

00345

9.  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**"CAMBIOS ESTRUCTURALES E HISTOQUIMICOS  
DE LOS LATICIFEROS DE Ipomoea purpurea,  
DURANTE LA GERMINACION Y EL  
ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTULA"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS  
( BIOLOGIA VEGETAL )**

**P R E S E N T A :**

**BIOL. MA. <sup>via</sup> DEL ROSARIO RODRIGUEZ GUILLEN**

DIRECTORA DE TESIS: DRA. GUADALUPE JUDITH MARQUEZ GUZMAN

MEXICO. D. F.

1995



## **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.

**¡ A MIS PADRES !**  
**ARTURO RODRIGUEZ V.**  
**Y CLEMENCIA DEL C. GUILLEN.**

**A MIS HERMANOS Y SOBRINOS**

**A MIS AMIGOS: ANA Y NORBERTO**

**¡DEDICO ESTA TESIS A TODAS AQUELLAS  
PERSONAS QUE HAN SIDO PARTE DE MI  
VIDA, DE MI FORMACION Y A VECES DE  
MI DESESPERACION !.**

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Guadalupe Judith Márquez Guzmán, directora de esta tesis, le agradezco el apoyo que me brindó así como su paciencia e interés en el logro de este trabajo.

A la Dra. Gpe. Judith Márquez Guzmán, al Dr. Hermilo Quero Rico así como a la Dra. Hilda A. Zavaleta por ser parte de mi comité tutorial les agradezco las enseñanzas, correcciones y sugerencias que gentilmente relizarón a este trabajo.

A la Dra. Ma. Cristina Perez-Amador Barrón, a la Dra. Ana Luisa Anaya Lang, a la Dra. Gpe. Judith Márquez Guzmán, al Dr. Hermilo Quero Rico, a la Dra. Alma Delfina Lucia Orozco S., al Dr. Guillermo Laguna Hernández y a la Dra. Clara Esquivel Huesca, miembros del jurado que evaluó esta tesis, les agradezco las sugerencias y correcciones realizadas a esta.

Al Dr. Hermilo Quero Rico le agradezco especialmente el tiempo tan valioso que invirtió para la revisión detallada y minuciosa a esta tesis, ya que su interés representa una enseñanza muy importante para mi formación académica.

A los integrantes del lab. de Microcine de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M., especialmente al Biol. Alfredo Homer Gamboa ya Tofito Hernández, les agradezco tanto su tiempo como su

paciencia en la toma de micrografías que ilustran este trabajo.

A mis compañeros del laboratorio de Citología Vegetal de la Facultad de Ciencias , por el interés que han otorgado a mi trabajo, por su dedicación en el suyo y por el avance en el logro de todas nuestras metas.

## CONTENIDO

I. RESUMEN	-1-
1.- INTRODUCCION	-3-
2.- ANTECEDENTES	-5-
2.1. CONCEPTOS GENERALES	-5-
2.1.1. DEFINICION DE LATICIFEROS	-6-
2.1.2. DEFINICION DE LATEX	-6-
2.1.3. COMPOSICION QUIMICA DE LATEX	-7-
2.1.4. CLASIFICACION DE LATICIFEROS	-8-
2.1.5. ORIGEN DE LOS LATICIFEROS	-10-
2.1.6. ESTRUCTURA CELULAR DE LATICIFEROS	-11-
2.1.7. HISTOQUIMICA	-13-
2.1.8. DISTRIBUCION DE LATICIFEROS	-15-
2.1.9. FUNCION DEL LATEX	-17-
2.1.10. PRODUCTOS COMERCIALES DEL LATEX	-18-
2.2. PRESENCIA DE LATICIFEROS EN ALGUNAS FAMILIAS DE ANGIOSPERMAS	-19-
2.2.1. UBICACION Y DESCRIPCION TAXONOMICA DE LA FAMILIA CONVULVACEAE	-20-
2.3. DESCRIPCION BOTANICA DEL GENERO <i>Ipomoea</i>	-21-
2.3.1. DESCRIPCION BOTANICA DE <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	-22-
3.- OBJETIVOS	-25-
3.1. OBJETIVO GENERAL	
3.1.1. OBJETIVOS PARTICULARES	
4.0.- MATERIALES Y METODOS	-26-
4.1. GERMINACION	-26-
4.2. MATERIAL DE ESTUDIO PARA LATICIFEROS COTILEDONARIOS	-26-
4.3. MATERIAL DE ESTUDIO PARA LATICIFEROS DE LA PLANTULA	-28-

4.4. EXUDADOS DE LATEX	-29-
5.0.- RESULTADOS	-31-
5.1. LATICIFEROS COTILEDONARIOS	-31-
5.1.1. Forma	-32-
5.1.2. Tamaño	-32-
5.1.3. Estructura	-32-
5.2. LATICIFEROS DE LA PLANTULA	-34-
5.2.1. Origen	-34-
5.2.2. Localización	-35-
5.2.3. Estructura	-35-
5.3. TECNICAS DE TINCION PARA LATICIFEROS	-37-
5.4. EXUDADO DE LATEX DE <i>Ipomoea purpurea</i> .	-39-
6.0. DISCUSION	-52-
7.0. CONCLUSIONES	-58-
8.0. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	-60-

En el presente trabajo se estudió la distribución, estructura, ontogenia e histoquímica de los laticíferos de la plántula de *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae) así como las transformaciones de los laticíferos embrionarios, que se presentan exclusivamente en los cotiledones, y que desaparecen de la planta al desprenderse las hojas cotiledonarias.

En la plántula de *Ipomoea purpurea* coexisten dos tipos de laticíferos. El primer tipo de laticíferos aparece muy temprano en la ontogenia de la semilla y se localizan exclusivamente en los cotiledones del embrión. Son detectados aproximadamente a los 18 días de desarrollo embrionario, tomando a la antesis como día cero, su estructura corresponde al tipo de laticíferos no articulado no ramificado, al que también se le da el nombre de células laticíferas. Estas células una vez que completan su diferenciación, aproximadamente a los 30 días de desarrollo de la semilla, no cambian su morfología ni composición (reacción histoquímica) durante la germinación ni en la plántula ya establecida. Desaparecen con la senescencia y caída de las hojas cotiledonarias. Un segundo tipo de laticíferos es detectado aproximadamente 24 horas después de la germinación de la semilla en el córtex de la raíz y el tallo así como en la vena media de las hojas definitivas, su tipo corresponde al de laticíferos articulados no anastomosados y estarán presentes durante el resto del ciclo de vida (anual) de la planta.

Las pruebas histoquímicas aplicadas a los dos tipos de laticíferos, demuestran la presencia de polisacáridos insolubles, lípidos y proteínas en la composición química del látex.

Los laticíferos cotiledonarios, no articulados no ramificados, así como los laticíferos de la plántula articulados no anastomosados poseen una ontogenia independiente; aunque ambos coexisten en la plántula por un periodo de tiempo muy breve.

## 1. INTRODUCCION

El género *Ipomoea* (Convolvulaceae) está formado por alrededor de 500 especies que presentan una distribución pantropical, con algunos taxa en latitudes templadas (McDonald, 1985). No sólo es el género más grande sino también el más diverso en cuanto a formas de crecimiento y de adaptación de algunas de sus especies a una gran variedad de condiciones ambientales (Pedraza, 1983).

En México este género esta representado por 140 a 150 especies (Austin y Pedraza, 1983; McDonald, 1991) cuya forma de vida más común es la herbácea o la arbustiva.

*Ipomoea purpurea* es una hierba anual voluble, pubescente, con hojas pecioladas, trilobuladas. Esta considerada como una arvense y se localiza en cultivos de maíz, sorgo y frijol (Agundis, 1984).

Su importancia económica para México es grande, ya que crece principalmente sobre cultivos de maíz y sorgo provocando daños directos e indirectos que causan pérdidas que se reflejan en mayores costos de producción y menor calidad del producto cosechado. Comunmente se le conoce como "Correhuela, manto de la virgen o trompillo" (Ponce-Salazar, 1986).

Un carácter diagnóstico para la familia Convolvulaceae es la presencia de laticíferos (Cronquist, 1981) y no obstante ser considerado un carácter importante, los estudios sobre el tema son escasos. Particularmente en *Ipomoea purpurea*, los estudios sobre laticíferos solo han abarcado a las semillas (Alva, 1988, Alva et al. 1990 y Rodríguez, 1990) y la planta adulta (Cortella, 1989).

El propósito del presente trabajo fué investigar la ontogenia de los laticíferos en la plántula, así como las transformaciones de los laticíferos cotiledonarios durante la germinación de la semilla hasta la caída de las hojas cotiledonarias.

## 2.0. ANTECEDENTES

### 2.1. CONCEPTOS GENERALES.

En las plantas, una secreción se define como cualquier producto del metabolismo vegetal sin empleo ulterior en los procesos metabólicos de las plantas (Font-Quer, 1973).

De acuerdo con Mauseth (1988), las secreciones se pueden agrupar en dos categorías. La primera contiene a todos los sistemas que se encuentran dentro de la planta (internas) y la segunda (externas) incluye a aquellas que facilitan la interacción de las plantas con otros organismos.

En la primera categoría se encuentran por ejemplo: sistemas glandulares que remueven el exceso de agua o sales de la planta o a aquellas secreciones que se acumulan, aíslan y/o degradan, en general, productos que no demanda el citoplasma.

En el segundo tipo se encuentran a aquellas estructuras que producen a los compuestos aromáticos, así como a los nectarios que atraen los polinizadores a las flores.

Existe una gran variedad de clasificaciones en cuanto a secreciones de las plantas y se basan en diferentes características por ejemplo:

A) NATURALEZA DEL PRODUCTO SECRETADO ; por ejemplo: nectarios, hidátodos, glándulas de sal, ductos de resina, laticíferos, etc.

B) TIPOS DE ESPACIOS DE ACUMULACION ; por ejemplo: secreción endógena, esquizógena, lísigena y esquizolisígena.

C) TIPO DE ESTRUCTURAS SECRETORAS ; por ejemplo: secreción interna por una célula, secreción externa por una célula , secreciones interna y externa por complejos de células.

En consecuencia los laticíferos se consideran estructuras secretoras, y de acuerdo a su tipo, se les puede incluir en cualesquiera de los grupos mencionados en la clasificación anterior (Mauseth, 1988).

#### 2.1.1. DEFINICION DE LATICIFEROS

Existen varias definiciones de laticíferos; Font-Quer (1973), los define como: "Estructuras que contienen látex". Fahn (1974), menciona que los laticíferos son estructuras especializadas que contienen látex, y esta misma autora en 1979 los define como célula o conjunto de células especializadas que contienen látex.

Essau (1982), define a los laticíferos como células o series de células conectadas que tienen látex. En cuanto a Cortés (1986), éste menciona que los laticíferos pueden ser formados por una célula o por un grupo de ellas y que están especializadas en la secreción de un fluido llamado látex.

#### 2.1.2. DEFINICION DE LATEX

La palabra "LATEX", proviene del latín *LAC* que significa "leche" Mauseth (1981).

Se le llama látex a una emulsión natural de composición variable de diversos colores que se encuentra en lugares especiales de la planta (Youngken, 1951).

Font-Quer (1973), lo define como "Jugo" fundamentalmente lechoso, de una gran blancura, a veces amarillo, anaranjado o rojo, que fluye de las heridas de muchas plantas. El látex de *Morus* y *Nerium oleander* es

de color claro (Essau, 1976), pardomarrillento en *Cannabis*, amarillo o naranja en Papaveraceae (Fahn, 1968), lechoso en *Asclepias*, *Euphorbia*, *Ficus* y *Lactuca* (Cronquist, 1981).

Es una emulsión en un líquido acuoso, de diversas sustancias insolubles en él, principalmente partículas de resinas, caucho, grasas y terpenos. Algunas veces contiene almidón y diversas sustancias de importancia médica (Benavides, 1980).

Fahn (1974), lo define como un líquido viscoso que producen algunas plantas; es una suspensión o en algunos casos una emulsión, cuya composición química puede variar en diferentes especies de plantas. Fahn (1979), agrega que el látex es una emulsión con varios índices de refracción.

### 2.1.3. COMPOSICION QUIMICA DEL LATEX

El Látex como emulsión puede contener proteínas, azúcares, gomas, alcaloides, enzimas, aceites, sales y ácidos orgánicos (Hill, et al. 1976).

Según Fahn (1979) los componentes de la fase dispersa del látex se pueden dividir de acuerdo a su naturaleza química en siete grupos: polisoprenos hidrocarbonados, triterfenoles y esteroides, ácidos grasos y ácidos aromáticos esterificados, carotenos, fosfolípidos, proteínas y constituyentes inorgánicos.

Strasburger (1985), menciona que en el látex se pueden encontrar disueltos azúcares, taninos, glucósidos y a veces alcaloides.

El látex posee una gran cantidad de compuestos y esta composición varía de acuerdo a la especie.

En el látex de *Papaver somniferum* se encuentran alcaloides entre otros compuestos. En las Asteraceae se pueden encontrar azúcares y en *Musa*, taninos. *Carica papaya* contiene en su látex "papaina" que es una enzima proteolítica y *Taraxacum* posee partículas de caucho. Quizá la planta más estudiada con respecto a la composición de su látex sea *Hevea brasiliensis* conocida como "árbol de caucho". Su látex contiene un 30 % de caucho, el cual es utilizado en la industria y por consiguiente posee una gran importancia comercial. El caucho es un politerpeno que se encuentra en el látex de muchas especies vegetales y su utilización es con fines comerciales especialmente el látex de la familia Euphorbiaceae (Strasburger, 1985).

#### 2.1.4. CLASIFICACION DE LATICIFEROS

La primera clasificación de los laticíferos corresponde a De Bary 1877 (*op.cit.*Fahn), postulando dos categorías: a) laticíferos articulados y b) laticíferos no articulados.

Bureau, 1954, propone una clasificación con tres categorías:

A) LATICIFEROS NO ARTICULADOS. Dentro de este tipo se incluyen los siguientes subtipos agrupados con base a la morfología y ontogenia:

- subtipo *Cannabis* (alfa)
- subtipo *Euphorbia* (beta)
- subtipo *Eucomia* (gama)

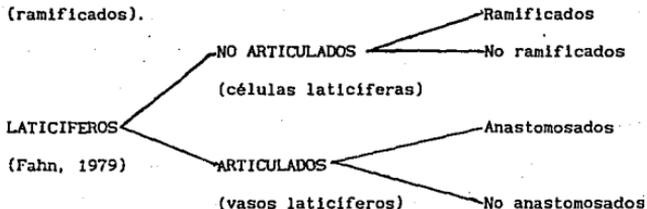
B) LATICIFEROS ARTICULADOS

C) LATICIFEROS ANASTOMOSADOS.

Ruiz Oronoz (1962), clasifica a los laticíferos en articulados y continuos. El término continuo equivale al tipo de laticíferos no articulados.

Fahn (1979), toma como base de la clasificación la propuesta por De Bary (1877) y precisa que los laticíferos no articulados son multinucleados y que se desarrollan a partir de una sola célula, la cual se alarga conforme la planta va creciendo. Este tipo de laticíferos es también llamado "célula laticífera". En algunas plantas esta célula se desarrolla en un tubo mas ó menos recto, al que se le denomina laticífero no articulado no ramificado. En otras plantas esta célula se ramifica repetidamente formando un gran sistema. A este tipo de laticíferos se les ha dado el nombre de laticíferos no articulados ramificados.

A los laticíferos articulados se les conoce también como vasos laticíferos y consisten en series de células las cuales son simples o unidas a otras series de células laticíferas formando redes. Las series de células simples son llamadas laticíferos articulados no anastomosados (no ramificados). a las series de células laticíferas que forman redes se les llama laticíferos articulados anastomosados (ramificados).



### 2.1.5. ORIGEN DE LOS LATICIFEROS

Los laticíferos según sea el tipo se originan en el embrión a partir de células meristemáticas. La morfogénesis de estos va a depender del tipo de laticíferos que se formen. Los laticíferos no articulados se forman a partir de células meristemáticas que ya en la plántula se elongan formando tubos, sus núcleos se multiplican por cariocinesis sin citocinesis, formando estructuras multinucleadas. Conforme la planta se desarrolla, los laticíferos crecen en forma mas o menos paralela al cilindro vascular llegando a alcanzar longitudes considerables.

Los laticíferos articulados se forman por la fusión de varias células, esta fusión se puede dar por la pérdida parcial o total de sus paredes transversales; o simplemente por la formación de poros en la pared (Strasburger, 1985).

Los resultados de algunas investigaciones realizadas sobre laticíferos coinciden en que éstos son originados durante la etapa embrionaria, sin embargo el lugar y la etapa de desarrollo embrionario a partir de la cual se originan, varían según la especie de que se trate.

En las Euphorbiaceae, Asclepiadaceae y Apocynaceae los laticíferos se inician a nivel de la inserción de los cotiledones en el eje embrionario en el llamado "plano nodal" (Milanez y Neto, 1956). Los primeros tubos originados recorren el plano nodal formando arcos que se entrelazan y anastomosan en varios puntos constituyendo un plexo nodal. En *Euphorbia marginata* (Mahlberg y Sabharwall, 1966) los laticíferos se

originan en la etapa de desarrollo embrionaria denominada "acorazonada".

Para Stockstill y Nessler (1986) los laticíferos no articulados de *Nerium oleander*, se originan en el embrión como "iniciales" separadas y continúan creciendo a través del eje de la planta formando una red muy compleja. Thureson y Klein (1969) mencionan que en *Papaver somniferum* los laticíferos no se detectan en el embrión, éstos son observados entre las 18 y 30 horas después de la germinación de la semilla y se encuentran cercanos al área del floema.

En *Papaver bracteatum* los laticíferos fueron detectados 73 horas después de germinada la semilla, se ubican acropétalmente (punta de tallo y raíz), paralelos al procambium y en asociación con elementos del floema. La diferenciación de los elementos que contiene el laticífero comienza por la formación de numerosas vesículas que provienen del retículo endoplásmico en el protoplasto, y cuya presencia permite distinguir a los laticíferos de las células adyacentes (Nessler y Mahlberg, 1978).

Nessler (1981) encontró que en plántulas de *Glaucium flavum*, las "iniciales" de los laticíferos aparecen en el procambium de la radícula entre las 48 y 72 horas después de la germinación de la semilla y se encuentran adyacentes al floema.

#### 2.1.6. ESTRUCTURA CELULAR DE LATICIFEROS

La mayoría de los autores coinciden en que los laticíferos son células vivas que conservan su protoplasto y poseen una pared celular primaria delgada, no lignificada, formada principalmente de celulosa. Al inicio de la diferenciación, los laticíferos presentan un núcleo más

o menos central y conspicuo así como una gran cantidad de pequeñas vacuolas. Conforme avanza el desarrollo, las vacuolas se fusionan formando una vacuola central de gran tamaño, esta vacuola aumenta en tamaño rápidamente provocando el desplazamiento del núcleo, citoplasma y organelos hacia la periferia (Fahn, 1979).

En los laticíferos no-articulados de muchas plantas, los nucleos experimentan varias divisiones induciendo la plurinuclearidad (cenocíticos). Los laticíferos articulados, en los que existe comunicación entre células, también son plurinucleados debido a la unión de protoplastos y no a la multiplicación de sus nucleos. En los laticíferos jóvenes el núcleo es fácilmente visible, sin embargo en etapas de desarrollo posteriores, el látex dificulta su visibilidad (Sperlich *op. cit.* Fahn, 1979). La pared celular de los laticíferos no-articulados suele ser mas gruesa que la de las células parenquimáticas excepto en los extremos; ya que estos crecen en forma intrusiva y van ocupando los espacios intercelulares existentes (Cortés, 1980).

El espesor de las paredes de los laticíferos articulados puede ser desigual, por lo tanto se dificulta la observación de los campos primarios de puntuaciones (Sperlich *op.cit.* Fahn, *op. cit.*).

La utilización de la microscopía electrónica de transmisión en el estudio de los laticíferos, ha permitido observar a las vesículas que se encuentran en ellos así como su procedencia, la cual es a partir del retículo endoplásmico rugoso. Los plastidios degeneran en el laticífero maduro, el látex es producido en el citoplasma e incorporado a la vacuola central (Wilson y Mahlberg, 1980). La intensa

basofilia del citoplasma de los laticíferos se debe a la gran cantidad de ribosomas y retículo endoplásmico libres (Santos Díaz 1984).

Alva (1988) menciona que el citoplasma, núcleo y otros organelos de los laticíferos cotiledonarios de *Ipomoea purpurea*, se degradan conforme avanza el desarrollo hasta que desaparecen completamente. La degradación completa de los organelos se da a la madurez del laticífero.

#### 2.1.7. HISTOQUIMICA

El látex por poseer una gran cantidad de compuestos, forma un complejo químico muy importante, su composición varía de acuerdo a la especie y puede incluir varios productos. Por ejemplo el látex de *Cannabis sativa* contiene productos de secreción que son teñidos con sudán negro "B" y son considerados argentofilicos. La thiosemicarbazida (TSC), puede reaccionar con grupos aldehído o cetona, lo que explica la tinción de los lípidos en el látex que los contiene (Mesquita y Díaz, 1984).

En el caso de *Musa sp.* el látex es un indicador importante de las relaciones planta-agua. El látex del plátano es una suspensión coloidal, cuyos componentes principales son los glóbulos lipídicos, los lutoides, los fragmentos citoplasmáticos como los rafidios y diversas inclusiones de apariencia filamentosas.

Los "lutoides" se encuentran en dos formas morfológicas: vesículas globulares y vesículas cristaloides. Las primeras son osmóticamente activas y la mayoría se encuentran en estado de expansión cuando el potencial del soluto es de aproximadamente (-0.5 M Pa.). Estas

vesículas están rodeadas por una membrana unitaria y contiene en el interior varias unidades membranosas. Los lutooides cristaloides ó vesículas cristaloides, contienen grandes cristales hexagonales. Los fragmentos citoplásmicos del látex de *Mussa* se presentan como estructuras globulares dentro de una membrana plasmática (Kallarackal, et al. 1986).

Cortella (1989) realizó un trabajo sobre los laticíferos de hojas maduras de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. Las pruebas histoquímicas aplicadas presentaron reacción negativa para mirosina y terpenoides, y fué positiva para sustancias lipofílicas y caucho.

El látex de *Calatropis gigantea*, contiene partículas coloidales irregulares llamadas "lutooides" que se disuelven en una solución de amoníaco y, cuando son teñidos con sudán IV, la coloración observada es rojo oscuro, y al parecer, no presentan la propiedad de fluorescencia (Roy y Deepesh, 1992).

---

El término "lutoide", se aplica a partículas osmóticamente activas extraídas del látex de varias especies de plantas. En general son microvacuolas con una sola membrana y con actividades lisosomales (Roy y Deepesh, 1992).

### 2.1.8. DISTRIBUCION DE LATICIFEROS.

Los laticíferos están restringidos a algunos géneros y familias de plantas. Son estructuras que se localizan en todo el cuerpo de la planta o bien se restringen a ciertos tejidos. En el tallo se encuentran comunmente asociados al floema, los reportes de laticíferos en la raíz son escasos (Fahn, 1979).

Rosowski (1968) en un trabajo realizado sobre *Euphorbia supina*, observó laticíferos en el tallo y mencionó que estos se encuentran en el córtex y penetran a la hoja hasta llegar a las células epidérmicas. Los laticíferos del entrenudo están en contacto con el floema pero no con el xilema. En las zonas de los nudos los laticíferos se ramifican alrededor de las trazas de la hoja y penetran a través de ella por el lado abaxial. En la lámina de la hoja los laticíferos se ubican paralelamente al haz vascular y se ramifican libremente de una vena a otra. Los laticíferos que se ramifican en el haz de la vaina hacen contacto con las traqueidas. Los laticíferos se ramifican desde las venas a través de los espacios intercelulares, las células en empalizada o bajo los espacios de las células esponjosas del mesófilo, en cualquier caso se ramifican y hacen contacto con la epidermis.

Brunni *et al.* (1978), observaron que en *Euphorbia marginata* el sistema laticífero se encuentra tanto en el estele como en el córtex, y se anastomosa en el plexo cotiledonario. Los laticíferos del córtex y del estele se enlazan por ramificaciones horizontales al plexo nodal situado bajo el meristemo epicotilar. Los laticíferos vasculares terminan sin ramificación en el ápice de

la radícula. Los laticíferos del córtex se ramifican hacia la epidermis y los laticíferos cotiledonarios cercanos al haz vascular forman una malla alrededor de las areolas del mesófilo en la hoja.

Murugan et al. (1987), mencionan que en *Vallaris solanacea* los laticíferos del tipo no articulado se encuentran en toda la planta: se localizaron en el córtex, médula y alrededor del haz vascular cercanos al floema intraxilemático y entre los dos paquetes del floema primario en el tallo joven. Los laticíferos corticales se ramifican lateralmente y se extienden sobre la base de la epidermis en el tallo, pétalos y pedicelos. Algunos laticíferos que se encuentran en el centro del tallo se ramifican y penetran a las hojas a través de las venas; algunos laticíferos del córtex se extienden hasta llegar al pétalo. En los sépalos, los laticíferos se encuentran en paralelos a las venas. En los estambres, los laticíferos siguen la vasculatura y se ubican alrededor del tejido conectivo de la antera. También se localizan en la pared del ovario, placenta y estilo, pero no en óvulos y estigma.

De los trabajos realizados sobre laticíferos en Convolvuláceas se encuentra el realizado por Condon y Fineran (1989) en *Calystegia silvatica*. Estos autores mencionan que los laticíferos fueron observados en raíz, tallo y hoja así como en algunos órganos florales, siendo particularmente abundantes en pétalos, y cortes de raíz y tallos. Los laticíferos se localizan alrededor del floema externo y están ausentes de la epidermis, xilema y floema interno. Las observaciones realizadas por estos autores en el campo sobre plantas de *Calystegia silvatica* indican que la cantidad de látex disminuye en los tallos

enroscados de la porción vieja del rizoma . Los laticíferos y el látex son más abundantes en la zona de crecimiento de los tallos jóvenes que en las regiones de tallos maduros (Condon y Fineran, 1989).

Otro de los trabajos realizados sobre laticíferos de Convolvuláceas es el que realizó Cortella (1989) en plantas adultas de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. Este autor menciona que los laticíferos son estructuras secretoras alargadas que se encuentran en asociación con el tejido parenquimático de hojas, pétalos , raíz y tallo y están ausentes de las anteras, estilos y nectarios. También indica que los laticíferos de la hoja se localizan en el mesófilo, entre las células de la empalizada y el parénquima esponjoso. A este tipo de laticíferos los describe como articulados.

#### 2.1.9. FUNCION DEL LATEX

La función del látex en las plantas, así como su definición química ha sido motivo de controversia. Haberlandt en 1918 postuló que el látex podría tener una posible función nutritiva en las plantas. Otra hipótesis se basa en la posible función de curación o purificación de heridas y protección de superficies lesionadas contra ataques de parásitos (Hill *et al.* 1976).

Otra de las explicaciones acerca de la posible función es la relacionada con la regulación del balance de agua en las plantas y en el transporte de oxígeno. Según Fahn (1979), la función más probable de los laticíferos es la de protección, como defensa contra herbívoros y sobre todo contra microorganismos.

Existen otros autores que creen que el látex funciona como material de reserva, de desecho metabólico o de elemento disuasorio para evitar la agresión dado su desagradable olor y en general la toxicidad que le confiere a la planta (Mauseth, 1988).

#### 2.1.10. PRODUCTOS COMERCIALES DEL LÁTEX

El látex de una gran cantidad de plantas es colectado y utilizado en la elaboración de productos comerciales, de los cuales los más importantes son el caucho, el chicle, el opio y la papaina (Hill *et al.* 1976). Dentro de los productos del látex se encuentra la balata. El término "balata" se puede aplicar extensivamente a varios productos del látex que no son elásticos por coagulación como la gutapercha y otras balatas tropicales clasificadas dentro de esta categoría (Schery, 1972).

En la industria son utilizados en gran escala dos tipos de productos de látex: caucho y balata. El caucho es un polímero elástico es un politerpeno que consiste de una larga cadena (500-5000) unidades de isopreno o cis-poliisopreno (Kochhar, 1981). La balata es un polímero no elástico ya que su principal hidrocarburo es el trans-poliisopreno (con gran cantidad de resina incluida). Ambos resultan de la coagulación del látex, en el que el coágulo sólido es precipitado y separado del suero del líquido. Debido a las características anteriores, se utiliza con mayor frecuencia y en mayor cantidad al caucho para la fabricación de goma de mascar, ya que la balata no es elástica.

## 2.2. PRESENCIA DE LATICIFEROS EN ALGUNAS FAMILIAS DE ANGIOSPERMAS

Los laticíferos se pueden encontrar en algunas familias. En la mayoría de plantas que poseen laticíferos es muy frecuente encontrar solo un tipo de éstos, sin embargo se han reportado plantas que poseen ambos tipos, es decir que pueden presentar tanto laticíferos articulados como no articulados. Las Euphorbiaceae y las Asclepiadaceae presentan los dos tipos en la misma planta. Ejemplos específicos de la existencia de ambos tipos de laticíferos en la misma planta son : *Jatropha spp.*, *Stapellia bella* y *Trichocaulon spp.* (Mauseth, 1988). Ejemplos de plantas que poseen laticíferos.

### ARTICULADOS ANASTOMOSADOS son :

Compuestas, en la tribu Cócóricas (*Chicorium*, *Lactuca*, *Scorzonera*, *Sonchus*, *Taraxacum* *Tragopogon*), Campanuláceas incluyendo a las Lobeloideas, Caricáceas (*Carica papaya*), Papaveráceas (*Papaver*, *Argemone*), Euphorbiáceas (*Hevea*, *Manihot*).

Con laticíferos articulados no anastomosados son : Convolvuláceas (*Ipomoea*, *Convolvulus*, *Dichondra*), Papaveráceas (*Chelidonium*), Sapotáceas (*Achras sapota*), Liliáceas (*Allium*), Musáceas (*Musa*).

Con laticíferos no articulados ramificados son : Euphorbiáceas (*Euphorbia*), Asclepiadáceas (*Asclepias*, *Cryptostegia*), Apocináceas (*Nerium oleander*), Moráceas (*Ficus*, *Broussonetia*, *Machura*).

Con laticíferos no articulados no ramificados son : Apocináceas (*Vinca*), Urticáceas (*Urtica*), Moráceas (*Cannabis*), etc. (Essau, 1976 Fahn, 1979).

### 2.2.1. UBICACION TAXONOMICA DE LA FAMILIA CONVULVACEA

(Cronquist, A., 1981)

División : Magnoliophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden : Solanales

Familia : Convolvulaceae

Género : *Ipomoea*

Especie : *Ipomoea purpurea* (L.) Roth.

#### FAMILIA CONVULVACEAE A.L. de Jussieu nom. conserv.

La familia Convolvulaceae se distribuye mundialmente en los trópicos y subtropicos, se extiende por las regiones templadas al Norte y al Sur, aunque está mejor representada en Asia y América. Esta constituida por alrededor de 50 géneros y 1200 especies (Cronquist, 1981). Las plantas de esta familia son en su mayoría hierbas; anuales o perennes, rastreras, trepadoras o postradas, pero las hay erectas y aún arborescentes. Es frecuente la presencia de canales laticíferos. Sus hojas son alternas, simples o lobuladas, enteras o dentadas. Flores evidentes, solitarias o en cimas multifloras, hermafroditas, pentámeras. Algunas veces cleistogámicas como en el género *Dichondra* (Laurence, 1951). Sépalos libres imbricados. Corola simpétala, normalmente infundibuliforme, estambres alternipétalos insertos en el tubo de la corola (McDonald, 1987).

Anteras tetraesporangiadas o ditecales, granos de polen que pueden ser esféricos o elipsoidales, lisos espinulosos o con pliegues paralelos; presentan un disco nectario anular alrededor del ovario.

El ovario es súpero, sincárpico con tantos lóculos como carpelos, a veces subdivididos por falsos septos (Wilson, 1960 en López, 1987), ovario ovado a piriforme, raramente 2 a 4 lobado como en *Dichondra*. Ovulos erectos anátropos, con un micrópilo dirigido hacia abajo y afuera; con un solo tegumento masivo, tenuinucelar algunas veces crasinucelar. Fruto, una cápsula dehiscente o no, semillas 1 a 6, 1 a 2 semillas por carpelo, glabros o variablemente pubescentes. Embrión grande, cotiledones generalmente bifurcados, endospermo duro o gelatinoso (McDonald, 1987).

La familia se distingue por su savia lechosa (frecuentemente presenta látex); por la presencia de haces bicolaterales; corola infundibuliforme, óvulos erectos, con placentación axilar y cotiledones plegados (Laurence, 1951).

### 2.3. DESCRIPCION BOTANICA DEL GENERO *IPOMOEA*.

*IPOMOEA* es el género más grande de las Convolvulaceas, comprende aproximadamente 500 especies en el mundo, con la mayor diversidad en los trópicos. El grupo se distingue por tener un solo estilo, estigma capitado, polen espinoso y cápsulas con (3, 4, 5 o 10 valvas). Se han reportado aproximadamente 170 especies para México, las cuales presentan una gran variabilidad morfológica.

La mayoría de las especies son enredaderas herbáceas o leñosas, aunque también pueden presentarse en forma de árboles, arbustos o hierbas

erectas.

Debido a la gran variedad de tamaños, formas, colores, fenología y morfología en general es polinizada por una gran cantidad de vectores por ejemplo abejas, colibríes, lepidópteros, escarabajos, murciélagos, etc. El género *Ipomoea* se puede encontrar en bosques tropicales caducifolios o perennifolios, encinares, pinares, pantanos, dunas costeras, matorrales, desde el nivel del mar hasta los 3200 m. (McDonald, 1987).

### 2.3.1. DESCRIPCION BOTANICA DE *Ipomoea purpurea* (L.)Roth.

Planta herbácea anual de 20 a 100cm., de longitud, rastrera o trepadora. Tallo generalmente ramificado en su base, hirsuto pubescente, con pelos amarillos de hasta 4.0mm. de largo. Pecíolos de 4.0 a 20cm. de largo pubescentes. Láminas de la hoja cordiformes ovadas, enteras o trilobadas o bien raramente 5-lobadas, de 3 a 17 cm. de largo y 2 a 15 cm. de ancho. Apice agudo acuminado. Base cordada de seno profundo, con pubescencia esparcida a densa en ambas caras, misma que disminuye con la edad. Flores solitarias o en cimas con 2-5 flores en las axilas de las hojas. Pedúnculos de 0.2 a 18 cm. de longitud. Pedicelos de 5 a 20mm. de largo, ambos pubescentes. Sépalos desiguales, los exteriores lanceolados a angostamente elípticos, de 8 a 17 mm. de longitud y de 2 a 5mm. de ancho acuminados, hirsuto pubescentes, principalmente en la base, con pelos largos amarillos de base engrosada, los interiores angostamente lanceolados, de 8 a 17mm. de longitud y 2 a 3mm. de ancho, acuminados con bordes escariosos y ligeramente pubescentes en la parte media. Corola

infundibuliforme, de color púrpura (el tubo a veces blanco) de 2.5 a 5.0 cm. de longitud, glabra filamentosa de 13 a 30mm. de longitud.

Anteras de 1.0 a 3.0mm. de largo. Ovario cónico, glabro 3-locular, con 6 óvulos; estilo de 14 a 27mm. de longitud. Estigma 3-globoso. Cápsula subglobosa glabra de 9.0 a 11.0mm. de diámetro, 6 valvar, 3 locular, con 6 semillas de 4.0 a 5.0mm. de longitud y más o menos 4.0mm. de ancho. Peso de 16mg en promedio. Forma ovoide, piriforme, trigona con una hendidura prominente en la cara dorsal y depresiones en las caras laterales. Color marrón a negro opaco. Superficie rugosa. Pubescencia densamente tomentosa. Hilo circular. Endospermo mucilaginoso que ocupa el espacio entre los pliegues y surcos del embrión. Embrión diferenciado color crema. Cotiledones simétricos foliáceos y sumamente plegados con puntos translúcidos en una relación del doble del eje embrionario, transversalmente rómbicos, con base cordada y ápice bilobulado, cada lóbulo acuminado apicalmente, de márgenes enteros, la nervación poco aparente a simple vista. Plúmula inconspicua. Radícula cónica cubierta parcialmente por los cotiledones (Rzedowski-Rzedowski, 1985).

**ANATOMIA DE LA SEMILLA de *Ipomoea purpurea***

La semilla de *Ipomoea purpurea* mide en promedio aproximadamente 4mm. de longitud, su forma es ovoide y es de color negro oscuro. A la madurez consta de cubierta seminal, endospermo escaso y un gran embrión. La cubierta seminal está constituida por 4 estratos: Epidermis, subepidermis, esclerénquima en empalizada y parénquima. El endospermo formado por la capa de aleurona y el estrato no celular.

El embrión plicado, con dos grandes cotiledones plegados cje radícula e hipocótilo (González *et al.* 1981).

**PLANTULAS:** Las semillas tienen 98% de germinación, la germinación es hemicriptocotilar con emergencia recta, olor ausente, el cuello es ligeramente engrosado. Hipocótilo de 40mm. recién germinada la plántula y llega a alcanzar un máximo de 45mm. de longitud, glabro. Epicótilo de 5 a 10 mm. de largo con pelos cónicos sobre la superficie. Cotiledones foliáceos glabros en la cara adaxial y abaxial, ápice bifido (bilobulado), base cordada con márgenes enteros de 15 a 25mm. de largo homogéneamente engrosado, glabro con un ángulo de inserción cercano a los 45 grados. Metáfilas insertas en varios nudos, con filotaxis alterna, foliáceos, de composición simple, varias láminas, con pubescencia en la cara abaxial, pelos cónicos; forma deltada acorazonada, con ápice agudo y base cordada, borde entero de 10 a 48mm. de largo y de 7 a 48mm. de ancho con nervación palmada, una yema conspicua sin estípulas con un peciolo de 5 a 45 mm. de largo homogéneamente engrosado, cubierto de pelos cónicos y con ángulo de inserción cercano a los 45 grados (González *et al.* 1981).

### 3. OBJETIVOS

**3.1. OBJETIVO GENERAL:** EL PROPOSITO DEL PRESENTE TRABAJO FUE CONOCER LA ONTOGENIA E HISTOQUIMICA DE LOS SISTEMAS LATICIFEROS PRESENTES EN LA PLANTULA DE Ipomoea purpurea (L.) Roth. CONVOLVULACEAE.

- 3.1.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**
- 1.- DETERMINAR EL ORIGEN DE LOS LATICIFEROS DE LA PLANTULA DE Ipomoea purpurea .
  - 2.- DETERMINAR LOS CAMBIOS QUE SUFREN LOS LATICIFEROS COTILEDONARIOS DESDE LA GERMINACION HASTA LA SENESCENCIA Y CAIDA DE LAS HOJAS COTILEDONARIAS DE LA PLANTULA.
  - 3.-DESCRIBIR LA ESTRUCTURA DE LOS LATICIFEROS PRESENTES EN Ipomoea purpurea.
  - 4.- DETERMINAR LA NATURALEZA QUIMICA DE LOS LATICIFEROS DE LA PLANTULA DE Ipomoea purpurea.

#### 4.0. MATERIALES Y METODOS

Para realizar el presente trabajo se utilizó un lote de semillas maduras de *Ipomoea purpurea* colectadas en campos de cultivo de maíz, por Ponce-Salazar (1986) en la localidad de San Pedro Atocpan, Distrito Federal, México.

El material de respaldo se encuentra depositado en el herbario de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.).

##### 4.1. A) GERMINACION

Se tomaron 150 semillas al azar con las cuales se formaron 10 lotes de 15 semillas cada uno. Se colocaron en cajas de petri, las cuales contenían círculos de papel filtro humedecidos, se cerraron y mantuvieron a una temperatura entre 25 y 30°C para su germinación.

Después de 24 horas, cuando la germinación de las semillas se había iniciado (protrusión de la radícula), se pasaron a recipientes de unicel con una mezcla de tierra de hoja y tierra negra 1:1.

Las plántulas se dejaron crecer hasta la caída de las hojas cotiledonarias aproximadamente 30 días después de la germinación.

##### 4.2. B) MATERIAL DE ESTUDIO PARA LATICIFEROS COTILEDONARIOS

Se tomaron muestras cada 24 horas de hojas cotiledonarias a partir de semillas maduras deshidratadas, hasta plántulas de 30 días de establecidas (duración aproximada de los cotiledones en la plántula). Las plántulas se fijaron completas en una mezcla de glutaraldehído 3.0%- paraformaldehído 1.5% con sacarosa 0.06M en buffer de s-Collidina pH 7.2 a 0.05 M, durante 48 horas (según la técnica de Mollenhauer y Totten, 1971, modificada por Rodríguez, 1992).

Posteriormente fueron separados los cotiledones del resto de la plántula y re-fijados en la mezcla mencionada anteriormente.

El material fijado fué lavado con buffer de s-Collidina, pH 7.2 a una concentración de 0.05M, durante 72 horas después de la re-fijación y postfijado con tetraóxido de osmio ( $OsO_4$ ) al 1% en buffer de s-Collidina 0.05M durante 3.0 hr., y nuevamente lavado con la solución buffer.

La deshidratación del material (cotiledones, raíz, tallo, hojas definitivas y peciolas) se hizo con acetonas graduales (30%, 50%, 70%, 80%, 96% y 100% dos cambios en este último), cada cambio requirió 30 min.

El material se incluyó en Epon 812 :

- i) Acetona - epón 812 (1:1) + catalizador (24 hrs.)
- ii) Acetona - epón 812 (2:1) + catalizador (24 hrs.)
- iii) epón 812 + catalizador (24 hrs.)
- iv) epón 812 + catalizador en los moldes (polimerización), a 60°C durante 48 hrs.

Para realizar las observaciones en microscopía de luz se obtuvieron cortes (de 2 a 4  $\mu$ m de grosor) en un ultramicrotomo "SORVALL ; Porter-Blum MT2-B", los cortes fueron montados en portaobjetos y teñidos con azul de toluidina .

Para las observaciones en el microscopio electrónico de transmisión se obtuvieron cortes finos ( 700-1400  $\text{Å}$  , de grosor), realizados en un ultramicrotomo "SORVALL Porter -Blum MT2-B", después fueron montados en rejillas circulares de cobre y contrastados con acetato de uranilo y

cittrato de plomo. Posteriormente se observaron en el microscopio electrónico de transmisión: E.M.T 9 Zeiss.

#### 4.3. C) MATERIAL DE ESTUDIO PARA LATICIFEROS DE LA PLANTULA

Cada 24 hrs. se tomaron muestras de plántulas completas (con excepción de los cotiledones) las muestras fueron tomadas a partir de la protrusión de la radícula y hasta que la plántula se ha establecido en el lugar de siembra (aproximadamente 30 días después de la germinación). El material fué procesado con base en la misma metodología usada para el estudio de los cotiledones.

#### HISTOQUIMICA

El sistema laticífero que se presenta en algunas plantas es de muy difícil identificación, por lo que es necesaria la aplicación de tinciones que los distingan del resto de los tejidos.

Para identificar los laticíferos de *Ipomoea purpurea* fué necesaria la aplicación de los colorantes: rojo "O" de aceite y azul de bromofenol a cortes de material vivo; es decir, los cortes de tallos raíces y hojas se realizaron a mano con navajas de afeitar.

Las pruebas histoquímicas se practicaron en cotiledones así como en el resto de la plántula (desde la germinación, hasta 30 días de desarrollo). Para la realización de las pruebas histoquímicas fué necesario fijar el material completo (50 plántulas completas) en F.A.A. (Formol, Acido acético, Agua) durante 72 hrs. Posteriormente fueron separados los cotiledones del resto de la plántula y fijados nuevamente durante un periodo de 24 hrs.

El lavado del material se llevó a cabo durante 3.0 hrs. con agua corriente.

La deshidratación se realizó con alcoholes graduales (50%, 70%, 85% 90% y 100%, xilol 2 cambios) durante periodos de 30 minutos cada uno.

El material se incluyó de la siguiente forma:

1) xilol-paraplast (1:1)----- 24 hrs.

11) xilol-paraplast (1:2)----- 24 hrs.

111) paraplast solo ----- 24 hrs.

El material fué cortado entre 6 y 8  $\mu$ m. de grosor en un microtomo mecánico de rotación .

Las pruebas histoquímicas aplicadas fueron las siguientes:

Acido peryódico-reactivo de Schiff (A.P.S.): tife de color rosa intenso a magenta los polisacáridos insolubles (Curtis, 1986).

Azul mercúrico de bromofenol, azul de Coomassie - G: tife de color azul las proteínas (Johansen, 1940, Mochizuki y Furukawa 1987).

Permanganato de potasio: tife de color café los taninos (Curtis, 1986)

Rojo "O" de aceite , sudán III, IV y sudán negro: reacciona positivamente en presencia de lípidos , mostrando una coloración roja (Curtis, 1986).

Reactivo de lugol: tife de color morado o azul el almidón (Johansen, 1940, Curtis, 1986).

También fueron aplicados colorantes no específicos (azul de toluidina, safranina-verde rápido y azul de metileno-azul II). Estos colorantes fueron probados previamente en tejidos de plantas adultas.

#### 4.4. D) EXUDADO DE LÁTEX

El exudado del látex se obtuvo mediante cortes realizados a mano con navajas de afeitar en el tejido vivo (tallos) de la plántula de

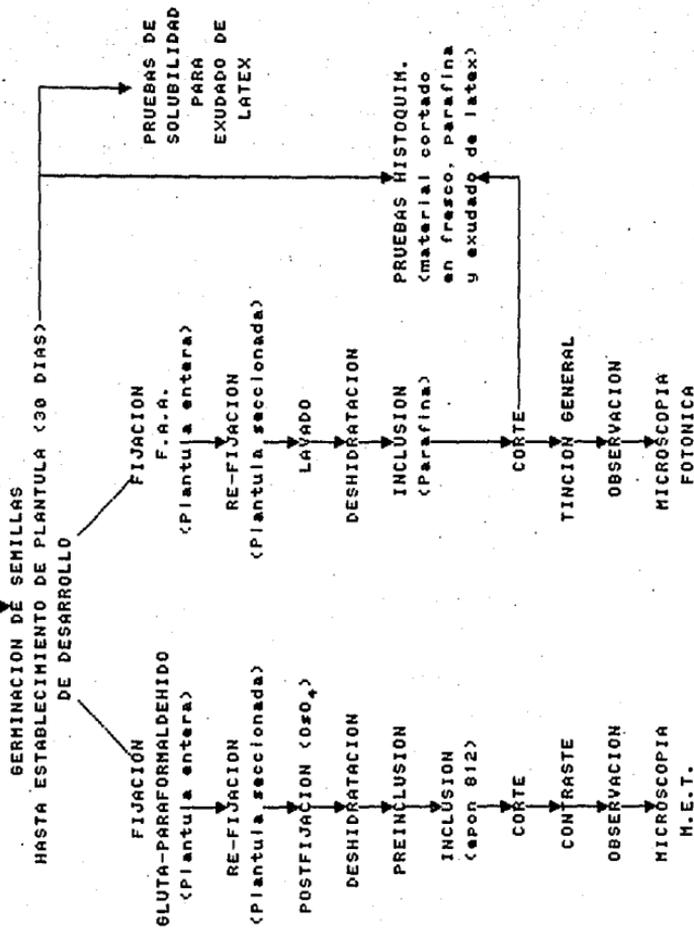
30 días de desarrollo de *Ipomoea purpurea*.

Al exudado obtenido se le realizaron pruebas de solubilidad con diferentes solventes, la prueba se hizo para conocer la reacción del látex y así trabajar más claramente con colorantes específicos (histoquímica).

Una vez que se tuvieron los resultados de la prueba anterior se resolvió aplicar únicamente colorantes de tipo acuoso por ejemplo: rojo "O" de aceite, sudán III y IV los cuales son utilizados para la detección de lípidos, así como azul de Coomassie-G indicador de proteínas.

MATERIAL Y METODO

SEMILLAS COLECTADAS DE PLANTAS MADURAS DE Ipomoea purpurea,  
de campos de cultivo de Maiz (San Pedro Atocpan, D.F.)



## 5.0. RESULTADOS

Las semillas de *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae) de 4 años de edad, colectadas en San Pedro Atocpan, D.F. presentan un 90% de germinación, la cuantificación fué realizada 24 hrs. después que las semillas se colocaron en una cámara de germinación. El alto porcentaje de germinación de estas semillas es un factor importante para la distribución de la especie, ya que forma bancos en los campos de cultivo en los que habitan y permanecen viables por largo tiempo.

### 5.1. LATICIFEROS COTILEDONARIOS

Las semillas de *I. purpurea* presentan cotiledones fóliaceos, sin tricomas, bifurcados, con borde entero; al germinar tienen un tamaño aproximado de 10 mm. de longitud, y un tamaño de 23mm. aproximadamente a los 30 días de desarrollo de la plántula (fig.1).

El desprendimiento de las hojas cotiledonarias del resto de la plántula ocurre entre los días 22 y 25 de desarrollo; tal desprendimiento es asincrónico, es decir, que no se desprenden ambas hojas al mismo tiempo. En los cotiledones del embrión de *I. purpurea*, se encuentran los laticíferos, los cuales de acuerdo a la clasificación de De Bary (1877), son considerados como no articulados no ramificados.

Los laticíferos se distinguen del tejido parenquimático principalmente por su forma, tamaño y contenido, así como porque su pared se tiñe más intensamente, con rojo oleoso.

5.1.1. **Forma:** Los laticíferos cotiledonarios son de forma esférica, están formados por una sola célula, la cual aparentemente no presenta unión con otras células laticíferas ni con células parenquimáticas (fig.2).

5.1.2. **Tamaño:** Son de mayor tamaño que las células del parénquima, y su diámetro oscila entre los 27 y 120  $\mu\text{m}$ ., mientras que las células del parénquima miden aproximadamente 20.0  $\mu\text{m}$ . de diámetro.

En la madurez los laticíferos cotiledonarios pueden ocupar más de la mitad del grosor de la hoja cotiledonaria (fig.3).

5.1.3. **Estructura:** los laticíferos de los cotiledones de *I. purpurea* son unicelulares y esféricos; el centro de la célula se encuentra ocupado casi por completo por una vacuola de gran tamaño y algunas veces se presentan periféricamente algunos organelos.

La desintegración completa de los organelos, caracteriza a un laticífero maduro no articulado, no ramificado (Essau, 1982) (fig.4). Los laticíferos no articulados presentan paredes celulares de mayor grosor que las de las células del parénquima, esta característica se observa al aplicarse los colorantes: azul de toluidina, safranina-verde fijo, azul de metileno- azul II y rojo oleoso entre otros.

En *Ipomoea purpurea* no se observaron uniones entre los laticíferos y el tejido vascular, por lo tanto es posible que el haz vascular no participe en la formación del látex.

Los cortes realizados en las hojas cotiledonarias no muestran modificaciones o diferencias estructurales en los laticíferos,

desde la germinación hasta el desprendimiento de ellas. Los laticíferos no articulados no ramificados se distribuyen aleatoriamente en los cotiledones y se pueden localizar en cualquier sitio del área foliar.

Las pruebas histoquímicas aplicadas al material cortado en vivo, muestran reacción positiva para lípidos (Sudán III, IV y rojo oleoso).

En la fig.5, puede observarse la esfera que resulta después de haber hecho un aplastado a los cotiledones. Esto comprueba que se trata de un laticífero unicelular y esférico, el cual persiste intacto por muy poco tiempo fuera del cotiledón, ya que se desintegra rápidamente.

Los resultados de las pruebas histoquímicas en el material procesado en parafina, fueron las siguientes:

1) Acido peryódico - reactivo de schiff.

con esta tinción se observó una coloración rosa intenso, en laticíferos cotiledonarios lo que indicó la presencia de polisacáridos insolubles.

2) azul de Coomassie G .

el color azul indicó la existencia de proteínas, aunque de forma más intensa en la zona periférica de las células laticíferas. Posiblemente existe una capa delgada de citoplasma entre el tonoplasto y la membrana plasmática. El contenido de la vacuola también fué teñido por este colorante específico.

3) rojo "O" de aceite.

También resultó positiva, por lo que los laticíferos contienen

lípidos. En los cotiledones se encontraron otras estructuras, las cuales tienen forma de estrella, de consistencia cristalina denominadas "drusas", las cuales no tienen una localización definida y no son abundantes, probablemente se componen de oxalato de calcio (fig. 6).

## 5.2. LATICIFEROS DE LA PLANTULA

La germinación de la semilla ocurre aproximadamente 24 horas después de haberlas colocado en la estufa de germinación. Las primeras metafílas (hojas definitivas) aparecen hacia el día 11 de desarrollo de la plántula, tomando como día cero el de la germinación (fig. 7).

La observación del material sin tefir y tefido con la tinción doble safranina-verde rápido no permitió la localización de laticíferos durante las primeras etapas de desarrollo. Fué necesaria la aplicación de diferentes tipos de colorantes para lograr la detección de estas estructuras. El azul de toluidina, el azul de metileno-azul II y el rojo oleoso fueron los colorantes con los que se detectaron los laticíferos. El rojo oleoso es un colorante específico que se utiliza para la detección de lípidos, la aplicación del colorante en el material vivo fué de gran ayuda para resaltar la estructura del laticífero, ya que la pared celular de este se tinte intensamente (fig. 8).

5.2.1. Origen: Los laticíferos de la plántula (no cotiledonarios) son células que se diferencian a partir del eje embrionario (radícula-hipocótilo), y fueron observados por vez primera 24 hrs. después de la germinación de la semilla, y se localizarón a lo largo de éste (fig. 9).

En el córtex del eje se observan laticíferos juveniles formados por series de células. Estas se diferencian a partir de las células del parénquima. Son células que se distinguen de las adyacentes por ser de un tamaño ligeramente mayor cuando son jóvenes, tendiendo a aumentar su volumen conforme avanza el desarrollo de la plántula, además, presentan una coloración mas intensa en la pared que las distingue de las parenquimáticas (fig.10). Estas series de células no presentaron uniones con otras series que corren paralelas a ellas, por consiguiente a este tipo de laticíferos se les denomina laticíferos articulados no anastomosados (fig. 11).

5.2.2. Localización: Los laticíferos de la plántula de *I. purpurea* se encuentran en la raíz, tallo, hoja y peciolo. En el tallo y raíz se localizan en la zona del córtex. Los más cercanos al haz vascular, específicamente en el floema, son de menor tamaño. No fueron detectados en epidermis, zona central del haz vascular y xilema de raíz (fig 12).

El tallo de *Ipomoea purpurea* presenta un floema de tipo bicolateral, los laticíferos que se localizan cercanos al floema externo son de menor tamaño que los laticíferos que se encuentran en el córtex (fig.13).

5.2.3. Estructura: Las células que constituyen a los laticíferos que se encuentran en la plántula de *I. purpurea* son de forma angular (fig. 14). En la plántula ya establecida (de 20 a 30 días de desarrollo) las células laticíferas se caracterizan por poseer un solo núcleo conspicuo bien definido y restos de citoplasma denso desplazados hacia la zona periférica de la célula. En

el centro del laticífero se observa una gran vacuola la cual aumenta de tamaño conforme avanza el desarrollo (fig.15). Las células del tejido que fué incluido en resina epóxica y observado con el microscopio fotónico no muestran sitios de perforación, placas, o discontinuidades en la pared (figura 16). Sin embargo las observaciones realizadas con el microscopio electrónico de transmisión, muestran la existencia de una discontinuidad justamente donde se unen 2 células, (fig. 17). Una de las observaciones realizadas con el microscopio electrónico de transmisión, muestra que en las etapas juveniles (24hrs.) de desarrollo de la plántula de *J. purpurea*, los laticíferos presentan una pared celular continua (fig. 18), pero conforme avanza el desarrollo (25 días), la pared celular presenta una discontinuidad en uno de sus extremos de unión, esta ruptura que se forma posiblemente es por medio de un proceso enzimático muy complejo (fig. 19,19a) y constituye un conducto por el cual posiblemente fluye el látex.

También se observaron estructuras electrondensas circulares de gran tamaño, al parecer se trata de amiloplastos, y esto es ratificado por medio de la reacción con ácido peryódico- reactivo de schiff, indicador de polisacáridos insolubles (fig. 20). Sin embargo, la prueba hísticoquímica para almidón con lugol fue negativa. Por otro lado se pudo observar que los laticíferos que se encuentran en la zona del córtex, no presentan espacios intercelulares en contraste con las células del parénquima (fig.21). En las hojas definitivas de la plántula (metáfilas), los laticíferos que se encuentran en la zona de la vena media, aparecen como estructuras

de forma angular y presentan también núcleos conspicuos bien definidos, los cuales se encuentran en la zona periférica de la célula, al igual que el citoplasma; la vacuola se encuentra ocupando la zona central (fig. 22). En la lámina de la hoja se encuentran estructuras que son de mayor tamaño que las células del mesófilo, de forma esférica con un núcleo en posición periférica, el citoplasma ocupa toda la célula. Estos idioblastos se tifen principalmente con azul de coomassie-G que tife proteínas, por lo que es posible que estos idioblastos pertenezcan a otro tipo secretor como por ejemplo glándulas o cavidades secretoras (fig.23).

En la raíz, tallo y hojas de la plántula así como en los cotiledones se pueden observar, cristales en forma de estrella (fig.24).

### 5.3. TECNICAS DE TINCION PARA LATICIFEROS

Los cortes fijados de raíz, tallo, cotiledones y hojas definitivas de la plántula de *Ipomoea purpurea* se tifieron con los siguientes colorantes generales:

azul de toluidina y azul de metileno - azul II, los cuales tifen a las células parenquimáticas de color azul claro y a las células laticíferas de un color azul intenso, sobre todo su contenido y sus paredes.

Al material vivo (tallos) se le aplicó rojo "O" de aceite para la identificación de laticíferos y la prueba resultó positiva; ya que las paredes de los laticíferos se tifieron intensamente a diferencia de las paredes de las células del parénquima.

Se realizaron las mismas pruebas histoquímicas a cortes de raíz, tallo y hoja para la detección de laticíferos y fueron las siguientes:

1) Acido peryódico-reactivo de Schiff (APS), presentó reacción positiva, ya que tñó los polisacáridos insolubles del contenido y las paredes de los laticíferos cotiledonarios y del resto de la plántula.

2) Rojo "O" de aceite, sudán III, IV y negro, que evidenciaron al contenido y la pared de los laticíferos de los cotiledones y del resto de la plántula.

3) Azul de Coomassie G. y azul mercúrico de bromofenol, que dieron reacción positiva al tñir de azul las paredes y contenidos de los laticíferos cotiledonarios y de la plántula de *Ipomoea purpurea*.

4) Lugol, no presentó reacción positiva para el contenido laticífero.

5) Permanganato de potasio tñe a todo el tejido, por lo que la prueba no se puede considerar específica y mucho menos positiva para la detección de taninos.

#### 5.4. EXUDADOS DE LATEX DE *Ipomoea purpurea*.

Los exudados de látex fueron obtenidos a partir de cortes de material vivo de tallos de la plántula. Se realizaron pruebas de solubilidad del exudado con solventes de diferente polaridad como alcohol, xilol y otros disolventes; los resultados son mostrados en la tabla I.

La prueba anterior señala que el látex es soluble en glicerol, ácido acético, metanol, aceite de clavo y xilol.

El exudado de látex de *Ipomoea purpurea* es de color blanco lechoso, de consistencia oleosa al tacto, tiene la característica de formar una gran cantidad de partículas que coalescen al ser extraído de la planta (fig. 25).

Las pruebas histoquímicas aplicadas al exudado de látex muestran reacción positiva a :

- 1) rojo oleoso y sudán III ; lípidos.

- 2) Azul de Coomassie; proteínas.

- 3) El ácido peryódico- reactivo de schiff y azul mercúrico de bromofenol; polisacáridos insolubles.

- 4) El lugol fué negativo .

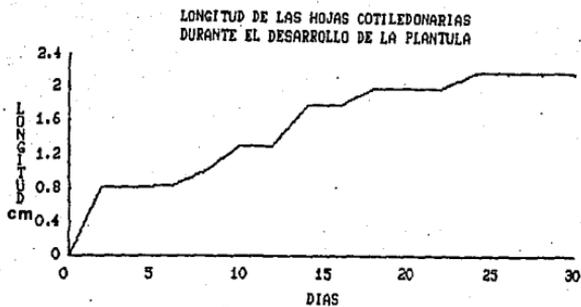


Fig.1.- En la gráfica se observa que las hojas cotiledonarias aumentan de tamaño en relación al tiempo, y detienen su crecimiento a partir del día 25 de desarrollo; y posteriormente se desprenden de la plántula.

## LAMINA -1-

Fig.2.- Semilla de 4 días de germinación. Corte transversal del cotiledón. M. fotónica. Se observa al laticífero maduro en el centro del cotiledón. Escala:28.5 um.

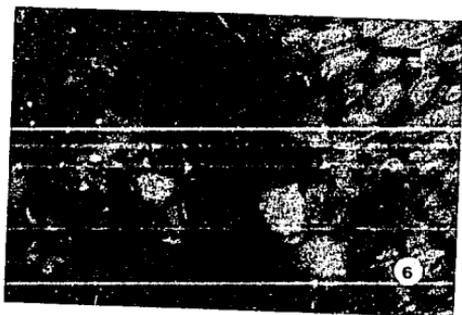
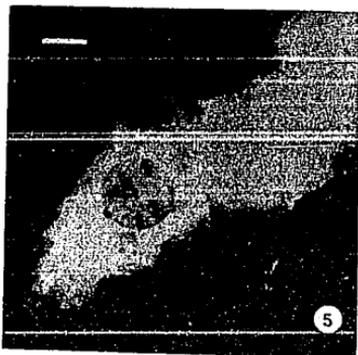
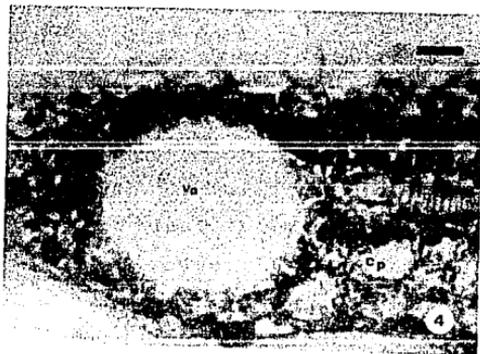
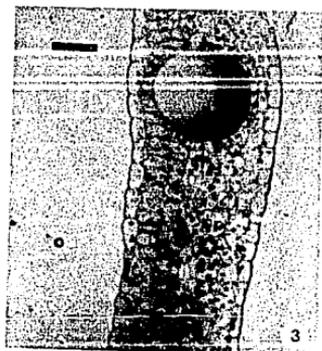
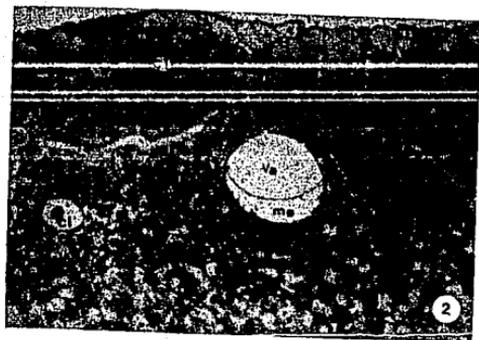
Fig.3.- Semilla de 3 días de posgerminación. Corte transversal de cotiledón. M. fotónica. Se observa un laticífero de mayor tamaño en relación a las células parenquimáticas. Escala:30 um.

Fig.4.- Fotomicrografía fotónica de un corte transversal de cotiledón de 5 días posgerminación, el laticífero es de mayor volumen que las células del parénquima. Escala: 17.04 um.

Fig.5.- Fotomicrografía fotónica de hoja cotiledonaria. Corte realizado en fresco y aplastado; sobresale la esfera laticífera. Escala: 15.62 um.

Fig.6.-Fotomicrografía fotónica de semilla madura rehidratada, corte transversal de cotiledón, el cual presenta cristales (flechas) en forma de estrella "drusas".Escala : 50 um.

(cl)= célula laticífera	(cp)= células del parénquima
(Va)= vacuola	(me)= membrana celular
(Pc)= pared celular	(Co)= cotiledón (es) (dru)= drusa



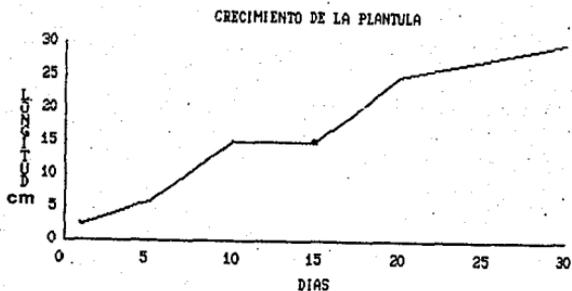


Fig.7.- En la gráfica se observa el crecimiento de la plántula con respecto al tiempo. El origen corresponde al tiempo de protrusión de la radícula.

El asterisco (\*) indica el tiempo aproximado de aparición de la primera hoja definitiva (metáfila).

## LAMINA -2-

Fig.8.- Corte transversal de tallo "in vivo" de plántula de *Ipomoea purpurea* a los 25 días de desarrollo, los laticíferos se distinguen de las células del parénquima por no presentar espacios intercelulares. M. fotónica. Escala: 31.25 um.

Fig.9.- Corte longitudinal de eje embrionario de 24 hrs, de desarrollo en el cual se presenta una serie de células laticíferas jóvenes. M. fotónica. Escala: 17.85 um.

Fig.10.- Corte longitudinal (oblicuo) del eje embrionario y de la hoja cotiledonaria, a las 24 horas de desarrollo . Comienzan a observarse los laticíferos. Escala: 40 um.

Fig.11.- Corte longitudinal del eje embrionario de 24 horas de desarrollo, se presentan 3 series de células laticíferas (flechas). M. fotónica. Escala: 34.2 um.

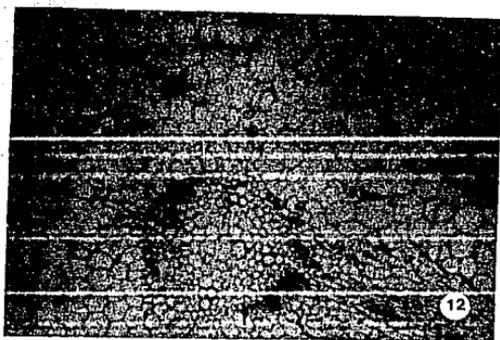
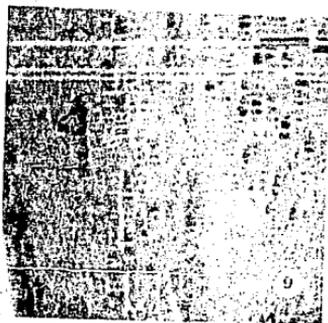
Fig.12.- Corte transversal de raíz de 4 días de desarrollo en la que se observan laticíferos (flechas) los cuales se ubican en la zona del córtex y el estele, muy cercanos al floema. M. fotónica. Escala: 25 um.

(lat)= laticíferos

(Cp)= células parénquimáticas

(Co)= cotiledón

(fl)= floema



## LAMINA -3-

Fig.13.- Corte transversal de tallo de plántula de 30 días de desarrollo, se aprecia al floema interno y externo (ambifloico). Los laticíferos articulados se localizan básicamente en la zona cortical periférica (flechas). Los laticíferos no fueron observados en la zona medular. Escala : 40.0 um.

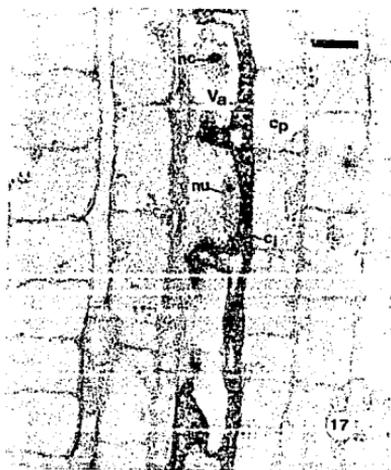
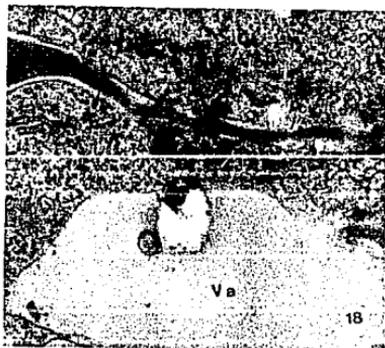
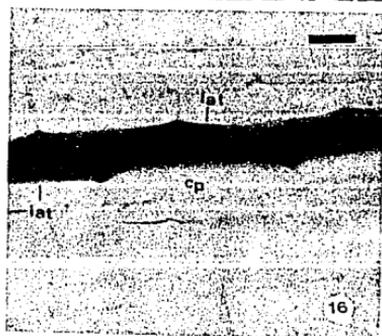
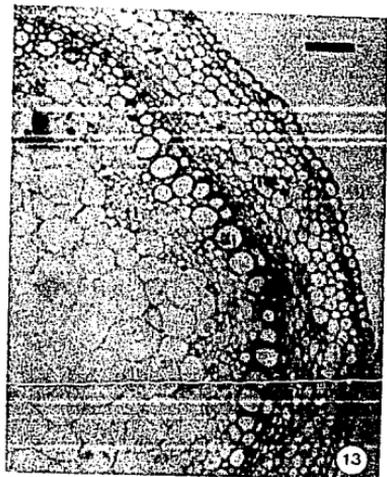
Fig.14.- Corte transversal del eje embrionario de 24 horas de desarrollo. Material incluido en parafina. Se observa a los laticíferos articulados de forma poliédrica los cuales se ubican en el córtex. En esta etapa los laticíferos se hacen evidentes por su coloración con azul de Coomassie-G, la cual es más intensa que la de las células parénquimáticas. M. fotónica. Escala: 25.0 um.

Fig.15.- Corte longitudinal del eje embrionario de 24 horas de desarrollo. Material incluido en parafina. Se observa un laticífero joven. M. fotónica. Escala: 11.11 um.

Fig.16.- Corte longitudinal de tallo de plántula de 15 días de desarrollo, material postfijado en tetraóxido de osmio e incluido en epón 812, sin tefir. M. fotónica. Escala: 11.84 um.

Fig.17.- Laticífero, en el que se observan restos de organelos así como una discontinuidad en las paredes transversales. Escala: 16.0 um.

Fig.18.- Micrografía electrónica de laticífero articulado en la que se observa a la pared del laticífero de 48hrs. de desarrollo. 13300X.



## LAMINA -4-

Fig. 19. - Micrografía electrónica del laticífero de 25 días de desarrollo donde se observó que la pared celular es discontinua en una porción que quizás sea desintegrada para permitir el flujo de látex de una célula laticífera a otra. 3000X.

Fig. 19a. - Aumento de la micrografía anterior. 5500X.

Fig. 20. - Micrografía electrónica de laticífero articulado en la que se observan estructuras globulares electrondensas, que corresponden a los amiloplastos y se encuentran en los laticíferos. 17040X.

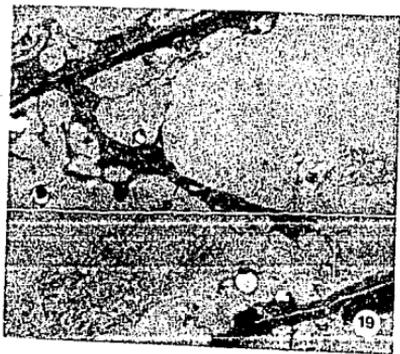
(ci)= citoplasma

(Va)= vacuola

(lat)= laticífero

(Pc)= pared celular

(ege)= estructuras globulares  
electrondensas.



## LAMINA -5-

Fig.21.- Corte transversal de eje embrionario de 24 horas de desarrollo, material incluido en parafina. Tinción: rojo oleoso. Se observa un laticífero de forma poliédrica. El tamaño del laticífero es claramente mayor que al de las células del parénquima. M. fotónica.

Escala: 12.0 um.

Fig.22.- Corte transversal de hoja definitiva de plántula de 17 días de desarrollo. Material incluido en parafina. Los laticíferos se distribuyen junto a la vena media y son de forma poliédrica o angular.

M. fotónica. Escala: 9.37 um.

Fig.23.- Corte paradermal de hoja definitiva de plántula de 14 días de desarrollo. Material incluido en parafina. Dónde puede observarse una célula central diferente del laticífero y de mayor tamaño con respecto a las células del mesófilo, denominada cavidad secretora

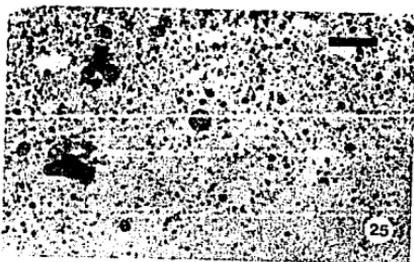
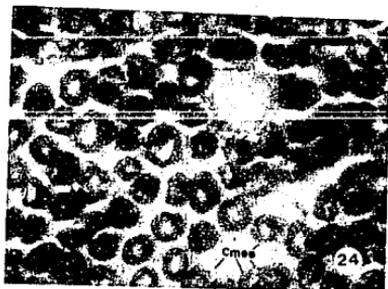
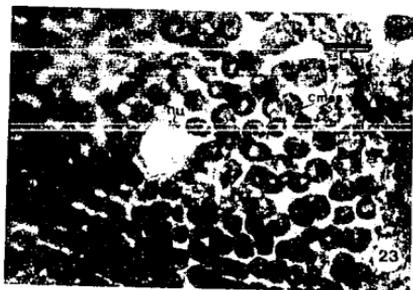
Escala: 12.5 um.

Fig. 24.- Corte paradermal lineal de la hoja definitiva (metáfila) de la plántula de 16 días de desarrollo. Material incluido en parafina, en este corte se aprecia una estructura de tipo cristalino en forma de estrella (drusa) entre las células del mesófilo. M. fotónica.

Escala: 16.0 um.

Fig.25.- Exudado de látex obtenido a partir de corte "in vivo" de tallo y hoja de plántula de *I. purpurea*, y teñido con azul de Coomassie, sudán III y IV.

(Cp)= células del parénquima	(Cmes)= Cels. del mesófilo
(Cep)= células epidérmicas	(hva)= haz vascular
(Cav-s)= cavidad secretora	(dru)= drusa.



**TABLA DE POLARIDAD PARA EXUDADO**  
**DE LATEX DE *Ipomoea purpurea* L.Roth**  
**CONVOLVULACEAE.**

SOLVENTE	LATEX (EXUDADO)	SOLUBILIDAD
AGUA	" "	-
GLICEROL	" "	+
ETILENGLICOL	" "	-
ACIDO ACETICO	" "	+
METANOL	" "	+
ALCOHOL ETILICO	" "	-
ACETONA 100%	" "	-
OXIDO DE PROPILENO	" "	-
BUTANOL TERCIARIO	" "	-
1-BUTANOL	" "	-
ACEITE DE CLAVO	" "	+
CLOROFORMO	" "	-
XILOL	" "	+
ETER DE PETROLED	" "	-

TEMPERATURA (20+ -2).

## 6. DISCUSION

El contenido lechoso que se presenta en algunas plantas ha atraído la curiosidad de los científicos por siglos. Ellos reconocieron que las sustancias coloreadas o lechosas así como la presencia de mucilago y resinas están limitados a casos particulares de plantas. La posibilidad de que estas sustancias sean productos de excreción o secreción dio origen a diversas interpretaciones que aún hoy en día causan controversia (Mahlberg, 1993).

Los laticíferos han sido interpretados como estructuras secretoras (Essau, 1953); sin embargo el mecanismo de producción de látex no es claro. Algunos estudios indican que éste se forma por la introducción de parte o de la mayoría del citoplasma a la vacuola. Por esta razón, el contenido del látex puede ser considerado como una secreción, como en el caso de la formación de enzimas de *Carica papaya* o bien como el secuestro por parte de la vacuola de metabolitos secundarios como los alcaloides (Burgess, 1985).

Las diferentes clasificaciones de laticíferos establecen dos tipos fundamentales: articulados y no articulados De Bary (1887). Los primeros son pluricelulares, mientras que los segundos son unicelulares y también reciben el nombre de células laticíferas. Algunos autores establecen que los laticíferos no articulados pueden crecer formando tubos rectos o ramificarse en grandes sistemas (Essau, Cronquist, Fahn, entre otros). Los laticíferos cotiledonarios de *Ipomoea purpurea* no forman tubos ni se ramifican, solamente aumentan en tamaño, pero siempre permanecen esféricos.

Esta característica no ha sido mencionada para describir laticíferos de ninguna otra familia que no sea la Convolvulaceae (Alva, 1989 ; Rodríguez, 1990; Nuñez, 1992). Otra de las características de los laticíferos no articulados es su crecimiento intrusivo entre las células parenquimáticas de la planta, esta característica no se presenta en los laticíferos de *I. purpurea*, ya que estos no se ramifican.

La presencia de un protoplasto cenocítico en los laticíferos no articulados, es un hecho repetido por la mayoría de los autores que han estudiado este sistema . En *I. purpurea* los laticíferos no articulados (cotiledonarios), siempre son uninucleados desde su origen hasta la desintegración de éste en el estado maduro (Rodríguez, 1990).

Estas tres características de los laticíferos no articulados de *I. purpurea* ; esféricos, uninucleados y sin crecimiento intrusivo podrían ser de gran importancia y se podrían considerar como un nuevo tipo de laticíferos o al menos como otro subtipo dentro de las clasificaciones propuestas con anterioridad.

En el caso de *I. purpurea* coexisten dos tipos de laticíferos , esta coexistencia se da por un periodo muy breve en el tiempo (28- 29 días) del ciclo de vida anual de la planta . Al principio, en la semilla madura, solamente se encuentran los laticíferos esféricos de los cotiledones; 24 horas después de la germinación de la semilla aparecen las células que se diferenciarán y formarán el segundo tipo de laticíferos: articulados no anastomosados. Desde este momento y por un periodo aproximado de 28 días, la plántula presentará ambos

tipos de laticíferos, hasta que los cotiledones se desprendan. Esta es una característica nunca antes mencionada, la presencia de dos tipos de laticíferos en la plántula de *Ipomoea purpurea*, lo cual significa un hallazgo importante.

En la planta adulta solo permanecen los laticíferos articulados no anastomosados.

¿ La presencia de ambos tipos de laticíferos conferirá a la plántula de *Ipomoea purpurea* una mayor defensa contra los herbívoros?

¿Será ésta una más de las estrategias que le han permitido a esta planta ser una maleza muy agresiva y difícil de erradicar?

No existe respuesta aún para estas preguntas, sin embargo la hipótesis propuesta por Fahn (1979) en cuanto a que es posible que los laticíferos pueden constituir una defensa de las plantas contra los herbívoros, parece sugerirlo.

Una observación aislada realizada en algunos terrenos donde se cultiva maíz en la delegación Milpa Alta, al sur del Distrito Federal, permitió constatar que de las plántulas de diversas especies que coexisten en el terreno de cultivo, las menos dañadas por el ataque de herbívoros parecían ser de *Ipomoea purpurea*. Por otro lado si las plántulas no son separadas del cultivo, éstas crecerán enredándose y trepando , provocando daños de gran importancia económica.

Los laticíferos presentes en *Calystegia silvatica* (Convolvulaceae) se distinguen del resto de las células del parénquima por la ausencia de espacios intercelulares entre el laticífero y las células del parénquima (Condon y Finneran, 1989). Esta misma característica se observó para los laticíferos articulados no

anastomosados de la plántula de *Ipomoea purpurea*. Otra característica observada con el microscopio electrónico de transmisión fué la ausencia de cloroplastos en las células laticíferas también reportada para *Calystegia*, además se observaron estructuras que al parecer son amiloplastos los cuales son escasos por lo que no son evidentes al realizar la prueba para almidón con lugol, por lo tanto la prueba para almidón no es concluyente.

La detección de laticíferos de *I. purpurea* en cortes histológicos fué muy difícil por el tamaño que presentan, así como por su ubicación y forma. Para lograrlo, fué necesaria la aplicación de técnicas histoquímicas que permitieron resaltar la estructura. Con esta finalidad fueron aplicadas tinciones específicas para la pared celular utilizando colorantes como el sudan III y sudan IV, así como rojo oleoso. La reacción positiva de la pared celular de los laticíferos a estos reactivos indica la existencia de lípidos como constituyentes de la pared en contraste con las paredes celulares de las células del parénquima que no dan reacción positiva. La presencia de una capa suberizada formando parte de la pared celular de los laticíferos y responsable de la reacción positiva a los reactivos que detectan lípidos también fué reportada en *Calystegia* (Condon y Fineran, 1989).

La comunicación que se establece entre las células laticíferas (laticíferos articulados no anastomosados) de *Ipomoea purpurea*, recuerda a las descritas para el género *Mussa* y *Allium* (Skutch, 1932 en Fahn, 1974), debido a que existe un desprendimiento de la porción central de las paredes entre dos células adyacentes, las cuales generalmente permanecen unidas hacia un lado de la pared y en el otro

extremo forman una especie de tapá. La abertura entre las paredes transversales de las células laticíferas en un laticífero articulado podría ser el resultado de un proceso enzimático altamente controlado (Mahlberg, 1993), esta abertura podría formar poros en los laticíferos articulados no anastomosados en etapas de crecimiento de mas avanzadas como en el caso de *Calistegia silvatica* (Condon y Fineran 1989).

En un estudio sobre semillas de algunas especies de géneros de Convolvulaceas, la presencia de laticíferos no fué un caracter común. En algunos géneros todas las especies estudiadas presentaron laticíferos, en otros géneros algunas especies presentaron y otras no (Núñez, 1992). Esto indica que la presencia de laticíferos, por lo menos en lo que se refiere a los no articulados no ramificados, no es constante ni para la familia ni para el género, por consiguiente difícilmente podría corresponder a un caracter diagnóstico. Para la familia, en lo que respecta a los laticíferos articulados, solo algunas especies han sido estudiadas y en el caso de que se confirmara la misma variación interespecifica que se presenta en los laticíferos no articulados de los cotiledones del embrión, sería muy arriesgado tomarlo como un caracter diagnóstico para el género *Ipomoea* o para la familia Convolvulaceae como lo hace Cronquist (1981).

Los estudios sobre laticíferos articulados no ramificados en la planta madura, son muy escasos; uno de ellos fué realizado por Condon y Fineran (1989) en laticíferos de *Calystegia*, los cuales son del tipo articulado no anastomosado. Cortella (1989) realiza estudios en *Ipomoea purpurea*, y en su

trabajo utiliza cortes a mano y material diafanizado sobre el cual aplica técnicas histológicas. Sin embargo solamente describe un tipo de laticíferos en la planta y son los laticíferos articulados no anastomosados que encuentra en las hojas. Fahn, (1979) menciona que los laticíferos de la familia Convolvulaceae son del tipo articulado no ramificado y generalmente contienen látex blanco lechoso.

Como corolario cabe mencionar que los laticíferos se presentan en familias de plantas no relacionadas filogenéticamente y esto parece indicar que se han desarrollado independientemente durante la evolución. Es notable la ausencia de laticíferos en las angiospermas primitivas, lo que sugiere que estas estructuras tienen un origen más reciente que la mayoría de los otros tipos celulares. Sería muy interesante continuar con el estudio de laticíferos en general y en particular en la familia Convolvulaceae, e iniciar estudios sobre géneros como *Dichondra*, *Evolvulus* y *Cuscuta*, ya que estos son considerados como primitivos dentro de esta familia, lo que resultaría una importante contribución al conocimiento de la distribución de los laticíferos dentro de la familia.

## 7.0. CONCLUSIONES

- 1.- En el embrión de la semilla madura deshidratada de *Ipomoea purpurea*, existen laticíferos exclusivamente en los cotiledones y corresponden según la clasificación de De Bary , al tipo no articulados no ramificados.
- 2.- Los laticíferos cotiledonarios no muestran modificaciones estructurales e histoquímicas, desde la germinación hasta la caída de las hojas cotiledonarias de la plántula (30 días después de establecida).
- 3.- En los cotiledones se encuentran ciertas estructuras de consistencia cristalina en forma de estrella (drusas) constituidas posiblemente por oxalato de calcio.
- 4.- Las pruebas histoquímicas aplicadas a los laticíferos cotiledonarios presentan reacción positiva a polisacáridos insolubles, lípidos y proteínas.
- 5.- Los laticíferos que presenta la plántula se encuentran a lo largo del eje embrionario a excepción de las zonas apicales de raíz y tallo, y pueden observarse a las 24 hrs. de germinada la semilla.
- 6.- Los laticíferos articulados no anastomosados se encuentran en raíz, tallo y hoja de la plántula.
- 7.- En raíz y tallo , los laticíferos articulados no anastomosados se distribuyen en la región cortical y corren paralelamente al haz vascular.
- 8.- En la hoja, los laticíferos se ubican en la vena media.
- 9.- En el mesófilo de las hojas definitivas de la plántula de *Ipomoea purpurea* se encuentran idioblastos globulares grandes diferentes

- de los laticíferos, posiblemente de función glandular.
- 10.-De acuerdo a la clasificación de De Bary, los laticíferos de la plántula de *Ipomoea purpurea*, son clasificados como laticíferos articulados no anastomosados.
  - 11.-En la plántula de *Ipomoea purpurea*, se encuentran cristales de forma de estrella (drusas), en la raíz y tallo, siendo más abundantes en las hojas definitivas .
  - 12.-Los cortes de laticíferos de la plántula de *Ipomoea purpurea*, presentan reacción positiva a lípidos, polisacáridos insolubles y proteínas.
  - 13.-El látex de los tallos de la plántula de *Ipomoea purpurea* es soluble en solventes como; glicerol, ácido acético, metanol, aceite de clavo y xilol.
  - 14.-Las pruebas histoquímicas aplicadas al exudado de látex muestra reacción positiva a la presencia de lípidos y proteínas.
  - 15.-*Ipomoea purpurea* presenta dos tipos de laticíferos: no articulados no ramificados, los cuales son exclusivos de los cotiledones, y los laticíferos articulados no anastomosados, que se encuentran en el resto de la plántula.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## 8.0. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agundis, M.O., 1984. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el combate de la maleza.  
INIA,SARH., publicación Num. 115 México.
- Alva, G.R., 1988. Ontogenia de los laticiferos en *Ipomoea purpurea* (L.)Roth (Convolvuláceae), y su detección con microscopia de fluorescencia.  
Tesis profesional.  
Facultad de ciencias. UNAM, México 54pp.
- Benavides, C.F. 1980. Histología vegetal básica. Ed. H.Blume.Ediciones Madrid, España. pag 125.
- Boureau, E. 1954. Anatomie végétale (L'appareil végétatif des Phanérogames). Universitaires de France Paris pag. 330.
- Bruni, A.G.L. Vannini y M.P. Fasulo. 1978. Anatomy of the system in the dormant embryo of *Euphorbia marginata* Purch:correlative analysis of the histological organization and topographic distribution of laticifers.  
Annals of Botany 42:1099-1108.
- Castro, E.M. 1976. Distribución, Biología y combate de correhuela (*Ipomoea purpurea* L.)Roth. y meloncillo (*Cucumis melo* L. Aff. *Agrestes* Naudin, en los cultivos de maíz y sorgo de la región norte de tamaulipas.  
Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Méx. 78 pp.

- Condon, J.M. y B.A.Finneran 1989. Distribution and organization of articulated laticifers in *Calystegia silvatica* (Convolvulaceae). Bot. Gaz. 150 (3):289-302.
- Cortella, A.R. 1989. Secretory tissue in *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae). Laticifers and glands. Darwiniana 29:17-23.
- Cortés, B.F. 1980. Histología vegetal básica. H. Blume ed. 1a. edic. España, pag. 119
- Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. Continental, 2a. Edic. México, 848 pp.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York pag. 895
- Cutter, E.G. 1978. Plant Anatomy Part.1 Cell and tissues. 2<sup>a</sup> edition, pag.315
- Dahlgreen, R.M. y H.T. Clifford 1982. The Monocotyledons: A comparative study. Academic Press, London L.T.D. pag.85
- Duke, S.O. 1985. Weed Physiology. Vol. 1, Reproduction and Ecophysiology. CRC Press. Inc. Florida pp. 165
- Essau, K. 1972, 1976, 1982. Anatomía vegetal. 3a. edición. Omega, S.A. Barcelona, España pp.779.
- Fahn, A. 1974, 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press. New York pp. 277.

- Font- Quer, P. 1973. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A.  
1a. edición. Barcelona España.
- González, R., L. de Parisca y Agostini. 1981. Caracterización estructural de semillas y plántulas de *Ipomoea y Merremia* (Angiospermae- Convolvulaceae).  
Acta Biol. Venez. 11(2):47-88
- Guillermond, 1960. Précis de Biologie végétale. Deuxième édition.  
Masson et Cie. Editeurs. Paris pag. 330
- Hill, et al., 1976. Botany a textbook for colleges. Ed. Tata  
McGraw Hill Company L.T.D. New Dehli. pp.634
- Hill, T.A. 1977. The Biology of Weeds. Edward Arnold Publishers  
Great Britain. pp.63
- Jayabalan M.,K. Rajarthnam y S. Veersamy 1992. Refined staining technique for laticifers. Phytomorphology,  
42 (1y 2):57-61
- Jensen, A. W. 1962. Botanical Histochemistry. W. H. Freeman and  
Company. Sn. Francisco and London. pp.408
- Jensen et al. 1988. Botánica. 2a. edición. McGraw-Hill de México  
México, pp.761
- Johansen, A.D. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill. U.S.A  
pp. 523
- Kallarackal, J.,R. R. Garlick y J.A. Milburn. 1986. Characterization of the structural inclusions in the latex of Banana (*Musa sp.*). Can. J. Bot. 64: 2591-2601
- Karling, S.J. 1929. The laticiferous system of *Achras zapota* L.  
I. Preliminary account of the origin, structure

- and distribution of the latex vessels in the apical meristem. Amer. Journal of Botany. 16:803-824
- Kochhar, S.L. 1981. Economic Botany in the tropics. McMillan Indian Limited.
- Langeron, M. 1949. Précis de Microscope. Masson et Cie Editeurs. Francia. pag. 1354-55
- Lawrence, H.H.G. 1951. Taxonomy of vascular plants. The McMillan Co. New York.
- López, C.M.L. 1987. 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. pp.63
- Mahlberg, P.G y P.S. Sabharwal 1966. Mitotic waves in laticifers of *Euphorbia marginata*. Science Vol.152:518-519
- Mahlberg, P.G. y P.S. Sabharwal 1968. Origin and early development of nonarticulated laticifers in embryos of *Euphorbia marginata*. Amer. J. Bot. 55 (3):375-381
- Mahlberg,P.G. 1993. Laticifers: An Historical Perspective. The Botanical Review .59(1):1-23
- Mauseth. 1988. Plant Anatomy. The Benjamin / Cummings Publishing Company Inc. California U.S.A.
- McDonald, A. 1987. Familia Convolvulaceae. (Publicación inédita) I.N.I.R.E.B.

- Mesquita, J.F. y J.D. Santos Díaz 1984. Ultrastructural and chemical study of the laticifers of *Cannabis sativa* L. Bol. Soc. Brot., Sér 2, 57:337-356
- Milanez, F.R. 1952. Sobre os núcleos dos laticíferos de *Euphorbia phosphorea* Mart. Rodriguésia 15(27):163-175.
- Milanez, F.R. 1952. Ontogénese dos laticíferos do caule de *Euphorbia phosphorea* Mart. Arq. J. Bot. 12:17-35
- Milanez, F.R. 1954. Origem das ramificações dos laticíferos do caule de *Euphorbia phosphorea* Mart. Arq. J. Bot. 13:95-113
- Milanez, F.R. 1954. Sobre os laticíferos foliares de *Ficus retusa*. Rodriguésia 16 e 17 (28 e 29):159-180
- Mochizuki, Y. y K.Furukawa 1987. Cell. Biology International reports:11 (5):367-371
- Murugan, V. y J.A. Inadmar 1987. Studies in the laticifers of *Vallisneria spiralis* (L.) O.Ktze. Phytomorphology 37 (2,3):209-214
- National Academy of Sciences. 1990. Plantas nocivas y como combatirlas Vol.2 Limusa Willey México.
- Nessler, C.L. y P.G.Mahlberg 1977. Ontogenia y Citoquímica de las vesículas alcaloidales en los laticíferos de *Papaver somniferum* L. (Papaveraceae). Amer. J. Bot. 64 (5):541-551
- Nessler, C.L. y P.G. Mahlberg 1977. Cell wall perforation in laticifers of *Papaver somniferum* L. Bot.Gaz.

138 (4):402-408

- Nessler, C.L. y P.G. Mahlberg 1978. Laticifer ultrastructure and differentiation in seedlings of *Papaver bractetum* Lindl. Population Arya II (Papaveraceae). Amer. J. Bot. 65 (9):978-983.
- Nessler, L.C. 1981. Ultrastructure of laticifers in seedlings of *Glaucium flavum* (Papaveraceae). Can. J. Bot. 60: 561-567.
- Patiño, C.J. 1986. Microtecnía vegetal 1a. Edición. Trillas, Méx. D.F. pag: 106.
- Pedraza, R.A. 1983. Estudio Palinológico de la familia Convolvulaceae en México. Géneros *Ipomoea* L. y *Turbina* Raf. Biótica 8 (4): 387-411.
- Ponce, S.R.M. 1986. Estudio del desarrollo de la testa de *Ipomoea crinicalyx* (Convolvulaceae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 43 pp.
- Rodríguez, R.G. 1990. Estudio estructural e histoquímico del desarrollo de laticíferos en la semilla de *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México, 53pp.
- Rosowski, J.R. 1968. Laticifer morphology in the mature stem and leaf of *Euphorbia supina*. Bot Gaz. 129 (2):113-120
- Roy, T. A. y N.Deepesh 1992. Studies on differentiation of laticifers through light and electron

- microscopy in *Calotropis gigantea* (Linn.) R.Br.  
Annals of Botany 70:443-449
- Ruiz ,O.M. 1962. Tratado elemental de Botánica. Editorial Científica Latinoamericana. Larlos Méx.  
pag. 119, 380
- Rzedowski, J. y G.C. Rzedowski 1985. Flora fanerogámica del valle de México. Vol II. Escuela Nacional de ciencias biológicas. Méx. D.F. pag. 254-255
- Rzedowski, J. 1986. La vegetación de México. Limusa, México. 43pp.
- S.A.R.H. 1980. Malezas en los cultivos de maíz, frijol, sorgo y arroz. México, 25 pp.
- Schery, R.W. 1972. Plants for man. 2a.Edition. Prentice-Hall Inc. E.U.A. pag. 205-218.
- Standley, P.C. y L.O. Williams 1970. Flora of Guatemala.  
Vol. 17. Part IX., Numbers 1 y 2 .  
Chicago Natural History Museum.
- Stockstill, B.L. y C.L. Nessler 1986. Ultrastructural observations on the nonarticulated, branched laticifers in *Nerium oleander* L. (Apocynaceae).  
Phytomorphology 36(3,4):347-355
- Strasburger, E. y F.Noll 1985. Botánica. 7a. edición. Barcelona España. pag.136-137
- Thureson K.A. 1969. Observations on the development and fine structure of the articulated laticifers of *Papaver somniferum*. Ann. Bot. 34:751-759
- Weston, B. 1945. Anatomy of *Cryptostegia grandiflora*

with special reference to the latex system.

Amer. Journal of botany. 32: 135-141

- Wilson, K.J. y P.G.Mahlberg 1980. Ultrastructure of developing and mature nonarticulated laticifers in the milkweed *Asclepias syriaca* L. (Asclepiadaceae).  
Amer. J. Bot. 67(8):1160-1170
- Wimalaratna S.D. 1973. A staining procedure for latex vessels of *Hevea*. Stain Technology. 48(5):219-221
- Yongken, W.H. 1951. Tratado de Farmacognosia. 6a. edic.; Editorial Atlante, S.A. México D.F. pag.65

En el cielo el viento  
se lee en las nubes,  
en el agua el viento  
se lee en las olas,  
en la tierra el viento  
se lee en la arena,  
en el ave el viento  
se lee en su vuelo,  
en el bosque el viento  
se lee en su canto,  
en el hombre el viento  
se lee en su alma.

Diego Samper Martínez.