



24
158

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DEL DESARROLLO DE LA TESTA DE Ipomoea crinalyx (CONVOLVULACEAE)

T E S I S

Que para obtener el título de

B I O L O G O

p r e s e n t a

ROSENDA MARGARITA PONCE SALAZAR



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.

I N D I C E

RESUMEN	1
INTRODUCCION	
Generalidades	2
Antecedentes	14
Objetivos	17
Descripción específica y Sinonimia	18
MATERIAL Y METODO	20
RESULTADOS	
Morfología externa	23
Anatomía	24
Histoquímica	28
DISCUSION	31
LITERATURA	40

R E S U M E N

Se estudió el desarrollo de la testa de la semilla de Ipomoea criniticalyx Moore. y se relacionó su estructura e histoquímica con la impermeabilidad al agua.

Los óvulos dentro de los ovarios se definieron como grupo I. Los 6 grupos restantes se formaron midiendo la longitud de las semillas fuera del fruto.

El único tegumento del óvulo, en la etapa de antesis está formado por: la protodermis, la hipodermis y el parénquima con gran cantidad de reservas. Durante el desarrollo de la semilla la protodermis da lugar a células epidérmicas que se transforman en tricomas. La hipodermis se divide periclinalmente y posteriormente se diferencia en la subepidermis monoestratificada y en el esclerénquima en empalizada con 2 a 3 estratos. El parénquima se consume quedando los restos de las paredes celulares, como una capa fibrosa y una cutícula que separa a la testa del resto de la semilla.

Las pruebas histoquímicas indican que son 3 los sitios que probablemente esten relacionados con la impermeabilidad de la testa al agua: la subepidermis; que reacciona positivamente al rojo 0 de aceite y al cloroyoduro de zinc, el esclerénquima en empalizada con reacción positiva al cloroyoduro de zinc, al permanganato de potasio, al cloruro y sulfato férrico y la cutícula que reacciona al rojo 0 de aceite.

I N T R O D U C C I O N

Las semillas han estado relacionadas directa o indirectamente con la vida del hombre ya que las ha utilizado como fuente de alimento para él y para los animales que consume, como materia prima en la elaboración de bebidas, aceites, vitaminas y drogas(Kozlowski,1972).

Puede definirse a una semilla verdadera como un óvulo maduro fecundado que contiene al embrión, nutrientes almacenados en la nucela o en el endospermo y uno o dos tegumentos transformados en una cubierta de protección, la testa(Esau,1977). Así las semillas de muchas plantas son capaces de permanecer viables por largos periodos de tiempo, gracias a que forman tejidos que nutren al embrión y cubiertas que lo protegen.

En el reino vegetal las plantas con semillas son las gimnospermas y las angiospermas. Las gimnospermas o plantas sin flores, tienen por lo general las semillas al descubierto y se distinguen de las angiospermas por carecer de ovario. Las angiospermas con 220, 000 especies existentes, comprenden a las plantas que tienen flores y cuyas semillas están encerradas en el ovario(Bold,1967; Kozlowski y Gunn,1972; Font Quer,1973; Mertens y Stevenson,1978).

O V U L O

El óvulo o megasporangio es el precursor de la se

milla y se localiza en la pared interna del ovario; generalmente está formado por el saco embrionario, la nucela (un tejido con nutrientes que puede ser escaso o abundante) uno o dos tegumentos que lo envuelven y un pedúnculo llamado funículo, por el cual se une a la placenta (Bhatnagar y Johri, 1972).

Los óvulos maduros presentan variaciones dependiendo de la posición del funículo y del micrópilo (pequeña abertura en el tegumento por encima de la nucela en el extremo micropilar que puede ser recto o en zig zag). Los tipos de óvulo más comunes son los ortótropos, donde el micrópilo y el funículo se localizan en el mismo eje longitudinal; en los anátropos, un mayor crecimiento de un lado del óvulo - durante el desarrollo, invierte su mismo cuerpo hasta que el micrópilo y la base del funículo están adyacentes y paralelos, este tipo es el común en las Convolvulaceae; en los hemianátropos el funículo está en ángulo recto a la nucela y a los tegumentos; en los anfitropos el cuerpo del óvulo se curva, es decir que la nucela y el saco embrionario están fuertemente curvados; en los campilótropos la curvatura es mucho menor que en los anátropos y el funículo está unido del ecuador del cuerpo del óvulo (Bhatnagar y Johri, 1972).

T E G U M E N T O

El tejido que envuelve a los óvulos se llama tegumento y dependiendo de su número, los óvulos pueden ser

uni o bitégmicos.

Las plantas del grupo de las Sympetalae (plantas con flores de pétalos fusionados) generalmente poseen óvulos - unitégmicos; en cambio las del grupo de las Polypetalae (con flores de pétalos libres) y las monocotiledoneas, comunmente los tienen bitégmicos (Bhatnagar y Johri, 1972).

N U C E L A

La nucela o pared del megasporangio, es un tejido que almacena alimento y que puede ser consumido durante la formación del saco embrionario o del endospermo.

Dependiendo del desarrollo de la nucela el óvulo - puede ser tenuinucelado o crasinucelado. En el óvulo crasinucelar la célula arquesporrial parte de una célula parietal que se divide transversalmente, formando una célula parietal externa y una célula esporógena interna. La célula parietal externa puede o no dividirse; si se divide, la célula esporógena llega a estar envuelta en una nucela masiva.

En las plantas del grupo Sympetalae la célula arquesporrial funciona directamente como la célula madre de la megaspora y la célula esporógena es hipodermal, al igual que el tipo crasinucelar, solo que en este caso, el tejido nucelar que la rodea, es de una sola capa; a este tipo de óvulo se le llama tenuinucelado.

Se ha observado la asociación de óvulos unitégmicos con la condición crasinucelar.

Generalmente la nucela se consume durante el desarrollo del saco embrionario y del endospermo, pero cuando ésto no sucede y persiste en la semilla madura como un tejido nutritivo se le llama perispermo (Bhatnagar y Johri, 1972; Bhojwani y Bhatnagar, 1981).

En el óvulo, la región opuesta al micrópilo donde la nucela, los tegumentos y el funículo se unen, se llama la calaza, región que no está claramente definida.

M E G A E S P O R O G E N E S I S

Al comenzar el desarrollo de cada óvulo, una célula subepidérmica de la placenta se diferencia en una célula arquesporial. Esta célula puede formar algunas células esporógenas o bien funcionar directamente como un megasporocito, que puede reconocerse fácilmente por su gran tamaño, citoplasma denso y gran núcleo.

El megasporocito o célula madre de la megaspora diploide (2N) sufre una división meiótica y el producto de ésta son 4 megasporas haploides (1N) que pueden estar arregladas en forma lineal o en forma de T.

En general, como en las gimnospermas, las 3 megasporas del extremo micropilar degeneran y la megaspora del extremo calazal persiste y funciona (Bhojwani y Bhatnagar, 1981).

G A M E T O F I T O F E M E N I N O

La megaspora funcional, generalmente da lugar a un gametofito femenino sencillo, también llamado saco em-

brionario. Este proceso está acompañado de 3 divisiones nu
cleares consecutivas en el interior de la megaspora, la
cual se alarga durante este periodo. Al final de estas di
visiones el gametofito femenino formado contiene un cuar
teto de núcleos en cada polo.

Los núcleos del extremo micropilar forman el apara
to del huevo que consta de dos sinérgidas, una ovocélula
y un núcleo polar. El cuarteto calazal da lugar al otro
núcleo polar y a tres células antipodales.

Este desarrollo es monospórico ya que solamente una
megaspora está involucrada en la formación del gametofito
femenino; se presenta en la mayoría de las plantas con flo
res y se conoce como del tipo Polygonum (Esau, 1977; Bhatna
gar y Johri, 1972).

P O L I N I Z A C I O N Y F E R T I L I Z A C I O N

Cuando las anteras están maduras, se rompen y libe
ran los granos de polen, que son diseminados por diversos
agentes hasta ponerse en contacto con el estigma; éste pue
de ser papiloso o piloso y secretar sustancias mucilagino
sas o resinas que lo protegen de la desecación y propor
cionan condiciones óptimas para la recepción y la germina
ción de los mismos.

Los granos de polen después de su germinación, emi
ten tubos que se deslizan entre las papilas e ingresan al
tejido de transmisión del estilo; pocas veces los tubos a
traviesan las papilas y crecen intracelularmente. Después

de que el tubo polínico atraviesa al estilo, alcanza al saco embrionario por el micrópilo; a este tipo de fertilización se le llama porógama, pero si el tubo polínico entra por la calaza es una fertilización calazógama y si la entrada es a través del funículo o del tegumento se llama - fertilización mezógama.

Cuando el tubo polínico llega al saco embrionario y descarga en su interior a los dos núcleos espermáticos, comunmente entre la ovocélula y la célula central, uno de los núcleos espermáticos se pone en contacto con el de la ovocélula y empieza a fusionarse antes que el otro núcleo espermático lo haga con los núcleos polares.

Aunque los dos gametos masculinos son idénticos, su comportamiento de fusión es diferente, particularmente con respecto al tiempo, el cual es más largo en la singamia (fusión del núcleo del óvulo con uno de los espermáticos) que en la triple fusión (el otro núcleo espermático se fusiona con los dos núcleos polares), ésto constituye la doble fecundación que es característica de las angiospermas y marca el inicio de la formación y desarrollo de la semilla.

E M B R I O G E N E S I S

La embriogénesis en las angiospermas principia con la doble fertilización, que dará origen al cigoto y a la célula triploide.

A partir de la fecundación, el cigoto tiene un pe-

riodo de reposo de duración variable dependiendo del tipo de endospermo de que se trate. Las primeras divisiones del cigoto son posteriores a las del núcleo primario del endospermo y a esas primeras etapas del desarrollo del embrión se les ha denominado proembrión. Según Soueges (1935) el proembrión presenta simetría axial.

La división del cigoto es transversal raramente vertical u oblicua; el resultado de esta división es una célula basal grande y una célula apical pequeña.

La célula basal también sufre una división transversa y una de las dos células hijas se vuelve a dividir transversalmente dos veces más, formando una columna de células de las cuales la última constituye el antecedente del suspensor.

La célula apical se divide verticalmente, quedando las dos células yuxtapuestas; éstas se vuelven a dividir repetidas veces hasta formar un proembrión globular con hileras de células. En las células periféricas se llevan a cabo divisiones periclinales, delimitándose una capa externa; los cotiledones y el meristemo apical se forman de una de las hileras y de la otra se derivan el hipocótilo-eje radicular (Bhatnagar y Johri, 1972; Bhojwani y Bhatnagar, 1981).

El desarrollo del embrión y del endospermo ocurren en una serie de etapas interdependientes y siguiendo una secuencia característica (Esau, 1977).

E N D O S P E R M O

El tejido del endospermo es el resultado de repetidas divisiones del núcleo primario endospermico, que normalmente se forma por la fusión de tres núcleos. Este tejido característico de las angiospermas, almacena nutrientes y puede ser parcial o totalmente consumido durante el desarrollo de la semilla. Por su formación se han definido - tres tipos de endospermo:

- a) Nuclear; el núcleo endospermico primario sufre multiples divisiones nucleares libres y puede o no presentar la formación de paredes.
- b) Celular; caracterizado por la formación de las paredes desde la primera división nuclear.
- c) Helobial; después de la primera división del núcleo endospermico primario, el saco embrionario se divide en dos cámaras; la de mayor tamaño en el extremo calazal desarrolla endospermo nuclear y la más pequeña en el extremo micropilar no tiene un desarrollo uniforme.

T E S T A

Otra estructura de la semilla es la testa, que se forma a partir de los tegumentos del óvulo, pasando por una serie de cambios muy conspicuos. Esta capa forma una envoltura cuya función es proteger al embrión de la sequedad, daños mecánicos, y ataques de insectos, hongos y bacterias. Comúnmente cuando poseen dos capas, la capa externa es resistente y durable, la interna, delgada y membra-

nosa (Bhatnagar y Johri, 1972; Brechú, 1980).

La testa generalmente es una cubierta gruesa y en algunos casos cuando los óvulos son bitégmicos, pueden presentar una testa interna, delgada, que se forma del tegmen

Su importancia fisiológica se atribuye a la presencia de una cutícula externa y una interna, con frecuencia de naturaleza lipídica, y una o más capas de células de protección. Esto le confiere a la testa algún grado de impermeabilidad al agua y/o gases, incluyendo al oxígeno, por lo cual puede ejercer una influencia reguladora en el metabolismo y crecimiento de los tejidos internos de la semilla.

En algunos casos la testa puede ser mucilaginoso, tener pelos o alas y desempeñar un papel importante en la retención del agua y/o en la dispersión de las semillas.

Se pueden observar otras estructuras en la cubierta de la semilla como: el hilum que es la cicatriz que marca el punto de unión de la semilla al funículo; en muchas semillas puede estar presente un pequeño hoyo, el micrópilo. Algunas especies tienen excrescencias tales como: el estrofiolo, la carúncula o el cojincillo. En ciertas especies las excrescencias antes mencionadas están ausentes esto se debe a que la capa externa no es la testa sino el pericarpio, que es la pared dilatada del ovario dividida en endocarpio, mesocarpio y exocarpio.

Una mayor atención se ha dado a la anatomía de la

de la testa y a las diferencias entre géneros y especies con propósitos taxonómicos (Bewley y Black, 1978; Weier, Stoking y Barbour, 1980).

Otro aspecto importante es la latencia de las semillas que por mucho tiempo se ha asociado con la impermeabilidad o con la dureza de la testa.

Algunos estudios han señalado que el efecto de barrera de la cubierta de la semilla, podría deberse a características físicas y/o químicas.

La falta de agua disponible para el embrión debido a la presencia de cubiertas impermeables, es sin duda un aspecto importante para la latencia y longevidad de las semillas, evidenciado por el hecho de que el remover las cubiertas por diversos mecanismos conduce al incremento de la germinación, es decir, que los diferentes métodos usados para remover o debilitar a la cubierta, i.e. escarificación mecánica y química, calentamiento, congelación, digestión enzimática, tratamientos con solventes orgánicos que aumentan la permeabilidad al agua, podrían inducir otros cambios tales como el aumento en la sensibilidad a la luz y a la temperatura, permeabilidad a los gases, remoción de inhibidores y promotores de la germinación, daño a los tejidos vivos; los cuales estarían modificando significativamente al metabolismo y de ese modo a la latencia de la semilla (Khan, 1977; Weaver y Riley, 1982).

Dentro de las plantas hay especies a las que se considera como no deseables por sus consecuencias en lo económico, pero que tienen importancia en otros aspectos puesto que son integrantes del ecosistema. A estas plantas se les han dado muchos nombres de los cuales el término "arvense" abarca exclusivamente a las plantas que viven en los cultivos; los otros como el de "plantas nocivas", "malezas" o el de "malas hierbas" se extienden a todas las plantas que crecen en los alrededores de habitaciones y construcciones humanas.

Muchas de las plantas arvenses presentan algunas características con mayor frecuencia, sin ser exclusivas, como son: un ciclo de vida corto, autofertilización, apomixis y la producción de gran cantidad de semillas. Esta última característica es muy importante, ya que está asociada con la formación de bancos de semillas que germinan a diferentes tiempos y por lo tanto ocasionan un problema constante dado por la generación abundante de plántulas (Weaver y Riley, 1982).

F A M I L I A C O N V O L V U L A C E A E

La familia Convolvulaceae está representada por alrededor de 50 géneros y 2 000 especies o más, distribuidos primariamente en trópicos y subtrópicos con rangos que se extienden hacia las regiones templadas del Norte y del Sur es particularmente abundante en América y en Asia tropical.

Ipomoea es el género más abundante con aproximadamente 400 especies, la mayoría enredaderas. Convolvulus es el género de mayor distribución en las regiones templadas, posee cerca de 200 especies.

La familia se distingue por la savia lechosa o latex, la presencia de haces vasculares bicolaterales, la corola plegada, los óvulos erectos, sésiles con placenta-ción axilar y los cotiledones doblados. Son importantes: Ipomoea batatas, planta alimenticia de los trópicos del mundo; algunas ornamentales, principalmente los comunmente llamados mantos y por numerosas plantas nocivas como Ipomoea pupurea y Convolvulus arvensis entre otras (Standley y Williams, 1970; Wilson, 1960).

G E N E R O I P O M O E A

El género Ipomoea (del griego ips=gusano y homios= parecido a, en referencia al hábito de torcerse), según Van Oostrom está dividido en 8 secciones en base a la disposición de la inflorescencia, características de la flor y de la semilla (Wilson, 1960). La mayoría de las especies están distribuidas en las regiones tropicales de América del Sur, América Central y México, en el sur de los Estados Unidos pocas especies en Canadá y en el noroeste del Pacífico.

En México el género ha sido estudiado por Matuda, Austin y Pedraza entre otros (Standley y Williams, 1970; Wilson, 1960; Pedraza, 1983).

A N T E C E D E N T E S

Woodcock(1942) describió brevemente el desarrollo de la semilla completa de Ipomoea rubro-caerulea, por medio de cortes teñidos con hematoxilina de Delafield.

Rao(1944) estudió el desarrollo y la estructura del saco embrionario de 5 especies de Convolvulaceae; Jacquemontia violaceae Choisy., Ipomoea pulchella Roth., I. horsfalliae Hook.f., I. obscura Ker-Gawl., I. sepiaria Koenig. y Operculina turpethum Manso.

Sripleng y Smith(1960) investigaron de manera más completa la anatomía y el desarrollo de la semilla de Convolvulus arvensis.

Jos(1963) comparó la estructura de la semilla de dos especies, Ipomoea pes-tigridis Linn. e Ipomoea aquatica Forsk., con la de otros géneros de la misma familia haciendo énfasis en la anatomía de la testa.

Misra(1963) realizó estudios preliminares de la germinación de la semilla de Ipomoea crassicaulis Benth. relacionándolos con su testa dura.

Kaur(1969) estudió el desarrollo del óvulo, gameto fito femenino, embrión, endospermo, y de la estructura de la testa en la semilla de Ipomoea obscura Ker-Gawl., un poco después Kaur y Singh(1970) realizaron un estudio semejante al anterior, en tres especies más del mismo género; I. sinuta Ortez., I. purpurea Roth. e I. carnea Jacq.

Govil(1970) estudió el desarrollo de la testa de

I. purpurea Roth., y de Rivea hypoc crateriformis Chois., y la estructura de la testa, en semilla madura, de otras once especies pertenecientes a cuatro géneros: Breweria cordata Blume., Ipomoea obscura Ker-Gawl., Ipomoea carnea - Jacq., I. cairica (Linn.) Sweet., I. sepiaria Koenig., I. - sindica Stapf., I. vitifolia Sweet., I. purpurea Roth., I. quamoclit Linn., Merremia emarginata Hallier. y Rivea hypoc crateriformis Chois.

Marbach y Mayer (1974), plantearon que durante la deshidratación de las semillas de Pisum elatius, la oxidación de los compuestos fenólicos en la testa; a través de la catálisis de la catecol-oxidasa en presencia de oxígeno, puede volver a la testa impermeable al agua.

Marbach y Mayer (1975) continuaron con sus estudios de permeabilidad al agua, en Pisum elatius, pero ahora relacionados con el desarrollo y la maduración de la semilla.

Wyatt (1977) observó que la testa de las semillas de frijol con color tienen mayor peso seco y grosor, que la testa de las semillas blancas. Este autor sugiere que la ósmosis en las primeras puede disminuir por varias razones: 1) Por una barrera física, dada por un mayor número de células. 2) Por diferencias en la densidad de las células. 3) Por alguna reacción química, como la oxidación fenólica, o bien 4) Por el contenido de lignina en las paredes celulares.

Hutchinson y Ashton (1979) estudiaron los cambios que ocurren durante la desecación de la testa y los relacionaron con la disminución de la germinación en las semillas de Cuscuta campestris.

González et al. (1981), caracterizaron la estructura de las semillas y de las plántulas de Ipomoea alba, I. cairica, I. mirandina, I. purpurea, I. sp., y Merremia umbellata, discutiendo sus implicaciones en la taxonomía.

Suárez y Engleman (1981) describieron la estructura de la testa, en diferentes etapas de desarrollo, de tres variedades de alegría, Amaranthus hypochondriacus, y determinaron la cantidad de taninos condensados en la semilla entera y madura.

Márquez-Guzmán y Laguna-Hernández (1982) estudiaron la estructura de la semilla completa de Turbina corymbosa, así como su germinación.

Rojas (1982), realizó el estudio anatómico y citoquímico de la semilla madura de Ipomoea tyrianthina. En este trabajo se menciona que en la epidermis hay acumulación de gránulos de pigmento que dan el color oscuro a la testa.

Murcio (1983) estudió la anatomía y citoquímica de la semilla madura de Ipomoea triloba (L.), reportando la presencia de pigmentos en la epidermis, responsables de la coloración de la testa.

Para entender la morfología de las semillas, es necesario estudiar las principales etapas de su desarrollo. Si sólo se tienen los estadios maduros, se está propenso a hacer interpretaciones equivocadas de ciertas estructuras (Maheswari, 1944).

La familia Convolvulaceae ha atraído la atención - debido a su importancia económica y hortícola, pero en estos estudios se refieren someramente a la anatomía y desarrollo de la testa (Govil, 1970).

Así el propósito de este trabajo es contribuir al estudio de la morfología y de la histoquímica de las semillas del género Ipomoea, rastreando el desarrollo de las estructuras seminales hasta el estado maduro.

O B J E T I V O S

- a) Estudiar los cambios morfológicos que se suceden durante el desarrollo de la testa de la semilla de Ipomoea crinicalyx Moore.
- b) Estudiar los cambios histoquímicos que se suceden durante el desarrollo de la testa de la semilla de Ipomoea crinicalyx.
- c) Relacionar la estructura de la testa y su composición química, con la impermeabilidad al agua.

DESCRIPCION ESPECIFICA

Ipomoea crinicalyx Moore.

Planta voluble. Tallos de 1.5-2mm de diámetro, glabros. Pecíolos de 4-8 cm finamente pubescentes o casi glabros. Láminas cordadas, de 6-10cm de largo por 5-9 de ancho, acuminadas, algo mucronadas, con las nervaduras promi-nentes en la cara inferior.

Pedúnculos de 9-10 cm. Inflorescencias de 2-9 flores; pedicelos de 1.5-2cm, pubescentes. Brácteas cordadas semejantes a las hojas, hasta de 3cm de largo; brácteas secundarias lineares, hasta de 1cm; bracteolas lanceoladas, de 5-6mm; pedicelos de 1-5 cm, pubescentes. Sépalos desiguales, los exteriores ovado-lanceolados de 13-14mm de largo por 4-5 de ancho, agudos, cubiertos de setas largas, gruesas, pubescentes, dirigidas hacia arriba, los interiores ovado-elípticos, obtusos, mucronados, de bordes escariosos y sedas sólo en la parte media. Corolas rosadas, glabras, ampliamente campanuladas, de 7.5-8.5cm de largo; estambres desiguales, pubescentes en la base. Ovario elipsoideo, glabro, 2 locular. Cápsulas ovoideas, de 1.5-1.8 cm de largo, glabras. Semillas parduscas de 8mm de largo, finamente tomentosas.

Distribución: México, Bolivia y Argentina.

S I N O N I M I A

Ipomoea seleri Millsp. Bot. Jahrb. XXXVI. Beibl. 80:

23. 1903.

Convolvulus crinicalyx (Moore) O. K. Rev. Gen. III.

2: 213. 1898 (Matuda, 1964).

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

Se estudiaron flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo. Estos fueron colectados en San Miguel Nepantla, Estado de México (ver mapa), entre los meses de Agosto a Diciembre de 1978.

Los ejemplares de respaldo se depositaron en el Herbario Nacional del Instituto de Biología (MEXU) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME).

Ipomoea crinicalyx empieza a florecer durante la temporada de lluvias entre los meses de Julio y Agosto. Las semillas inmaduras se producen entre Agosto y Septiembre; las semillas maduras, pero sin deshidratar, en los meses de Septiembre a Octubre. De Octubre a Diciembre las cápsulas se secan, se abren y se dispersan de 5 a 6 semillas maduras deshidratadas. Generalmente se produce una semilla abortiva.

Para estudiar la anatomía de la testa y conocer sus variaciones durante la formación de las semillas, se extrajeron éstas de los frutos y se midió su longitud con un vernier, formándose así 6 de los 7 grupos estudiados (Ver tabla 1).

Los óvulos dentro de los ovarios que corresponden a las flores recién abiertas (antésis) se definieron como grupo I.

Los ovarios y semillas se fijaron en formol-ácido acético-agua (F.A.A.), se deshidrataron en alcoholes gra-



Tabla 1. Grupos de acuerdo al
 largo de la semilla
 de I. crinicalyx.

G R U P O	L A R G O PROMEDIO (mm)
I	Dentro del ovario
II	0.34
III	0.40
IV	0.45
V	0.55
VI	0.62
VII	0.57

duales y se incluyeron en parafina, de acuerdo con la técnica de Johansen(1914).

Los cortes de 10 a 12 μ de grosor se hicieron en un microtomo rotatorio American Optical Modelo 820. Para las observaciones del material incluido en parafina se uso un microscopio compuesto American Optical Phase Star y para tomar las fotografías, un fotomicroscopio Zeiss.

Para los estudios de la morfología externa, las observaciones se hicieron en un microscopio estereoscópico y en un microscopio electrónico de barrido (MEB)JEOL JMS-35. El procedimiento seguido para este último, consistió en extraer semillas del fruto, sin fijar, en el preciso momento de su preparación, a fin de evitar la pérdida de tricomas por manipulación (ya que éstos son estructuras muy lábiles) y, sin hacer contacto con la semilla, se colocaron directamente en el porta-muestras con un adhesivo de plata, para cubrirla posteriormente con oro.

Los cortes desparafinados se tiñeron con safranina verde rápido, para observar la estructura celular.

Las pruebas histoquímicas se realizaron en material fresco o fijado, dependiendo de los requerimientos de la técnica.

Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

- 1.- Azul mercúrico de bromofenol para proteínas.
- 2.- Acido peryódico de Schiff(P. A. S.)para polisacáridos insolubles.

- 3.- Reactivo de lugol para la detección de almidón.
- 4.- Rojo O de aceite para reservas lipídicas.
- 5.- Cloroyoduro de zinc para detectar celulosa, algunas -
hemicelulosas, cutina y suberina.
- 6.- Floroglucina para la lignina.
- 7.- Las pruebas de: a) Vainillina, b) Sulfato ferroso, c) Cloruro férrico y e) Permanganato de potasio para la detección de taninos.

R E S U L T A D O S

MORFOLOGIA EXTERNA

La semilla madura de Ipomoea crinicalyx presenta - una superficie convexa y dos planas; mide en promedio 4mm de largo por 2.5mm de ancho y posee una testa dura de coloración parda que de acuerdo al atlas de colores de Kúppers (1979) es la combinación de negro(N), amarillo(A) y magenta(M) en la proporción de $N_{80} A_{30} M_{10}$ (Figura 1).

En la parte basal tiene un área ligeramente hundida comprendida en un surco en forma de herradura, el cual se refiere al llamado cojincillo (Figura 2 y 3).

La superficie está cubierta por pequeños y frágiles tricomas romos que se desprenden fácilmente cuando se manipula la semilla. Estos tricomas se observan concavos, laminares y acanalados en su superficie (Figura 4).

El fruto es una cápsula globosa, trilocular, tricarpetal, con tres septos entre los lóculos (Figura 5, 6 y 7).

Posee un cáliz formado por 5 sépalos herbáceos, de 1-1.5cm de largo, densamente cubiertos de pelos (Figura 8).

En los cortes transversales de ovario se observan 6 óvulos, dos en cada lóculo, a veces con alguno abortivo (Figura 9).

Los óvulos están unidos cerca de la base, en la axila de los septos, lo que corresponde a una placentación axilar.

Figura 1. Semilla madura, morfología externa (22 X).

Figura 2. Región basal de la semilla (72 X).

Figura 3. Región basal de la semilla (720 X).

Figura 4. Tricomas (860 X).

(tr)tricoma; (cj)cojincillo; (su)surco.

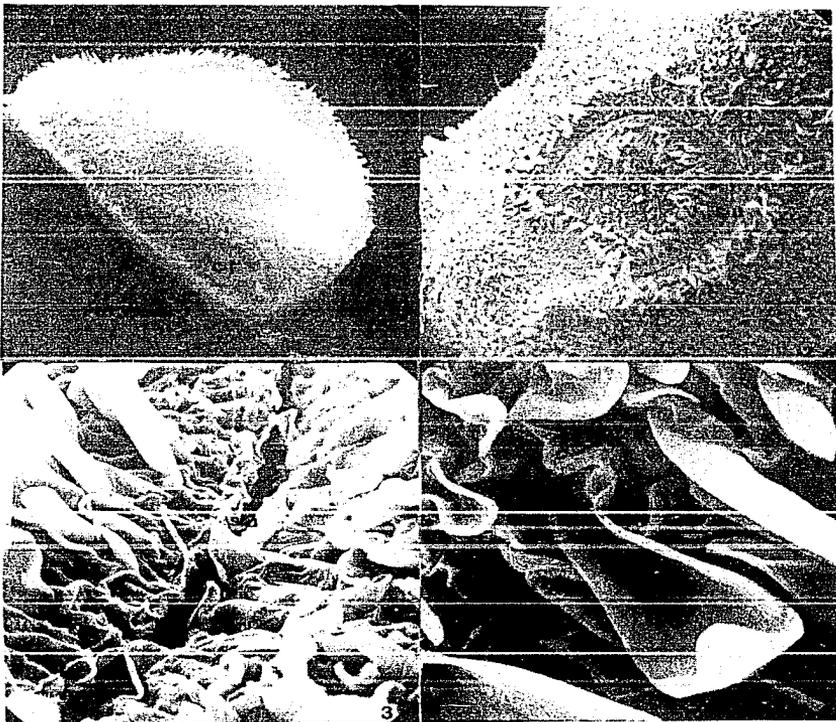
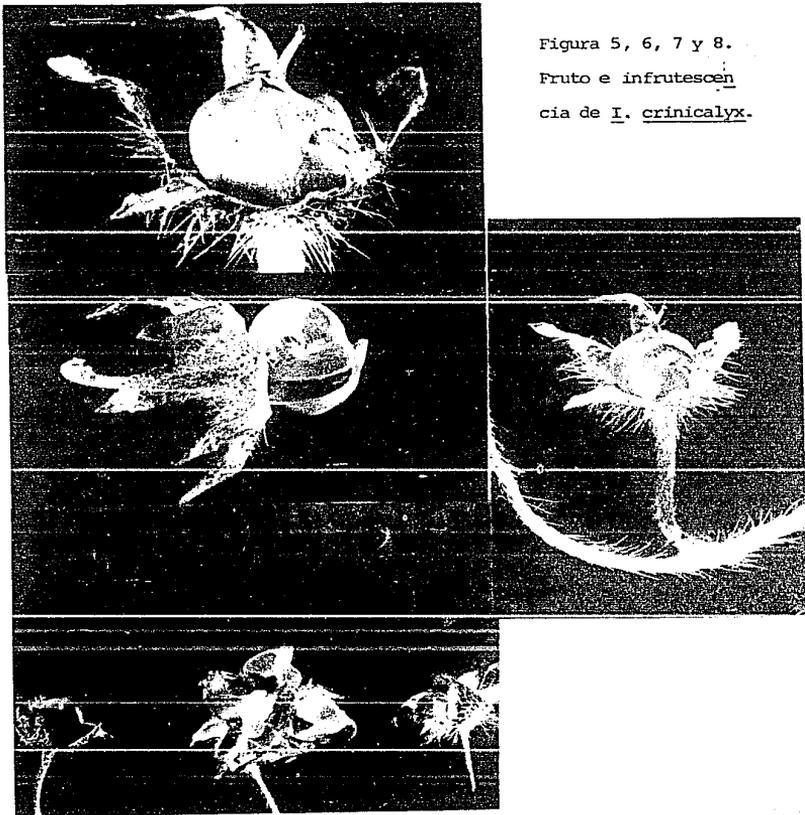


Figura 5, 6, 7 y 8.
Fruto e infrutescén
cia de I. crinicalyx.



ANATOMIA

ETAPA I

El tegumento del óvulo en el interior del ovario, en la etapa de antrio, consta de dos capas celulares bien definidas; la externa formada por dos estratos de células rectangulares con núcleos conspicuos. Debajo de estas capas se encuentra un parénquima masivo o tejido fundamental. Las células de este tejido que están en contacto con el saco embrionario, son más grandes que las localizadas hacia la periferia; son células ovoides con abundante citoplasma y gran cantidad de reservas; en esta etapa ya no se observa la nucela (Figura 10).

ETAPA II

En las etapas iniciales de la formación de la semilla, después de la fecundación, se pueden observar cambios en el estrato externo el cual aumenta de tamaño empezando así la diferenciación de la futura epidermis. El segundo estrato celular, adyacente al anterior, sufre divisiones en el plano periclinal formando un estrato más de células. En estos estratos las células son isodiamétricas, con grandes núcleos.

Las células del parénquima adyacentes al saco embrionario, se empiezan a degradar y persisten sólo sus paredes celulares (Figura 11).

ETAPA III

Las células externas del primer estrato, siguen au

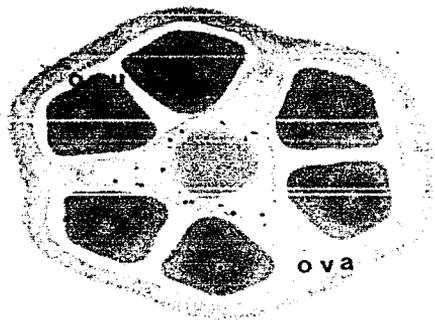


Figura 9. Corte transversal de ovario en la etapa I.
(ovu) óvulo; (ova) ovario. Contraste de fase
(20.48 X, al negativo).



Figura 10. Corte transversal de ovario en la etapa I.
(ova) ovario; (pd) protodermis; (ovu) óvulo; (pa)
parénquima. Contraste de fase (256 X, al negativo).

mentando de tamaño, sus núcleos se van perdiendo y el contenido citoplásmico se va haciendo menos evidente.

En el segundo estrato celular no hay cambios conspicuos, las células siguen siendo isodiamétricas y con núcleos prominentes. Sin embargo las células del tercer estrato empiezan a alargarse, presentando su eje mayor perpendicular a la superficie de la semilla (Figura 12).

ETAPA IV

Las células externas (células epidérmicas) se van transformando en tricomas cortos y romos. Las células localizadas inmediatamente por debajo de las anteriores, ahora se dividen solamente en el plano anticlinal y constituyen la subepidermis monoestratificada. En el tercer estrato las células se alargan todavía más y se dividen en el plano periclinal, formando al esclerénquima en empalizada, cuyas células van perdiendo el citoplasma.

La capa de células parenquimatosas se va reduciendo y las reservas se van consumiendo (Figura 13).

ETAPA V

Las células epidérmicas terminan de diferenciarse en tricomas; la subepidérmica se observan de diferentes tamaños, en unas partes como rectángulos con su eje mayor paralelo a la superficie de la semilla y en otras con el eje mayor perpendicular a la superficie de la semilla.

En las células del esclerénquima en empalizada se observa una banda ancha luminosa en el estrato adyacente a



Figura 11. Corte transversal de la testa en la etapa II.
(ep)epidermis; (hi)hipodermis; (pa)parénquima.
Contraste de fase (400 X, al negativo).

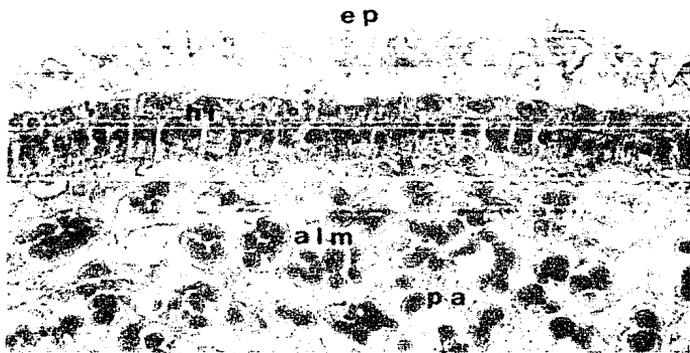


Figura 12. Corte transversal de la testa en la etapa III.
(ep)epidermis; (hi)hipodermis; (alm)almidón;
(pa)parénquima. Contraste de fase (400 X, al
negativo).

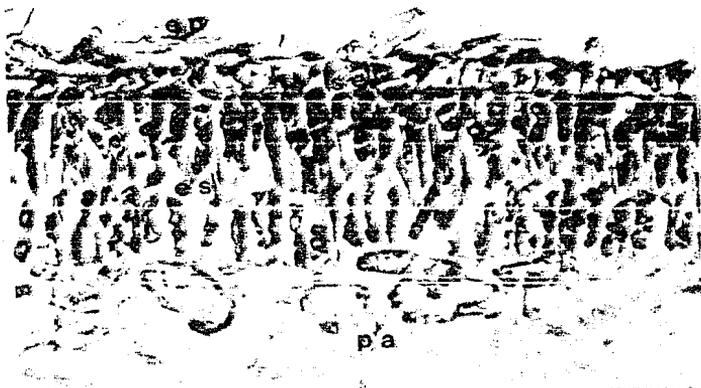


Figura 13. Corte longitudinal de la testa en la etapa IV. (ep)epidermis; (se)subepidermis; (es) esclerénquima en empalizada; (pa)parénquima. (204.8 X, al negativo).

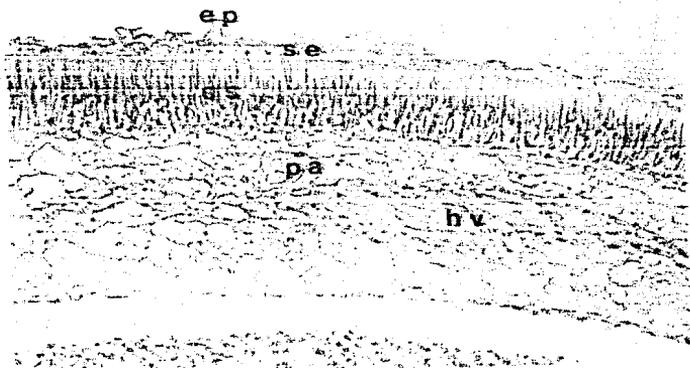


Figura 14. Corte longitudinal de la testa en la etapa V. (ep)epidermis; (se)subepidermis; (es)esclerénquima en empalizada; (pa)parénquima; (hv)haz vascular. Contraste de fase (81.92 X, al negativo).

las células subepidérmicas. El citoplasma de las células esclerenquimatosas se observa muy colapsado.

La capa de parénquima sigue disminuyendo (Figura 14).

ETAPA VI

En esta etapa como en la anterior, las células de la subepidermis se observan de diferente tamaño y su citoplasma se está colapsando.

Las paredes celulares del esclerénquima en empalizada se ven muy gruesas y en el estrato adyacente a la subepidermis se sigue observando la banda luminosa.

Las células del parénquima casi han perdido sus reservas (Figura 15).

ETAPA VII

Esta fue la última de las etapas observadas y en ella la testa está constituida por cuatro capas bien definidas:

- 1.- La epidermis monoestratificada diferenciada en tricomas.
- 2.- La subepidermis también monoestratificada, de células con gruesas paredes, rectangulares cuyo eje mayor es paralelo a la superficie de la semilla.
- 3.- El esclerénquima en empalizada de 2-3 estratos celulares: el adyacente a la subepidermis, de células alargadas con el eje mayor perpendicular a la superficie de la semilla, en él se localiza la línea clara.
- 4.- El parénquima que en la madurez queda reducido a una

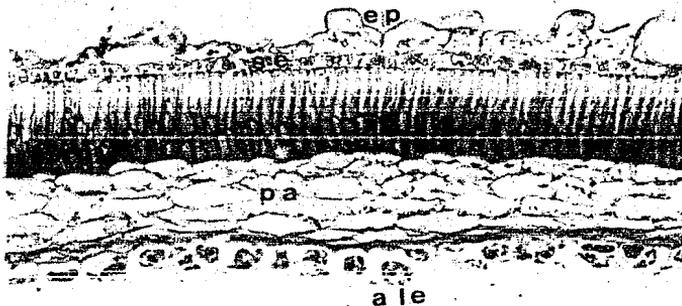


Figura 15. Corte longitudinal de la testa en la etapa VI. (ep)epidermis; (se)subepidermis; (es)esclerénquima en empalizada; (pa)parénquima; (ale)capa de aleurona. Contraste de fase (102.4 X, al negativo).

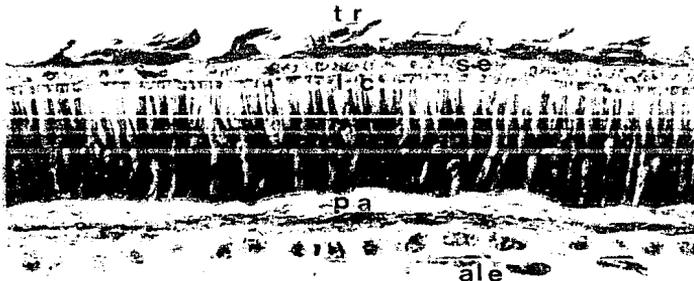


Figura 16. Corte transversal de la testa en la etapa VII. (tr)tricoma; (se) subepidermis; (lc) línea clara; (es)esclerénquima en empalizada; (pa)parénquima; (ale)capa de aleurona. Contraste de fase (128 X, al negativo).

capa fibrosa constituida por los restos de las paredes de las células consumidas durante la formación de la semilla, y una cutícula que separa a la testa del resto de la semilla. Esta cutícula es más evidente en la semilla madura (Figura 16).

REGION BASAL

Las zonas adyacentes al cojincillo y el mismo cojincillo presentan un desarrollo diferente al de la mayor parte de la testa. En etapas muy tempranas, la epidermis se divide una vez en el plano periclinal en las áreas adyacentes al cojincillo, formando dos estratos celulares: el externo se transforma en tricomas y el interno es de células rectangulares con paredes muy gruesas y su eje mayor perpendicular a la superficie de la semilla; las células aumentan mucho de tamaño (Figura 17 y 18).

En la región del cojincillo en etapas muy tempranas, las células epidérmicas se dividen periclinalmente varias veces, formando una capa pluriestratificada. Las células de esta capa se diferencian y se pueden observar células esclerenquimatosas y otras del tipo de epidermis múltiple, donde las más externas se transforman en tricomas.

Las dos zonas del cojincillo presentan una continuidad con las capas de células correspondientes al resto de la testa.

En el surco, que corresponde al hilio, no se obser

van tricomas (Figura 19 y 20).

HISTOQUIMICA

Las pruebas histoquímicas realizadas mostraron que, simultáneamente a los cambios estructurales sufridos por la semilla durante su desarrollo, también se suceden cambios químicos.

Reacciones que en ciertos lapsos del desarrollo son negativas, en otros resultan positivas. Pruebas débilmente positivas en algunas etapas, se presentan con fuerte reacción en otras. Esto manifiesta el paralelismo entre la diferenciación estructural y la diferenciación química, que son dos aspectos del mismo proceso de diferenciación celular.

PROTEINAS

La prueba de azul mercuríco de bromofenol es positiva solamente para las células del parénquima, en etapas muy tempranas del desarrollo de la semilla. Los núcleos de estas células toman un color azul intenso. En las etapas intermedias se tiñen los núcleos del esclerénquima y en la semilla madura, los cotiledones dan reacción positiva.

POLISACARIDOS INSOLUBLES

Con el ácido peryódico Schiff, la reacción más evidente se observa en el esclerénquima en empalizada en las últimas etapas de desarrollo.

ALMIDON

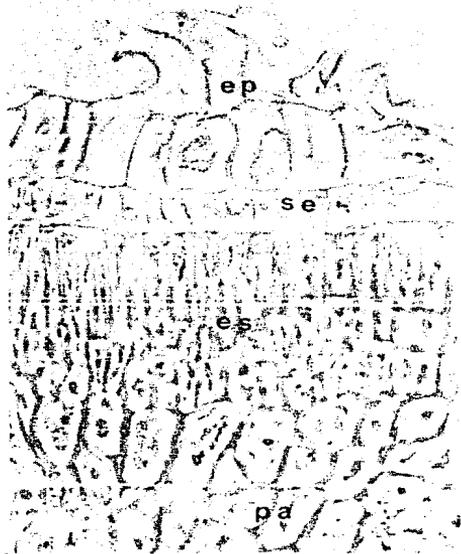


Figura 17. Corte transversal de la región adyacente al cojin cillo en la etapa V. (ep) epidermis; (se) subepidermis; (es) esclerénquima en empalizada; (pa) parénquima. Contraste de fase. (160 X, al negativo).

Figura 18. Corte transversal de la región adyacente al cojin cillo en la etapa VII. (tr) tricoma; (ep) epidermis; (se) subepidermis; (es) esclerénquima en empalizada. Contraste de fase. (100 X, al negativo)





Figura 19. Corte transversal de la región del cojincillo en la etapa II. (cj)cojincillo. Contraste de fase. (64 X, al negativo).

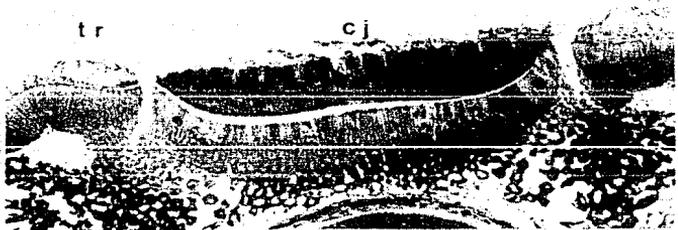


Figura 20. Corte transversal de la región del cojincillo en la etapa VII. (tr)tricoma; (cj)cojincillo. Campo claro. (32.25 X, al negativo).

La prueba de lugol puso en evidencia que las células del parénquima contienen grandes cantidades de almidón desde las etapas más tempranas, pero este material de reserva no se encuentra en la semilla madura ya que, en la última etapa estudiada, la reacción sólo fue positiva en la capa de aleurona, cuyas células contienen pequeños gránulos de almidón.

LIPIDOS

Una vez diferenciadas las células subepidérmicas, dan reacción positiva al rojo O de aceite, siendo más fuerte en las paredes celulares que en el citoplasma.

La cutícula también reacciona fuertemente con esta prueba, evidenciando su composición lipídica.

CELULOSA

(Hemicelulosa, Suberina, Cutina)

Con el cloroyoduro de zinc reaccionan positivamente las paredes de la subepidermis y las del esclerénquima empalizada, observándose coloración azul en la semilla joven y amarilla en la madura.

LIGNINA

La prueba de fluoroglucina fue negativa en la testa de la semilla inmadura y madura, puesto que no se observó la tinción rojo-violeta, sin embargo la prueba resultó positiva para los haces vasculares que penetran a la semilla por el funículo y que la recorren a través del parénquima.

TANINOS

Se realizaron varias pruebas para detectar la presencia de taninos durante el desarrollo de la testa.

- a) La prueba de vainillina fue negativa.
- b) Con el sulfato ferroso los resultados no son concluyentes.
- c) Las pruebas de cloruro y sulfato férrico fueron positivas en las células epidérmicas y en el primer estrato del esclerénquima, por encima de la línea clara, en la semilla madura. La coloración observada es pardo-rojiza.
- d) Con el permanganato de potasio, la reacción fue positiva en la subepidermis y en la misma región del esclerénquima que se tiñó con el cloruro y sulfato férrico.

D I S C U S I O N

Jos (1963) menciona que, en los estudios de anatomía de la testa, es evidente que casi todos los géneros de las Convolvulaceae presentan la misma estructura, por lo que podría considerarse como un carácter de familia, más que como un carácter de género o de especie. Sin embargo es claro que la forma y tamaño de las células epidérmicas, su diferenciación o no en tricomas, la longitud y forma de éstos, la forma y dimensiones de la subepidermis y el número de estratos celulares en la capa de esclerénquima empalizada, pueden ser en su conjunto, característicos de una especie.

Para apoyar lo anterior es necesario realizar más estudios comparativos de la testa de las semillas de las Convolvulaceae e indagar acerca de las transformaciones del tegumento en testa, a fin de conocer si se dan patrones de desarrollo similares.

El óvulo de I. crinicalyx es como se reporta en la mayoría de las Convolvulaceae estudiadas, unitégmico y de placentación axilar. Sólo en I. crassicaulis, Misra (1963) sostiene que es bitégmico, con una testa externa y un tegmen interno, pero de acuerdo a los esquemas que el autor presenta, es probable que lo que él propone como testa externa sea el esclerénquima empalizada y el tegmen interno, corresponda al parénquima. Además hay que aclarar que el objetivo principal de su trabajo fue realizar observa-

ciones sobre la germinación y no de la anatomía de la semilla.

La presencia de células epidérmicas transformadas en tricomas en I. crinicalyx, es compartida con muchas de las especies estudiadas: I. rubro-caerulea (Woodcock, 1942); I. pes-tigridis e I. aquatica (Jos, 1963); I. crassicaulis (Misra, 1963); I. obscura (Kaur, 1969; Govil, 1970); I. cairica, I. sindica, Rivea hypocrateriformis e I. quamoclit (Govil, 1970); I. cairica, I. mirandina y Merremia umbellata (González et al., 1981); Turbina corymbosa (Márquez y Laguna, 1982) e I. tyrianthina (1982).

Sin embargo hay especies en las que no se ha reportado la presencia de tricomas como en: I. vitifolia (Govil, 1970); I. sinuta (Kaur y Singh, 1970); I. alba, I. purpurea e I. sp (González et al., 1981) e I. triloba (Murcio, 1983).

En dos de los estudios, I. purpurea es caracterizada en uno de ellos con tricomas (Kaur y Singh, 1969) y en otro sin tricomas (González et al., 1981). Lo anterior se debe probablemente a que los pelos son muy frágiles y se pierden con facilidad por la manipulación.

Varios autores observaron que durante las últimas etapas del desarrollo, se depositan en la epidermis materiales y pigmentos taniníferos (Sripleng y Smith, 1960; Misra, 1963).

Aunque Sripleng y Smith (1960) mencionan que además hay un poco de cutina en las paredes de las células epidérmicas

micas, en I. crinicalyx sólo se identificaron taninos, pero no cutina, en la epidermis. los materiales taniníferos se han asociado con la coloración y la impermeabilidad de la testa.

La presencia de una subepidermis monoestratificada, se mantiene como un carácter constante en las Convolvulaceae; ésto ha hecho pensar que las características estructurales e histoquímicas de las semillas podrían considerarse en la taxonomía, correlacionandose con la morfología de las plantas adultas, sobre todo en aquellos grupos cuya posición es incierta (Govil, 1970; González et al., 1981).

Se considera que la subepidermis de la testa está relacionada con la impermeabilidad de la semilla por los siguientes hallazgos: a) La reacción positiva al cloruro de zinc, cuya coloración amarilla indica la presencia de cutina o suberina, y b) La tinción con rojo O de aceite, que pone de manifiesto su naturaleza lipídica. En ambas pruebas la coloración más intensa se localizó en las gruesas paredes celulares de esta capa.

Sripleng y Smith (1960) establecen que las paredes de las células subepidérmicas están fuertemente impregnadas de lignina, cutina o suberina. Las observaciones de este trabajo confirman la presencia de las dos últimas, pero con respecto a la lignina, no se puede afirmar su ausencia pues las pruebas de fluoroglucina no fueron concluyentes.

Woodcock (1942) señala que las paredes de la subepi-

dermis están suberizadas y que por lo tanto esta capa sirve de protección contra la pérdida de agua.

Murcio(1983) sugiere que la coloración de las semillas de I. triloba está dada por la presencia de materiales taniníferos en la epidermis y la subepidermis, como en la semilla de Convolvulus arvensis.

En el presente trabajo se detectaron taninos en las células subepidérmicas con la prueba de permanganato de potasio.

El esclerénquima en empalizada es una capa que varía mucho en cuanto al número de estratos celulares que la componen en las diferentes especies; así podemos ver que hay con un sólo estrato en : I. rubro-caerulea(Woodcock,1942) e I. purpurea(Govil,1970). Con dos estratos Turbina corymbosa(Márquez y Laguna,1981) e I. purpurea (González et al.,1981), de dos a tres estratos; I. pes-tigridis e I. aquatica(Jos,1963), I. obscura(Kaur,1969) y Rivea hypocrateriformis(Govil,1970), de tres a cuatro estratos; I. cairica e I. sp(González et al.,1981) e I. triloba(Murcio, 1983), y de más de cinco estratos; I. vitifolia e I. carnea(Jos, 1963) e I. tyrianthina(Rojas,1982).

En general se dice que el primer estrato de células del esclerénquima es diferente a los restantes, por ser más largo y por presentar en algunas especies como en I. crinicalyx la línea clara, que no ha sido bien definida pero se ha asociado con la impermeabilidad de la testa.

Sripleng y Smith(1960) mencionan que "la variación en el número de estratos en esta capa no afecta la localización de la línea clara".

Por lo anterior se puede considerar que la localización de la línea clara, es un carácter constante en las especies que la presentan.

El parénquima que se consume durante la ontogenia de la semilla y que no se encontró como reserva nutritiva en la madurez, aún se menciona como una delgada capa en los trabajos con semilla madura de Jos(1963) y de González(1981)..Esto es debido probablemente a que las observaciones fueron hechas en semillas que no habían alcanzado completamente la madurez.

La cutícula, que separa la testa del endospermo, por su reacción positiva al rojo 0 de aceite también se ha pensado que puede ser responsable de la impermeabilidad de la testa al agua.

En la testa de las Convolvulaceae se ha encontrado una estructura conocida como el "cojincillo", del cual se dice que lo han llamado erróneamente "área cicatriz", "ta^upón micropilar", "cojincillo micropilar" o "hilio"; este último es el nombre de la cicatriz que queda cuando la semilla se desprende del fruto.

Sripleng y Smith(1960) proponen que el cojincillo en Convolvulus arvensis es un derivado epidérmico. Govil (1970) establece que el cojincillo se desarrolla de las

células epidérmicas de la región, formando (por divisiones en el plano periclinal) de 3 a 4 estratos celulares externos, como parénquima en empalizada; observó que las células subepidérmicas en esta zona también se alargan y a veces pueden dividirse periclinalmente. Márquez y Laguna(1982) también consideran que en el cojincillo la epidermis es pluriestratificada, y citan a Juliano(1935) quien sostiene que el esclerénquima en empalizada del cojincillo deriva de las células subepidérmicas. En I. crinicalyx se observó que la estructura del cojincillo es como la describen Govil(1970) y Juliano(1935).

Hutchinson y Ashton(1979) intentaron relacionar al hilio con la permeabilidad, pero los resultados indicaron que el agua entra a través de toda la testa y no sólo por la región del hilio. Otros autores proponen que el surco que rodea al cojincillo es higroscópico y funciona como una válvula, abriendo y cerrando, dependiendo de la humedad relativa del ambiente(Weaver y Riley,1982).

El surco que circunscribe al cojincillo se ha visto en I. crinicalyx que tiene correspondencia con una saliente en forma de herradura que se encuentra en el punto de unión de la semilla al ovario(placenta), así que esta hendidura en forma de herradura sería el hilio.

El desarrollo y estructura de la testa de I. crinicalyx, sigue patrones similares a los encontrados en otros estudios de semillas de las Convolvulaceae.

Sripleng y Smith(1960), Weaver y Riley(1981) reportaron que la semilla de Convolvulus arvensis posee la testa dura e impermeable. Los últimos citan que gracias a la dureza e impermeabilidad de la testa, las semillas pueden ser dispersadas en diferentes formas:

- a) Por animales después de su ingestión(Rolston,1978)
- b) Por agua(Brown y Porter,1942) y
- c) Como contaminante de las cosechas de otras semillas.

Además las semillas pueden permanecer viables en el suelo durante 20 años o más(Timmons,1949), y almacenadas a temperatura ambiente, con un 62% de viabilidad, por 50 años (Brown y Porter,1942).

De lo anterior se puede establecer que la testa dura juega un papel importante en la dispersión y en la latencia de estas semillas.

Hutchinson y Ashton(1979) estudiaron la maduración de la semilla de Cuscuta campestris y proponen que la región responsable de la impermeabilidad de la testa y de la latencia de la semilla se localiza probablemente arriba de la línea clara entre la subepidermis y el estrato externo de las células esclerenquimatosas; ya que observaron una banda oscura en esa zona, aunque mencionan que la naturaleza química de esta región debe ser estudiada.

Marbach y Mayer(1974) concluyeron que la impermeabilidad de la testa al agua está relacionada con la cantidad de compuestos fenólicos presentes y con su grado de

oxidación, que aumenta durante la deshidratación de la se
milla.

En estudios posteriores(1975) estos autores conclu
yen que sus estudios son un apoyo a la hipótesis de que la permeabilidad de la testa está relacionada con una reac-
ción de taninos.

Se puede pensar que probablemente el esclerénquima en empalizada es el responsable de la impermeabilidad de la testa ya que varias evidencias hacen pensar en ello.

En este trabajo se tuvo la reacción positiva para taninos en la zona comprendida entre la subepidermis y la línea clara, hecho que concuerda con la banda oscura observada en Cuscuta campestris por Hutchinson y Ashton(1979).

Johansen(1940) menciona que una coloración pardo-rojiza con la prueba de cloruro férrico indica que la reac
ción es positiva para taninos oxidados, como se pudo obser-
var en la testa de la semilla madura de I. crinicalyx.

Para los estudios del desarrollo de la semilla se sugiere que se hagan colectas en intervalos de tiempo cono
cidos a partir de la polinización o bien a partir de la antesis. Otra recomendación para un mejor manejo de semi-
llas que poseen la testa dura, es aplicar un tratamiento con KOH al 10% antes de pasar a la deshidratación, por pe
ríodos de 1 a 8 días con el objeto de ablandar la testa y lograr así mejores cortes(Govil,1970).

Con los datos del trabajo de tesis y los de algunos

autores consultados, no se puede precisar en donde radica la impermeabilidad al agua, sino sólo se pueden indicar los puntos más probables.

Hacen falta más estudios con las semillas de testa dura e impermeable, sobre todo del desarrollo de la semilla, para conocer en que etapa de su formación, la cubierta presenta estas características y para determinar si es tan dadas por condiciones estructurales, histoquímicas o bien por una combinación de ambas.

L I T E R A T U R A

- Bewley, J. D. and Black, M. 1978. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. I. Springer-Verlag. Berlin Heilderberg. Germany.
- Bhatnagar, S. P. and Johri, B. M. 1972. Development of Angiosperm Seeds. Ed. T. T. Koslowski. Vol. I. Academic Press, 78-149.
- Bhojwani, S. S. and Bhatnagar, S. P. 1981. The Embryology of Angiosperms. 3^a Edition. Vikas Publishing House PVT. LTD. Delhi.
- Bold, H. C. 1967. Morphology of Plants. 2^a Ed. Harper & Row. New York.
- Brechú, F. A. E. 1980. Identificación del Galactomanano en la Semilla de Turbina corymbosa y observación de los cambios en el endospermo durante la germinación. Tesis Fac. Ciencias U. N: A. M. México.
- Esau, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. 2^a Ed. Wiley, New York. 550pp.
- Font Quer, P. 1973. Diccionario de Botánica. Ed. Labor. S. A. México.
- González, R., Parisca, L. de & Agostini, G. 1981. Caracterización Es tructural de Semillas y Plántulas de Iponoea y Merremia (Angiospermae-Convolvulacea) Acta Biol. Venez., 11(2): 47-88.
- 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.
- Gunn, Ch. R. 1969. Seeds of the United States Noxious and Common Weeds in the Convolvulaceae, Excluding the Genus Cuscuta. Proc. Association of Official Seed Analysts. 59: 101-115.
- Hutchinson, J. H. and Ashton, F. M. 1979. Effect of desiccation and

- Scarification on the Permeability and Structure of the Seed Coat of Cuscuta campestris.
- Jensen, W. A. 1962. Botanical Histochemistry. Principles and Practice
Freeman, San Francisco. 408 pp.
- Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill, New York.
553 pp.
- Jos, J. S. 1963. The Structure and Development of Seed in Convolvula-
ceae Ipomoea Species. Agra. University Journal of Research
12: 247-260.
- Kaur, H. 1969. Structure and Development of Seed in Ipomoea obscura
Ker-Gawl. I. Indian Bot. Soc. 47: 346-351.
- Kaur, H. and Singh, R. P. 1970. Structure and Development of Seed in
three Ipomoea Species. I. Indian Bot. Soc. 49: 168-174.
- Khan, A. A. 1977. The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy
and Germination. North-Holland Publishing Company, Amster-
dan.
- Kozłowski, T. T. and Gunn, C. R. 1972. Importance and Characteristics
of Seeds. In Kozłowski, T. T. Seed Biology Vol. I. Academi-
c Press, New York. 1-20.
- Küppers, H. 1979. Atlas de los Colores. Ed. Blume, Barcelona (61)
161 pp.
- Maheshwari, P. 1944. The Seed Structure of Ipomoea a Criticism. Scien-
ce and Culture 9(55): 557.
- Marbach, I. and Mayer, A. M. 1974. Permeability of Seed Coats to Wa-
ter as Related to Drying Condition and Metabolism of Phe-
nolics. Plant Physiol. 54: 817-820.

- Marbach, I. and Mayer, A. M. 1975. Changes in Catechol Oxidase and Permeability to Water in Seed Coats of Pisum elatius During Seed Development and Maturation. Plant Physiol. 56: 93-96.
- Márquez-Guzmán, J. & Laguna-Hernández, G. 1982. Anatomía de la Semilla y Germinación de Turbina corymbosa (L.) Raf., Convolvulaceae. Phyton 42(1): 1-8.
- Matuda, E. 1964. El Género Ipomoea en México. Ann. Inst. Biol. Mex. LXXIV.
- Mertens, T. R. y Stevenson, F. F. 1978. Ciclos de Vida en las Plantas. Ed. Limusa, México.
- Misra, B. N. 1963. Germination of Seed of Ipomoea crassicaulis (Benth) Robinson. I. Indian Bot. Soc. 42: 358-366.
- Murcio, G. E. 1983. Estudio Anatómico y Citoquímico de la Semilla Madura de Ipomoea triloba (Convolvulaceae). Tesis Fac. Ciencias UNAM, México.
- Pedraza, R. A. 1983. Estudio Palinológico de la Familia Convolvulaceae en México. I. Géneros Ipomoea L. y Turbina Raf. Biótica 8 (4): 387-411.
- Rao, V. S. 1944. Development of the Embryo-Sac in the Convolvulaceae.
- Rojas, P. M. 1982. Estudio Anatómico y Citoquímico de la Semilla Madura de Ipomoea tyriantina Familia Convolvulaceae. Tesis Fac. Ciencias UNAM, México.
- Sripleng, A. and Smith, F. H. 1960. Anatomy of the Seed of Convolvulus arvensis. American Journal of Botany. 47: 386-392.

- Standley, P. C. and Williams, L. O. 1970. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany Chicago Natural History Museum 24:1-85.
- Suárez, R. G. 1981. Depósito de Taninos en la Testa de Amaranthus hypochondriacus L. (alegría). Tesis de maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
- Weaver, S. E. and Riley, W.R. 1982. The Biology of Canadian Weeds. 53. Convolvulus arvensis L. Can. J. Plant Sci. 62: 461-472.
- Weier, T.E.; Stocking, C.R. y Barbour, M.G. 1980. Botánica. 5^a Ed. Limusa, México.
- Wilson, K.A. 1960. The Genera of Convolvulaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 41: 298-317.
- Woodcock, E.F. 1942. Seed Development in the Morning-Glory (Ipomoea rubro-caerulea Hook.) Paper of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters 28: 209-212
- Wyatt, J. E. 1977. Seed Coat and Water Absorption Properties of Seed of Near-isogenic Snap Bean Lines Differing in Seed Coat Color. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 (4): 478-480.