



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTRUCTURA E HISTOQUIMICA DE LAS PARTES VEGETALES USADAS EN MEDICINA TRADICIONAL DE *Talauma mexicana*

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 :
E L A ALCANTARA FLORES

DIRECTOR DE TESIS: DRA. ALICIA ENRIQUETA BRECHU FRANCO



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2002

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR





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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA

Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunico a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

Estructura e histoquímica de las partes vegetales usadas en medicina tradicional de
Talauma mexicana.
realizado por Ela Alcántara Flores

con número de cuenta 9335763-6 , quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco *Brechú*

Propietario

Dr. Guillermo Laguna Hernández *Guillermo Laguna*

Propietario

Dra. Helia Reyna Osuna Fernández *Reyna Osuna*

Suplente

M. en C. Rosenda Margarita Ponce Salazar *Rosenda Margarita Ponce Salazar*

Suplente

M. en C. Aurora Zlotnik Espinosa *Aurora Zlotnik*

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Novelo

Dr. Eberto Novelo Maldonado



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, mis padres Teresa y Ramón y a mis hermanos Tania, Paloma y Ramón y a mi esposo Antonio y su familia por su cariño.

A mi asesora, Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco por la ayuda, el interés y la motivación mostrados durante la realización de esta tesis.

A mis sinodales, Dr. Guillermo Laguna, Dra. Helia Reyna Osuna, M. en C. Margarita Ponce y M. en C. Aurora Zlotnik por el tiempo dedicado en la corrección de este trabajo.

A la Dra. Judith Márquez, Dra. Sonia Vázquez, Dra. Margarita Collazo, Dra. Clara Esquivel, M. en C. M. Lourdes López, Biol. Citlali Núñez, Dra. Lourdes Rico, por aclararme dudas, motivarme y colaborar de distintas maneras en esta tesis.

A la M. en C. Silvia Espinosa Matias por su excelente trabajo en el microscopio electrónico de barrido.

A la M. en C. Edelmira Linares Mazari, por permitirme obtener material del Jardín Botánico.

Al M. en C. Alejandro Martínez Mena, Biol. Ana Isabel Bieler Antolín, Biol. José Antonio Hernández Gómez del Laboratorio de Microcine por las facilidades prestadas para la toma de las fotografías que ilustran esta tesis.

Al Dr. Xavier Lozoya del Centro Médico Siglo XXI por el apoyo proporcionado con la beca IMSS-9909451.

Al señor Joaquín, a Elpidio y a su familia por su hospitalidad.

A mis compañeros del laboratorio de Desarrollo en Plantas, Dulce, Goyo, Edith, Karina, Odeth, Odette, Florencia, Ulises, Lalo, Lluvia, Aurea, Paty, Ana Laura, Guille, Ricardo Roberto, Mireya y Rosy.

A mis amigos en la carrera Araishú, Kenia, Violeta, Pavka, Martha, Renée, Bernardo, Quitzé, Ramón, Noemí, Nayeli, Pablo, Hugo, Germán, Celia, Marisol, Adrián, Consuelo, José, Noé, Jorge, Graciela, Rodrigo, Cristina, Pedro, Emma, Alejandro, Lalo, Cyntia, Laura, Margarita, Rigo, Mayra, Dalila, Stella, Luz, Sandra, Andrea, Valeria, Héctor, David, Katia, Olinka, Miguel, Cesar y a los que faltan por lo bien que lo pasamos.

A todos ellos y a los que sin querer olvidé mencionar les quiero dar las gracias además por la amistad, el cariño y el apoyo que me brindaron y que hizo posible la realización de esta tesis.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	11
OBJETIVOS.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
- Procesamiento del material.....	18
- Técnicas Histoquímicas.....	20
- Microscopía Electrónica de Barrido.....	20
RESULTADOS.....	22
a) Pétalos y sépalos.....	22
b) Semilla.....	25
- Pruebas Histoquímicas (Cuadros 1 y 2).....	29
DISCUSIÓN.....	31
a) Pétalos y sépalos.....	31
b) Semilla.....	34
CONCLUSIONES.....	36
LITERATURA CONSULTADA.....	37

RESUMEN

La infusión de flores y semillas de *Talauma mexicana* (DC.) Don (Yoloxóchitl) administrada por vía oral se ha utilizado como remedio para afecciones del corazón y para la presión alta así como sedante, desde la época prehispánica. Existen estudios químicos de la hoja, la flor y la semilla de esta planta pero se desconoce la estructura de estas partes. En el presente trabajo se describe la estructura histológica e histoquímica de los pétalos, sépalos y semilla de *T. mexicana*.

La flor presentó dos series de pétalos (interna: ps1, y externa ps2) y una de sépalos (s). La estructura celular mostró una transición en los verticilos florales desde ps1 hasta s. Se observaron dos formas celulares en la epidermis adaxial de pétalos y sépalos. La epidermis adaxial de los tres verticilos florales presentó estomas anomocíticos. La epidermis abaxial de los pétalos presentó estomas de tipo paracítico de menor tamaño que los estomas de la cara adaxial. Sólo en s se encontraron tricomas y fueron de tipo no glandular, uniseriados y multicelulares. Adyacente a la epidermis de los pétalos se localizó un parénquima esclerosado. Dispersas en el parénquima de los tres verticilos se observaron estructuras secretoras y astroesclereidas muy lignificadas, con aumento en densidad hacia s, e idioblastos con taninos condensados en ps1 y ps2. Se observaron haces vasculares de tipo colateral inervando ampliamente pétalos y sépalos. Aunque en términos generales los verticilos vegetativos de la flor de *Talauma mexicana* podrían parecer similares, el presente estudio reveló que sí pueden distinguirse por la combinación y disposición de las características anatómicas.

La semilla de *T. mexicana* cuelga del fruto mediante fibrillas del haz vascular. Está constituida por: sarcotesta, endotesta, endospermo y embrión. La sarcotesta es carnosa, aceitosa y vascularizada. La endotesta consta de 10 a 12 estratos de células lignificadas alargadas radialmente, con uno a tres cristales poligonales en cada célula. El endospermo presenta abundante contenido lipídico y protéico y el embrión es rudimentario.

Con el presente estudio se obtuvo información que servirá como base para verificar la autenticidad de una muestra de *T. mexicana* que pudiera estar constituida ya sea por órganos vegetales o por partes de ellos ya que éste es un requisito indispensable en el proceso de elaboración de medicamentos herbolarios o fitofármacos, que cumplan con normas de calidad, eficacia y seguridad.

INTRODUCCIÓN

Talauma mexicana (DC) Don es una planta con uso medicinal desde la época prehispánica hasta la actualidad (Bye y Linares, 1987). Se le conoce como "árbol de Yoloxóchitl" (del náhuatl *yollotli*=corazón y *xóchitl*=flor, flor del corazón).

Desde finales del siglo pasado, se han venido realizando estudios de identificación química de los constituyentes de la flor, de las semillas, de la hojas y de la corteza del árbol de Yoloxóchitl (Pastelín, 1993). A pesar de atribuirle efectos curativos a distintas partes del Yoloxóchitl, la infusión con flores y semillas administrada por vía oral es especialmente recomendada por la gente que la usa para afecciones cardíacas, presión alta y sedante para los nervios.

Debido a la tendencia de utilizar sustancias naturales para combatir las enfermedades que afectan a nuestra sociedad, se han abierto líneas de investigación multidisciplinarias en las cuales la obtención de información lo más completa posible sobre el mundo natural nos hace más competentes para su uso y explotación.

Cualquiera que sea el campo de aplicación, todos los derivados naturales, ya sean productos puros, extractos o drogas crudas, deben satisfacer el requerimiento de contar con una calidad estandarizada, pues sólo con ésta se puede asegurar la consistencia de sus propiedades farmacológicas y/u organolépticas (Bonati, 1991).

Los estándares de calidad de los derivados naturales son el resultado de una serie de parámetros, como por ejemplo: origen de la planta, período de cosecha, identificación de la especie, determinación cuantitativa de los constituyentes activos o característicos, contaminantes externos, contenido microbiológico e impurezas potenciales.

De lo anterior destaca la importancia y necesidad de contar con indicadores estructurales que permitan una plena identificación de las plantas medicinales. Los estudios anatómicos, histológicos e histoquímicos a nivel estructural y ultraestructural, aportan elementos valiosos en la caracterización de las partes vegetales utilizadas en medicina tradicional, entendiendo por medicina tradicional las prácticas y recursos curativos utilizados por las culturas indígenas de México que han preservado y difundido formas y procedimientos eficaces para resolver problemas de salud de la población (Viesca-Treviño, 1990). Por otra parte, el conocimiento estructural del tejido es importante para la

identificación de metabolitos biológicamente activos y su ubicación en las correspondientes estructuras celulares de ahí su gran trascendencia en lo que al estudio de las plantas medicinales se refiere.

Plantas Medicinales

En el mundo se observa un renacimiento considerable del interés por las plantas medicinales. La proporción de éstas que hoy intervienen en la preparación de productos farmacéuticos de todo el mundo equivale a aproximadamente un tercio de las sustancias químicas de síntesis por ejemplo: la Hierba de San Juan, el Ginseng, Valeriana, y el Ginkgo biloba (WHO, 1999).

En México la fuente de materia prima es abundante y está al alcance de la mano; Estrada (1992) menciona que del total de la diversidad vegetal existente, por lo menos la mitad de las especies tienen algún uso empírico; esto implica para México, la existencia de unas 10 a 15 mil plantas medicinales a las que se les atribuye algún efecto relacionado con la salud. Sin embargo, seguramente no todas las plantas que se usan con fines terapéuticos tienen las propiedades que se les atribuyen, por lo tanto, la investigación que se genere sobre las plantas medicinales permitirá identificar a aquellas que potencialmente tuvieran un amplio uso como fármacos.

Importancia del reconocimiento de las plantas

El estudio anatómico de las plantas, en especial el de las medicinales, tiene diversas e importantes aplicaciones. Una de ellas es el control de calidad en la elaboración de fitofármacos, para evitar el uso de plantas adulterantes.

La estandarización del contenido de los principios activos terapéuticos que se utilizan en la elaboración de fitofármacos es tan importante como el control de la calidad de la materia prima vegetal con la cual se elaboran. El control morfológico debe aplicarse en este caso para evitar sustituciones de la materia prima con especies botánicas parecidas, para detectar la presencia de contaminantes de otras plantas indeseables o para la identificación de compuestos importantes a nivel celular.

Uno de los requisitos para el registro y la producción de un medicamento elaborado a base de plantas medicinales es contar con la descripción adecuada, a nivel microscópico,

de la droga vegetal que se va a comercializar. Para esto es necesario llevar a cabo el estudio anatómico detallado de la parte vegetal utilizada como medicamento (corteza, raíz, hoja, flor, etc.). Estos estudios permiten la identificación de estructuras celulares y, con ello, la elaboración de las pautas morfológicas que caracterizan al género y a la especie botánica en particular. En la actualidad, la anatomía vegetal está proporcionando nuevos hallazgos en el campo de investigación de plantas medicinales, al convertirse en el centro de una metodología que apoya el desarrollo de la investigación citoquímica y el control de calidad de los modernos fitofármacos.

Asimismo, estos estudios de descripción morfológica se combinan actualmente con procedimientos que permiten la identificación de los compuestos químicos representativos en la parte específica del vegetal con el que se elabora el medicamento. Toda esa información sobre la estructura microscópica y su contenido químico permite establecer parámetros cualitativos y cuantitativos que hacen que un fitofármaco sea elaborado con material vegetal que independientemente del lugar y época del año en donde se haya cultivado, es sometido a un proceso de estandarización que garantiza la autenticidad del producto y la seguridad en la dosificación establecida (Rivera Arce *et al.*, 2000).

Importancia de los estudios Anatómicos de partes vegetales usadas en medicina tradicional

La Anatomía Vegetal es una importante disciplina de la cual el investigador de plantas medicinales obtiene:

- El conocimiento estructural del tejido y de la célula, así como la función que desempeña cada uno de los componentes.
- La identificación de metabolitos biológicamente activos y su ubicación en las correspondientes estructuras celulares.
- El estudio ontogenético de la planta, que permite el seguimiento de los metabolitos secundarios de interés farmacológico a lo largo de la vida del vegetal, para establecer la etapa de crecimiento y desarrollo en la que se produce el compuesto químico de interés medicinal.

- Un mejor desarrollo de los estudios extractivos, ya que la investigación citoquímica provee información acerca de la naturaleza de los metabolitos secundarios útiles terapéuticamente (Rivera Arce *et al.*, 2000).

Los estudios anatómicos e histoquímicos de las partes vegetales usadas en medicina tradicional son importantes cuando se tiene una planta potencialmente útil como fitofármaco, ya que dichos estudios aportan una amplia cantidad de información para el óptimo aprovechamiento tanto de las partes vegetales que son usadas, como de aquellas que probablemente podrían servir de igual manera y que aún no han sido consideradas.

Por otra parte la plena caracterización estructural de una planta hace su uso seguro ya que se evitan las sustituciones que en algunos casos son un peligro para la salud. Tal es el caso de *T. mexicana* y *M. grandiflora* cuya cercanía taxonómica y su amplio uso en la medicina tradicional mexicana con propósitos cardiotónicos, pudieran provocar confusiones o sustituciones con el riesgo de obtener efectos contrarios.

Resulta útil señalar que la investigación de *M. grandiflora* ha sido más abundante en cuanto a la química y farmacología de sus componentes, no así con *T. mexicana* por lo cual la obtención de información anatómica de esta planta es importante para comprender sus atributos como planta medicinal en uso.

Ensayos de identificación y control de calidad de plantas medicinales

Según el libro "Quality control methods for medicinal plant materials" publicado en 1998 por la Organización Mundial de la Salud (WHO por sus siglas en inglés), el examen macroscópico y microscópico de las plantas medicinales es el primer paso para establecer la identidad y grado de pureza de los materiales provenientes de las plantas.

La WHO en "Monographs on selected medicinal plants" (1999) se ha encargado de recopilar mucha de la información necesaria para identificar y caracterizar a las plantas que actualmente tienen más uso en farmacología (por ejemplo: la manzanilla, el ginseng o la valeriana), en este libro se define la parte de la planta que es usada, la sinonimia, los nombres comunes, la descripción de la especie, el material de interés de la planta, sus propiedades organolépticas, sus características microscópicas y las pruebas generales para identificar a la sustancia activa entre otros apartados.

Ensayos botánicos para la identificación de drogas

Antes de comenzar con este tema resulta útil aclarar que cuando se hable de droga en este y en el siguiente apartado nos estaremos refiriendo a la parte de la planta en donde se ha localizado y de donde se extrae el principio activo y no de una sustancia aislada como tal.

Los ensayos botánicos para el control de calidad de las drogas provenientes de plantas tienen como finalidad controlar características macroscópicas y microscópicas y con esto detectar falsificaciones y mezclas de plantas que no son las especies que contienen la droga.

Las características macroscópicas se aprecian directamente o con la ayuda de una lupa o un microscopio estereoscópico y las características microscópicas precisan de un microscopio fotónico y a menudo es necesario hacer tinciones específicas para comprobar la presencia o ausencia de determinados elementos (Kuklinski, 200).

A continuación se resumen brevemente las principales características que se controlan:

Características macroscópicas	Características microscópicas
<p>1. <i>Generales:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Forma y tamaño- Color y aspecto exterior (grosor, pilosidad)- Fractura de la droga (lisa, fibrosa, granulosa)- Color interior <p>2. <i>Particulares:</i> ejemplos</p> <ul style="list-style-type: none">- Hojas de coca: zona delimitada (área) en el reverso de la hoja- Capítulos de manzanilla: receptáculo hueco	<p>1. <i>Estudios de cortes histológicos:</i> permiten apreciar la estructura anatómica, la distribución de los tejidos y determinados contenidos celulares.</p> <p>2. <i>Micrografía del polvo de la droga:</i> Método rápido, sencillo y muy útil Se buscan:</p> <ul style="list-style-type: none">- Elementos estructurales (pelos, estomas...)- Componentes químicos (oxalato de calcio, carbonato de calcio...) <p>3.- <i>Estudios histoquímicos.</i> Tinciones</p>

Características micrográficas de las drogas

Las drogas vegetales tienen una serie de elementos apreciables al estudiarlas pulverizadas o micronizadas al microscopio. Muchos de estos elementos son propios y

característicos de cada droga, lo cual permite identificar la droga y también detectar posibles adulteraciones y falsificaciones (Kuklinski, 2000)

Estos elementos que son apreciables al microscopio se pueden agrupar en: estructuras celulares del vegetal y componentes químicos.

Las estructuras celulares se distinguen en dos tipos de elementos: los largos y los cortos (Kuklinski, 2000).

Los elementos largos son: las fibras, traqueidas, vasos leñosos, conductos o cavidades secretoras y los laticíferos; mientras que los elementos cortos son: las células de parénquima, células del súber, células pétreas o esclereidas, células epidérmicas, recubrimientos de cutícula, estomas, pelos o tricomas y glándulas de secreción.

Los componentes químicos también son importantes en la identificación de una droga, estos son las sustancias de carácter orgánico e inorgánico, procedentes del metabolismo primario o secundario del vegetal, que se hallan contenidas en células y tejidos de la planta. Tienen generalmente interés diagnóstico, ya que en muchos casos son directamente, apreciables al microscopio, y en otros se pueden detectar mediante sencillos procedimientos físicos y químicos. Las sustancias con valor diagnóstico son: el almidón, los aceites y grasas, la inulina (polisacárido de la fructosa), granos de aleurona e inclusiones salinas de sílice, carbonato u oxalato de calcio (en cualquiera de sus formas: cristales poligonales, rafidios drusas o arenilla) (Kuklinski, 2000).

Justificación del uso de los términos “pétalos y sépalos” en la flor de *Talauma mexicana*

Aunque la descripción de Heywood (1985) acerca de la Familia Magnoliaceae hace referencia a la presencia de tépalos libres petaloides en las flores, Cronquist (1981) menciona que en la familia se pueden diferenciar en algunos casos pétalos y sépalos.

La descripciones del género y la especie de Standley y Steyermark (1946), Lawrence (1951) y Hernández-Cerda (1980) resaltan la presencia de pétalos y sépalos en la flor. Esta distinción se basa en la posición, forma, tamaño y grosor de cada uno.

De acuerdo a los autores que describen a la especie en este trabajo se presentan los resultados bajo el criterio de pétalos y sépalos.

Características generales de pétalos

Los sépalos y los pétalos son esencialmente como las hojas en forma y anatomía pero generalmente más simples en los detalles de su estructura que las hojas del follaje. Están constituidos de parénquima, un sistema vascular que atraviesa el tejido base, y capas epidérmicas en las caras abaxial y adaxial. Células que contienen cristales, idioblastos, y laticíferos pueden encontrarse en el tejido base o asociados a los elementos vasculares (Esau, 1965).

Los pétalos muestran una amplia variedad de formas y usualmente se distinguen de los sépalos por su color. En el caso de *T. mexicana* ambos pétalos y sépalos son de color blanco y se diferencian por su posición, tamaño, forma, grosor

El sistema vascular puede consistir de una o varias venas largas y un sistema de pequeñas venillas. Los patrones formados por esas venillas varían grandemente (Glück, 1919, Gumpfenberg, 1924, en: Esau, 1965). Comúnmente la venillas se ramifican dicotómicamente. El mesófilo tiene pocas células de grosor, excepto en flores con corolas carnosas o gruesas. El tejido es parenquimatoso con las células muy juntas o pobremente ordenadas.

La epidermis de los pétalos muestra ciertas peculiaridades en la forma de sus células (Hiller, 1884, en: Esau, 1965) y en la estructura de la cutícula (Martens, 1934, en: Esau, 1965). Las paredes anticlinales de las células pueden ser lisas u onduladas y pueden llevar surcos internos. La ondulación y el surcado varía ampliamente en el grado de expresión en diferentes plantas. En algunas, las paredes anticlinales son sólo ligeramente onduladas; en otras, las ondulaciones son tan profundas que las células tienen forma de estrella si se ven desde la superficie. Los surcos, los cuales surgen a través de un crecimiento centripeto localizado de la pared celular, pueden aparecer como botones pequeños en cortes, o como largas barras, rectas o dobladas, sólidas o huecas. El grado de ondulación o surcamiento puede variar en el mismo pétalo. Por ejemplo, las paredes anticlinales son usualmente lisas en la base del pétalo y a lo largo de las venas, aún cuando haya ondulamientos en cualquier otra parte. Frecuentemente, las paredes onduladas que están restringidas al lado inferior son más pronunciadas en esta zona.

Los espacios intercelulares pueden desarrollarse en la epidermis en relación con la diferenciación de los surcos. En algunas especies las dos capas de la pared componen un

surco hendido aparte y el espacio entre las dos capas se llena con aire. Estos espacios están abiertos hacia el interior del pétalo pero parecen estar cerrados con la cutícula en el exterior (Hiller, 1884, en: Esau, 1965). Las paredes surcadas se presentan principalmente en las dicotiledóneas aunque se han encontrado también en algunos miembros de las Liliaceas.

Las paredes tangenciales de la epidermis pueden ser horizontales o convexas en varios grados. La pared tangencial interna comúnmente es ligeramente convexa con relación al resto. La pared externa es frecuentemente muy convexa, o puede llevar una o más papilas capitadas o en forma de cono (*Viola, Nasturtium*). La estructura papilosa es más común en la epidermis adaxial que en la abaxial y no se desarrolla en la base de los pétalos. Varios tricomas pueden presentarse sobre los pétalos usualmente similar a aquellos encontrados en las hojas de la misma planta. Los estomas que se presentan sobre los pétalos también se asemejan a aquellos sobre las hojas del follaje o están incompletamente diferenciados (Watson, 1962, en: Esau, 1965).

La cutícula de la corola es raramente lisa. Comúnmente ésta es estriada y las líneas forman varios patrones en diferentes plantas. El desarrollo de estos patrones se ha sugerido como resultado de dos fenómenos: primero, una temporal producción excesiva de cutina y el consecuente incremento de superficie y plegado de la cutícula; segundo, un estiramiento de la cutícula y una reorientación de los pliegues iniciales por la extensión de la célula (Martens, 1934, en: Esau, 1965). Los patrones cuticulares formados por los pliegues se han visto también a nivel ultraestructural (Bringmann y Kühn, 1955, en: Esau, 1965).

El color de los pétalos se debe a la presencia de cromoplastos o pigmentos en el jugo celular (Paech, 1955, en: Esau, 1965). El color del pigmento es usualmente modificado por ácidos y otros componentes del jugo celular. El almidón se forma frecuentemente en los pétalos jóvenes. Los aceites volátiles que le confieren la fragancia característica a las flores, comúnmente se presentan en las células epidérmicas de los pétalos, algunas veces en partes de las flores diferenciadas como osmóforos.

Características Generales de las Semillas de las Magnoliaceas

Según Corner (1976) las características de las semillas de las Magnoliaceas son las siguientes: miden de 8-10 mm de longitud, son totalmente masivas, sésiles, en frutos dehiscentes que llegan a estar suspendidas de fibrillas de lignina de la rafe.

Testa fuertemente multiplicativa para formar una sarcotesta y una endotesta leñosa; *la sarcotesta* compuesta de una película rosa, de 2-6 células de grosor, desarrolladas de la epidermis externa (tegumento externo) por división periclinal, la epidermis con estomas (*Magnolia, Manglietia, Michelia*, se desconoce en los demás géneros) y de un parénquima aceitoso blanco derivado de las capas medias del tegumento externo, llevando los haces vasculares; *la endotesta* con 2-10 (ó más) capas de células lignificadas, juntas sin espacios aéreos, derivados de las divisiones periclinales de la epidermis interna (tegumento externo), las células más o menos en hileras radiales y un tanto alargadas radialmente pero no prismáticas, algunas con un solo cristal, sin paredes gruesas pero desarrollando una lignificación fibrosa interna en la cavidad celular.

El tegmen no es multiplicativo, eventualmente arrugado y comprimido, no especializado, excepto por la participación con la endotesta en el tubo calazal, sin haz vascular.

Calaza masiva rodeada por la endotesta tubular para formar el heterópilo. El haz vascular consiste en los haces del rafe con extensión en el tubo calazal y uno o dos (o más) haces postcalazales alcanzando el micrópilo. Endospermo celular, aceitoso, ligeramente ruminado o no. Embrión pequeño o microscópico.

ANTECEDENTES

Talauma mexicana es una especie de gran importancia dentro de la medicina tradicional de nuestro país.

De acuerdo con Bye y Linares (1987), esta especie se encuentra constantemente disponible en el mercado y su referencia en las fuentes históricas data de 1552 en el Códice De la Cruz-Badiano. En la actualidad existen numerosos trabajos sobre esta planta.

Talauma mexicana se ha registrado en nuestro país como especie amenazada (de acuerdo a la norma NOM-059-ECOL-1994, publicada por el Diario Oficial de la Federación, 1994), debido a la reducción de sus zonas de distribución por la tala inmoderada de los bosques mesófilos en donde se desarrolla, así como por el cambio de vocación de terrenos forestales a los que ahora se les dedica a la ganadería y al cultivo de granos.

Respecto a los trabajos realizados con *T. mexicana*, éstos se han venido desarrollando desde finales del siglo XIX, y se han enfocado a la identificación química de los constituyentes de la flor, semillas, hojas y corteza del árbol del Yoloxóchitl (Armendáriz 1891).

En la recopilación histórica que hace Lozoya (1982) sobre la medicina tradicional, alude a los estudios con *T. mexicana* entre los cuales, reporta los siguientes:

La obtención de un aceite esencial, una resina, quercitina y tanino por Altamirano (1876); el aislamiento de talaumina a partir de semillas por Armendáriz y Río de la Loza (1892); la presencia de la quercitina y la talaumina tanto en la corteza como en la semilla del Yoloxóchitl (1894); un alcaloide (como clorhidrato)- no identificado- y un flavianato de las hojas, por Guerra (1941), la obtención en hojas de parahidroxibenzofenona, ácido trimésico y quercitol, por Martínez Garza (1947). Durante la década de los años cuarenta, Sodi-Pallares (1948) aisló a partir de las hojas dos alcaloides: la aztequina y la talaumina. Collera y colaboradores (1963) analizan la corteza y no detectan la presencia de alcaloides, en cambio aislan costunolida, B-sitosterol y un aceite esencial; Kametani (1975), cuestiona la presencia de la aztequina en las hojas de Yoloxóchitl y en su lugar usando el mismo procedimiento encuentra liriodenina.

Farmacológicamente sobresalen los trabajos con extractos acuosos de las flores y hojas, llevados a cabo en 1937-38 por los Drs. Pérez y Roca, quienes observaron que al administrar por vía venosa dichos extractos, se produce vasoconstricción, hipertensión arterial y aumento en la fuerza de contracción y del tono muscular del corazón, y que al utilizar los extractos alcohólicos purificados, los efectos producidos eran lo opuesto; dichos autores supusieron que los extractos acuosos contienen principios activos de acción similar a la de la adrenalina. Guerra y Escobar (1940- 1941) observan que los extractos acuosos de hojas frescas poseían mayor actividad y que los extractos alcohólicos empleados en dosis mucho más bajas que los acuosos, inducían el efecto hipertensor y cardiotónico buscado. Años después, con investigaciones químicas de los compuestos del YOLOXÓCHITL, se obtuvo la aztequina, alcaloide de las hojas, el cual no produjo ningún efecto sobre el corazón de rana. Pardo (1956), observa que los extractos acuosos del YOLOXÓCHITL, producen el mismo efecto que los glucósidos cardioactivos sobre el músculo isquémico.

En la actualidad la investigación farmacológica de *T. mexicana* guarda cercana relación con la de *Magnolia grandiflora* (Lozoya, 1982), por el hecho de que la segunda también se usa ampliamente en la medicina tradicional mexicana con iguales propósitos cardiotónicos (Bastidas, 1998).

En experimentos realizados por Lozoya (1982) se compararon los efectos producidos por la infusión de la flor de YOLOXÓCHITL y la de flores de magnolia observándose diferencias importantes entre los dos extractos: mientras *M. grandiflora* indujo efectos semejantes a los de un glucósido cardíaco (hipotensor), *T. mexicana* produjo una reacción de tipo aminérgico al contraer los vasos sanguíneos y producir un aumento notable de la frecuencia de contracción.

En la localidad de Zongolica Veracruz, tradicionalmente se ha utilizado la flor y las semillas de *T. mexicana* en tintura alcohólica y se recomienda a personas con padecimientos del corazón, fatiga y "enmuinamiento" (coraje o enojo).

La gente recoge los pétalos y sépalos de la flor que encuentra debajo del árbol. Para las semillas, se cortan los frutos y se utilizan sólo las semillas maduras. Las semillas son machacadas y añadidas a un frasco con alcohol 96°, el cual contiene otras plantas entre las que se encuentran: la flor de manita, flor de tila, la raíz de cotzcatlacuache y 3 claveles rojos, que por tradición tienen que haber estado en un ramo frente al Santísimo, esta mezcla

se deja reposar de uno a tres años antes de usarse. La tintura alcohólica se usa en dosis muy pequeñas de unas cuantas gotitas al día.

Otra forma de utilizar las semillas es hirviendo seis de éstas en un litro de agua, para luego tomar la infusión.

Los pétalos se usan también tostados y molidos para aromatizar el atole (com. pers.)

La flor de *Talauma mexicana* presenta 6 pétalos y 3 sépalos blancos (Fig.1) distribuidos en tres series de tres, siendo los pétalos de la serie uno (ps1) los más cercanos al centro de la flor, inmediatamente después del gineceo y el androceo. Estos pétalos presentan menor tamaño que los pétalos de la serie dos (ps2) localizados entre los pétalos de la serie uno y los sépalos de la (s) que son los más externos y los de mayor tamaño (Fig.2).

Posición Taxonómica

(Standley y Steyermark ,1946)

División: Embriophyta sifonogama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Arquiclamidea

Orden: Ranales

Familia: Magnoliaceae

Género: *Talauma*

Especie: *Talauma mexicana*

Talauma Jossieu

(Standley y Steyermark, 1946)

Árboles altos en su mayoría, similares a los de *Magnolia*, glabros o casi glabros; hojas persistentes, coriáceas, pecioladas; flores terminales, solitarias, grandes y llamativas, blancas, sésiles o cortamente pediceladas; estípulas al principio unidas al peciolo, finalmente deciduas y dejando una cicatriz transversal al ápice del peciolo; sépalos 3, pétalos 6 ó más, en 2 ó numerosas series, imbricados; anteras lineares, las células introrsamente adnadas; ginóforo sésil; carpelos numerosos, capitados o espigados, 2 óvulos; el fruto formando una especie de cono grueso, coriáceo o leñoso, en su madures no dehiscente dorsalmente pero circumsésil cerca de la base, abriendo separadamente o en grupos; semillas como las de *Magnolia*, siempre pendiendo de un receptáculo por medio de largos funiculos.

Veinte especies o más, en la regiones tropicales de América y Asia. Dos especies más en Costa Rica y Panamá.

T mexicana (DC.) Don, Hist. Dichl. Pl. 1:851, 1831.

Magnolia mexicana DC. Reg Veg. Sist. 1:451. 1818 Palo de Peña.

Descripción general de la especie

(Hernández Cerda, 1980)

Talauma mexicana (DC.) Don.

Árboles de 3-20 m de altura; diámetro hasta 1.3 m; corona redondeada y compacta; corteza verde grisácea o pardo oscura, la externa lisa a ligeramente fisurada, con cicatrices de hojas, glabra, con abundantes lenticelas suberificadas y protuberantes de 0.4-4 mm de longitud y cicatrices circulares en cada nudo, la interna amarilla blanquecina, de olor y sabor agradable. Hojas color verde claro y brillante el haz, verde amarillo el envés, oblongas o elípticas, de 8-23 cm de largo por 4-12.7 cm de ancho, coriáceas, glabras, el margen entero, el ápice agudo a obtuso, la base aguda; con olor fragante cuando estrujadas; venación reticulada; peciolo largo; estípula unida a la parte ventral del peciolo, grisáceas, lanceoladas, de 2-5 cm de longitud el ápice agudo con escaso indumento sericeo*. Flores terminales; solitarias, de 3-4 cm de longitud con escaso indumento de tipo sericeo amarillo verdoso; sépalos 3, blancos, oblongos u obovados, de 4-10 cm de largo por 3-7 cm de

ancho, carnosos, glabros, el ápice truncado, la base atenuada, cóncavos, blancos; pétalos 6, en series de 3, los de la primera serie obovados de 8-10 cm de largo por 5-7 cm de ancho, los de la segunda de 7-8 cm de largo por 5-6 cm de ancho, los 6 con la base atenuada y ápice redondeado; estambres numerosos, arreglados en espiral sobre el eje floral, laminares, amarillos, de 1.3-1.5 cm de largo, las anteras con 2 tecas paralelas, el eje floral de 0.5-1 cm de longitud, pistilos numerosos, ovarios unidos en la base, de 0.7-1.3 cm de longitud, el estilo recto, de 1 cm de longitud. Fruto un multifolículo de forma ovoide, de color pardo verdoso, de 10-15 cm de largo, ligeramente pubescente, cada folículo leñoso, con dehiscencia circumsésil, desprendiéndose individualmente o en grupos. Semillas una o dos, péndulas de un funículo corto; redondeadas, de 7-12 mm de largo, con una sarcotesta de color rojo; embrión recto y pequeño, cotiledones de forma redondeada.

*Pelo fino con cierto brillo como de seda (Font Quer, 1965).

Nombres comunes

Flor de corazón (Morelos, México); Jolmaste (Chiapas); Magnolia (Distrito federal, Morelos); Yoloxóchitl (Veracruz).

Usos

Los aztecas empleaban el cocimiento de la flor de esta especie para "corregir el vientre", "reconfortar el corazón", para problemas de la micción y como un medio excelente para "combatir la esterilidad". Se ha encontrado que extractos de *T. mexicana* actúa como un depresor del sistema nervioso central, como un hipotensor y como un antiaterogénico.

Distribución

T. mexicana se distribuye en México (Vertiente del golfo desde el norte de Puebla y Veracruz hasta el norte de Chiapas, a lo largo de la Sierra Madre oriental y en la vertiente del Pacífico en Guerrero); Guatemala y Honduras. Altitud: 110-1500 m.

Tipo de Vegetación: Bosque caducifolio y Selva alta perennifolia.

Floración : abril a junio.

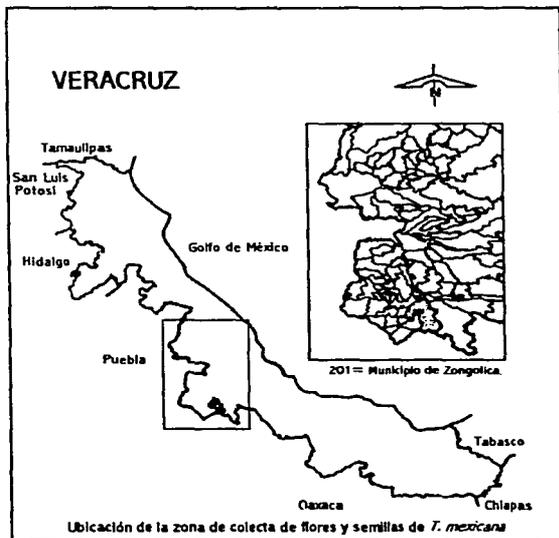
OBJETIVOS

- Describir histológicamente los pétalos y sépalos de *T. mexicana*
- Establecer patrones estructurales e histoquímicos que permitan caracterizar cada una de las partes vegetales de esta especie usadas en medicina tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de recolecta

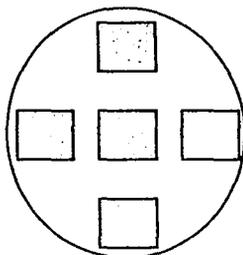
Talauma mexicana, se recolectó en la comunidad de Tonatlixco Chico, Localidad Zapotla Veracruz ubicada en la Sierra de Zongolica. Esta Sierra se localiza en la parte central del Estado de Veracruz, en la parte suroeste de la Sierra madre Oriental, colindando con el Estado de Puebla. La Sierra de Zongolica tiene una superficie de 67,614 ha y una altitud promedio de 1,210 m.s.n.m y se presenta en conjunto con la Sierra Negra, y la Sierra Axuxco perteneciente al Estado de Puebla. Vegetación: Selva alta perennifolia, Selva mediana subcaducifolia, Matorral xerófilo, Pastizales y Acahuales. Uso de la Tierra: agricultura (Del Coro Arizmendi y Márquez., 2000).



Se estudiaron pétalos, sépalos y semillas frescos y deshidratados. Los pétalos y sépalos y semillas se obtuvieron de recolectas hechas en 1996 y 2002.

Procesamiento del material

Los pétalos y los sépalos se fijaron en etanol 96%, se deshidrataron con etanol 100% y se incluyeron en paraplast, se acuerdo a la Técnica de Johansen (1940). Se tomaron 5 secciones de pétalos y sépalos de 1cm aproximadamente, una sección de la base, una de la punta, una del centro y dos de los bordes para abarcar la mayor parte de la superficie de estas estructuras.



Áreas seleccionadas para procesar y analizar.

Para los pétalos y sépalos se realizaron las siguientes modificaciones:

- a) Deshidratación en etanol absoluto-xilol durante 30 minutos.
- b) Se omitieron los pasos de xilol-paraplast 3:1 y 2:1 pasando directo de xilol-paraplast 1:1 a paraplast puro.
- c) Todas las muestras se incluyeron en paraplast.

Las semillas se fijaron en F.A.A. (formol-ácido acético-agua- etanol 96° 1:0.5:3.5:5), se deshidrataron en etanoles graduales (30°, 50°, 70°, 85°, 96°, 100°) y se incluyeron en paraplast, de acuerdo a la técnica de Johansen (1940), con las siguientes modificaciones:

- a) División de las semillas en tres partes: sarcotesta, endotesta o cubierta seminal y endospermo.
- b) Escarificación mecánica de la endotesta de la semilla con una lija, imbibición en agua de la llave durante 12h y separación total de la endotesta.

- c) El tiempo que las partes de las semillas permanecieron en xilol en la etapa de deshidratación no sobrepasó los 15 minutos.
- d) Se omitió el paso de paraplast-xilol 1:2.
- e) Todas las muestras se incluyeron en paraplast.

Para realizar cortes sólo de la endotesta, las muestras se incluyeron en LR White TM y la técnica que se aplicó fue la siguiente:

- a) Deshidratación en etanol 70%, 85%, 96% y 100% cada uno durante 24 h.
- b) Inclusión en LR White TM 50%, 75% durante 24 h.
- c) Inclusión en LR White TM 100% durante 48 h con un cambio a las 24 h.

Se realizaron cortes transversales y longitudinales de pétalos, sépalos y semilla. Los cortes de material fresco se realizaron manualmente con una navaja desechable.

El material incluido en paraplast se cortó a 7 u 8 micras de grosor en un micrótomo de rotación American Optical Modelo 820; se colocó sobre portaobjetos y se aplicó tinción doble safranina-verde rápido (Johansen, 1940) para observar la estructura celular.

El material incluido en LR White TM se cortó a 2 μ de grosor en un Ultramicrotomo RMC-MT990 y se tiñó con azul de toluidina para observar la estructura celular.

Se determinó la densidad estomática en ambos lados de los pétalos y sépalos de dos flores mediante impresiones de la epidermis. Todas las determinaciones se hicieron con secciones tomadas del centro de estos verticilos. Para obtener las impresiones se utilizó cianoacrilato (pegamento de contacto transparente), el cual se aplicaba en un portaobjetos y se colocaba una muestra del pétalo o sépalo encima, se dejaba secar y posteriormente se retiraba el material con cuidado de no desprender la película del pegamento. Estas impresiones se observaron posteriormente en un microscopio fotónico para realizar el conteo de estomas (Zlotnik com. pers.).

Con reglilla se calculó el área del campo visual del objetivo 10 x y se contó el total de estomas presentes. Se contaron los estomas en tres campos visuales diferentes y se obtuvo el promedio.

También se determinó la densidad estomática en la sarcotesta de la semilla mediante impresiones de la epidermis. Estas se realizaron en la zona de la rafe y antirafe de treinta semillas. Para obtener las impresiones se utilizó barniz de uñas transparente, el cual se aplicó sobre la sarcotesta, se dejó secar y posteriormente se retiró la película de barniz y se

colocó en un portaobjetos para observarla en un microscopio fotónico y realizar el conteo de estomas (Ponce com. pers.).

Con reglilla se calculó el área del campo visual del objetivo 10 x y se contó el total de estomas presentes. Se contaron los estomas en tres campos visuales diferentes y se obtuvo el promedio.

Las observaciones de todo el material se hicieron en un microscopio compuesto Carl Zeiss, y las fotografías se tomaron en un fotomicroscopio Olympus BH2.

Histoquímica

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

Las pruebas fueron las siguientes:

- a) ácido peryódico-reactivo de Schiff (A.P.S.).- Tiñe de color rosa intenso los polisacáridos insolubles (Engleman, com. pers.).
- b) azul negro de naftol.- Tiñe de azul intenso las proteínas y de magenta los polisacáridos insolubles (López Curto *et al.*, 1998).
- c) Rojo O de aceite.- Tiñe de color rojo la cutina y los lípidos insolubles (Engleman, com. pers.).
- d) Cloroyoduro de zinc.- Tiñe de color azul la celulosa y hemicelulosa, y de amarillo o naranja la cutina o suberina (Jensen, 1962).
- e) Reactivo de lugol.- Tiñe de color morado intenso o azul el almidón (Johansen, 1940)
- f) Floroglucinol- HCl.- Tiñe de rojo la lignina (Johansen, 1940).
- g) Vainillina-HCl.- Tiñe de rojo ladrillo los taninos condensados (Engleman, com. pers.).
- h) Cloruro férrico.- Tiñe de negro-azulado o verde intenso los compuestos fenólicos (Johansen, 1940).

Microscopía Electrónica de Barrido

Se hicieron observaciones de pétalos, sépalos y semilla en el microscopio electrónico de barrido (M.E.B.) JEOL JMS-35.

El procesamiento del material para las observaciones en el M.E.B. fue el siguiente:

Los pétalos y sépalos se fijaron en etanol 96%, posteriormente se deshidrataron hasta etanol 100% y se desecaron hasta punto crítico con CO_2 . El material se montó en los portamuestras metálicos, se cubrió con una fina capa de oro, se observó y se fotografió.

La semillas se usaron deshidratadas las cuales se desecaron hasta punto crítico con CO_2 . El material se montó en los portamuestras metálicos se cubrió con una fina capa de oro, se observó y se fotografió.

RESULTADOS

a) Pétalos y sépalos

Pétalos de la serie uno

La epidermis uniestratificada está constituida, en la cara adaxial, por células rectangulares con su eje más largo perpendicular a la superficie, con pared delgada y un núcleo pequeño (Fig.3), mientras que, en la cara abaxial las células epidérmicas fueron cúbicas y con pared más gruesa (Fig.4). Ambas capas epidérmicas presentaron una cutícula delgada que reaccionó positivamente a la prueba de Rojo O de aceite (Fig.5, zona adaxial).

Los pétalos y sépalos *T. mexicana* corresponden al tipo anfiestomático porque presentaron estomas en ambas caras. Los estomas de la cara adaxial estaban formados por dos células guarda en forma de riñón sin células subsidiarias, pero rodeadas de aproximadamente 9 a 12 células epidérmicas que no diferían de las células epidérmicas ordinarias; por lo tanto estos estomas se consideraron como anomocíticos o ranunculáceos (Fig.6). La superficie de los pétalos en el M.E.B. mostró que los estomas del haz se presentaban en su mayoría abiertos (Fig.7) con una sustancia de composición no determinada en el ostiolo (Fig.8) pero que tenía un sabor dulce, una consistencia pegajosa y un color amarillento.

En corte transversal del pétalo se observó una cámara subestomática que se presentó tanto en los estomas del haz como en los del envés (Fig.9). En la cara abaxial, los estomas presentaron dos células acompañantes orientadas en paralelo al eje mayor de los mismos: una a cada lado de las células guarda. Según el número de células acompañantes que presentaron los estomas se consideraron como paracíticos o rubiáceos (Fig.10). La densidad estomática fue de 4 estomas por mm^2 en el haz y de 39 estomas por mm^2 en el envés.

Se localizó un parénquima esclerosado con uno a tres estratos celulares inmediatamente después de la epidermis adaxial (Fig.3) y abaxial (Fig.4). Enseguida se presentó un parénquima constituido por células de forma isodiamétrica, que dejan entre ellas pequeños espacios intercelulares; en algunas de estas células se observaron drusas (Fig.11). Otro tipo celular presente principalmente hacia la periferia del pétalo fueron los idioblastos. Éstos se observaron solitarios y en secuencia, presentando contenido citoplásmico de tres tipos: denso, cristalino y granular (Fig.12). Los idioblastos con

contenido denso reaccionaron positivamente a la prueba de vainillina-HCl para taninos condensados, mientras que los idioblastos con contenido cristalino y granular reaccionaron con la prueba de A.P.S. para polisacáridos insolubles.

En la zona media del pétalo se encontraron estructuras secretoras dispersas entre las células parenquimáticas, que se distinguieron por ser cavidades limitadas por células que presentaban contenido evidente; se distribuyeron desde la base hasta la punta del pétalo. No se evidenció ningún tipo de contenido en estas cavidades (Figs. 9 y 13).

Se observaron también, astroesclereidas solitarias y en grupos (nidos de esclereidas) formados en este caso por 3 a 5 células. Las astroesclereidas presentaron diferentes etapas de desarrollo; el protoplasto estaba presente en células jóvenes con poco grosor en sus paredes secundarias, y ausente en las células maduras que presentaron una pared secundaria masiva y lignificada (Fig. 14).

El sistema vascular que atraviesa el tejido parenquimático, está constituido por varias venas largas y un sistema de pequeñas venillas; éstas se ramificaron dicotómicamente y estuvieron constituidas por paquetes de xilema y floema. El tamaño de los haces vasculares fue diverso existiendo desde los muy pequeños en los extremos del pétalo, con uno o dos elementos traqueales formando el xilema, hasta grandes paquetes, con un número elevado de vasos, los cuales se localizaron hacia el centro del pétalo. Los elementos traqueales del xilema presentaron ornamentación de tipo helicoidal en las paredes secundarias; mientras que en el floema hubo células de parénquima con núcleos grandes que correspondieron a las células acompañantes. Por la distribución del floema con respecto al xilema, los haces vasculares correspondieron al tipo colateral (Fig. 16).

Pétalos de la serie dos

La epidermis de ps2 también es uniestratificada, constituida en la cara adaxial por células rectangulares y cuadradas. Hacia los extremos del pétalo, las células de la epidermis fueron cuadradas y con pared delgada (Fig. 17); enseguida estas células se fueron modificando y se alargaron radialmente hasta volverse rectangulares, semejantes a las células presentes en la epidermis de ps1 (Figs. 17 y 18). Enseguida se encontró una zona de transición en donde las células fueron modificando gradualmente su forma, hasta que en el centro del pétalo fueron otra vez cuadradas (Fig. 19); la transición hacia células rectangulares se repitió en el otro extremo del pétalo.

En algunas células epidérmicas se observó el contenido celular y el núcleo (Fig.17) En la cara abaxial, la epidermis estuvo constituida por el mismo tipo celular descrito para ps1. La epidermis en su totalidad presentó una cutícula y se observaron estomas en ambas caras del pétalo, con las mismas características descritas para ps1. La densidad estomática fue de 4 estomas por mm^2 en la cara adaxial y de 40 estomas por mm^2 en la cara abaxial.

Debajo de la epidermis se observó un parénquima esclerosado de 3 a 5 estratos (Fig.18). Enseguida se observó un parénquima con nidos de astroesclereidas constituidos por 3 a 8 células, ubicados hacia la cara abaxial del pétalo. Al igual que en ps1, se observaron cavidades secretoras intercaladas en el parénquima. Para el sistema vascular se repitió el patrón presente en ps1.

Sépalos

La epidermis adaxial es uniestratificada y está constituida por células alargadas paralelamente a la superficie y cubiertas por una fina cutícula (Fig.20); mientras que la del envés presentó las mismas características descritas en los pétalos. En ambas caras del sépalo se observaron estomas, anomocíticos en la cara adaxial y paracíticos en la cara abaxial. La densidad estomática fue de 2 estomas por mm^2 en el haz y de 17 estomas por mm^2 en el envés.

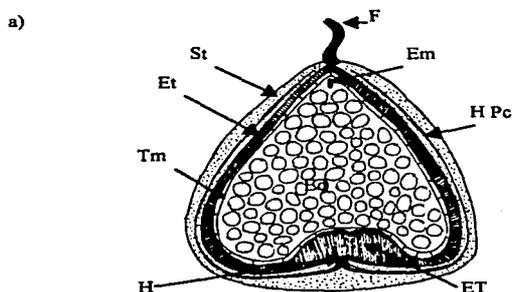
En la cara abaxial del sépalo y en la base de éste se observaron por medio del M.E.B. tricomas epidérmicos lisos, no glandulares, de 1mm de longitud aproximadamente, pluricelulares de 3 ó 4 células (Fig.21).

Debajo de la epidermis se observó un parénquima de células isodiamétricas de pared delgada. Difundidas entre éstas se encontraron astroesclereidas solitarias y esclereidas columnares formadas en promedio por 14 astroesclereidas (Fig.22) que reaccionaron con la prueba de floroglucinol-HCl para lignina (Fig.23) y con cloroyoduro de zinc para celulosa (Fig.24). En corte transversal se observaron las esclereidas columnares que atravesaban casi por completo al sépalo (Fig.23). En corte longitudinal se distinguieron el lumen y las punteaduras de las astroesclereidas (Fig.25).

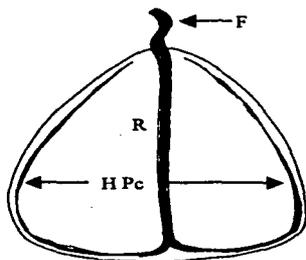
Otro tipo celular presente fueron los idioblastos solitarios con contenido denso y cristalino, que se localizaron principalmente hacia la cara abaxial del sépalo y reaccionaron con la prueba de vainillina-HCl para taninos condensados (Fig.26). En cuanto al sistema vascular, se repitió el patrón presente en ps1 (Fig.15).

b) Semilla

La semilla de *T. mexicana* están constituida por sarcotesta, endotesta, endospermo y embrión (Fig.27). La semilla cuelga del fruto mediante un paquete de fibrillas helicoidales que a simple vista parece un cordón de color blanco (Fig.28). Éste penetra por la zona del hilo a la sarcotesta y está constituido por los haces vasculares que penetran a la semilla; las fibrillas se tiñeron con safranina y reaccionaron con la prueba de floroglucinol-HCl para lignina (Fig.29). Cuando la semilla se deshidrató se observaron a simple vista los haces vasculares que corren por la sarcotesta.



b)



Esquema de la semilla de *T. mexicana*, a) Corte mediano: fibrillas del haz vascular (F); sarcotesta (St); endotesta (Et); endotesta tubular (ET); heterópilo (H); tegmen (Tm); endospermo (Ed); embrión (Em); Haces vasculares postcalazales (H Pc). b) Región dorsal de la semilla: fibrillas del haz vascular (F); área de la afe (R); haces vasculares postcalazales (H Pc).

Sarcotesta

La sarcotesta en la semilla de *T. mexicana* es de consistencia carnosa y de sabor amargo. En estado inmaduro presentó una coloración amarillo pálido, mientras que en estado maduro su coloración es rojo langosta (Osuna, 1997).

La sarcotesta inmadura presentó una cutícula con reacción positiva al Rojo O de aceite (Fig.30). Debajo de la cutícula se observó una epidermis de tres estratos de células rectangulares con su eje mayor paralelo a la superficie. Estas células presentaron paredes gruesas y abundante contenido celular (Fig.31). En corte longitudinal se observó el arreglo de las células epidérmicas en paquetes con diferente orientación (Fig.32). Mediante las impresiones tomadas de la epidermis de la sarcotesta se observaron estomas que no presentaban células acompañantes y por lo tanto se clasificaron de tipo anomocítico (Fig.33).

Se determinó que existe una distribución desigual de los estomas en la sarcotesta, encontrándose una mayor densidad de la mitad de la semilla hacia la zona calazal. La densidad estomática fue de 8 estomas por mm^2 en la zona de la rafe y de 12 estomas por mm^2 en la zona de la antirafe.

Debajo de la epidermis se localizó un parénquima de células isodiamétricas que se continuó hasta la endotesta (Fig.31). Las células parenquimáticas presentaron abundante contenido lipídico según los resultados de la prueba con Rojo O de aceite que se aplicó a semillas frescas y almacenadas (Fig.30). Incluido entre las células de parénquima se observó un paquete de haces vasculares, que corrió de la zona del hilo hasta la región calazal de la semilla; ahí una parte del haz penetró la endotesta y la otra se ramificó en dos paquetes postcalazales que corrieron hacia los lados de la semilla y regresaban casi hasta llegar a la zona del hilo (Fig.34). Estos últimos paquetes vasculares presentaron un menor número de elementos conductores que el haz vascular principal. Por la distribución del floema alrededor del xilema, los haces vasculares se clasificaron de tipo anficribal o concéntrico perifloemático. El xilema de los haces vasculares se tñó levemente con safranina (Fig.35).

En los cortes de sarcotesta madura de *T. mexicana* se observaron las mismas características que en sarcotesta inmadura, destacando lo siguiente: el xilema de los haces vasculares tuvo una buena reacción al tñirse con safranina, además de que los elementos

conductores presentaron un diámetro mayor que los observados en la semilla inmadura (Fig.36).

Endotesta

La endotesta de *T. mexicana* es de consistencia leñosa y debido a su dureza fue difícil la obtención de cortes; la técnica que funcionó mejor fue LR-White. Sin embargo, esta técnica solo permitió obtener laminillas útiles para observar la reacción de las pruebas histoquímicas ya que la estructura celular difícilmente se apreció. En este sentido se obtuvieron mejores resultados con el M.E.B.

La endotesta está constituida por un esclerénquima en empalizada (Fig.37), con células alargadas en sentido perpendicular a la superficie, que reaccionaron positivamente a la prueba de floroglucinol-HCl para lignina.

Dentro de cada célula del esclerénquima se observaron de uno a tres cristales poligonales (Fig.37).

Bajo el M.E.B. se apreció que la superficie de la endotesta está plegada (Fig.38) y que el esclerénquima en empalizada está formado por 10 a 12 estratos de células (Fig.39).

En la región calazal se observó una estructura prominente y compacta de la misma consistencia que la endotesta que de acuerdo a Corner (1976) correspondería a la endotesta tubula. Dicha estructura presentó un orificio, el heterópilo (Corner, 1976) que comunicó hacia el endospermo y en el cual se observaron haces vasculares (Fig.40). Bajo el M.E.B. también se observaron haces vasculares bordeando dicha estructura (Fig.41).

En corte transversal de la endotesta y de la endotesta tubular se observaron en algunas células del esclerénquima, depósitos de material denso de color ambar aun antes de aplicar cualquier tipo de tinción y no se logró reacción positiva con ninguna de las pruebas histoquímicas aplicadas (Fig.42).

Inmediatamente después de la endotesta se observó una capa de células hialinas que probablemente correspondan al tegmen degenerado (Fig.43).

Endospermo

El endospermo es principalmente de consistencia oleosa y esta característica es perceptible al tacto. En semillas frescas, el endospermo presentó una coloración blanca mientras que en semillas almacenadas se oscurecía hasta tomar un color estramíneo. Este

cambio se observó a los pocos días después de la apertura del fruto. En corte transversal se observó que hacia el exterior el endospermo está separado del tegmen por una cutícula que reaccionó positivamente con la prueba de Rojo O de aceite para lípidos (Fig.44).

En el endospermo se observaron células de parénquima de forma isodiamétrica con abundante contenido lipídico (Fig.45) y protéico (Fig.46), según los resultados obtenidos en cortes en fresco con las pruebas de Rojo O de aceite y azul negro de naftol respectivamente. En las imágenes tomadas en el M.E.B. las células parenquimáticas tuvieron una apariencia amorfa (Fig.47).

Embrión

El embrión es rudimentario, característico de las Magnoliaceas. Se ubicó adyacente al micrópilo y presentó dos cotiledones y células de procámbium (Fig.48). En las semillas almacenadas el embrión apareció necrosado y de color pardo mientras que en semillas frescas presentó una coloración blanquecina muy parecida a la del endospermo.

CUADRO 1.-Pruebas Histoquímicas con pétalos, sépalos y semillas fijadas

	cloroyoduro de zinc (celulosa, hemicelulosa, cutina y suberina)	floroglucinol (lignina)	vainillina (taninos condensados)	cloruro férico (taninos)	lugol (almidón)	A.P.S. (polisacáridos insolubles)	azul negro de naftol (proteínas)	rojo O de aceite (lípidos)
Pétalos	Tiñe cutícula , así como astroesclereidas de amarillo	Tiñe astroesclereidas de rojo	Tiñe taninos en idioblastos	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe paredes celulares	Tiñe cutícula.
Sépalos	Tiñe cutícula y astroesclereidas	Tiñe astroesclereidas	Tiñe taninos en idioblastos	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe paredes celulares	Tiñe cutícula
Semilla Sarcotesta	Tiñe la cutícula de amarillo, y las paredes de las células parenquimáticas de azul.	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares y contenido celular	Tiñe paredes celulares y contenido celular	Tiñe cutícula el contenido de las células de parénquima
Endotesta	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe paredes celulares	No hubo reacción
Endospermo	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe de azul las proteínas	Tiñe cutícula* y contenido celular.

***Nota:** La cutícula que se tiñó es la que se observó separando al endospermo del tegmen.

CUADRO 2.-Pruebas Histoquímicas con pétalos, sépalos y semillas frescas

	cloroyoduro de zinc (celulosa, hemicelulosa, cutina y suberina)	floroglucinol (lignina)	vainillina (taninos condensados)	cloruro Férrico (taninos)	Iugol (almidón)	A.P.S. (polisacáridos insolubles)	azul negro de naftol (proteínas)	rojo O de aceite (lípidos)
Pétalos	Tiñe astroescleireidas de amarillo	Tiñe astroescleireidas	Tiñe idioblastos	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe paredes celulares	Tiñe cutícula
Sépalos	Tiñe cutícula y astroescleireidas	Tiñe astroescleireidas	Tiñe idioblastos	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe paredes celulares	Tiñe cutícula
Semilla Sarcotesta	Tiñe paredes celulares de azul.	Tiñe haces vasculares	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares y contenido celular	Tiñe paredes celulares y contenido celular	Tiñe contenido celular
Endotesta	No se realizó ninguna prueba.							
Endospermo	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	No hubo reacción	Tiñe paredes celulares	Tiñe proteínas de las células parenquimáticas	Tiñe contenido celular.

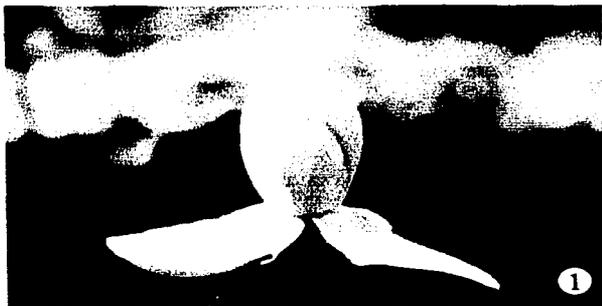


Fig. 1 Flor de *T. mexicana*.



Fig. 2 Cara adaxial de los pétalos y el sépalo de la flor de *T. mexicana*. Flor fijada en etanol 96%; ps1. pétalo de la serie 1; ps2. pétalo de la serie 2; s. sépalo



Fig.3 Corte transversal de ps1. Epidermis adaxial constituida por células rectangulares. Ep Ad, epidermis adaxial; N, núcleo; Pq E parénquima esclerosado; Pq, parénquima; Campo claro 160x

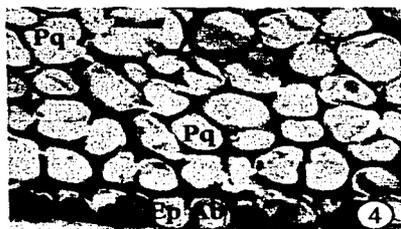


Fig.4 Corte transversal de ps1. Epidermis abaxial constituida por células cúbicas. Ep Ab, epidermis abaxial; Pq E, parénquima esclerosado; Pq, parénquima; Campo claro 160x

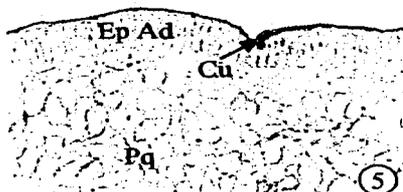


Fig. 5 Corte transversal de ps1. Cutícula teñida con rojo O de aceite. Cu, cutícula; Ep Ad, epidermis adaxial; Pq, parénquima; Campo claro 200x

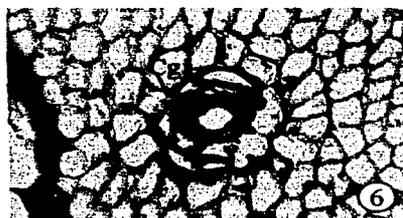


Fig. 6 Corte paradermal de ps1. Estoma anomocítico de la epidermis adaxial. Cg, células guarda; Campo claro 160x



Fig. 7 Fotografía de un estoma anomocítico abierto en la epidermis adaxial de ps1; MEB 200x

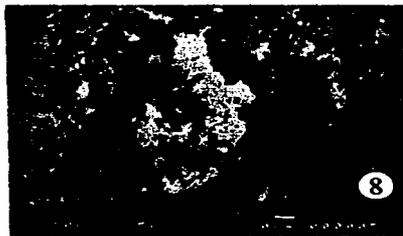


Fig. 8 Fotografía del contenido de un estoma anomocítico de la epidermis adaxial de ps1 mostrando una secreción. MEB 750x

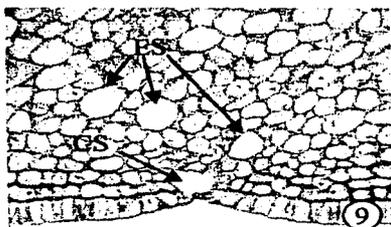


Fig. 9 Corte transversal de ps1. Cámara subestomática en la epidermis abaxial. CS, cámara subestomática; ES, estructuras secretoras; Campo claro 40x

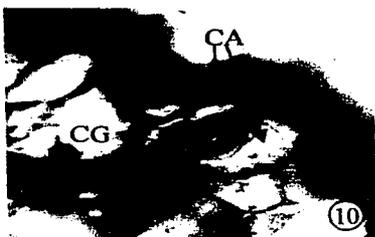


Fig. 10 Corte paradermal de ps1. Estoma parásitico en la epidermis abaxial. CG; células guarda; CA, células acompañantes; Campo claro 160x



Fig. 11 Corte transversal de ps1. Drusas en células de parénquima. Dr, drusa; Campo claro 400x



Fig. 12 Corte transversal de ps1. Idioblastos en parénquima. Id, idioblastos; Campo claro 160x

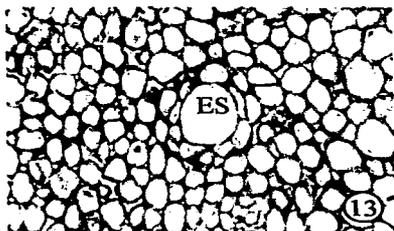


Fig. 13 Corte transversal de la zona central de ps1. Estructura secretora en parénquima. ES, estructura secretora; Campo claro 400x



Fig. 14 Corte transversal de ps1. Astroscleireida en parénquima. Ae, astroscleireida; Campo claro 160x

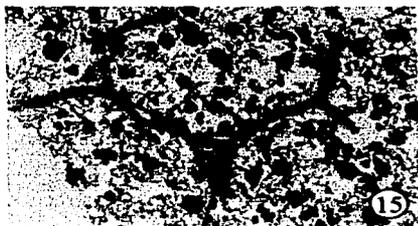


Fig. 15 Corte longitudinal de sépalo. SV sistema vascular; Campo claro 66x



Fig. 16 Corte transversal de ps1. Haz vascular colateral. F, floema; X, xilema; Campo claro 80x

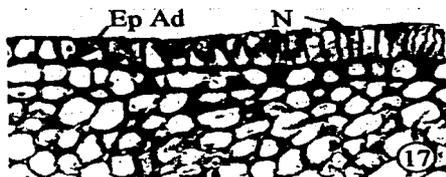


Fig. 17 Corte transversal de la epidermis adaxial de ps2 desde la periferia al centro del pétalo. Transición de células cúbicas a rectangulares. Ep Ad, epidermis adaxial; N, núcleo; Campo claro 256x

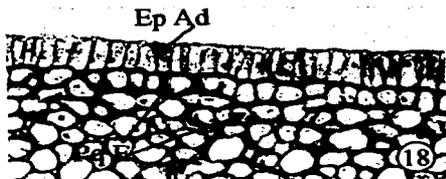


Fig. 18 Corte transversal de ps2. zona de células rectangulares. Ep Ad, epidermis adaxial; Pq E, parénquima esclerosado subepidérmico; Campo claro 256x

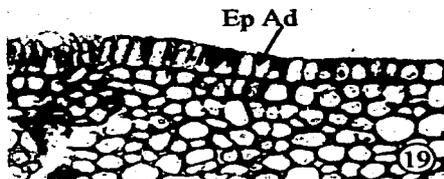


Fig. 19 Corte transversal de un extremo de ps2. Transición de células rectangulares a cúbicas hacia el centro del pétalo. Ep Ad, epidermis adaxial; Campo claro 256x

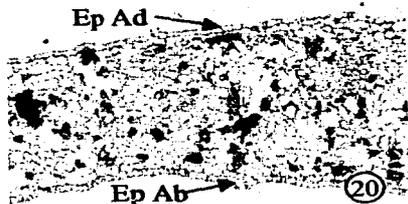


Fig. 20 Corte transversal de sépalo. Ep Ad, epidermis adaxial; Ep Ab, epidermis abaxial; Campo claro 80x



Fig. 21 Tricomas en la base del sépalo. Tr, tricoma; S, septo; MEB 150x



Fig. 22 Corte transversal de sépalo. Grupo de astroscleeridas. Ac, astroscleerida; GA, grupo de Astroscleeridas; Campo claro 400x



Fig. 23 Corte transversal de sépalo. Esclereidas columnares teñidas con floroglucinol-HCl. EC, esclereidas columnares; Campo claro 80x



Fig. 24 Corte transversal de sépalo. Astroscleeridas teñidas con cloroyoduro de zinc. Ac, Astroscleerida; Campo claro 794x



Fig. 25 Corte transversal de sépalo. Punteaduras de las astroscleeridas. Ac, astroscleerida; P, punteaduras; Contraste de Fases 800x



Fig. 26 Corte transversal de sépalo. Idioblastos teñidos con vainillina-HCl. Id, idioblasto; Campo claro 640x

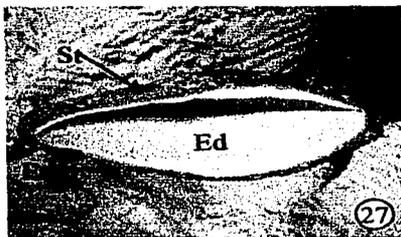


Fig. 27 Semilla Madura en corte transmediano. St, sarcotesta; Et, endotesta; Ed, endospermo.

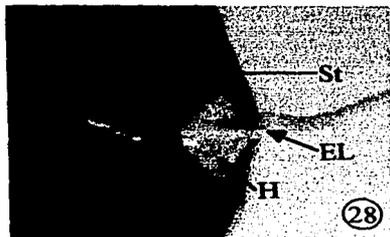


Fig. 28 Zona hilar y elementos traqueales del haz vascular de semilla madura. St, sarcotesta; H, hilo; EL, elementos traqueales lignificados

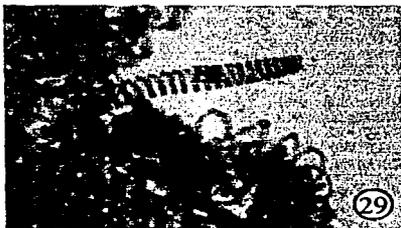


Fig. 29 Elementos traqueales lignificados teñidos con safranina. EL, elementos traqueales lignificados; Campo claro 160x

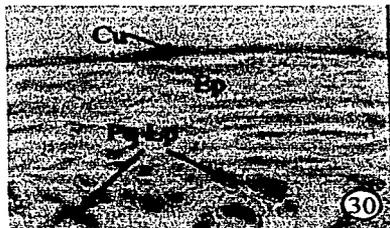


Fig. 30 Corte transversal de sarcotesta. Cu, cutícula; Ep, epidermis; Pq Lp, parénquima con contenido lipídico; Campo claro 160x



Fig. 31 Corte transversal de la sarcotesta. Estratos celulares de la epidermis. Ep, epidermis; Pq, parénquima; Campo claro 160x



Fig. 32 Corte paradermal de la sarcotesta. Arreglo de los paquetes celulares. Pt Ep, paquetes de células epidérmicas; N, núcleo; Campo claro 80x

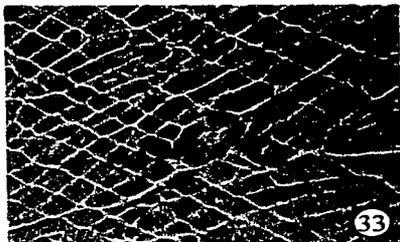


Fig. 33 Impresión de los estomas de la epidermis de la sarcotesta. CG, células guarda; Campo claro. 160x



Fig. 34 Haces vasculares postcalazales de la semilla. Pt HV, paquete de haces vasculares; H Pc, paquetes de haces vasculares postcalazales; St, sarcotesta.

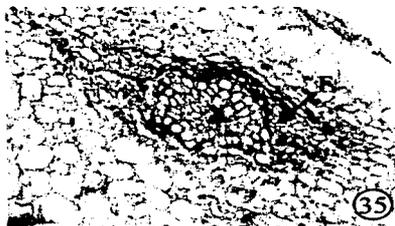


Fig. 35 Corte transversal de sarcotesta inmadura deshidratada. Haz vascular anficribal. X, xilema; F, floema; Campo claro 40x



Fig. 36 Corte de transversal sarcotesta madura deshidratada. Haz vascular anficribal. X, xilema; F, floema; Campo claro 40x

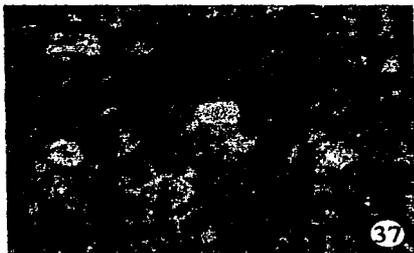


Fig. 37 Corte transversal de endotesta. Semilla madura deshidratada. Cristales polygonales en células teñidas con azul de toluidina. CP, cristales polygonales; Contraste de fases 400x

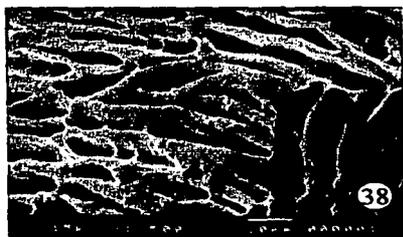


Fig. 38 Vista superficial de la epidermis de la endostele. Semilla madura deshidratada. MEB 1500x

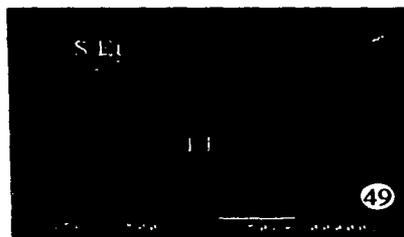


Fig. 39 Sección transversal de la endostele. Semilla madura deshidratada. S Et, superficie de la endostele; EE, esclerénquima en empalizada; MEB 500x



Fig. 40 Acercamiento de la endostele tubular. Et T, endostele tubular; Hp, heterófilo; HV, haces vasculares; MEB 35x



Fig. 41 Acercamiento de los haces vasculares que rodean a la endostele tubular. HV, haces vasculares; MEB 750x



Fig. 42 Corte longitudinal de la endostele. Semilla madura deshidratada. D, depósitos de material denso; Campo claro 160x



Fig. 43 Corte transversal de la semilla. Semilla madura deshidratada. Estratos de: endostele, tegmen y endospermo. Et, endostele; Tm, tegmen; Ed, endospermo; Campo claro 160x

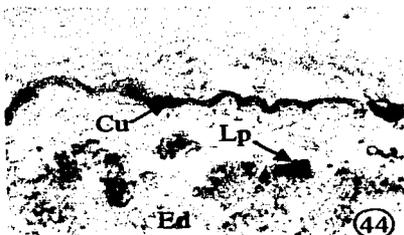


Fig. 44 Corte transversal del endospermo. Semilla madura deshidratada cutícula y lípidos teñidos con rojo O de aceite. Cu, cutícula; Ed, endospermo; Lp, lípidos; Campo claro 800x

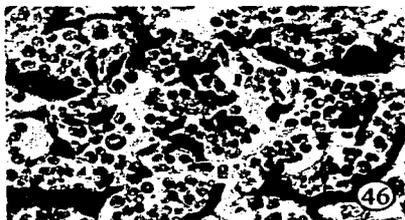


Fig. 46 Corte transversal del endospermo. Semilla madura deshidratada teñida con A.P.S y azul negro de naftol. CP, cuerpos protéicos; Contraste de fases 400x



Fig. 45 Corte transversal en fresco del endospermo. Tinción con rojo O de aceite. Ed, endospermo; Lp, lípidos; Campo claro 100x



Fig. 47 Sección transversal del endospermo. Semilla madura. Ed, endospermo; MEB. 500x



Fig. 48 Corte transversal del embrión. Pc, procambium; Ct, cotiledones; Campo claro 100x

DISCUSIÓN

A) La flor

Si se realiza la disección de una flor fresca de *T. mexicana*, a simple vista es fácil distinguir los pétalos de los sépalos debido a las diferencias en posición, tamaño, forma y grosor. Y si se cuenta con pétalos y sépalos secos también es fácil distinguirlos debido a las diferencias en coloración que sufren al secarse, los sépalos toman un color pardo muy intenso mientras que los pétalos toman un color pardo claro.

Según Heywood (1985), el criterios para diferenciar un pétalo de un sépalo es la coloración, para él los pétalos están generalmente coloreados y esto los distingue de los sépalos que son por lo general verdes. No existe sin embargo un criterio determinante para hacer la diferenciación entre un pétalo y un sépalo más que el hecho de cada uno de los antes mencionados estén claramente diferenciados por alguna característica macroscópica evidente. Por lo anterior y en base a las descripciones del género y la especie hechas por Standley y Steyermark (1946), Lawrence (1951) y Hernández-Cerda (1980) y por las observaciones realizadas en el presente trabajo se manejaron los términos pétalos y sépalos para la flor de *T. mexicana* ya que se encontraron diferencias en el tamaño (siendo los sépalos más grandes que los pétalos), en la posición (los sépalos son se encuentran en el verticilo más externo), en el grosor (los pétalos miden aproximadamente 0.5 cm y los sépalos no sobrepasan los 0.2 cm), en la forma del ápice (en los pétalos el ápice es redondeado mientras que en los sépalos es truncado), y en las características histológicas de cada uno que se discuten más adelante.

En la cara abaxial de los sépalos se observaron tricomas que podrían ayudar a la identificación de la estructura, ya que éstos se conservan y son más evidentes en sépalos secos. Esta podría ser la causa de que las descripciones biológicas de la especie como la de Hernández Cerda (1980) omitan su presencia, es decir, no reportan que la flor de *T. mexicana* presente tricomas en la cara abaxial de los sépalos.

Se encontraron diferencias en la forma de las células epidérmicas que constituyen la cara adaxial de ps1, ps2 y sépalos (s), esto puede ser de utilidad en la caracterización de la planta cuando se trata de extraer la droga o sustancia activa ya que si recordamos esta es una e de las características micrográficas que se toman en cuenta para hacer la

identificación de la planta y detectar falsificaciones o adulteraciones. Así las células epidérmicas rectangulares en ps1 y ps2 tuvieron una transición hacia la forma cuadrangular en s.

La densidad estomática de pétalos y sépalos mostró que el número de estomas por mm^2 fue mayor en pétalos que en sépalos, de hecho el número de estomas en sépalos fue la mitad del número presente en pétalos en ambas caras, esto podría estar relacionado con la forma en que abre la flor. La flor se abre por verticilos es decir primero se separan los sépalos y cuando estos están en posición horizontal (Fig. 1), los pétalos de la serie dos se van abriendo hasta ponerse también en posición horizontal y llegado este punto los pétalos de la serie uno comienzan a separarse y dejan expuesto el gineceo y el androceo. Por lo tanto, que el mayor número de estomas se observe en la cara adaxial puede ser una estrategia para evitar la pérdida de agua en la flor ya que esta cara en los pétalos y los sépalos está prácticamente protegida de los rayos directos del sol.

Metcalfe (1950) menciona que en las hojas de las Magnoliaceas los estomas están confinados a la superficie abaxial y que la mayoría son del tipo rubiáceo (paracítico), pero que también se pueden encontrar de tipo ranunculáceo (anomocítico) como en el caso del Género *Liriodendron*. En este sentido los pétalos de *T. mexicana* presentaron los dos tipos de estomas descritos por Metcalfe, los de tipo rubiáceo en la cara abaxial y los de tipo ranunculáceo en la cara adaxial.

Las observaciones de los estomas de la cara adaxial de pétalos realizadas con el M.E.B. evidenciaron la presencia de una sustancia amarillenta en el ostiolo. Esta sustancia observada en la superficie de los pétalos podría corresponder a néctar. Fahn (1979) señala que en especies de *Talauma* y en *Magnolia macrophylla* de las Magnoliaceae existen nectarios perigonales, los cuales se localizan en tépalos (sépalos o pétalos de la misma forma). Los nectarios perigonales son muy poco comunes en dicotiledóneas y según la clasificación del mismo autor los tépalos son las estructuras florales más externas en donde se pueden localizar los nectarios y ésta es una característica de las primeras plantas con flor.

La salida de néctar a través de estomas ha sido observada directamente en las flores de otras plantas (Durkee *et al.*, 1981; Zer y Fahn, 1992; Gaffal *et al.*, 1998). En el trabajo de Gaffal *et al.* (1998), se observó que *Digitalis purpurea* L. presenta nectarios florales localizados en la base del ovario y que el néctar es secretado a través de las aperturas de

estomas modificados, se describe también que los estomas están formados por dos células guarda con forma de riñón, que carecen de células subsidiarias y que están rodeados de 5 a 9 células epidérmicas que no difieren morfológicamente de las células epidérmicas ordinarias por lo que consideran a los estomas como anomocíticos. Esta descripción de los estomas coincide con lo registrado en este trabajo para *T. mexicana*, sin embargo no se tiene certeza de que la sustancia amarillenta observada en los ostiolo de los estomas sea néctar.

Por otra parte, Klesius (2002) menciona que la flor de la *Magnolia* no produce néctar, sino más bien una fragancia que atrae a los escarabajos que polinizan a la flor. En este sentido y por la cercanía de los géneros, la importancia de estudios posteriores tal vez cromatográficos acerca de las características de la sustancia observada en los ostiolo de los estomas de la flor de *T. mexicana* podrían indicar si se trata también de una fragancia, de néctar o de ambas sustancias. Además de contemplar también la posibilidad de realizar estudios ultraestructurales para saber cual es el mecanismo que se lleva a cabo para la secreción de dicha sustancia.

Sólo se observaron tricomas en la base de los sépalos y éstos fueron no glandulares, uniseriados y multicelulares, lo que concuerda con la descripción que hacen Metcalfe y Chalk (1950) para el género *Magnolia* y *Michelia*. La presencia de los tricomas podría servir como característica micrográfica en la identificación de *T. mexicana* como planta medicinal según lo mencionado por Kuklinski (2000).

De igual manera los diferentes contenidos observados en los idioblastos con las pruebas histoquímicas (taninos condensados, y polisacáridos insolubles) caracterizarían químicamente a la flor de Yoloxóchitl.

En las cavidades secretoras que se localizaron desde la base hasta la punta de los pétalos no fue posible observar ningún tipo de contenido dentro de ellas. Probablemente con el tratamiento que se le dio a los pétalos, la sustancia contenida se solubilizó; por lo tanto habría que realizar nuevos estudios para tratar de determinar la sustancia que contenían.

Por el aspecto de estas cavidades se puede sugerir que se trate de cavidades secretoras esquizógenas ya que de acuerdo con Esau (1977), dichas cavidades están rodeadas por células completas, a diferencia de las cavidades lisígenas que están rodeadas

por células parcialmente desintegradas a lo largo de la periferia de la cavidad. En estudios posteriores se podrían realizar observaciones durante el desarrollo de la flor para seguir el origen y los cambios que presenten estas cavidades.

Los conjuntos de astroesclereidas se encontraron en diferentes proporciones en pétalos y sépalos, por lo que la cantidad que se detectó en cada uno de los verticilos puede servir para caracterizar a cada uno de ellos. En ps1 estos grupos estaban formados por un promedio de 5 células localizadas aisladamente en el centro del pétalo y hacia la cara abaxial. En ps2 la cantidad de células en los conjuntos y la abundancia de éstos aumentó; por lo general se observaron en grupos de 3 a 8 células y se encontraron a todo lo largo y ancho del pétalo; también se ubicaban hacia la cara abaxial. En los sépalos, los conjuntos fueron muy abundantes y formaron grupos numerosos con un arreglo columnar que no se presentó en los verticilos antes descritos. La presencia de las astroesclereidas en pétalos y sépalos es también una característica micrográfica para la identificación de una planta (Kuklinski, 2000).

Los haces vasculares de la flor de *T. mexicana* sonde tipo colateral, que también se ha descrito para los peciolo de hojas de los géneros *Liriodendron*, *Magnolia*, *Michelia* y *Talauma* según Metcalfe y Chalk (1950).

B) La semilla

Osuna (1997) registró la obtención de cortes de la sarcotesta sin embargo no pudo obtener cortes del interior de la semilla por la dureza de la endotesta.

En el presente estudio se obtuvieron mejores resultados al trabajar cada parte de la semilla por separado.

Corner (1976), señala la presencia de estomas en la sarcotesta de los géneros *Magnolia*, *Manglietia* y *Michelia*, aunque no destaca una ubicación principal. En este sentido *T. mexicana* presentó estomas distribuidos sólo en la región calazal.

El abundante contenido de lípidos en las células de la sarcotesta concuerda con las observaciones de Gray (1858) quien las denomina receptáculos de aceite en *Magnolia umbrellata*. Estudios posteriores podrían determinar si se trata de aceites esenciales.

Comparando lo observado en sarcotesta madura e inmadura, lo más sobresaliente histológicamente fue la diferencia en el número de elementos conductores del xilema en

cada una de ellas siendo los de la sarcotesta madura más numerosos y con mayor depósito de lignina en las paredes secundarias.

Por la dureza que presentó la endotesta se tuvo una gran dificultad para cortarla, sin embargo, fue posible observar su composición. En el interior de las células del esclerénquima en empalizada se observaron cristales poligonales, como los describen Johri *et al.* (1992) y Corner (1976) en la semilla de *Magnolia grandiflora*. Por otra parte las sustancias de color pardo que se observaron en las células del esclerénquima podrían ser taninos los cuales según Esau (1977) se oxidan y toman un color pardo o pardo-rojizo que es posible distinguir bajo el microscopio.

La endotesta tubular y el heterópilo se presentaron en la semilla de *T. mexicana* como dos estructuras fácilmente reconocibles a simple vista y están descritas para la familia Magnoliaceae por Corner (1976).

Por otra parte las células hialinas entre la endotesta y el endospermo, podía ser el remanente de las células del tegmen, el cual según las observaciones hechas por Gray (1858) en *Magnolia umbrella* degenera con el desarrollo de la semilla y se observa arrugado y aplastado según Corner (1976).

Finalmente, el embrión se presentó como una estructura rudimentaria y microscópica que es fácil confundir con el endospermo, lo que coincide con las descripciones de Johri *et al.* (1992) para *Magnolia grandiflora* y Corner (1976) para la familia Magnoliaceae.

CONCLUSIONES

La descripción anatómica e histoquímica hecha en este trabajo sobre los pétalos, sépalos y semillas de *Talauma mexicana* proporcionó datos que pueden servir para lograr la identificación de los mismos, así como para caracterizar a cada una de las partes estudiadas.

La información obtenida acerca de las características micrográficas se basa principalmente en:

a) para pétalos y sépalos: las dos formas (cúbicas y rectangulares) observadas en la epidermis, la presencia de una cutícula cubriendo a las células de la epidermis, los estomas anomocíticos y paracíticos, las cavidades secretoras, las astroesclereidas solitarias o en conjuntos y los tricomas presentes sólo en los sépalos, además de los componentes químicos que fueron: polisacáridos insolubles y taninos condensados en los laticíferos y drusas en las células de parénquima; y b) para la semilla lo más importante para su caracterización serían los componentes químicos que se identificaron: la gran cantidad de lípidos en la sarcotesta, los taninos y cristales poligonales en las células de la endotesta y los lípidos y proteínas en el endospermo.

Por otra parte este estudio arrojó interesantes temas para investigar como: la naturaleza de la sustancia observada en los ostiolos de los estomas de los pétalos que pudiera realizarse con cromatografías, el origen de esta sustancia mediante la realización de estudios de ultraestructura y determinar el contenido de las cavidades secretoras con el estudio de la flor en desarrollo entre otros.

En resumen, con el presente estudio se obtuvo información que servirá como base para verificar la autenticidad de una muestra de *T. mexicana* que pudiera estar constituida ya sea por órganos vegetales o por partes de ellos ya que éste es un requisito indispensable en el proceso de elaboración de medicamentos herbolarios o fitofármacos, que cumplan con normas de calidad, eficacia y seguridad.

LITERATURA CONSULTADA

- Armendáriz, E. A. 1891. Análisis de la semillas de Yoloxóchitl. El Estudio. IV:248. en: Pastelín, H. G. 1993. Yoloxóchitl. La investigación Científica de la herbolaria medicinal mexicana. Secretaria de Salud. México.
- Bastidas, R. B. E., N. Navarro, J. D. Quezada, B. Ruíz, M.T. Villanueva, P. Garzón. 1998. Anticonvulsant effects of *Magnolia grandiflora* L. in the rat. Journal of Ethnopharmacology. 61: 143-152.
- Bonati, A. 1991. Industry and conservation of Medicinal Plants. en: Akerek, O. Heywood W. y Songe, H. (Ed). Conservation of Medicinal Plants. Cambridge University Press. Gran Bretaña.
- Bye, R. Y Linares M. E. 1987 Usos pasados y presentes de algunas plantas medicinales encontradas en los mercados mexicanos. América Indígena XLVII. No. 2.
- Corner, E.J.H. 1976. The Seed of Dicotyledons. Volume 1. Cambridge University Press. Gran Bretaña.
- Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. Nueva York
- Del Coro Arizmendi, M. y L. Márquez V. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. CIPAMEX A.C. México.
- Durkee, L. T., D.J. Gaal y W. H. Reisner. 1981. The floral and extrafloral nectarines of passiflora. I. The floral Nectary. Amer. J. Bot. 68(4): 453-462.
- Esau, K. 1965. Plant anatomy. Second Edition. Wiley International Edition. EUA

- Esau, K. 1977. Anatomy of Seeds plants. Wiley International Edition. EUA
- Estrada- Lugo E. 1992. Plantas medicinales de México. Dpto. de Fitotecnia UACH. México. 566p.
- Fahn, A. 1979. Secretary tissues in plants. London Academic Press.
- Font Quer P. 1965. Diccionario de Botánica. Ed. Labor S.A. México.
- Gaffal, K.P., W. Heimler y S. El-Gammal. 1998. The Floral Nectary of *Digitalis purpurea* L., Structure and Nectar Secretion. *Annals of Botany*. **81**: 251-262.
- Gray, A. 1858. A short exposition of the structure of the ovule and seed-coats of *Magnolia*. *Journal of the proceedings of Linnean Society, Botany*. **2**:106-110.
- Hernández- Cerda, M. E. 1980. Magnoliaceae. en: Flora de Veracruz. Septiembre 1980. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos bióticos. Fascículo 14. Ed. Gómez- Pompa, A. Xalapa, Veracruz. México.
- Heywood, V. H. 1985. Las plantas con flores. Ed Reverté. Barcelona
- Jensen, W. A. 1962. Botanical Histochemistry. principles and practice. W. H. Freeman. San Francisco.
- Johri, B.M., K.B. Ambegaokar y P.S. Srivastava. 1992. Comparative Embriology of Angiosperms. Vol.1. Springer-Verlag. Alemania.
- Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill, Book Company. Inc. Nueva York y Londres.

- Kametani, T. H. Terasawa, M. Ihara, J. Iriarte. 1975. Liriodenine from *Talauma mexicana*. *Phytochemistry*. Vol. 14. 1884-1885.
- Kuklinski, C. 2000. Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Omega. Barcelona.
- Klesius, M. 2002. El gran florecimiento. *National Geographic en Español*. Editorial Televisa S. A. de C. V. México D. F. Vol. 11. No. 1
- Lawrence, G. H. M. 1951. Taxonomy of vascular plants. Macmillan Co. Nueva York
- López-Curto M. L., J. Márquez y G. Munguía. 1998. Técnicas para el estudio del desarrollo en Angiospermas. Las prensas de Ciencias. U.N.A.M. México.
- Lozoya, X. Visión Histórica de la medicina tradicional. en: *Vida y muerte del mexicano*. II. 1982. F. Ortiz Quezada (Editor) Folios México, págs. 15-46.
- Metcalfe, C. R., y L. Chalk. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford. Inglaterra.
- Osuna-Fernández, H. R. 1997. Estructura y respuesta germinativa de semillas de Plantas medicinales *Chiranthodendron pentadactylon* y *Talauma mexicana*. Tesis de Doctorado. Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Pastelín, H. G. 1993. Yoloxóchitl. en: La Investigación Científica de la Herbolaria Medicinal Mexicana. Secretaría de Salud. México.
- Rivera Arce, E., J. A. Sosa Melgarejo y X. Lozoya. 2000. El papel de la anatomía vegetal en la investigación de los fitofármacos. Simposio 4. IMSS-Farmasa Schwabe. El manejo de los fitofármacos en el nuevo milenio. ed. Por Xavier Lozoya y Enrique Gómez. México, D. F. ISBN 968-824-

- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala. Vol. 24. Parte IV. Fieldiana: Botany. Chicago Natural History Museum.
- Viesca- Treviño, C. 1990. Aportes de México a la Medicina. Fascículo 1. Ed. Amaquemecan. México D. F.
- Zer, H. y A. Fahn. 1992. Floral Nectaries of *Rosmarinus officinalis* L. Structure, Ultrastructure and Nectar Secretion. *Annals of Botany*. **70**:391-397.

www.who.int WHO. 1999. Monographs on selected medicinal plants. Vol.1. WHO Geneva (92 Swiss Francs).

www.who.int WHO. 1998. Quality control methods for medicinal plant materials. WHO Geneva (35 Swiss Francs).