

138
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANATOMIA E HISTOQUIMICA DEL DESARROLLO DE
LA CUBIERTA SEMINAL DE *Evolvulus alsinoides* Linn.
(Convolvulaceae)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G A

P R E S E N T A

Lilia Rodríguez Gómez

MEXICO. D. F.

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

Anatomía e Histoquímica del Desarrollo de la Cubierta Seminal
de Evolvulus alsinoides Linn. (Convolvulaceae).

realizado por Rodríguez Gómez Lilia

con número de cuenta 6404038-1 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dra. Judith Márquez Guzmán

Propietario M. en C. Guillermina Murquía Sánchez

Propietario Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco

Suplente M. en C. Sonia Vázquez Santana

Suplente Biol. María de Lourdes López Guzmán

María de Lourdes López Guzmán

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Mejía Martínez Mena

Aun hay esperanza para los que estan en el mundo de los vivos.
ECLESIASTES

El mayor placer al que puede acceder el hombre es el placer de entender las cosas. Cuando el hombre comprende es capaz de transformar el Universo en un lugar más habitable y a el mismo en un ser mas adaptable
ICARO

Con profundo respeto, gratitud y admiración a Dios
por haberme permitido salir adelante

“A la memoria de mi padre”

“A mi madre con todo cariño
y admiración por su fortaleza entereza y
tolerancia

A mis hermanos con mucho cariño Guillermina, Hugo, Rosa María,
Víctor Vicente y Sandra.

A mis cuñados y sobrinos

Al Colegio de Ciencias y Humanidades "Plantel Sur"

Al Profesor Rito Terán
por todo su apoyo y comprensión

A todos mis amigos del Colegio de Ciencias y Humanidades:

Gloria, Azucena, Isabel, Yolanda, Mario, Laura, Rosalía Carmen,
Carolina y José Antonio.

Con toda mi gratitud y aprecio a
Lourdes Vilchis, Eduardo Velasco, Jose
Luis Osorio y Carlos Motaguchi.

INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	4
Objetivo.....	11
Material y Método.....	12
Resultados.....	14
Discusión.....	25
Conclusiones.....	28
Bibliografía.....	29

Resumen

En el presente trabajo se estudió el desarrollo de la semilla de *Evolvulus alsinoides* con énfasis en la diferenciación de la cubierta seminal.

Se colectaron y fijaron en FAA botones florales, flores en antesis y frutos en distintas etapas de desarrollo. Las muestras se procesaron para su inclusión en parafina y los cortes de 8 a 10 micrometros de grosor se tiñeron con safranina- verde rápido se les aplicaron diversas técnicas histoquímicas.

Las semillas de *E. alsinoides* provienen de la fecundación de óvulos anátropos, unitégmicos y funiculados. En la antesis el único tegumento del óvulo posee entre 10 y 12 estratos celulares en donde sólo la protodermis se encuentra diferenciada.

En una semilla madura la testa está formada por 4 estratos celulares: epidermis, subepidermis, un estrato de esclerénquima en empalizada y restos de parénquima. En la capa de esclerénquima en empalizada se localiza la línea clara.

Las pruebas histoquímicas indican reacción positiva para lípidos en la subepidermis y reacción positiva para polisacáridos insolubles en las paredes celulares del esclerénquima en empalizada.

La cubierta seminal es glabra, con una estructura uniforme excepto en la región del cojincillo donde la epidermis es pluriestratificada..

Introducción

A nivel mundial la familia Convolvulaceae está constituida por 40 o 50 géneros y aproximadamente 1200 especies. Las formas de vida de las especies que la constituyen pueden ser hierbas, enredaderas, arbustos o árboles. En México se encuentran representados 15 géneros y aproximadamente 217 especies (Mc Donald, 1991). Este autor considera que entre los géneros de esta familia es posible establecer tendencias evolutivas a partir de las características del gineceo y del polen principalmente. En su opinión, los géneros *Evolvulus*, *Dichondra* y *Bonamia*, por ejemplo, estarían en la base del árbol filogenético, y los géneros *Ipomoea*, *Turbina* y *Merremia* constituirían géneros más avanzados. El género *Evolvulus*, además de ser considerado primitivo dentro de la familia, es endémico de América y de origen sudamericano (McDonald, 1991).

El género *Evolvulus* está integrado por 100 especies. En México se encuentran 12 de ellas. *E. alsinoides* Linn., *E. cardiophyllus* Schlecht., *E. choapanus* McDonald, *E. glaber* Spreng., *E. hallieri* V. Ooststr., *E. nummularius* L., *E. ovatus* Fernald., *E. pohlii* Meissn., *E. prostratus* Robins., *E. purpusii* V. Ooststr., *E. rotundifolius* (s. Watson) Hall. f. y *E. sericeus* Sw. (McDonald, 1991).

Existen algunos trabajos taxonómicos sobre este género pero los estudios embriológicos son muy escasos.

Sobre la especie *E. alsinoides* se han descrito algunos aspectos de la morfología floral y de la embriología (Tiagi y Gupta 1963).

El propósito del presente trabajo fue estudiar en detalle el desarrollo de la semilla de *E. alsinoides* con énfasis en el proceso de diferenciación de la cubierta seminal del único tegumento.

Antecedentes.

De los trabajos sobre el desarrollo de las semillas en el género *Evolvulus*, el más significativo es el de Tiagi y Gupta (1963) en el cual se estudia la morfología floral y la embriología de *E. alsinoides*.

Los resultados de estos autores indican que las flores de esta especie constan de cinco sépalos y cinco pétalos fusionados, formando una corola cuyo color es azul. Las anteras son tetraloculares, el gineceo es bicarpelar y bilocular, con 2 óvulos en cada lóculo, el septo dentro del ovario está incompleto en el centro. En la región de la placenta hay un tejido que crece hacia la región del micrópilo, el obturador. En la región donde están unidos los dos estilos, el ovario posee 4 protuberancias que corresponden a los 4 óvulos, cada estilo está bifurcado en 2 estigmas cilíndricos largos.

Respecto a la embriología estos autores encontraron que el óvulo es unitégmico, anátropo, y tenuinucelado; el haz vascular entra por el funículo y llega únicamente hasta la calaza. También se describen con amplio detalle los cambios que sufre el cigoto hasta la etapa de embrión globular y acorazonado principalmente, pero no se dedica igual atención al desarrollo del tegumento, que más tarde originará la cubierta seminal. De ésta sólo mencionan que la epidermis consiste de células salientes; la hipodermis está formada por células de una pared gruesa y radialmente alargadas en forma de empalizada.

También mencionan que las semillas maduras tienen forma triangular y son endospermicas.

Austin (1990) realizó un estudio comparativo entre *E. alsinoides* y *E. arizonicus*, empleando como carácter distintivo el tamaño de la corola y el tipo de pubescencia en la flor. Realizó mediciones directamente en el campo, puesto que la confusión para distinguir estas 2 especies radicaba en que se estudiaban sólo ejemplares de herbario.

Dos características han sido empleadas para distinguir a *E. alsinoides* de *E. arizonicus*: el tamaño de la corola y el tipo de pubescencia. *E. alsinoides* tiene corolas de 5.5 a 7 mm de ancho y *E. arizonicus* tiene corolas hasta de 16 mm de ancho. *E. alsinoides* presenta un hilo tipo convolvulus y cubierta seminal con tricomas adpresos (Gunn 1969, citado en Núñez, 1992).

La talla promedio de la semilla es de 1.2 a 1.9 mm y su color es amarillo grisáceo 4 C 6 de acuerdo con la Tabla de colores de Kornerup (1978). Los cotiledones no presentan laticíferos ni drusas, mientras que *E. prostratus* y *E. sericeus* sí presentan laticíferos en los cotiledones (Núñez, 1992).

Corner (1969) menciona la importancia que puede tener la estructura y el desarrollo de la cubierta seminal en la clasificación de las plantas.

De acuerdo a los trabajos de Rojas (1982), Murcio (1983), López (1987), Ponce (1986), Márquez (1986), Murguía (1986), Gutiérrez (1990) y Valdovinos (1992), la estructura de la cubierta seminal (testa) de las semillas de la familia Convolvulaceae, es constante en cuanto al número de capas que la constituyen y en cuanto a la ontogenia de las mismas. Así, la presencia de una

epidemis y subepidermis monoestratificadas, un esclerénquima en empalizada pluriestratificado y una capa de parénquima con un número variable de estratos, es característica de todas las convolvuláceas hasta ahora estudiadas.

Sin embargo, el número de estratos celulares en la capa de esclerénquima en empalizada varía de acuerdo a la especie bajo estudio y también el número de estratos de la capa de células parenquimatosas varía de acuerdo a la etapa de madurez de la semilla estudiada (López Curto *et al.*, 1990; Ponce *et al.*, 1990; Valdovinos *et al.*, 1994 y Márquez Gúzman *et al.*, 1982).

Los trabajos antes mencionados proporcionan una buena idea acerca del valor taxonómico que puede tener la estructura de la cubierta seminal madura en la muy complicada ubicación sistemática de este grupo. Sin embargo, la información al respecto está poco sistematizada.

De los trabajos arriba mencionados, sólo los referentes a *Turbina corymbosa* (Márquez, 1986) y *Dichondra sericea* (Gutiérrez, 1990) corresponden a géneros distintos del *Ipomoea*. El resto corresponde a distintas especies del género *Ipomoea*. Esto se explica por ser el género más grande (aproximadamente 500 especies) de la familia Convolvulaceae (McDonald, 1982).

Por lo anteriormente expuesto, el estudio de la estructura y el desarrollo de la cubierta seminal de *Evolvulus alsinoides* contribuirá al conocimiento de esta especie en particular. Además permitirá apoyar o rechazar la hipótesis acerca de que la estructura y el desarrollo de la testa de las semillas de la

familia Convolvulaceae es igual para todos los miembros y por lo tanto de un alto valor taxonómico, ya que unifican al taxón.

FAMILIA CONVULVULACEAE (Cronquist, 1981)

La familia Convolvulaceae es de amplia distribución mundial, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, pero extendida también a las regiones templadas y mejor representada en Asia y América.

Son plantas herbáceas, anuales o perennes, o plantas leñosas, trepadoras o postradas raramente erectas, en la mayoría volubles, algunas veces parásitas o áfilas. Hojas simples, lobuladas o divididas sin estípulas.

Flores actinomorfas, hermafroditas, pentámeras, solitarias en las axilas de las hojas o agrupadas en inflorescencias cimosas.

Corola simpétala, normalmente infundibuliforme, pétalos insertos en el tubo de la corola.

Anteras tetrasporangiadas, granos de polen que pueden ser esféricos o elipsoidales, lisos, espinulosos o con pliegues paralelos; presentan un disco nectario anular alrededor del ovario. Gineceo sincárpico, estilo solitario y simple o bifurcado, o 2 estilos, raramente 3 o 4.

Ovario súpero, 2 - 3 carpelar, 1 - 3 locular, rara vez tetralocular, óvulos erectos, anátropos, unitégmicos, tenuinucelados, sésiles, 1 - 2 en cada lóculo, sobre placentas axilares.

Fruto capsular, dehiscente o no, 2 o 3 lóculos, con 1 o 2 semillas en cada lóculo.

DESCRIPCION GENERICA (Ooststroom, 1934)

Evolvulus L

Esta especie se encuentra representada por hierbas anuales o perennes, arbustos bajos; tallos postrados, ascendentes o rectos, nunca trepadores. Hojas pequeñas simples y enteras. Flores hermafroditas, regulares, en posición axilar, pedunculadas; algunas flores solitarias o en grupos, pecioladas o sésiles, agregadas en la parte terminal del tallo.

Cinco sépalos libres iguales o no iguales, acuminados, acusados u obtusos. Corola rotada, generalmente pequeña; púrpura, blanca o azul, raramente amarilla; el limbo plegado, subentero o apenas distinguiéndosele 5 lóbulos, los lóbulos externos y pilosos.

Cinco estambres, filamentos filiformes insertos sobre la corola en la boca del tubo, glabros u ocasionalmente dentados a ambos lados de la base; anteras ovadas a oblongas o lineares.

Ovario globular, ovoide u ocasionalmente cilíndrico, glabro u ocasionalmente piloso, bilocular cada lóculo con 2 óvulos, ocasionalmente 4 óvulos; 2 estilos

unidos en la base o totalmente libres, cada estilo bifurcado, estigmas largos rollizos, filiformes o ligeramente en forma de clava.

Cápsula globosa u ovoide tetravalvada de 1 a 4 semillas, ocasionalmente oblicuas y tri o bivalvadas.

Semillas pequeñas dentadas o ligeramente verrucosas, cotiledones aplanados, radículas rectas.

DESCRIPCION ESPECIFICA (McDonald, 1993)

Evolvulus alsinoides (Linn.)

Nombre común "ojitos azules"

Hierbas, variables, delgadas, ascendentes, o postradas, perennes.

Tallos postrados, ascendentes o rectos, rollizos, 10 - 50 cm de largo, 0.5 - 1.5 mm de diámetro, ramificados en la base y comúnmente en partes distales, lisos, rugosos, en la base, verdes; variablemente pilosos adpresos o seríceos; entrenudos 8 - 32 mm de largo; raíces fibrosas o ligeramente expandidas.

Hojas simples, persistentes, pecioladas subsésiles a sésiles, verdes o plateadas en ambas superficies; ápice obtuso o agudo, base obtusa, atenuada; venación pinnada; pecíolos rollizos, 2 mm de largo, 0.3 - 0.5 mm de diámetro, verdes, lisos o escasamente pilosos.

Inflorescencia en cimas monocásicos, flores usualmente solitarias, ocasionalmente 2; pedúnculo recto, filiforme y rollizo.

Corola rotada, disco nectarífero en la base, óvulos (1) 2 por carpelo, placentación basalmente axilar; estilos 1 - 2 terminales raramente gino - básicos, estigmas 1 - 2 por estilo, simples lineares elipsoidales, espatulados a capitados. Cinco estambres, estilo uno profundamente bipartido.

Fruto una cápsula dehiscente o no, raramente una baya; semillas 1 - 6 -(10), 1 - 2 por carpelo, glabras a variablemente pubescentes; embrión grande, cotiledones generalmente bifurcados, endospermo maduro gelatinoso.

Cápsula globosa, abierta en dos o cuatro valvas, semillas de una a cuatro.

Objetivo

Estudiar la anatomía del desarrollo de la semilla de *Evolvulus alsinoides* Linn., con énfasis en la cubierta seminal.

Material y Método

Se estudiaron flores y frutos en distintas etapas desarrollo hasta su completa maduración. El material se colectó en el Pedregal de San Angel.

Se depositaron ejemplares en el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME).

Las flores y frutos recolectados se fijaron en formol - Acido Acético Alcohol (FAA), se deshidrataron en alcoholes graduales y se incluyeron en parafina, de acuerdo a la técnica de Johansen (1940)

Los cortes de 10 micrómetros de grosor se realizaron en un microtomo de Rotación American Optical Modelo 820.

Para las observaciones del material incluido en parafina se usó un microscopio compuesto American Optical Phase Star.

Para los estudios de morfología externa, se realizaron las observaciones en un microscopio estereoscópico.

El color de las semillas y las flores se determinó por comparación usando una tabla de colores de Komerup y Wanscher (1978).

Los cortes desparafinados se tiñeron con Safranina - Verde Rápido (Dr. M. Engleman, com, pers) para observar la estructura celular.

RESULTADOS

DIFERENCIACION DE LA CUBIERTA SEMINAL

En etapa de antesis, el tegumento del óvulo de *Evolvulus alsinoides* consta entre 10 a 12 estratos de células parenquimatosas rodeadas por una protodermis uniestratificada (Fig. 1).

La protodermis se diferencia en la epidermis constituida por células rectangulares cuyo eje mayor es paralelo a la superficie de la semilla, durante el desarrollo permanece uniestratificada y es persistente en la semilla madura.

En el inicio del desarrollo pronto se diferencia un estrato celular hipodérmico, notándose el tegumento con tres estratos celulares bien diferenciados: protodermis, hipodermis y parénquima pluriestratificado (Fig. 2). El parénquima que aparece en esta foto es del tegumento.

El estrato hipodérmico se divide periclinalmente para formar dos estratos (Fig. 3).

El estrato adyacente a la protodermis se diferenciará en una subepidermis monoestratificada y el estrato más interno dará origen al esclerénquima en empalizada.

La subepidermis permanece uniestratificada durante la diferenciación de la testa. Esta capa está constituida por células cúbicas parenquimáticas (Fig. 4).

Las células del estrato interno, producto de la división periclinal de la hipodermis, se alargan teniendo su eje principal perpendicular a la superficie de la semilla. En un principio los núcleos de estas células se observan en planos distintos, se trata de células parenquimáticas (Fig. 5). Sin embargo conforme avanza el desarrollo éstos se alinean en un mismo plano (Fig. 6). Esta capa permanece uniestratificada y sus células, al principio vivas, van perdiendo el contenido celular y degradándose los núcleos hasta llegar a constituir una capa de células muertas con paredes muy engrosadas, o esclerénquima en empalizada (Fig. 7). El resto del tegumento lo constituyen células parenquimatosas con núcleos evidentes, inclusiones almidonosas y grandes vacuolas. Durante el desarrollo, estas células se van degradando y en etapa de semilla hidratada sólo está representada por unos cuantos estratos de células muertas o en proceso de degeneración (Fig. 8).

En la cubierta seminal de una semilla madura, en el primer tercio de la capa de células esclerenquimatosas, adyacente a la subepidermis aparece una línea clara (Fig. 7, 8 y 9).

La cubierta seminal o testa de la semilla madura de *Evolvulus alsinoides* consta de 4 capas celulares; epidermis, subepidermis y esclerénquima en empalizada, todas ellas monoestratificadas y una capa de parénquima pluriestratificado (Fig. 10).

Esta estructura de la cubierta seminal se conserva en toda la semilla, con excepción de la región del cojincillo

La región del cojincillo se encuentra localizada en el extremo micropilar de la semilla. Externamente se observa una depresión circundada, casi en su totalidad, por un surco llamado hilo. El micrópilo obliterado es de muy difícil observación, sin embargo el hilo es perfectamente observable.

En la semilla madura la región del cojincillo está formada por una capa de células producto de una epidermis múltiple, la subepidermis monoestratificada y un solo estrato de esclerenquima en empalizada que se continúa con el resto de la testa al igual que la subepidermis. (Fig. 11).

EMBRIOGENESIS Y ENDOSPERMOGENESIS

Una vez fecundada la semilla, el desarrollo del embrión pasa por las etapas previamente descritas para la mayoría de las dicotiledoneas: embrión globular, acorazonado y torpedo. (Fig. 12).

El desarrollo del endospermo es de tipo nuclear (Fig. 13). celularizándose posteriormente, iniciando este proceso en la región micropilar (Fig. 14).

Cuando el embrión se encuentra en la etapa acorazonada, el endospermo se encuentra celularizado en el extremo micropilar del saco embrionario, mientras que en el extremo calazal permanece aún en etapa libre nuclear.

Una gran vacuola ocupa el centro del saco embrionario, desplazando el endospermo a la periferia (Fig. 15).

En la semilla madura deshidratada el endospermo queda reducido a uno o dos estratos de células vivas o capa de aleurona y a restos de paredes celulares (Fig. 16).

Durante el desarrollo del embrión, se va consumiendo primero el endospermo y después las reservas de almidón depositadas en el parénquima de la testa. En una semilla casi madura se pueden observar restos de células del endospermo, la capa de aleurona, un parénquima con 6 o 7 estratos celulares: los adyacentes al saco embrionario están siendo degradados, pero los más cercanos al esclerénquima en empalizada aún conservan sus inclusiones almidonosas (Fig.17).

En la semilla madura deshidratada el parénquima ha perdido todas sus inclusiones almidonosas y las células están en franco proceso de desintegración. Los cotiledones del embrión han crecido ocupando casi todo el volumen de la semilla. La cubierta seminal presenta una epidermis persistente, la subepidermis y el esclerénquima en empalizada con la línea clara y parénquima en degradación (Fig. 18).

Los óvulos de *Evolvulus alsinoides* son anátropos, unitégmicos y funiculados.

MORFOLOGIA EXTERNA DE LA SEMILLA

La forma de la semilla es triangular, la superficie está formada por células epidérmicas de forma irregular que no se prolongan en tricomas y que vista al MEB se observan hundidas.

HISTOQUIMICA

Detección de polisacáridos insolubles.

El ácido peryódico reactivo de Schiff (A. P. S.) da reacción positiva en la subepidermis, esclerénquima y en las paredes celulares del parénquima.

Detección del almidón.

La prueba de lugol mostró grandes cantidades de almidón almacenadas en las células parénquimáticas.

Detección de lípidos.

La presencia de lípidos se observó con la prueba de Rojo " O " de Aceite en subepidermis.

Detección de proteínas.

La reacción positiva al aplicar el azul mercúrico de bromofenol fué observada en los cotiledones y en la capa de aleurona.

LAMINA I

Fig. 1. Corte longitudinal de óvulo en etapa de antrio.

Saco embrionario (Se). Tegumento (Te). Pared del ovario (Po).
Aumento 64x. Sistema Optico: Contraste de fases.

Fig. 2. Corte longitudinal del tegumento del óvulo en antrio.

Protodermis (Pr). Hipodermis (Hi). Parénquima (Pa).
Aumento 160x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 3. Corte longitudinal de testa.

Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp). Parénquima (Pa). Pericarpio (Pe).
La flecha señala una división periclinal de la hipodermis.
Aumento 160x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 4. Corte longitudinal de testa. Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp).

Esclerénquima en empalizada (Es). Parénquima (Pa).
Aumento 400x. Sistema Optico: Contraste de fases

LAMINA II

Fig. 5. Corte longitudinal de testa.

Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp). Esclerénquima en empalizada (Es).

Parénquima (Pa).

Aumento 400x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 6. Corte longitudinal de testa.

Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp). Parénquima (Pa).

Aumento 100x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 7. Corte longitudinal de testa.

Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp). Esclerénquima en empalizada (Es).

Línea clara (Lc).

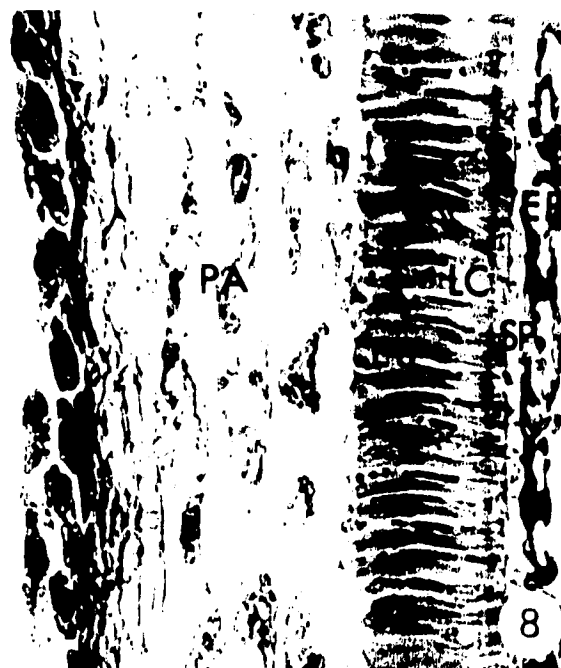
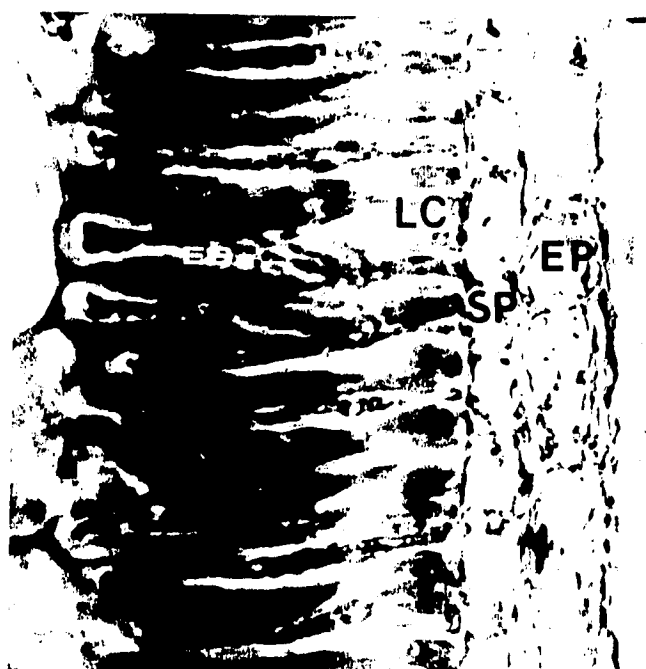
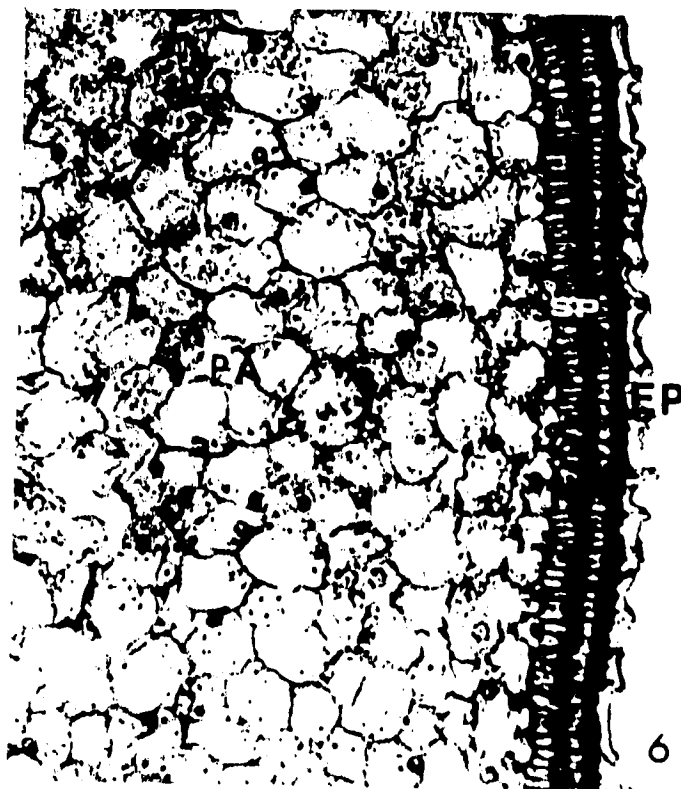
Aumento 400x. Sistema Optico: Contraste de fases.

Fig. 8. Corte longitudinal de testa.

Epidermis (Ep): Subepidermis (Sp). Esclerénquima en empalizada (Es).

Parénquima (Pa). Línea clara (Lc).

Aumento 100x. Sistema Optico: Campo claro.



LAMINA III

Fig. 9. Corte longitudinal de semilla.

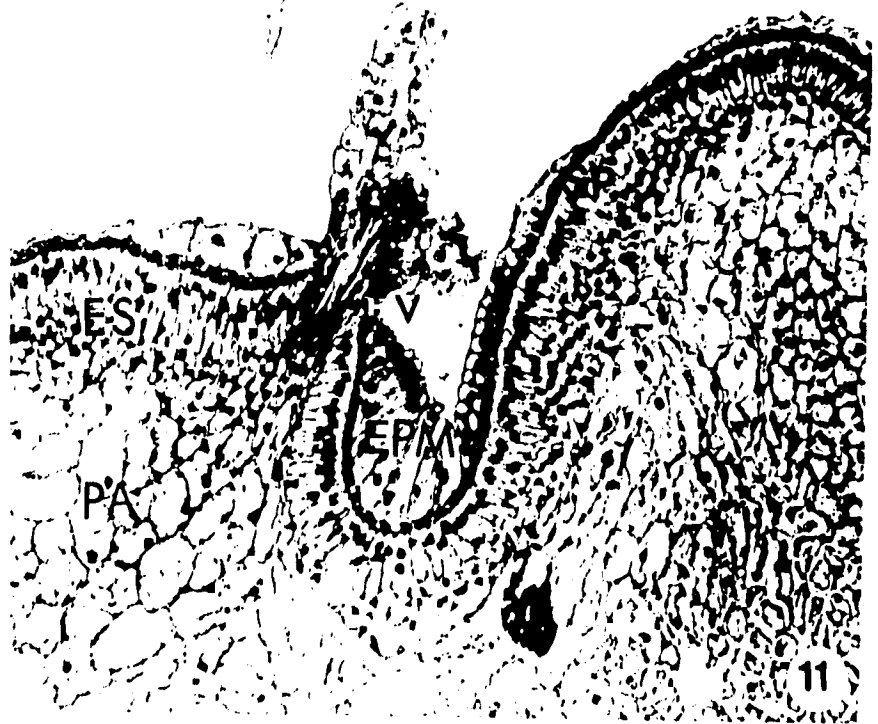
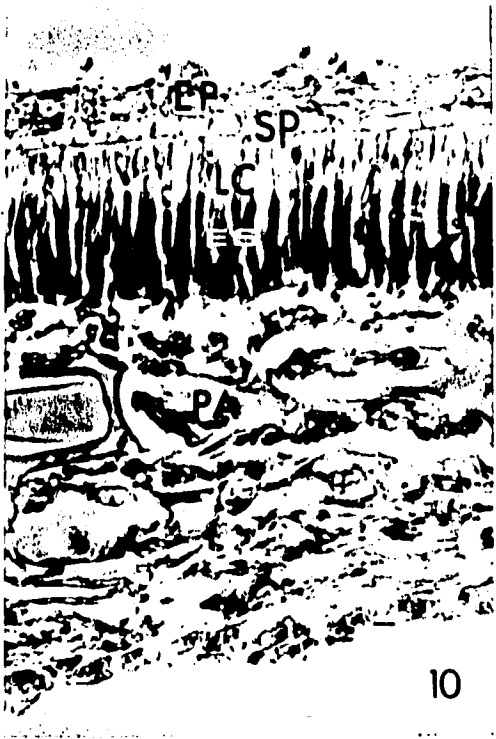
Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp). Esclerénquima en empalizada (Es).
Parénquima (Pa). Línea clara (Lc). Endospermo (End). Cotiledón (Ct).
Aumento 100x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 10. Corte longitudinal de semilla.

Epidermis (Ep). Subepidermis. (Sp). Esclerénquima en empalizada (Es).
Línea clara (Lc). Parénquima (Pa).
Aumento 100x. Sistema Optico: Contraste de fases.

Fig. 11. Corte longitudinal de la región del cojincillo.

Epidermis múltiple (Epm). Subepidermis (Sp). Esclerénquima en
empalizada (Es). Parénquima (Pa). Haz vascular (Hv).
Aumento 64x. Sistema Optico: Contraste de fases.



LAMINA IV

Fig. 12. Corte longitudinal de semilla en etapa de embrión torpedo.

Endospermo celular (Enc). Cotiledones (Ct). Epicotilo (Ep).

Hipocotilo (Hi).

Aumento 64x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 13. Endospermo.

Núcleos libres (Nu).

Aumento 100x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 14. Corte longitudinal de semilla.

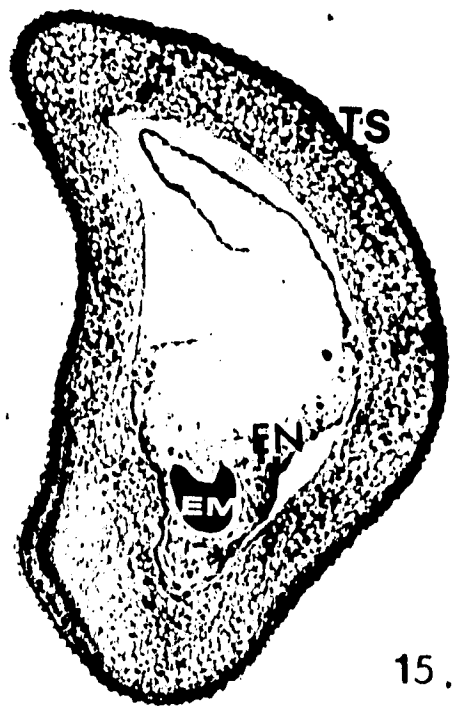
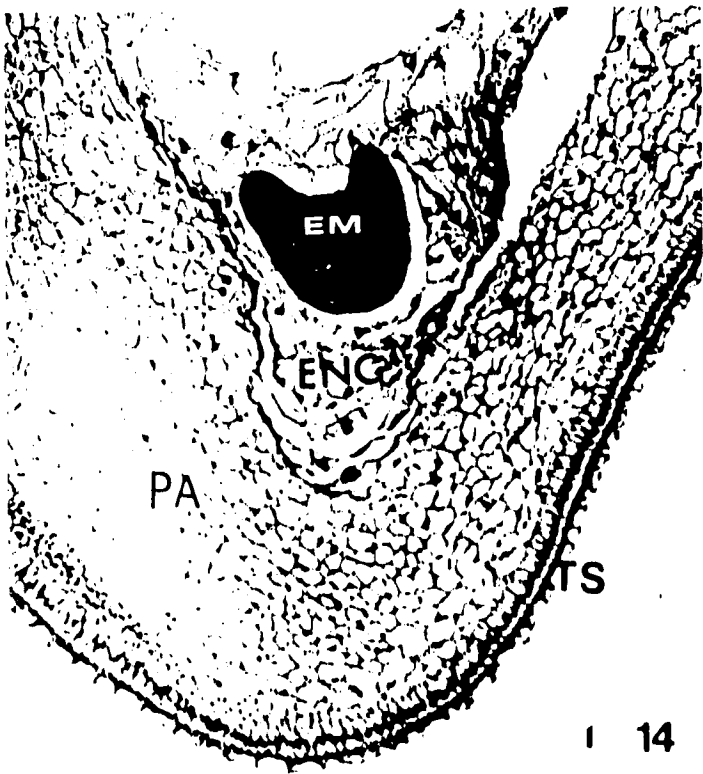
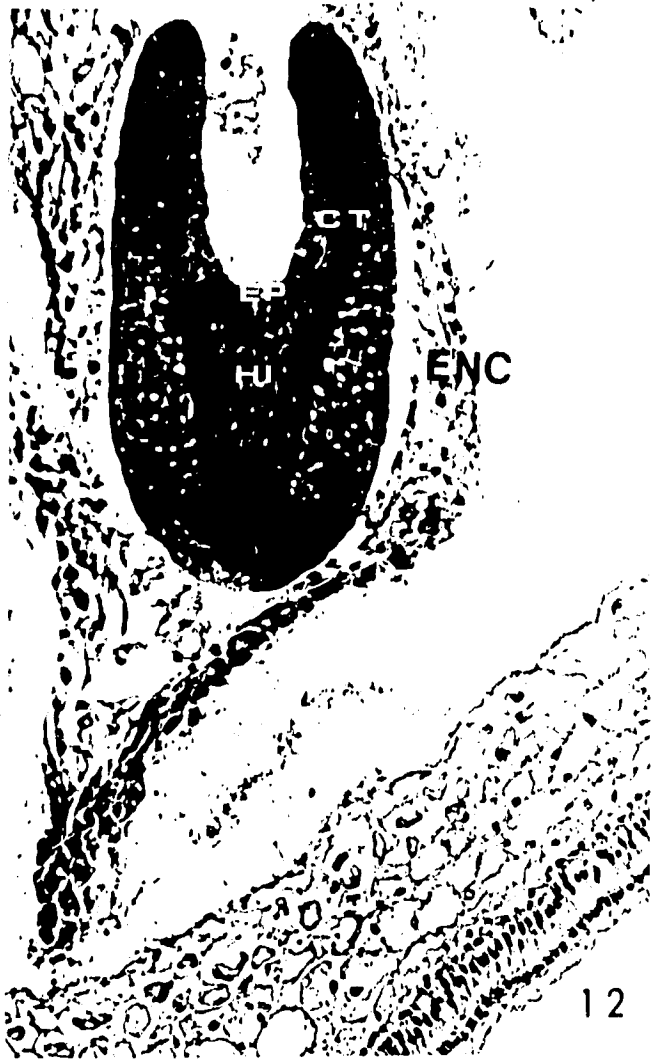
Endospermo celular (Enc). Embrión (Em). Parénquima (Pa). Testa (Ts).

Aumento 64x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 15. Corte longitudinal de semilla en etapa de embrión acorazonado.

Embrión (Em). Endospermo (En). Testa (Ts).

Aumento 12.8x. Sistema Optico: Campo claro.



LAMINA V

Fig. 16. Endospermo.

Capa de aleurona (Ca). Parénquima (Pa).

Aumento 100x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 17. Corte longitudinal de semilla madura hidratada.

Cotiledón (Ct). Endospermo (En). Testa (Ts). Capa de aleurona (Ca).

Parénquima (Pa).

Aumento 160x. Sistema Optico: Campo claro.

Fig. 18. Corte longitudinal de semilla madura deshidratada.

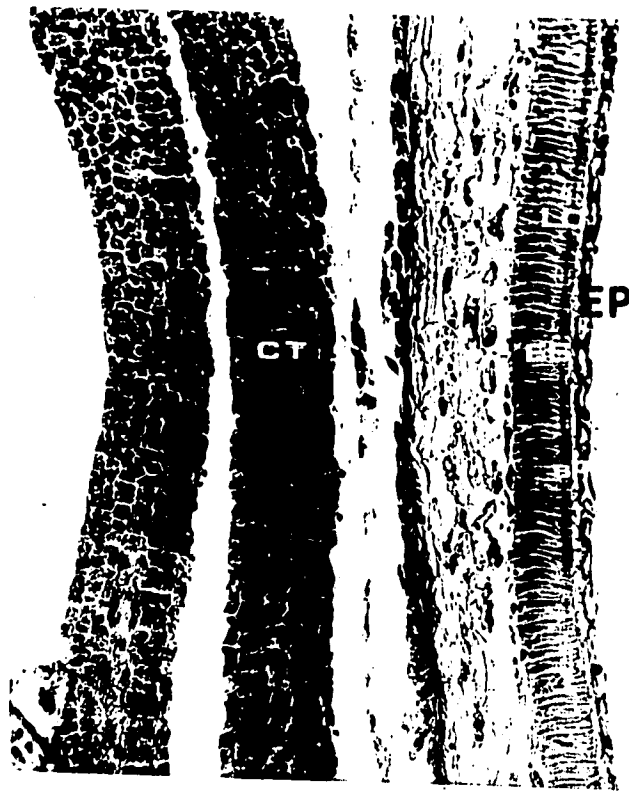
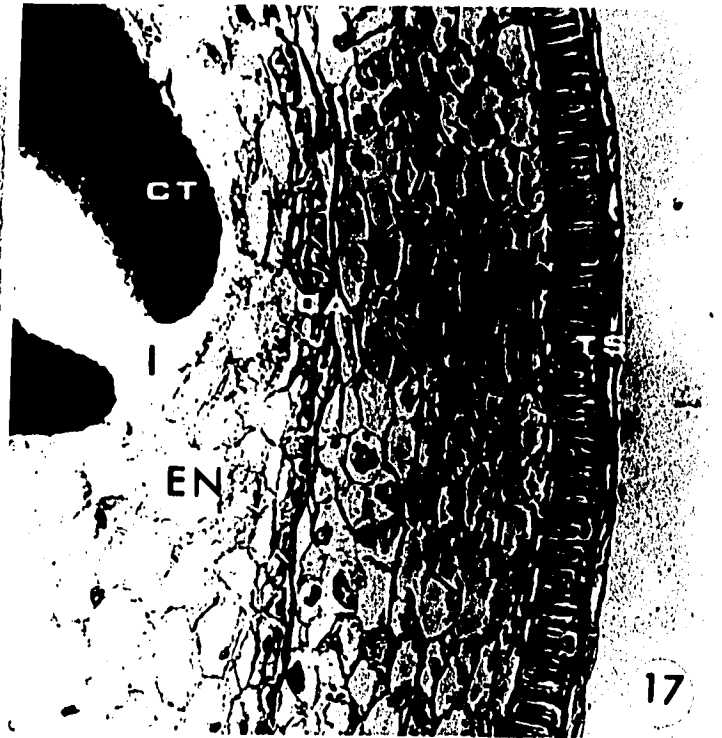
Epidermis (Ep). Subepidermis (Sp). Esclerénquima en empalizada (Es).

Cotiledones (Ct). Línea clara (Lc).

Aumento 400x. Sistema Optico: Contraste de fases.



16



18

LAMINA VI

Fig. 19. Semilla de *Evolvulus alsinoides* al MEB. Morfología Externa.

Aumento 600x

Fig. 20. Células de la epidermis de la testa.

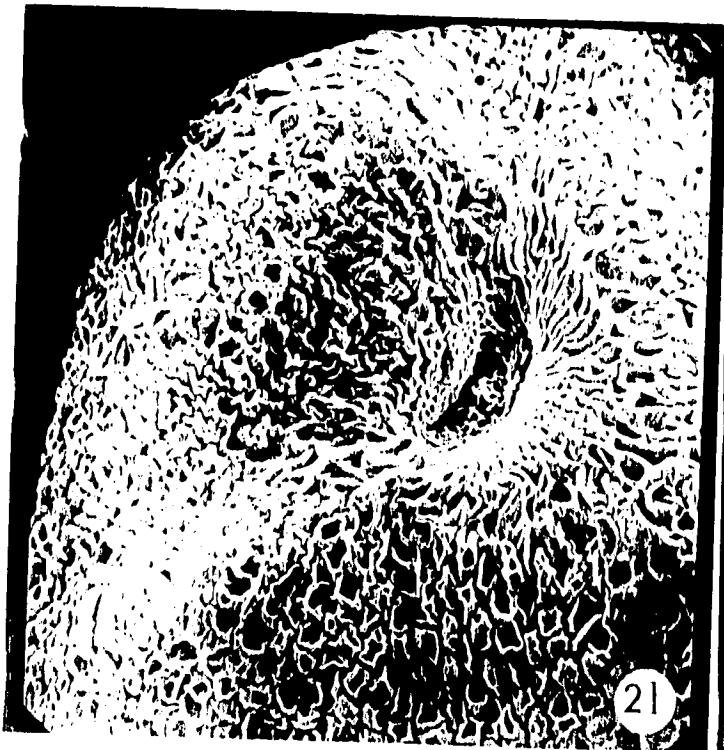
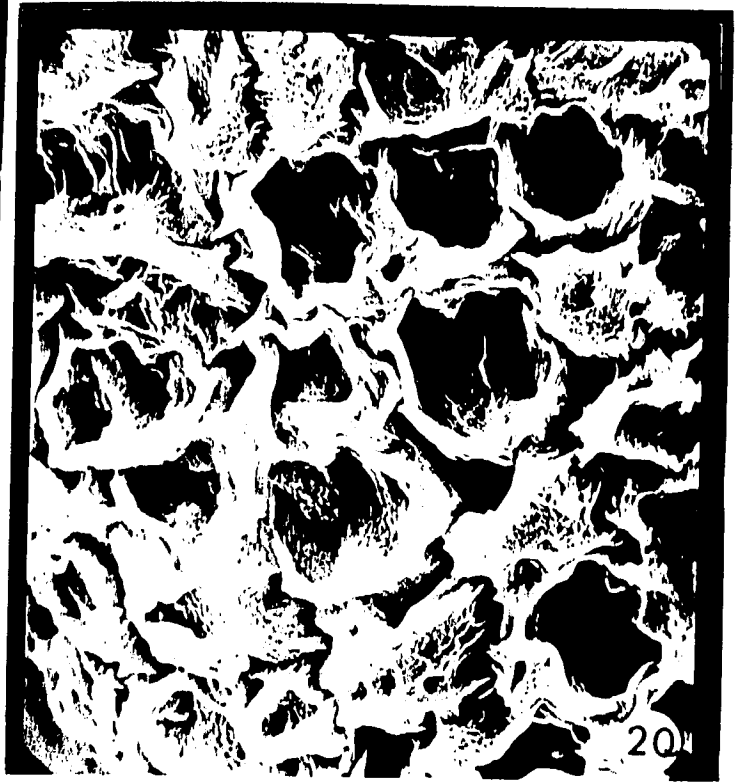
Aumento 102x.

Fig. 21. Región micropilar.

Aumento 221x.

Fig. 22. Región micropilar. Detalle del cojincillo.

Aumento 661x.



DISCUSION

La cubierta de *Evolvulus alsinoides* presenta en general la misma estructura que todas las cubiertas de las semillas de la familia Convolvulaceae hasta ahora estudiadas. Todas ellas poseen un epidermis uniestratificada, aunque las células pueden tener distinta morfología, como por ejemplo en *Dichondra sericea* la epidermis está formada por células rectangulares (Gutiérrez, 1990), *Ipomoea tyrianthina* presenta células grandes y aplanadas que se prolongan en finos tricomas no segmentados (Rojas, 1982), en *Ipomoea triloba* la cubierta seminal está constituida por células grandes cuyo eje mayor es paralelo a la superficie de la semilla (Murcio, 1983) en *Ipomoea aquatica* la epidermis está diferenciada en tricomas (Valdovinos, 1992), en *Ipomoea x leucantha* la epidermis presenta células grandes rectangulares (López, 1987), en *Evolvulus alsinoides* la epidermis está constituida por células rectangulares cuyo eje mayor es paralelo a la superficie de la semilla y no presenta tricomas.

Con respecto a la subepidermis, ésta también es uniestratificada, aunque la forma de sus células varía ampliamente entre las especies. La subepidermis es una capa cuyas células reaccionan positivamente al Rojo "O" de aceite manifestándose de esta manera la naturaleza lipídica de sus paredes; también se ha reportado lo anterior en otras especies como en *D. sericea* (Gutiérrez, 1990) *I. tyrianthina* (Rojas, 1982), en *I. crinicalyx* (Ponce, 1986), en *I. triloba* (Murcio, 1983) y en *I. aquatica* (Valdovinos, 1992).

La forma de las células también varía entre las especies pero siempre presenta, a la madurez, las células de menor tamaño entre todas las que forman la testa. Esta capa ha sido mencionada como una de las responsables de la impermeabilidad de la testa al agua (Valdovinos *et al.*, 1994).

El esclerénquima en empalizada es una capa que está presente en *E. alsinoides* al igual que en la testa de todas las semillas de la familia Convolvulaceae hasta ahora estudiadas. En *E. alsinoides* es uniestratificada; sin embargo, a diferencia de la constancia en el número de estratos que presentan la epidermis y la subepidermis, el esclerénquima es la capa con más variación en cuanto al número de estratos se refiere.

Por ejemplo, la capa de esclerénquima en *Ipomoea aquatica* (Valdovinos, 1992), *I. triloba* (Murcio, 1983), e *I. tyrianthina* (Rojas, 1982) presenta 5 o 6 estratos, 2 a 3 estratos en *Turbina corymbosa* (Márquez Guzmán y Laguna Hernández, 1982), en *D. sericea* se observaron 2 estratos (Gutiérrez, 1990).

En el primer tercio del primer estrato de células del esclerénquima en empalizada se localiza la línea clara (ligh - line). Esta estructura ha sido relacionada con la impermeabilidad de las semillas al agua (Márquez-Guzmán *et al.*, 1982).

E. alsinoides posee una línea clara en el esclerénquima en empalizada. Hay trabajos donde reportan más de una línea clara en el mismo estrato (Murcio, 1983; Murguía, 1995).

La capa más interna de la testa en convolvuláceas es el parénquima con grandes cantidades de almidón; *E. alsinoides* también la presenta y, como en las otras semillas cuando maduran, el parénquima ya ha desaparecido; se ha propuesto que durante el desarrollo de la semilla éste parénquima sustenta el crecimiento del embrión.

La presencia del endospermo con una capa de aleurona en convolvuláceas, también se observa en *E. alsinoides*.

E. alsinoides presenta al cojincillo en el extremo micropilar de la semilla, estructura común a las convolvuláceas. El cojincillo de ésta especie presenta una epidermis múltiple, lo cual ha sido también reportado para *D. sericea* con 3 estratos celulares (Gutiérrez, 1990). En *Turbina corymbosa* (Márquez y Laguna, 1982) y en *I. aquatica* (Valdovinos, 1992) se describen en la región del cojincillo una epidermis y subepidermis pluriestratificadas. En *I. purpurea* (Ponce, 1990) e *I. x leucantha* (López, 1987) se observa que el cojincillo también presenta una epidermis pluriestratificada.

En el cuadro 1 se comparan los resultados obtenidos para *Evolvulus alsinoides* con los reportados en *Dichondra sericea*, *Ipomoea triloba*, *I. x leucantha*, *I. tyrianthina*, *I. aquatica* en cuanto al número de estratos que presentan cada una de las capas de la cubierta seminal: epidermis, subepidermis, esclerénquima en empalizada y parénquima.

•	<i>E. alsinoides</i> (Rodríguez, 1995)	<i>D. sericea</i> (Gutiérrez, 1990)	<i>I. aquatica.</i> (Valdovinos, 1992)	<i>I. triloba</i> (Murcio, 1983)
Epidermis	Uniestratificada sin tricomas	Uniestratificada	Uniestratificada con tricomas	Uniestra- tificada
Subepider- mis	Uniestratificada	Uniestratificada	Uniestratificada	Uniestra- tificada
Esclerén- quima en empalizada	Uniestratificado con una línea clara.	Pluriestratificado con dos estratos y una línea clara.	Pluriestratificado con 3 o 4 estratos celulares con una línea clara.	Pluriestra- tificado con 3 o 4 estratos y una- línea clara
Parénquima	Pluriestratifi- cado	Pluriestratificado	Pluriestratificado	Pluries- tratifi- cado

Cuadro 1.-

	<i>..I.. x leucantha</i> (López, 1987)	<i>I. crynicalyx</i> (Ponce, 1986)	<i>:I. tyrianthina</i> (Rojas, 1982)
Epidermis	Uniestratificada	Uniestratificada diferenciada en tricomas	Uniestratifi- cada
Subepider- mis	Uniestratificada	Uniestratificada	Uniestratifi-- cada
Esclerénquima en empalizada	Pluriestratificado con 2 a 4 estratos con una doble línea clara	Pluriestratificada con 2 a 3 estratos con una línea clara	Pluriestrati- ficado con 5 o 6 estratos con una línea clara
Parénquima	Pluriestratificado	Uniestratificado	Pluriestrati- ficado

CONCLUSIONES

1. Los resultados de este trabajo demuestran la constancia en la estructura de la semilla de *E. alsinoides* con el resto de las especies de la familia Convolvulaceae.
2. El número de estratos en cada capa de la testa en general y la forma de las células que constituyen las diferentes capas, en particular pueden constituir elementos característicos para diferenciar a las especies de esta familia.

BIBLIOGRAFIA

- Austin, D. F. 1990. Comments on Southwestern United States *Evolvulus* and *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Madroño* 37: 124-132.
- Corner, E. J. G. 1976. The seeds of dicotyledons. Cambridge. Univ. Press. London.
- Cronquist, A. J. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. p. 895- 898.
- Gutiérrez, A. M. 1990. Anatomía e Histoquímica del desarrollo de la semilla de *Dichondra sericea* Sw (Convolvulaceae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Johansen, A. D. 1940. Plant Microtechnique. Mc Graw Hill Co. New York.
- Kornerup, A. y J. H. Wansher. 1978. Methuen Handbook of Colour. De Methuen
- López, C. L. 1989. Estudio del Ciclo de Vida y del desarrollo de la semilla de *Ipomoea x leucantha* (Convolvulaceae) contaminante del arroz comercial. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Márquez G., J. 1986. Anatomía e Histoquímica del desarrollo de la semilla de *Turbina corymbosa* (L.) Raf. Convolvulaceae. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias . UNAM. México.
- Márquez G., J. y Laguna, H. 1982. Anatomía de la semilla y germinación de *Turbina corymbosa* (L.) Raf. Convolvulaceae. *Phyton*. 42 (1): 1-8.
- McDonald, A. 1991. Origin and Diversity of Mexican Convolvulaceae. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot.* 62: 65-82.
- McDonald, A. 1993. Flora de Veracruz: Convolvulaceae 1. Fascículo 73. Instituto de Ecología, A.C.

- Murcio, E. 1983. Estudio Anatómico y Citoquímico de la semilla madura de *Ipomoea triloba*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Murguía, S. G. 1986. Estudio comparativo de semillas maduras de dos especies arbóreas del género *Ipomoea* (Convolvulaceae). Tesis Profesional . Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Murguía, S. G. 1995. Morfología y Anatomía reproductiva de nueve especies de la serie arborescentes (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.) Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Núñez, M. C. Y. 1992. Presencia de laticíferos en embriones de once géneros de convolvuláceas Mexicanas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Oostroom, S. J. VAN. 1934. A monograph of the genus *Evolvulus*. Meded. Bot. Mus. Herb. Rijks. Univ. Utrecht.
- Ponce S., R. M. 1986. Estudio del desarrollo de la testa de *Ipomoea cynicalyx* (Convolvulaceae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Rojas, P. M. 1982. Estudio Anatómico y Citoquímico de la semilla madura de *Ipomoea tyrianthina* (Convolvulaceae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Tiagi, B. y P. K. Gupta. 1963. Floral Morphology and Embriology of *Evolvulus alsinoides* Linn. Proc. Raj. Acad. Sci. Vol X: 51-58.
- Valdovinos, P. G. 1992. Estructura e histoquímica del desarrollo de la semilla de tres variedades de *Ipomoea aquatica* (Convolvulaceae). Tesis Profesional Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Valdovinos- Ponce, G., R. M. Ponce-Salazar y J. Márquez-Gúzman. 1994. Histoquímica del desarrollo de la testa de *Ipomoea aquatica* Forsk (Convolvulaceae) en relación con la permeabilidad al agua. Phytion 55 : 107-114.