I. pauciflora presentan esta doble línea clara en el estrato más externo del esclerénquima y en el extremo más cercano a la subepidermis.

La presencia de vasos laticíferos en los cotiledones del embrión de ambas especies remite a la opinión de Márquez-Guzmán (comunicación personal) de que este carácter es inherente al género Ipomoea, aunque los trabajos con resultados referentes a este tema de anatomía de semillas en Convolvulaceas no tratan este aspecto. De manera general Fahn(1974) y Esau (1965) analizan la anatomía de estas estructuras y su posible función fisiológica en diferentes familias y géneros de Angiospermas.

c) Histoquímica

Respecto a la histoquímica en semillas de 95 a 105 días de desarrollo puede decirse que hay semejanza con lo encontrado por Ponce (1986), al estudiar el desarrollo de la testa en I. crinicalyx, en la etapa correspondiente a semillas maduras. La presencia de proteínas y almidón en aleurona coincide con I. corymbosa (Laguna, Márquez y Engleman, 1984).

Los resultados en este aspecto no aportan evidencias distintivas para los objetivos del presente trabajo.

b) Aceites.

Los productos naturales utilizados en estudios quimiotaxonómicos son generalmente metabolitos secundarios (alcaloides, flavonoides, terpenoides), aunque no se descarta el empleo de metabolitos primarios como los aceites (composición en ácidos grasos) y las proteínas (secuencia de aminoácidos). (Varela H., 1985).

En el primer caso se han reportado alcaloides en las semillas de algunas especies del género Ipomoea, por ejemplo: I. violacea, I. tricolor, I. rubro-caerulea, etc. (DerMarderosian and Youngken, 1966; Genest and Sahasrabudhe, 1966; Jiménez, López y Robledo, 1975), mientras que en las semillas de las especies arbóreas de este género no se encuentran compuestos de este tipo (DerMarderosian and Youngken, 1966; McDonald, 1982).

Pérez-Amador et al (1983) al estudiar "la posible relación que pueda tener la composición de aceites de semillas con el clima donde se desarrollan las plantas" (op. cit.) encontraron dos patrones gráficos contrastantes en Ipomoea muruoides e Ipomoea arborescens provenientes de 7 diferentes localidades de nuestro país con diferentes tipos climáticos.

Este contraste es notorio en la serie de los ácidos grasos insaturados, sobre todo en la concentración (%) del ácido linoléico (Fig. 32). En la gráfica aparecen sólo tres localidades con el objeto de ilustrar lo dicho anteriormente.

El análisis de los aceites de semillas de tres especies diferentes establecidas en una misma localidad climática permitieron apreciar contrastes marcados en la serie de los ácidos grasos insaturados: mientras que es mayor la concentración de ácido oléico en I. carnea (37.19%), en I. muruoides (28.-69%) e I. pauciflora (22.95 %) es menor; inversamente, el ácido linoléico es mayor en I. pauciflora (45.71%) e I. muruoides (37.71%) y en I. carnea es menor (32.26%). (Fig. 28).

Al superponer el perfil cromatográfico de estas tres especies al obtenido por Pérez-Amador et al (1983), se observa que I. muruoides presenta afinidades con las poblaciones de otras localidades, mientras que I. pauciflora tiende hacia I. arborescens (Fig. 33).

En la misma serie de los ácidos grasos insaturados I. carnea es totalmente contrastante mostrando un patrón distinto (Fig. 33).

ácidos grasos

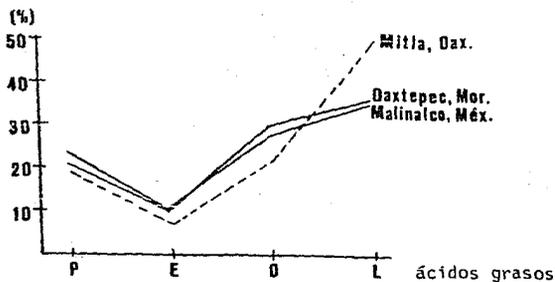


Figura 32. Perfil cromatográfico de la composición en ácidos grasos de los aceites de semillas provenientes de tres localidades del país.

————— I. murucoides

----- I. arborescens

Acido palmítico (P), Ac. esteárico (E), Ac. oléico (O),
Ac. linoléico (L).

En este nivel el perfil cromatográfico de I. carnea viene a apoyar los criterios morfológicos respecto de las semillas y hábito arbustivo para ser excluida por McPherson (1982) y por McDonald (com.pers.) del grupo Arborescens.

Ante estos resultados despierta interés el estudio de los aceites de las semillas de otras especies de este taxon, la relación oléico-linoléico de la serie de los ácidos grasos insaturados en los aceites de semillas maduras de Ipomoea pauciflora, al mostrar semejanza con I. arborescens especie característica de clima cálido, sugiere coincidencia con la opinión de McPherson (1982) de que estas especies forman, junto con I. wolcottiana e I. praecana, una de las dos vertientes evolutivas dentro del taxon Arborescens y de la que I. murucoides es la otra.

Del mismo modo, las similitudes en los patrones gráficos de ácidos grasos de I. murucoides proveniente de diferentes localidades geográficas (Pérez-Amador et al, 1983) apunta a considerar que el estudio de los aceites esenciales puede proporcionar considerable información quimiotaxonómica que apoye

el conocimiento de este complejo de especies. Son indudablemente necesarios más estudios no sólo de las especies, sino de su distribución en diferentes lo calidades geográficas.

ácidos grasos

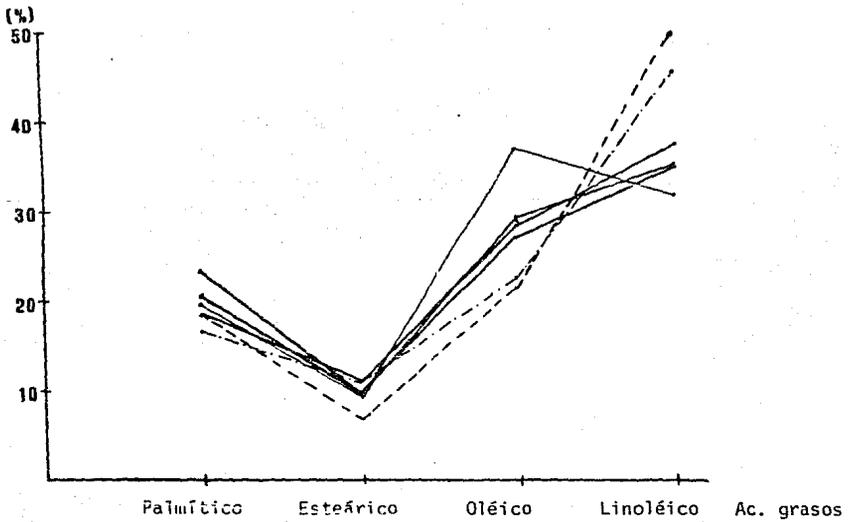


Figura 33. Perfiles cromatográficos de la Fig. 28 y de la Fig. 32.

- *Ipomoea murucoides*
- · - · - · - *Ipomoea pauciflora*
- *Ipomoea arborescens*
- *Ipomoea carnea*

En el extremo oriental de la Sierra de Tepoztlán, Estado de Morelos, México, se encuentran poblaciones de dos especies arbóreas del género Ipomoea (Convolvulaceae) L. que forman asociaciones de vegetación secundaria denominadas "cazahuateras", pertenecientes al tipo de vegetación Bosque Tropical Caducifolio ó Selva Baja Caducifolia.

De acuerdo con Dr. A. McDonald, sobre la clave propuesta por McPherson (1982), se trata de I. murucoides Roem. & Schult. e I. pauciflora Mart. & Gal. subsp. pauciflora McPherson stat. nov.

Durante la época de floración y fructificación ambas especies presentan acentuadas diferencias morfológicas: I. murucoides ("cazahuate blanco").- cáliz pubescente, androceo y gineceo mayores de 4.0 cm., estigma bilobulado; I. pauciflora ("Cazahuate negro").- cáliz glabro, androceo y gineceo no mayores de 1.7 cm., estigma bicilíndrico e inflorescencias sobre ramas menores de 3.0 cm. lo que le confiere también el nombre de "cazahuate de guía" en la zona de estudio.

I. murucoides alcanza el mayor límite altitudinal a los 2100 mt. snm. encontrándose en contacto con bosque de pino-encino; I. pauciflora se establece a partir de los 1750 mt. snm. y es dominante a los 1300 mt. snm.

Ambas especies se hallan intercaladas entre 1750-1450 mt. snm., en los alrededores de Tlayacapan, Mor.; aquí, un estudio de los aceites de semillas maduras secas muestra diferencias en la concentración de ácidos grasos insaturados: el perfil cromatográfico de I. murucoides coincide con el encontrado para esta especie en otras localidades de nuestro país, mientras que el de I. pauciflora se asemeja a I. arborescens proveniente de Mitla, Oax.

El estudio de la anatomía de las semillas de 95-105 días de desarrollo en ambas especies muestra que la región adyacente al hilio permite diferenciarlas entre sí: I. murucoides presenta una epidermis con cuatro estratos celulares, mientras que I. pauciflora presenta sólo dos estratos.

La anatomía de semillas secas escarificadas y embebidas en F.A.A. muestra la presencia de una doble línea clara que corre paralela a la superficie de la semilla a través del estrato columnar del esclerénquima de la testa en ambas especies, incluso en la región del cojincillo.

El estudio histoquímico sólo aporta información cualitativa respecto a la distribución de sustancias orgánicas en esta fase de su desarrollo, que dura en total 116 a 120 días.

La morfología de las hojas cotiledonarias muestra semejanzas en el patrón de venación encontrado por Sampathkumar para el género Ipomoea; se aprecian diferencias cuantitativas en el ángulo entre lóbulos, largo de lóbulos y profundidad basal que hacen a I. murucoides mayor y más robusta que I. pauciflora.

- Alcántara R., S. 1980. Estudio comparativo del contenido de ácidos grasos en -tre semillas de Ipomoea muruoides (Familia Convolvulaceae) de diferentes localidades en la República Mexicana. Tesis Biología. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Austín, D.F. 1975. Convolvulaceae. in: Flora of Panamá. Ann. Miss. Bot. Gard. 62: 157 - 224.
- _____ 1977. Ipomoea carnea Jacq vs. Ipomoea fistulosa Mart. ex Choisy. Taxon 26 (2/3): 235 - 238.
- _____ 1979b. An infrageneric classification for Ipomoea (Convolvulaceae) Taxon 28 (4): 359 -361.
- _____ y R.A. Pedraza. 1983. Los géneros de Convolvulaceae en México. Bol. Soc. Bot. Méx. (4): 3 - 16.
- Corner, F.R. 1969. The seeds of Dicotyledons. Vol. I. Cambridge Univ. Press.
- Der Marderosian, A. and H. W. Youngken Jr. 1966. The distribution of indol alkaloids among certain species and varieties of Ipomoea, Rivea and Convolvulus. Lloydia 29 (1): 35 - 42.
- Esau, K. 1965. Chapter 13: Secretory structures. in: Plant anatomy. p.308-337.
- Estrada C., A. 1984. Tlayacapan. Notas históricas. DIF-Morelos.
- Fahn, A. 1974. Chapter 7: Secretory ducts and laticifers. in: Plant Anatomy. p. 147 - 164.
- Favier O., C. 1980. San Juan de Tlayacapan: Ruinas de una utopía. Tesis Doctoral. Madrid.
- Fields, F.H. 1969. Rivea corymbosa: Notes of some Zapotecan custom. Vol. 23: 206 - 209.
- Genest K. and M. R. Sahasrabudhe. 1966. Alkaloids and lipids of Ipomoea, Rivea and Convolvulus and their application to chemotaxonomy. Econ.Bot. 20: 416 - 428.
- Govil, C.M. 1970. Morphological studies in the family Convolvulaceae: I. Development and structure of the seed coat. J. Indian. Bot. Soc. 50: 32 - 39.

- Guevara F., F. y G. Soria R. 1978. Excursión Xochimilco-Oaxtepec-Izúcar de Matamoros. en: Guías Botánicas III. Soc. Bot. Méx. p. 26 - 42.
- Harbans Kaur & R. P. Singh. 1970. Structure and development of seeds in three Ipomoea species. J. Indian. Bot. Soc. Vol. 49: 168 - 174.
- IMEPLAM. Índice y sinonimia de las plantas medicinales de México.
- Jensen, W. A. 1962. Botanical Histochemistry. Principles and Practice. W. H. Freeman & Co. San Francisco.
- Jiménez N., R., M.L. López M. y L. Robledo M. 1975. Alcaloides lisérgicos en semillas de plantas del género Ipomoea. Criminalia 41 (1-6): 102-107.
- Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Co. Inc. London. p. 107, 126 - 154.
- Laguna-Hernández, G., Márquez-Guzmán, J. y E.M. Engleman. 1984. Ultrastructure of the aleurone cells of mature seeds of Turbina corymbosa (Convolvulaceae). J. Pl. Anat. Morph. I (1): 39 - 44.
- Matuda, E. 1963. I. El género Ipomoea en México. An.Inst. Biol. 34 (1 - 2): 85 - 145.
- Márquez-Guzmán, J. y G. Laguna-Hernández. 1982. Anatomía de la semilla y germinación de Turbina corymbosa (L.) Raf. Convolvulaceae. Phytón. 42 (1): 1-8.
- Martínez, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Ed. Botas. México. p. 235 - 238.
- McDonald, J.A. 1982. Biosystematics of the Ipomoea tricolor complex (Convolvulaceae). Master Thesis. The Univ. of Texas at Austin.
- McPherson, G. 1981. Studies in Ipomoea (Convolvulaceae): I. The arborescens group. Ann. Miss. Bot. Gard. 68: 527 - 545.
- Miranda, F. 1941. Estudios sobre la vegetación de México: I. La vegetación de los cerros al sur de la Meseta de Anáhuac. El Cuajotal. An. Inst. Biol. XII (2): 569 -614.
- _____ 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 (1 - 4): 95.

- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. de Méx. 28; 29 - 179.
- Moreno-Casasola B., P. et al. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras. I. Estructura y composición en el Morro de la Mancha, Ver. Biótica 7 (4); 491 -526.
- _____ 1985. Ecological studies of sand dune vegetation along the mexican gulf coast. Acta Universitatis Upsaliensis. Stockholm, Sweden.
- Ochoterena F., H. 1978. Orígen y edad del Tepozteco. Bol. Inst. Geogr. Vol. 8: 41 - 54.
- Pedraza, R.A. 1983. Estudio palinológico de la Familia Convolvulaceae en México - co. I. Géneros Ipomoea L. y Turbina Raf. Biótica 8(4); 387-411.
- Pérez-Amador, M. C. et al. 1982. Estudio comparativo de aceites de semillas de Convolvulaceae. Phytion 42 (1): 93 - 101.
- _____ 1983. II. Análisis de aceites de semillas de Ipomoea murucoides Roemer et Schultes e Ipomoea arborescens Humb. et Bonpl. Phytion 43 (1): 103 -108.
- Ponce S., R.M. 1986. Estudio del desarrollo de la testa de Ipomoea crinalyx (Convolvulaceae). Tesis Biología. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Quiroz A., I. 1964. Contribución al estudio de la flora de Oaxtepec, Mor., y sus alrededores. Tesis Biología. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México.
p. 156 - 157; 189 - 204; 263 - 326.
- Sampathkumar, R. 1982. Studies in the cotyledonary leaves of some Convolvulaceae. Taxon 31 (1): 53 - 56.
- Schmid, R. et al. 1984. Systematic anatomy of oceanopapaver, a monotypic genus of the Capparaceae from New Caledonia. Bot. J. Linn. Soc. 89 (2): 119 -152.
- Sripleng, A. & F. H. Smith. 1960. Anatomy of the seed of Convolvulus arvensis Amer. J. Bot. 47 (5): 386 - 392.
- Van Heel, W.A. 1984. Flower and fruit in Flacourtiaceae: 5. The seed anatomy and pollen morphology of Berberidopsis and Streptothamnus. Blumea. 30 (1): 31 - 38.

Varela H., G. 1985. Análisis cromatográfico comparativo de extractos de semillas de Merremia umbellata (L.) Hallier (Convolvulaceae). Tesis Biología. Facultad de Ciencias. UNAM.