



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**CATÁLOGO ANATÓMICO DE HERBÁCEAS DE LA RESERVA  
DE LA BIOSFERA SIERRA DE HUAUTLA**

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**B I Ó L O G O**  
P R E S E N T A:  
MISADAI HERNÁNDEZ SALAZAR

**CODIRECTORES**

**DR. DAVID VALENZUELA GALVÁN**

**DR. EDGARD DAVID MASON ROMO**

**CUERNAVACA, MORELOS.**

**FEBRERO 2022**

Cuernavaca, Morelos a 8 de diciembre de 2021.

**DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **MISADAÍ HERNÁNDEZ SALAZAR**, con el título del trabajo: **CATÁLOGO ANATÓMICO DE HERBÁCEAS DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DE HUAUTLA.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para contar con el **voto aprobatorio** para que pueda optar por la Modalidad de **Titulación por Tesis** como lo marca el artículo 4° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por una humanidad culta*

**JURADO REVISOR**

**FIRMA**

PRESIDENTE: BIOL. GRACIELA BUSTOS ZAGAL

\_\_\_\_\_

SECRETARIO: DRA. KARLA MARÍA AGUILAR DORANTES

\_\_\_\_\_

VOCAL: DR. DAVID VALENZUELA GALVÁN

\_\_\_\_\_

SUPLENTE: M. EN C. ALEJANDRO FLORES MORALES

\_\_\_\_\_

SUPLENTE: DRA. ESTELA SANDOVAL ZAPOTITLA

\_\_\_\_\_

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ESTELA SANDOVAL ZAPOTITLA | Fecha:2021-12-14 11:39:29 | Firmante**

e8gAxbvkHSicTAvHq2LZDsMAGDsVqrpbrxe4ZRIRMQ03uJR+NUdAmCk8PDKW9UfDqksMmFfDzZe0jcJ4w9wuvdOtoyYkVkcERLchts4caqzcHW85Yhh65vnCqjQ0A1upVqEJ/YPo2kRI5yDiealdwH0cLP2pdPauF4Z86+OwfSS1pS4YSEEDRu/HxbXo0ILKFwqbKNA2/uHnzX+krsSpaFePXYjnZ3YcFHSdue65e8KXjPsPhaFtOyOCTvnyWEUhpzSUEf+Nj4vjuL0MAxX6LdNzKMiAO8bqbp3hiMhcRaN4hDlwZKE/strML444Nfr5VEV181OkyyTzdig1+4g==

**GRACIELA BUSTOS ZAGAL | Fecha:2021-12-14 12:27:19 | Firmante**

C/NygPGj9HtUHfYk+GIWNXPov1m7vZqFlge7glrITn5kfDauZ3wAuj+rMLeEkCNjS/6b+brKk+SRGDrv6HrMRTEx4820IjJnRi3MWO77xa6mKRDPF7I6BC7XMM+6mtaT6gCCuehgpiFe+iON4H/sA4eqrgwi1Rh12hF7gQBtPluZ9OMZd5p3KaRXe2+DER3e059UNpnRBNmkPMFA62qXNJQO6t6KxovgP3Sjve+Xb1/vforhe1IOQN7IXNozctB9SxJ7EO6Dwy/2is3HMR8F+yRfAcZVKHvPhLXG1hmh7Lz/1WiMa34j96lfgNOkAr3G1Haaa8PbbDq/KzCkUtNFAQ==

**DAVID VALENZUELA GALVAN | Fecha:2021-12-14 17:49:57 | Firmante**

YO43Ee9/d1TxbwXppL9o8edxtqVKwmAn+Kr6waxE6whKQ9sOw+DQBujVhYEWVXpPzPzmvkxzw+rJRTxWpT8ksKn+IV1WA0t17CaBpwQ2e4lg2Ltyj0mYTB9LYsGj78SQUT3S VV1tDjDRd9Ke6X0niWfWtWlQIui55PjcwFLHp2B5NFQeRnH8QPAk3bN0iUF0QzO6/esfgtRztSuC5m6IQ87D6u5MjpXrfcCpCnJNDjXRO7cvhi1noNLe8jl5P2pGkz/7DJPoxMJvw+H WondiwJkrYICkeakXtFbn9tVVK23sSfvAzgGjyUVqFsjmqbXmGaTcDFXoN3+so1SAYYUeKmg==

**ALEJANDRO FLORES MORALES | Fecha:2021-12-14 19:38:42 | Firmante**

xXWvnhYoPzFAaiU39TU2IBM1xDISRpVHyN8qhbXrz9tEn/l6co1XFtpmnorOhhBseASRMPHOuzNVjgsL1r4i8VMUwgq1YnugKwCXTQb+izkpk1k3b4JoeQnung2XcdGDaej+wKD BxX Yh3NNdKKZbBSG/hcXm9C0fSCiwT w/t33FGE/lzTI+JG9u CZFK7ZEITr6L6jT9t2NiLVAyJDUfJWz3NVdhF0BmJ9NMp7gqb9d0biLHFXTIKP8G8Tz0JdCSELOmfV06Zgh6UI xfgVzNs4jZ1n6GCIka5uB6LVZ0L1MABuYcxRkv0sFXnzv6AwQKQ3/aXJhSbAObdxkBu1zw==

**KARLA MARIA AGUILAR DORANTES | Fecha:2021-12-16 21:02:40 | Firmante**

qZYsFF+BvFhVwfxY66DXufPgoAh53/hQQF5Q4udy4Ft3w7sholZphcl08ETLbwt9rzoTq4TP21dySAzw3Po+JD61SOovNDjn/KlIri94BtOjuB8SjCMBzUrcJ8mn8lwSmGxsOVH4A 7IC/uim7ShEC0j/UE8kQ1UekqwaGHez5UW6x00dS3t6JR1PrCYaB9kPmb5yZyALONd9OIh2ud8AJ1PDSsDUV6Qd2sAs61vXAosK5GN6uu6EF/TO1Dp0U2r117AKgTtz68yuY1h 6P3aGhcD9fleURXZ7ba/qeO/PpLfO2tGpSzUvSBAV3Q+J6n1koz7V2e9p0g427cGG7brg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



0jJFo8zVq

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/lsKD2yh1OvLZ7gMVPmrlS6eJs24bw7K>

*La importancia de un descubrimiento reside en el impacto y en el poder reformador de las ideas expresadas y de las teorías que debido a ello resultan alteradas, no en la «modernidad» de la metodología empleada.*

*Stephen Jay Gould, 1995*

## **Dedicatoria**

*A mí maestro, Rafael Monroy*

Por despertar en mí el apasionado gusto por las plantas, la curiosidad de conocer todo a mi alrededor, por darme lecciones académicas y de vida, por enseñarme la importancia de la sociedad en la biología. Gracias por haberme ayudado todas las veces que lo busqué, el tiempo que me regaló para escucharme, sus clases, sus bromas, por haberme dejado estar mucho tiempo en su laboratorio y siempre hacerme sentirme parte de él; me hubiera gustado estar más tiempo con usted, sin embargo, fue tan grato conocerlo.

A mi familia y amigos.

Al Dr. Edgard David Mason Romo por haberme dado uno de sus más preciados proyectos, por todo el apoyo, conocimiento y buenos momentos a lo largo de este tiempo.

Gracias por todo.

## **Para mi familia**

*A mi madre,*

María, que gracias a ella nunca me ha faltado nada, por ser tan valiente y buena siempre, por amarme tanto, por cuidarme, por consentirme y por apoyarme en todas las cosas que hago, no sé cómo pagar y agradecer tanto que me ha dado, sus consejos, sus cálidos abrazos, por enseñarme tantas cosas, por su apoyo incondicional y confiar siempre en mí.

Todo lo que soy es porque me ha amado tanto.

¡Gracias, mamá!

A mi padre por su apoyo y uno que otro atinado consejo en la vida, por hacerme más fuerte siempre y enseñarme tantas cosas, gracias.

A mis hermanos: Esther, Judith y Chias, por el ejemplo de vida y el tiempo que hemos compartido juntos, por cuidarme y apoyarme siempre, gracias por no dejarme cuando más los he necesitado, por ayudarme a forjar carácter, animarme a intentar cosas nuevas siempre y sobre todo por compartir esta vida conmigo; los quiero mucho.

A Gladys, por tu amistad, por alimentarme mientras estaba en clases, por escucharme antes de todas mis exposiciones y darme ánimo para seguir adelante, por los buenos momentos viviendo como familia, muchas gracias.

A mis sobrinas: Andy y Elvira por ser mis pequeñas seguidoras, por escucharme cuando tengo algo interesante que decir, por su cariño y todos los buenos momentos juntas y hacerme sentir joven cuando juego con ustedes, las quiero.

*¡A mi Dios por haberme permitido tantas cosas!*

## **A mi sínodo evaluador**

Al Dr. David Valenzuela por aceptar la codirección de este proyecto y sus observaciones en el documento.

A la Dra. Estela Sandoval por ayudarme a comprender la anatomía vegetal, por todo el tiempo que dedicó para enseñarme, para revisar el escrito y las fichas, ¡la admiro mucho!

Al M. en C. Alejandro Flores Morales por apoyarme en los seminarios y a revisar mi documento.

A la Biol. Graciela Bustos por su apoyo en mis trámites y su apoyo.

Y a la Dra. Karla Aguilar por sus comentarios que ayudaron a mejorar la estructura de mi escrito, por todo el tiempo y por sus clases de evolución vegetal que fueron increíbles.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Biológicas, a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos por la formación académica y a la sociedad por los gastos en mi educación.

## **Al equipo del Nolaboratorio**

En primer lugar, agradezco al Dr. Edgard Mason que me ha ayudado a realizar este proyecto que, a pesar de no tener laboratorio siempre me ha ayudado y hemos logrado sacar adelante este catálogo, por su tiempo, su amistad, sus clases, las veces en campo que ayudaron a forjar carácter y disciplina. Por preocuparse tanto de sus amigos, estar siempre para ayudarnos en todo y en especial la ayudada que me has dado, por *salvarme*, ayudarme a salir adelante siempre y por muchas cosas más, te agradezco, Mason.

A todos mis compañeros y amigos con los que compartí buenos momentos.

Por hacer de tu casa un laboratorio tan acogedor donde hemos disfrutado y vivido muy buenos momentos todos juntos.

A la Dra. Elizabeth Romo que nunca nos abandona, nos apoya para salir adelante en nuestros proyectos y se preocupa por el equipo, *¡gracias por apostar en nuestra formación académica!*

### **A las personas del IBt:**

Agradezco principalmente al Biol. Cipriano Balderas que desde antes de mi carrera ha estado conmigo y ha sido un buen amigo, por adentrarme al mundo de los alacranes y de la biología molecular, por llevarme a muchos laboratorios y por tantas aventuras, al Dr. Possani que me aceptó en su laboratorio y me brindó un poco de su gran valioso tiempo para platicar conmigo sobre sus alacranes, a la Ing. Rosby que tuvo la paciencia y tiempo de enseñarme, a la Biol. Ivette por tantas aventuras juntas dentro y fuera del laboratorio.

A la M. en C. Dulce que me enseñó tanto de los peces y confió en mí, a la M. en C. Laura que me enseñó lo increíble que es la genética molecular, la hizo parecer fácil y por nuestras clases rápidas de japonés mientras esperábamos el PCR, a la Dra. Hilda Lomelí por aceptarme en su laboratorio y hacerme sentir parte de él, les agradezco infinitamente por todo el conocimiento y por la confianza que me brindaron.

### **A las personas del CIB:**

A las maestras Xóchitl y Marilyn, mis tan buenas amigas y compañeras, agradezco su tiempo, sus consejos y el ánimo que siempre me daban para hacer lo que me proponía, también por sus bromas y todas las grandes aventuras juntas, gracias.

A la M. en C. Migdalia por todo, sus consejos, su sabiduría, su valiosa amistad, confianza y por ser tan buena siempre, por los momentos en clase, en laboratorio y en las convenciones, la estimo y aprecio mucho, espero no haberle fallado.

Y a todos los profesores que estuvieron a lo largo de mi formación académica, por su conocimiento, tiempo y muchas veces, las lecciones de vida que nos daban.

### **A mis amigos:**

Violeta, que has estado conmigo desde que iniciamos la carrera, nunca me has dejado sola, me has soportado siempre, gracias por escucharme y hacerme tantos favores, por cuidarme, por tu cálida compañía, cariño y muchísimas cosas más, la escuela no hubiera sido tan fácil sin ti, te quiero, amiga.

También agradezco a Anahí, Vivi, Ale, Andy, Richi, Charly, Magy, Isidro y Bren por todos los buenos momentos dentro y fuera de la escuela, por su compañía, por apoyarme y darme ánimo siempre, por el buen tiempo que pasamos en campo y por todo su cariño, paciencia y soportarme en las madrugadas de frío, sueño y hambre en campo, ha sido un placer coincidir con ustedes, los quiero.

A los compañeros de equipo que aprecio tanto, a Jessica por su apoyo, por haberme escuchado y ayudado algunas veces a buscar algo de mis plantas, por las noches de sufrimiento que compartíamos a la distancia por los seminarios, fue bueno coincidir. A la Biol. Lupita por su amistad todo este tiempo y su ayuda un sinfín de veces.

También agradezco a todos los compañeros presentes durante el paso de la carrera, los aprecio y recuerdo dulcemente.

**¡GRACIAS!**



## Contenido

	Página
Contenido.....	1
Índice de figuras .....	2
Tablas .....	4
Anexos .....	5
Resumen .....	6
Introducción.....	8
El estudio de la anatomía vegetal.....	8
Los catálogos de plantas.....	9
Distribución de la selva baja caducifolia en México .....	10
Sierra de Huautla.....	11
Antecedentes .....	13
Justificación.....	15
Objetivo .....	15
Método .....	16
Resultados .....	18
Riqueza de especies .....	18
Caracteres descritos de las herbáceas del catálogo.....	19
Presentación de las herbáceas .....	21
Estructura de las fichas del catálogo .....	22
Discusión.....	73

Descripciones de las especies .....	73
Disponibilidad de herbáceas en la Sierra de Huautla .....	74
Comparación del catálogo con estudios previos de las dietas de herbívoros .....	75
Conclusión.....	77
Perspectivas.....	78
Referencias .....	79

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la Sierra de Huautla, Morelos, México .....	12
Figura 2. Estructuras anatómicas principales de las hojas de <i>Hamelia patens</i> X400.....	17
Figura 3. Porcentaje la riqueza relativa de las familias .....	18
Presentación de las herbáceas .....	21
Figura 6. Fichas descriptivas.....	21
Figura 5. Distribución de la información en las fichas del catálogo.....	22
Figura 8. <i>Carlowrightia arizonica</i> .....	24
Figura 9. <i>Dicliptera membranacea</i> .....	25
Figura 10. <i>Elytraria imbricata</i> .....	26
Figura 11. <i>Stenostephanus silvaticus</i> .....	27
Figura 12. <i>Justicia candicans</i> .....	28
Figura 13. <i>Tetramerium nervosum</i> .....	29
Figura 15. <i>Gomphrena decumbens</i> .....	32
Figura 17. <i>Bidens bigelovii</i> .....	35
Figura 18. <i>Bidens odorata</i> .....	36
Figura 19. <i>Lagascea mollis</i> .....	37
Figura 20. <i>Sanvitalia procumbens</i> .....	38
Figura 22. <i>Euphorbia graminea</i> .....	41

Figura 24. <i>Coursetia caribaea</i> .....	44
Figura 25. <i>Desmodium procumbens</i> var. <i>transversum</i> .....	45
Figura 26. <i>Senna hirsuta</i> .....	46
Figura 27. <i>Senna uniflora</i> .....	47
Figura 29. <i>Salvia</i> sp.....	50
Figura 30. <i>Stachys</i> sp.....	51
Figura 32. <i>Sida glabra</i> .....	54
Figura 34. <i>Maranta arundinacea</i> .....	57
Figura 36. <i>Salpianthus purpurascens</i> .....	60
Figura 38. <i>Ludwigia octovalvis</i> .....	63
Figura 40. <i>Lasiacis ruscifolia</i> .....	66
Figura 41. <i>Oplismenus burmanii</i> .....	67
Figura 42. <i>Panicum trichoides</i> .....	68
Figura 44. <i>Plumbago scandens</i> .....	71

## Tablas

Tabla 1. Porcentaje del valor de especies de cada familia del catálogo.....	91
Tabla 2. Representatividad porcentual de la riqueza de familias de las especies del catálogo.....	92

## Anexos

Anexo 1. Listado de ejemplares botánicos descritos .....	85
Anexo 2. Fórmula de la gelatina glicerinada .....	86
Anexo 3. Preparación de laminillas temporales .....	87
Anexo 4. Técnica de preparación de laminillas permanentes .....	88
Anexo 5. Literatura consultada para cada familia .....	90

## Resumen

El análisis de características anatómicas foliares es una herramienta botánica que, entre otras cosas, facilita el análisis comparativo y descriptivo entre taxa, y nos permite identificar especies vegetales, aún en ausencia de estructuras macroscópicas como: hojas, tallos, raíces, flores o frutos. Asimismo, esta herramienta es útil en el área médica, farmacológica y para determinar la dieta de herbívoros -fundamental para la conservación de especies y hábitats amenazados. El hábitat terrestre más amenazado del mundo son las selvas bajas caducifolias (SBC), ampliamente distribuidas en México, cuya característica principal es la marcada estacionalidad climática relacionada con la distribución desigual de la precipitación a lo largo del año. En la temporada de lluvias, la SBC es dominada por árboles de talla mediana, estratos arbustivos densos y con abundantes hierbas, mientras que en la temporada seca la mayoría de las especies pierden sus hojas y los estratos arbustivos disminuyen. La distribución potencial de la SBC en Morelos podría cubrir cerca de la totalidad de la superficie de la entidad, sin embargo, el 60% de la SBC se ha perdido y menos del 15% contiene componentes arbóreos representativos. Mientras que para el estrato arbóreo existe información, sobre las herbáceas presentes en la SBC no existen referencias, mucho menos la información relacionada con la descripción de caracteres anatómicos de herbáceas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos (REBIOSH). Por lo anterior, diseñamos un catálogo que permite identificar estructuras anatómicas de herbáceas presentes en la REBIOSH, para esto, tomamos como referencia fotografías de preparaciones anatómicas

permanentes, consultamos literatura especializada para describir e interpretar los caracteres observados de cada fotografía y posteriormente ordenamos la información en fichas descriptivas de 12 familias, 24 géneros y 26 especies. De esta manera, la información de este catálogo sirve de referencia para la identificación de estructuras anatómicas foliares, para determinar preferencias alimenticias de herbívoros, para comprender aspectos fisiológicos de plantas, conocer su desarrollo y apoyar en su conservación.



## Introducción

### El estudio de la anatomía vegetal

El estudio de la anatomía vegetal es una herramienta botánica que sirve para identificar estructuras de plantas aún en ausencia de estructuras morfológicas externas (Pacheco *et al.*, 2011). Las estructuras anatómicas de las hojas cumplen una función vital para la identificación de especies, aunque no sólo ellas son el factor clave de identificación, los tallos y cortezas de árboles, las raíces y las estructuras florales también son indispensables porque forman parte del funcionamiento de los ecosistemas y muchos organismos obtienen beneficios de ellos, incluidos los humanos (Begon *et al.*, 2006). De esta manera, los caracteres anatómicos de los diversos órganos de las plantas (raíces, tallos, hojas y flores) se utilizan para la descripción y caracterización morfo-anatómica, estructural, para el conocimiento de preferencias alimenticias de herbívoros y de esta manera facilitar el análisis comparativo y descriptivo entre grupos vegetales (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2017; Loza-Cornejo *et al.*, 2003; Mason-Romo, 2005; Metcalfe y Chalk, 1979),

La anatomía vegetal también es un instrumento valioso para entender los procesos evolutivos de los cambios estructurales desde el nivel celular hasta el morfológico (Metcalfe y Chalk, 1979); así como para la caracterización de fósiles por medio de sus tejidos (Knobloch, 1973). Igualmente es útil para conocer el tiempo e historia de vida de especies maderables como los árboles, a través de sus anillos anuales (Guzmán-Ramos, 2004), que han sido parte fundamental para la supervivencia humana.

## Los catálogos de plantas

Los herbarios, así como los inventarios florísticos y los catálogos de plantas son fuentes de información que nos permiten realizar trabajos de investigación y/o manejo de especies de áreas de importancia ecológica o social para conocer su biología, ecología, distribución y anatomía (Alfaro *et al.*, 1995; Díaz y Delascio-Chitty, 2007). La finalidad de los catálogos incluye actualización de la nomenclatura de las especies (Villaseñor, 2016) y algunos complementan su información con fotografías y datos relevantes como distribución y ubicación exacta, guías de identificación, estado actual de conservación. Por lo tanto, estos catálogos son primordiales para el estudio florístico, comparativo y descriptivo que facilita su manejo (Mason-Romo, 2005; Rivas-Alonso, 2006), tal es el caso de este catálogo que se dirige a describir caracteres anatómicos de herbáceas.

## Distribución de la selva baja caducifolia en México

La extensión geográfica de la selva baja caducifolia (SBC) en México va desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua, mayormente en la vertiente del Pacífico (aunque en la península de Yucatán también existe), hasta llegar a Chiapas, penetrando hacia el interior del país por la depresión del Balsas (Rzedowski, 1978; Rzedowski y Calderón, 2013). Pese a su amplia distribución, dentro de la SBC habitan la mayor parte de los mexicanos que viven en regiones rurales a lo largo del país y es el ecosistema terrestre más amenazado del mundo ya que el 78% de su territorio ha sido modificado por actividades humanas y alrededor de 300,000 hectáreas de SBC son deforestadas al año (Maser *et al.*, 1997; Arias, 2007; Ceballos *et al.*, 2010).

La característica principal de la SBC es la marcada estacionalidad climática que está en relación con la distribución desigual de la precipitación a lo largo del año, la cual oscila entre cinco y ocho meses. Durante los meses de junio a octubre, la disponibilidad de agua es constante y las plantas tienen follaje; después hay meses de transición (noviembre a febrero) cuando la humedad en el suelo y el follaje de los árboles y el estrato herbáceo disminuyen paulatinamente; finalmente la temporada de secas tardía (marzo a mayo) cuando la humedad del suelo se ha perdido, las plantas pierden su follaje, la presencia de herbáceas es casi nula y no hay agua disponible (Trejo y Hernández, 1996; Mason-Romo, 2005). A pesar de que la disposición de las herbáceas está en función de la precipitación, existe un número importante de ellas y existe su registro hasta el momento (Ramírez-Rodríguez, 2021), siendo un factor clave para su estudio.

## Sierra de Huautla

La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) fue decretada como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1996 con la finalidad de tener mayor conocimiento de la diversidad biológica de esta selva; posee características singulares por ser una región donde hay una representación significativa en riqueza y endemismos de flora. Se ubica dentro de La Cuenca del Balsas, al límite con la provincia geográfica de la Faja Volcánica Transmexicana y con cercanía a La Sierra Madre del Sur. La REBIOSH se encuentra al sur del estado de Morelos, colinda con los estados de Guerrero y Puebla, representando casi el 12% del territorio total de la entidad y abarca parte de los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. Cuenta con una superficie de 59,030 hectáreas con altitudes que van de 700 a 2,200 m s. n. m. (Dorado *et al.*, 2005). La vegetación dominante es selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963), pero también existen áreas con selva mediana subcaducifolia, encinares y un pequeño manchón de pino. Están registradas un total de 1,025 especies de plantas vasculares, incluidas en 469 géneros y 130 familias, siendo Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Burseraceae las de mayor riqueza de especies (Dorado *et al.*, 2005).

El clima más representativo de la REBIOSH es Awo"(w)(i')g que corresponde a un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano, de junio a principios de octubre promedio de 900 milímetros anuales, la oscilación de la temperatura media mensual es entre 7° y

14°C, la temperatura promedio máxima es de entre 26° y 27°C durante el mes de mayo (Dorado *et al.*, 2005; Luna-Reyes *et al.*, 2008).

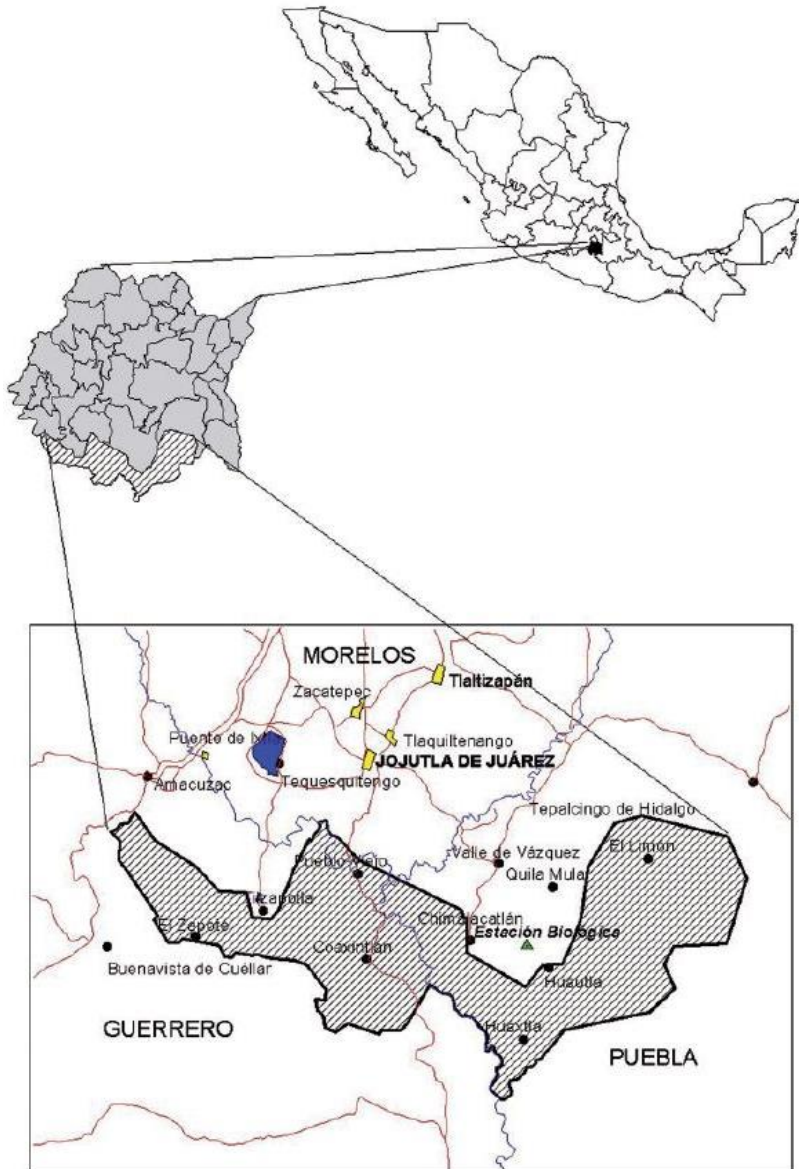


Figura 1. Ubicación de la Sierra de Huautla, Morelos, México. Elaborada por el laboratorio Interdisciplinario de Sistemas de Información Geográfica del CIByC - UAEM. Tomado de Salinas *et al.*, 2009.

## Antecedentes

El estudio del estrato herbáceo ha recibido menor atención que el de los estratos arbustivos y arbóreos, sobre todo cuando se trata de ecosistemas que presentan una marcada estacionalidad climática como las selvas bajas caducifolias (Rzedowski, 1978). Dentro de la REBIOSH están registradas 340 especies herbáceas divididas en 60 familias y 189 géneros (Ramírez-Rodríguez, 2021).

Estas herbáceas tienen diversos usos que van desde los tradicionales, medicinales, para venta, para alimentar animales domésticos, entre otras actividades indispensables para la supervivencia y desarrollo de las comunidades, muchas de ellas rurales y con elevados índices de pobreza, que habitan este ecosistema (Arias, 2007; de la O-Toris et al., 2012). Desafortunadamente el consumo de algunas herbáceas silvestres que el ganado aprovecha dentro de la REBIOSH, cambia su composición de acuerdo con la condición del sitio y la capacidad de dispersión por parte de los animales que las consumen, siendo esta una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en las selvas bajas caducifolias (de la O-Toris *et al.*, 2012).

Así como los humanos y los animales domésticos aprovechan las herbáceas, éstas también son utilizadas por los animales silvestres, principalmente como alimento. Esto ha sido estudiado en diferentes casos: por ejemplo, los requerimientos proteicos y el aporte nutricional de las plantas, incluyendo herbáceas, en la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que tiene una selección vegetal muy diversa, siendo las herbáceas su principal

alimento en la temporada de lluvias, en la Sierra de Huautla (López-Pérez *et al.*, 2012).

El uso de técnicas de anatomía vegetal nos permite identificar confiablemente algunas estructuras de plantas, como lo son las hojas, para determinar la dieta de herbívoros, a pesar de haber pasado por sus tractos digestivos. Esto ha sido estudiado para diferentes especies y en diversos ecosistemas, como en pastizales mediterráneos, donde los animales aprovechan recursos vegetales herbáceos y leñosos donde los autores demostraron la eficacia de las técnicas anatómicas para determinar la identidad de las especies en dietas de herbívoros (Castellaro-G *et al.*, 2007). En las selvas bajas caducifolias, particularmente en la REBIOSH, también se ha estudiado la dieta de roedores a partir de análisis anatómico por medio de fragmentos vegetales en sus excretas, donde predominan herbáceas de familias como: Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae y Poaceae, principalmente (Mason-Romo, 2005; Rivas-Alonso, 2006).

## Justificación

A pesar de que la composición vegetal arbórea de la selva baja caducifolia ha sido estudiada ampliamente a lo largo del país (Rzedowski, 1978; Trejo y Dirzo, 2002; Villaseñor, 2016) y en el estado de Morelos (Cerros-Tlatilpa y Espejo-Serna, 1998; Dorado *et al.*, 2005); al igual que la diversidad del estrato herbáceo (Dorado-Ramírez, 2021; Ramírez-Rodríguez, 2021), la información de la vegetación herbácea a nivel anatómico en la REBIOSH es escasa. Por ello, la importancia de este catálogo que brinda información sobre las estructuras anatómicas de 26 especies de herbáceas, reunidas en un catálogo, presentes en la REBIOSH, contribuyendo al conocimiento de la vegetación a nivel anatómico y proporcionando información para impulsar el interés por el estudio enfocado en anatomía vegetal, asimismo, para poder tener mayor conocimiento de la vegetación de esta reserva, impulsar el estudio de las dietas de herbívoros, en la identificación de especies y la conservación de este ecosistema, uno de los ecosistemas terrestres más amenazados del planeta.

## Objetivo

Describir los caracteres y diseñar un catálogo de estructuras anatómicas de 26 herbáceas de la Sierra de Huautla.



## Método

Hicimos una revisión de aproximadamente 458 fotomicrografías de preparaciones anatómicas permanentes previamente elaboradas por Mason-Romo (2005) y Rivas-Alonso (2006) a partir de material herbáceo recolectado en la selva baja caducifolia de la REBIOSH, Morelos, México, durante tres temporadas, lluvias, secas tempranas y secas tardías. La selección de herbáceas la realizaron con base en las especies que potencialmente podrían ser consumidas por herbívoros que habitan la selva baja caducifolia. Para llevar a cabo las preparaciones histológicas fundamentalmente de hojas, siguieron las técnicas histológicas empleadas en los estudios de anatomía vegetal (Anexo 2) de Sandoval-Zapotitla (2005), que permiten observar la ubicación, forma y orientación de las células epidérmicas, ornamentaciones epidérmicas o cuticulares, apéndices epidérmicos como tricomas y papilas, estomas, cristales, y otros.

Para llevar a cabo las descripciones de las estructuras anatómicas epidérmicas, ornamentales y de apéndices, tomamos de referencia 185 fotomicrografías, para cada especie indagamos en literatura especializada de anatomía foliar para tener mayor certeza de los caracteres que observamos; consultamos información para cada familia (Anexo 4), género, y cuando era posible, para cada especie. También realizamos consultas electrónicas en el Herbario Nacional de México (MEXU-UNAM) y en el catálogo de las plantas vasculares nativas de México (Villaseñor, 2016) para tener la nomenclatura taxonómica más actualizada posible.

Una vez que hicimos la revisión en la literatura pudimos realizar las descripciones de los caracteres a partir de las fotomicrografías para cada especie. Para organizar esa información diseñamos fichas en donde incluimos la descripción de los tejidos dérmico, fundamental y vascular, esto de acuerdo con la información que obtuvimos de las preparaciones vegetales permanentes generadas por Mason-Romo (2005) y Rivas-Alonso (2006).

Dado que la mayoría de las plantas están compuestas por los siguientes tejidos: dérmico, fundamental y vascular, seguimos este juicio para presentar la información de las fichas. Describimos primero la epidermis, después los tipos de tricomas, estomas, la venación y los contenidos celulares para las especies donde fue posible contar con fotomicrografías de ellos. Finalmente, presentamos un pie de figura debajo de las fotomicrografías manteniendo el mismo orden (epidermis, tricomas, estomas, venación y contenidos celulares).

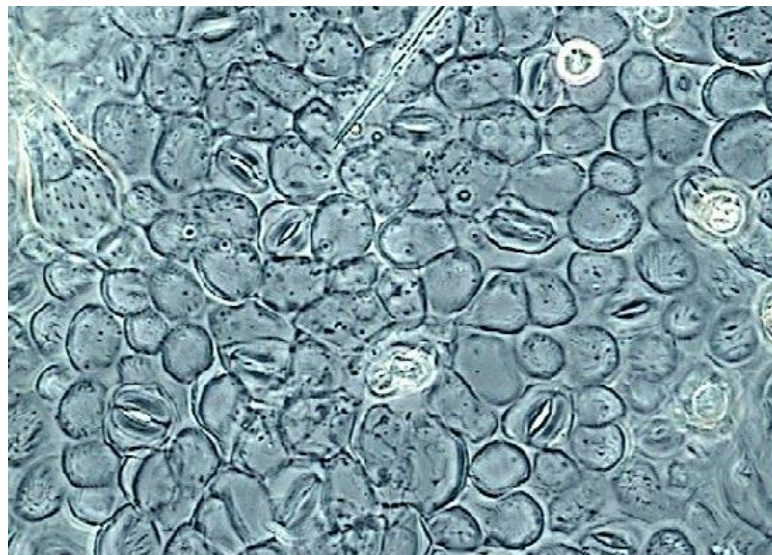


Figura 2. Estructuras anatómicas principales de las hojas de *Hamelia patens*

X400.

## Resultados

### Riqueza de especies

Se encontraron 26 especies de 24 géneros pertenecientes a 12 familias.

Seis especies de la familia de Acanthaceae, una especie para Amaranthaceae, cuatro especies de tres géneros para Asteraceae, una Euphorbiaceae, cuatro especies de tres géneros de la familia Fabaceae, dos especies de Lamiaceae, una Malvaceae, una Marantaceae, una Nyctaginaceae, una Onagraceae tres Poaceae y una Plumbaginaceae.

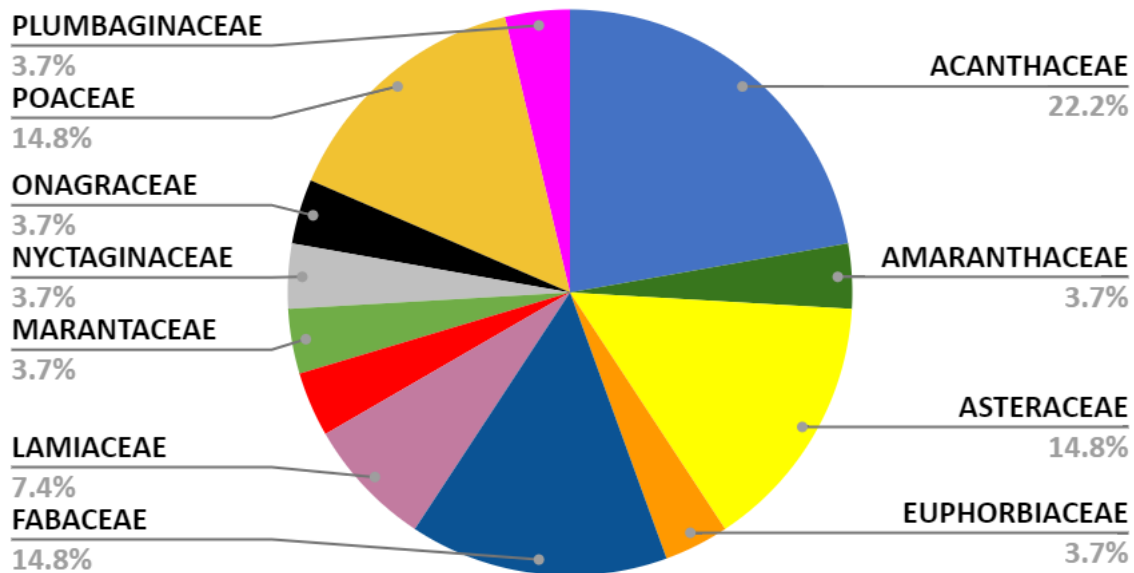


Figura 3. Porcentaje la riqueza relativa de las familias incluidas en el catálogo.

## Caracteres descritos de las herbáceas del catálogo

En este estudio la familia Acanthaceae fue la mejor representada con seis especies, *Dicliptera membranacea*, *Elytraria imbricata* y *Justicia candidans* comparten características similares como las células epidérmicas diferenciadas en células costales e intercostales, presencia de tricomas glandulares y no glandulares, estomas con distribución alterna y células epidérmicas adyacentes diferenciadas en los estomas. Dentro de estas especies las únicas que cuentan con información de contenidos celulares son *D. membranacea* y *E. imbricata* que incluye cristales prismáticos, idioblastos y estilodios.

Para *Gomphrena decumbens* encontramos una característica distintiva de la familia Amaranthaceae que son las ornamentaciones en los pliegues de los polos de los estomas.

Encontramos que existe diferencias anatómicas intraespecíficas en las especies de la misma familia, tal es el caso de Asteraceae, en la cual describimos a cuatro especies, *Bidens bigelovii*, *Bidens odorata*, *Lagascea mollis* y *Sanvitalia procumbens*. *L. mollis* fue la única especie, de las cuatro que describimos, que presentó proyecciones estrelladas de los tricomas y contenido celular, lo que no pudimos ver en *S. procumbens*, que pertenecen a la misma tribu (Heliantheae). La densidad estomática parcial, la distribución de los estomas y la presencia de tricomas glandulares es aparentemente igual para las dos especies.

En *Euphorbia graminea* encontramos macropapilas en las células epidérmicas intercostales y ornamentaciones de la pared periclinal.

Encontramos que *Desmodium procumbens* var. *Transversum* de la familia Fabaceae presenta macropapilas en las células intercostales, mismas que *Coursetia caribaea*, *Senna hirsuta* y *Senna uniflora* no tenían. Otra particularidad dentro de estas especies es que los estomas de *Senna hirsuta* son los únicos donde pudimos observar que sí tienen células intercostales adyacentes diferenciadas a las células oclusivas.

La familia Lamiaceae estuvo representada por dos géneros, *Salvia* sp. y *Stachys* sp., las cuales compartieron características como la diferenciación de la epidermis en células costales e intercostales, la presencia de tricomas glandulares y no glandulares y los estomas sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas.

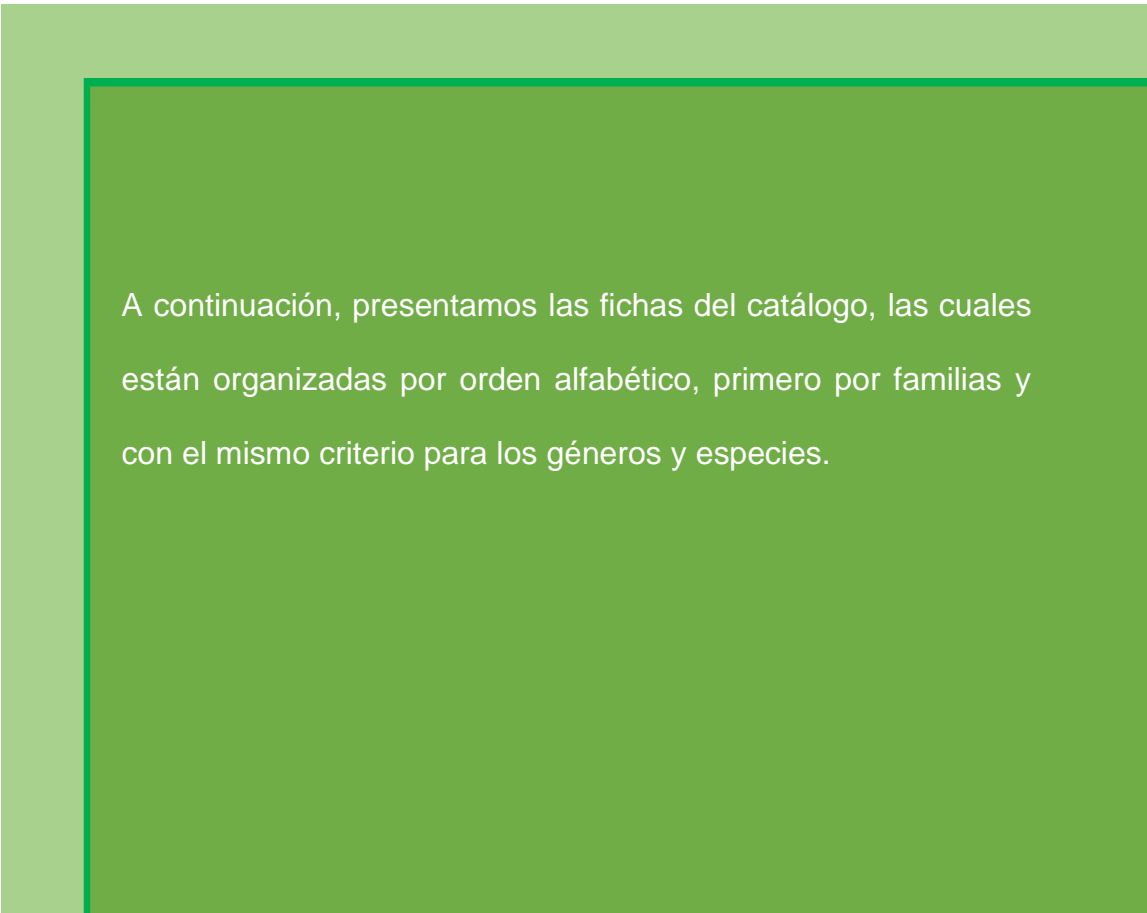
Pudimos describir las estructuras características de *Sida glabra*, la única especie de la familia Malvaceae en este catálogo.

Describimos las estructuras de *Maranta arundinacea* como la distribución de los estomas la presencia fitolitos globulares de sílice sobre las venas.

En *Ludwigia octovalvis*, Onagraceae, incluimos la descripción de la forma de los tricomas, estomas y la presencia de oxalatos de calcio.

Las tres especies, *Lasiacis ruscifolia*, *Oplismenus burmanii* y *Panicum trichoides*, que incluimos en esta familia comparten características anatómicas como: las células intercostales rectangulares y alargadas, con paredes anticlinales sinuosas y con los estomas distribuidos en hileras en función de las células intercostales, con tricomas unicelulares uniseriados, células silícicas sobre las venas y agujones. Observamos características anatómicas específicas para la familia Plumbaginaceae, como las glándulas salinas en la epidermis de *Plumbago scandens*.

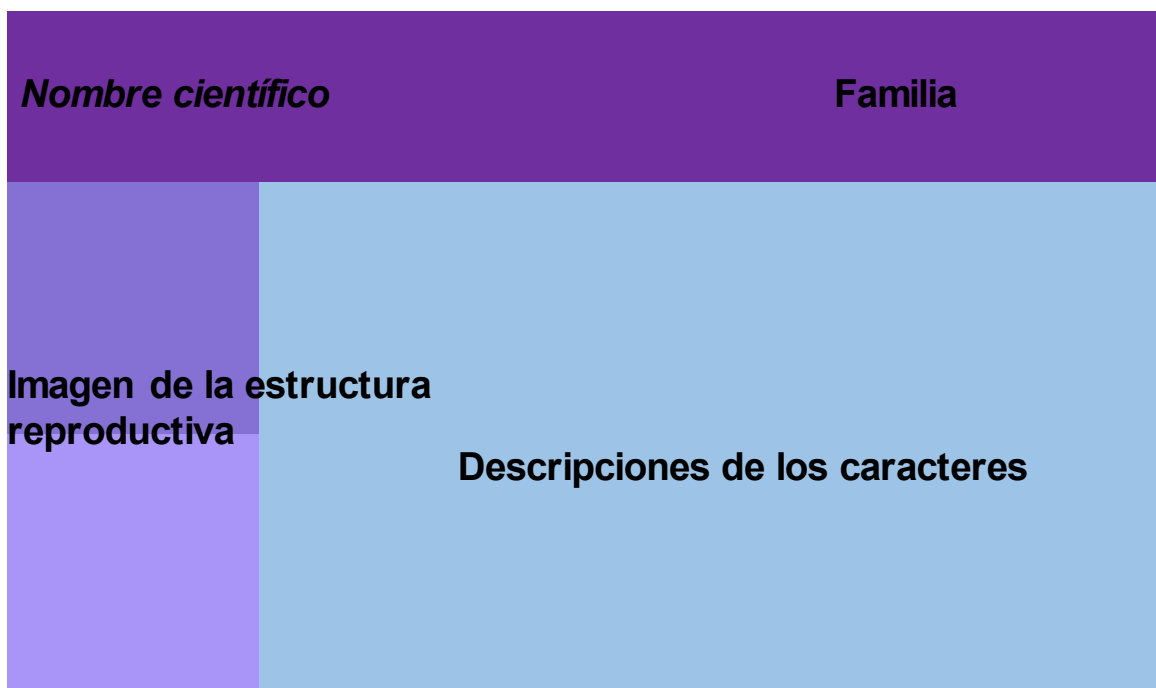
## Presentación de las herbáceas



A continuación, presentamos las fichas del catálogo, las cuales están organizadas por orden alfabético, primero por familias y con el mismo criterio para los géneros y especies.

Figura 6. Fichas descriptivas

## Estructura de las fichas del catálogo



## Fotomicrografías de las estructuras

### Pie de figura



Figura 5. Distribución de la información en las fichas del catálogo

# ACANTHACEAE

Las especies de esta familia son principalmente hierbas, generalmente erectas, trepadoras, arbusto y árboles pequeños. Se distribuyen en diferentes tipos de vegetación tropical y templada. En el mundo existen alrededor de 40, 000 miembros de esta familia y en México están presentes 384.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 7. Familia Acanthaceae





**Epidermis:** Dos tipos de células: asociadas a las venas están las costales de forma rectangular con paredes lineares y gruesas; entre las venas se observan las células intercostales de forma sinuosa y paredes gruesas, abundante contenido celular en todas las células epidérmicas (**Fig. A y B**).

**Tricomas:** Abundantes, distribuidos en regiones costales e intercostales en ambas epidermis, multicelulares, uniseriados, la base del tricoma con varias células arregladas en roseta, el resto del tricoma con tres a cuatro células alargadas y la apical de forma aguda, todas ellas con paredes muy engrosadas, sin contenidos celulares (**Fig. C, D, E y F**).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna, sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas a los polos del estoma (**Fig. A, B y C**).

**Venación:** Reticulada, sin presencia de vaina parenquimática (**Fig. G**).

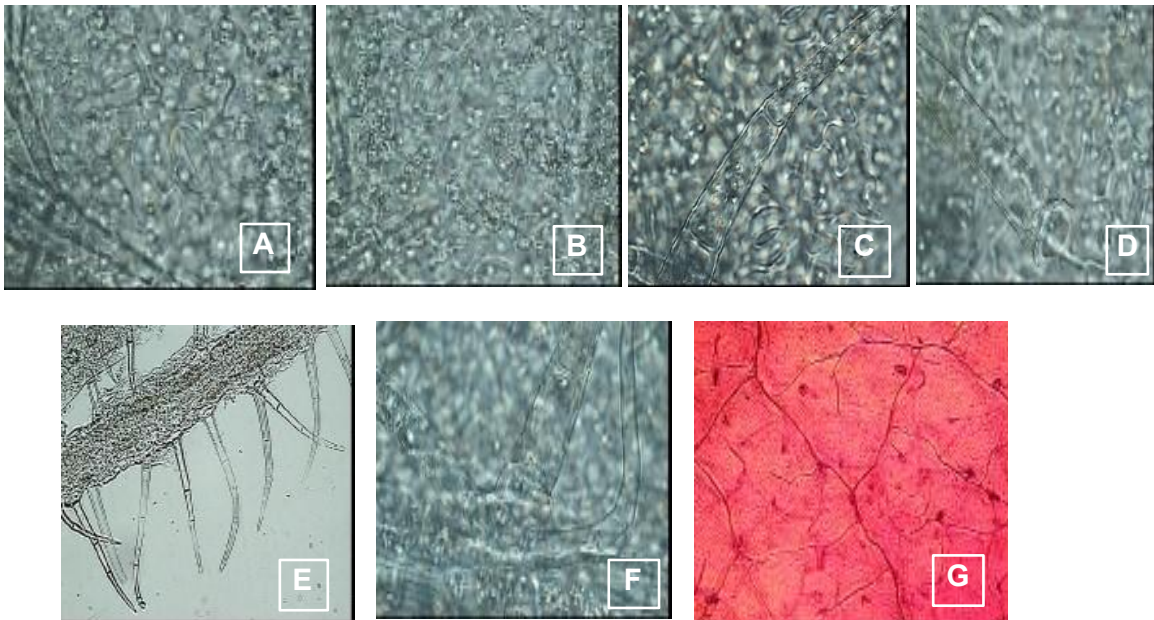


Figura 1. A) células costales e intercostales, B) células intercostales y estoma X1000, C) estomas dispersos X1000, D) tricomas X200, E) tricoma sobre vena X1000, F) base del tricoma X1000 y G) venación X100.

Figura 8. *Carlowrightia arizonica*



**Epidermis:** Adaxial, las células epidérmicas son de forma irregular con paredes anticlinales sinuosas y gruesas (**Fig. A y B**).

**Tricomas:** Multicelulares, uniseriados, no ramificados de dos tipos. Tipo uno, proyecciones con tres a cuatro células de paredes delgadas y evidentes contenidos celulares, la base es más ancha que el resto de las células y la célula apical tiene forma aguda (**Fig. C**). Tipo dos, escasos, con varias células que presentan paredes gruesas y estriadas (**Fig. D**).

**Estomas:** Distribuidos de forma aleatoria, con dos células epidérmicas adyacentes diferenciadas, una en cada polo del estoma (**Fig. E y G**)

**Venación:** Reticulada, areolas conspicuas, de forma variada. Venas terminales simples y algunas ramificadas (**Fig. F**).

**Contenidocelular:** Abundantes cristales prismáticos asociados a las venas (**Fig. G**).

Idioblastos como células alargadas con contenidos celulares densos presentes en el mesófilo (**Fig. H**).

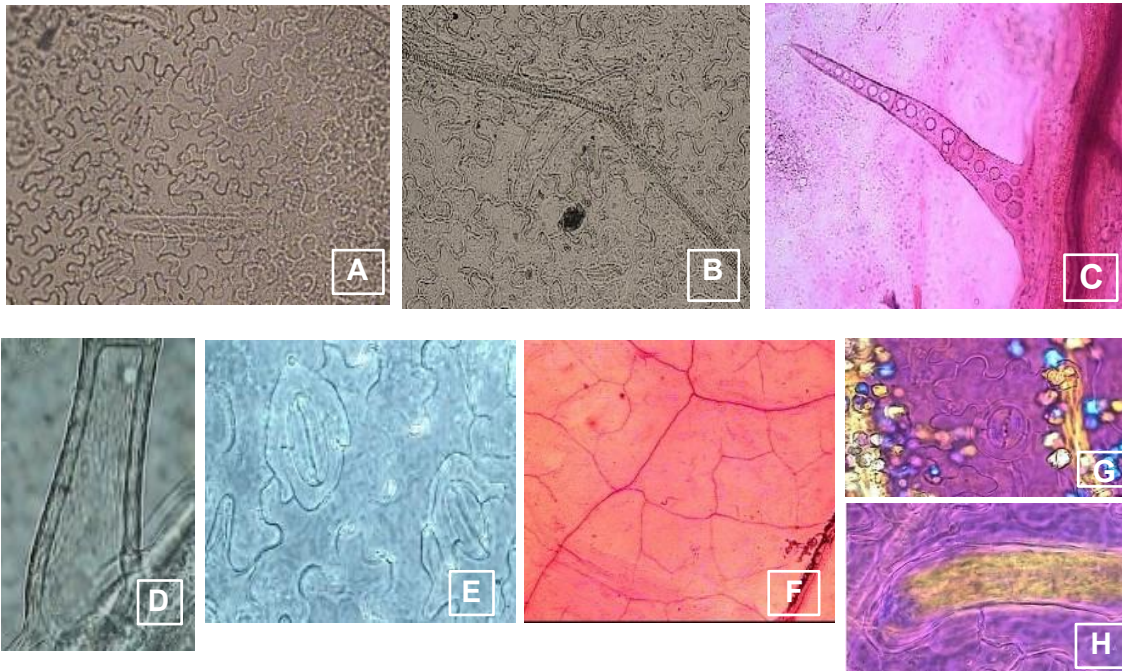


Figura 2. A) células sinuosas delgadas X1000, B) epidermis adaxial X400, C) tricoma tipo uno X1000, D) pared del tricoma X1000, E) estomas X1000, F) venación reticulada X500, G) cristales prismáticos X1000 y H) idioblasto X1000.

Foto de estructura reproductiva tomada de <https://www.inaturalist.org/photos/109995725>

Figura 9. *Dicliptera membranacea*



**Epidermis** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales de forma rectangular con paredes anticlinales ligeramente engrosadas y con ornamentaciones estriadas en la pared periclinal (**Fig. A**); las células intercostales son de forma irregular con paredes sinuosas y engrosadas y con ornamentaciones lisas en la pared periclinal (**Fig. B, C y F**).

**Tricomas:** De dos tipos, glandulares y no glandulares. Tricomas glandulares, el ápice está formado por dos células globosas, ambas células de paredes engrosadas (**Fig. C**). Tricomas no glandulares multicelulares, uniseriados y abundantes, con proyecciones de seis a siete células alargadas, la célula basal ensanchada y la célula terminal en punta (**Fig. D**); pie del tricoma hasta con ocho células con formadecusada, con paredes lineales y engrosadas (**Fig. E**),

**Estomas:** Abundantes, distribuidos de forma aleatoria, con dos células epidérmicas adyacentes diferenciadas en cada polo (**Fig. C y F**).

**Venación:** Reticulada con areolas conspicuas (**Fig. G**).

**Contenidocelular.** Cristales de oxalato de calcio en forma de estilodios (**Fig. H**).

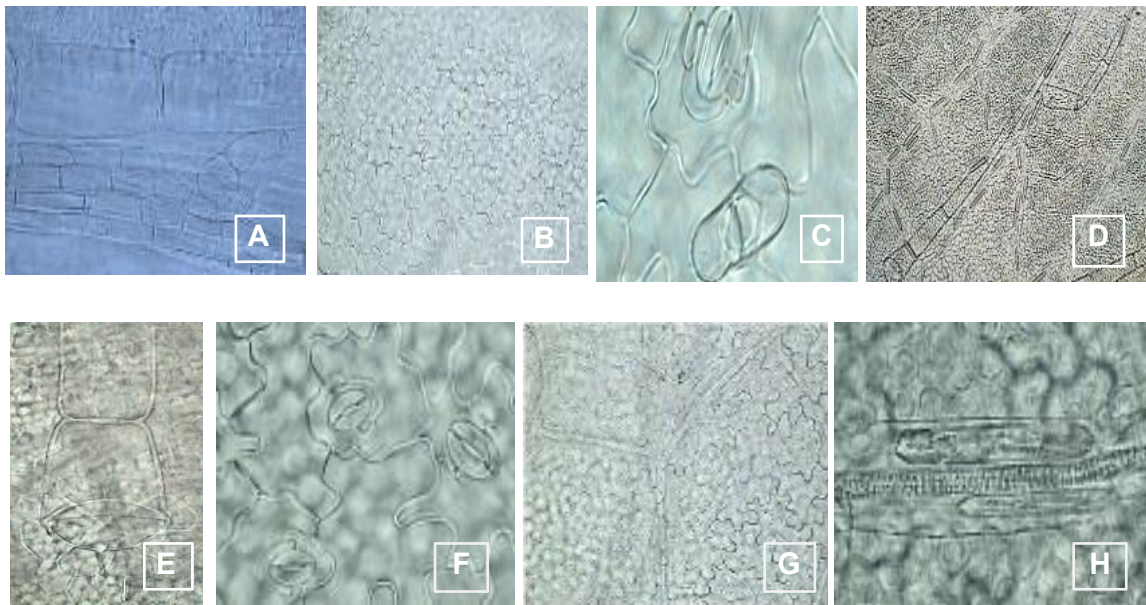


Figura 3. A) células costales X400, B) células sinuosas intercostales X400, C) tricoma glandular X1000, D) tricoma no glandular X1000, E) base del tricoma X400, F) estomas X1000, G) venación x400 y H) estilodios X1000.

Foto de estructura reproductiva tomada de <https://www.inaturalist.org/photos/106552288>

Figura 10. *Elytraria imbricata*



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son rectangulares y alargadas con pares anticlinales lineales y ligeramente engrosadas (**Fig. A y E**). Las células intercostales son irregulares con paredes anticlinales sinuosas y gruesas, la pared periclinal con ornamentaciones rugosas (**Fig. B, C, D y F**).

**Tricomas:** Dos tipos, glandulares y no glandulares. Tipo uno; glandular de cuatro células con terminal globosa y paredes delgadas (**Fig. C y D**). No glandular, de siete a ocho células, la célula terminal es oblonga y con paredes engrosadas, mientras que las dos células basales son más cortas, de paredes engrosadas y escasas, todas con contenidos celulares (**Fig. E y G**).

**Estomas:** Dispersos, sin células epidérmicas adyacentes a las oclusivas diferenciadas (**Fig. F**).

**Venación:** Reticulada, venas principales con vainas, venas terminales simples y algunas ramificadas (**Fig. G**).

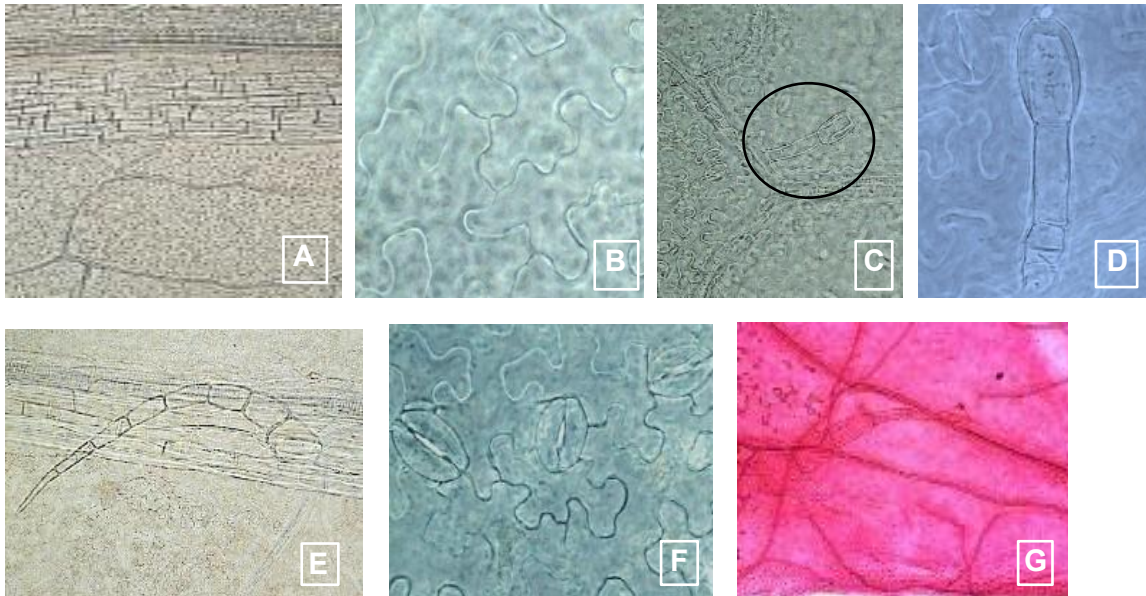


Figura 4. A) células costales e intercostales X200, B) células intercostales adaxiales X1000, C) tricoma glandular sobre vena X200, D) tricoma glandular X1000, E) tricoma no glandular X200, F) estomas X1000 y G) venación X200.

Figura 11. *Stenostephanus silvaticus*



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales con ornamentaciones rugosas en la pared periclina. Las células costales son rectangulares y alargadas, algunas más anchas que otras, con paredes anticlinales ligeramente engrosadas (**Fig. A**). Las células intercostales tienen paredes anticlinales sinuosas y delgadas (**Fig. B**).

**Tricomas:** De dos tipos, no glandulares y glandulares. Glandular, el ápice está formado por cuatro células con paredes ligeramente engrosadas (**Fig. C**). No glandulares, multicelulares uniseriados, con proyecciones de cinco a seis células, la base del tricoma más ancha que el resto de las células con paredes anticlinales gruesas, la célula terminal es oblonga y más delgada que la de la base y en forma de punta (**Fig. D y E**).

**Estomas:** Dispersos, con dos células epidérmicas adyacentes diferenciadas en cada polo del estoma (**Fig. B y F**).

**Venación:** Reticulada, areolas conspicuas de diferentes formas, las venas terminales son simples y algunas ramificadas (**Fig. G**).

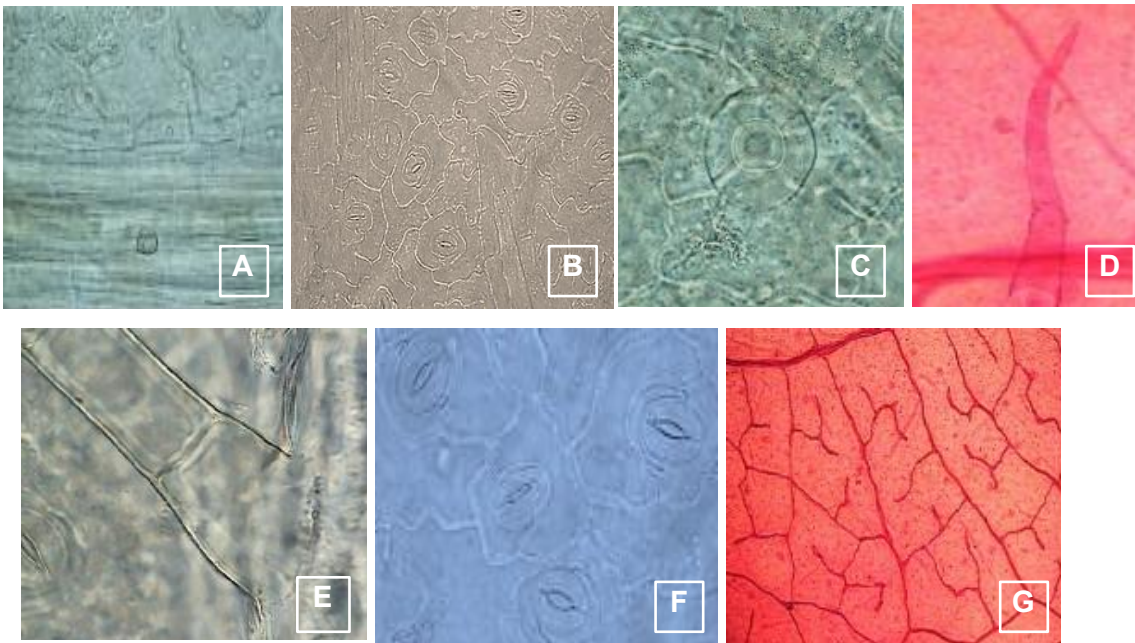


Figura 5. A) células costales X1000, B) células intercostales X400, C) tricoma glandular X1000, D) tricoma no glandular x400, E) pie del tricoma X400, F) estomas X1000 y G) venación X100.

Foto de estructura reproductiva tomada de <http://www.inaturalist.org/photos/3143269>.

Figura 12. *Justicia candicans*



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son rectangulares y alargadas con paredes anticlinales lineales y engrosadas (**Fig. A**). Las células intercostales con paredes anticlinales sinuosas y ligeramente engrosadas, la pared periclinal tiene ornamentaciones rugosas (**Fig. B, C, F y G**).

**Tricomas:** De dos tipos. Tipo uno; multiseriados y multicelulares de cinco a seis células con contenidos celulares y con paredes delgadas, la célula apical es de forma globosa (**Fig. D**). Tipo dos; uniseriados, cortos con contenido celular, paredes engrosadas, proyección de cuatro a seis células, donde la célula apical es aguda (**Fig. E**).

**Estomas:** En ambas epidermis, dispersos y sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas a las células oclusivas (**Fig. B, F y G**).

**Venación:** Reticulada, areolas conspicuas de diversas formas y tamaños, las venas terminales son conspicuas, simples y ramificadas (**Fig. H**).

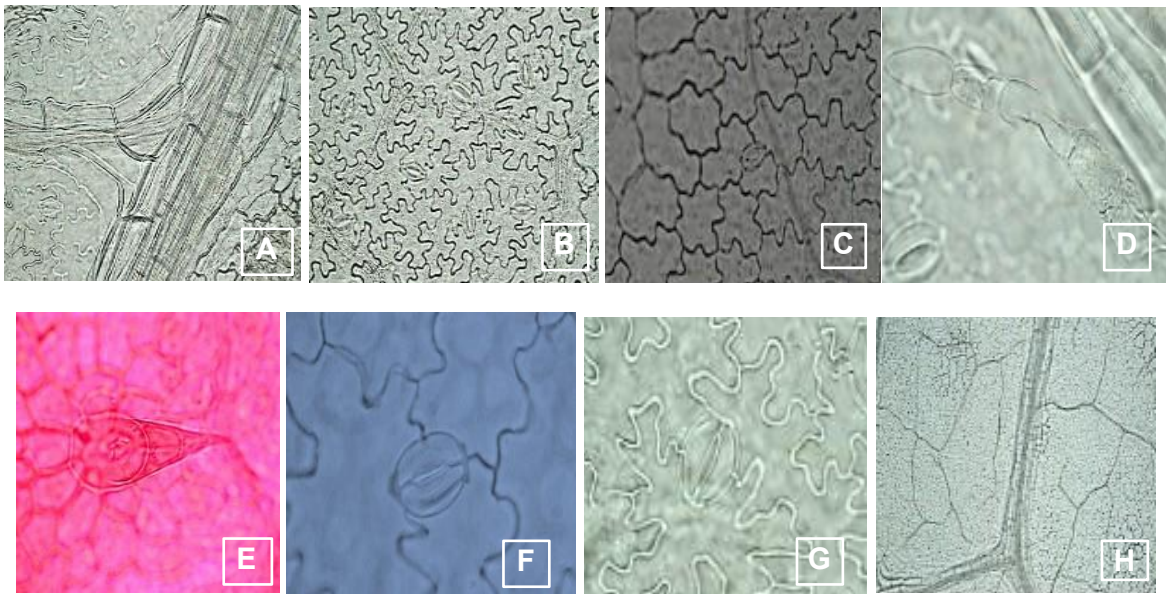


Figura 6. A) células costales X400, B) epidermis abaxial X400, C) epidermis adaxial X200 X, D) tricoma X1000, E) tricoma tipo dos X400, F) estomas abaxiales X1000, G) estomas adaxial X1000 y H) venación X100.

Foto de estructura reproductiva tomada de: <https://www.inaturalist.org/photos/177045302>

Figura 13. *Tetramerium nervosum*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1984). Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. In *Systematic Botany* (Vol. 9, Issue 4, p. 499). <https://doi.org/10.2307/2418801>

# AMARANTHACEAE

Las especies representantes de esta familia son en su mayoría hierbas, arbustos, trepadoras herbáceas y leñosas, raramente árboles. A nivel mundial existen entre 2, 050 y 2, 500 cerca de 215 especies se encuentran en México.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 14. Familia Amarantaceae





**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son de forma rectangular, con paredes anticlinales lineales y ligeramente engrosadas, la pared periclinal con ornamentaciones rugosas (**Fig.A**). Las células intercostales son anticlinales de forma irregular con paredes engrosadas onduladas (**Fig.B**).

**Tricomas:** Multicelulares uniseriados, muy largos y de cinco a ocho células (**Fig. C**). La célula basal es redondeada con paredes engrosadas y ornamentadas (**Fig.D**).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna, en algunos de los estomas se observan pliegues en los polos de las células oclusivas sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas (**Fig. B y E**).

**Venación:** Reticulada con venas conspicuas ramificadas. Vaina parenquimática alrededor de las venas como parte de la anatomía Kranz (**Fig.F**).

**Contenidos celulares:** Abundantes cristales de oxalato de calcio en forma de drusas en el mesófilo (**Fig. C, E y F**).

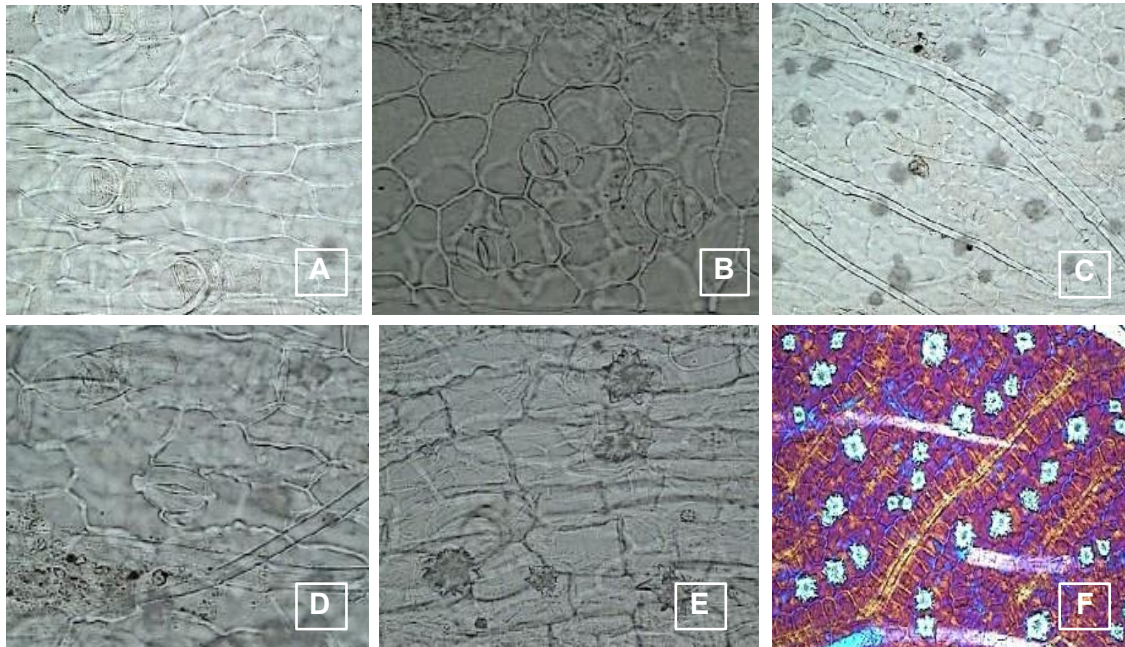


Figura 7. A) células costales y base de tricomas X200, B) células intercostales y estomas X400, C) tricomas X200, D) pliegues del estoma X400, E) drusas X200 F) venación, vaina parenquimática y drusas X200.

Figura 15. *Gomphrena decumbens*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Guzmán-Ramos, M. C. (2004). *Descripción y comparación de la anatomía vegetativa en plantas cultivadas en Chalco, Estado de México de *Amaranthus cruentus* L., (razas africano, guatemalteco y mexicano) y *A. hypochondriacus* L., (razas azteca, mercado, mixteco y nepal).* [Universidad Nacional Autónoma de México].

Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1984). *Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction.* In *Systematic Botany* (Vol. 9, Issue 4, p. 499).

# ASTERACEAE

Dentro de esta familia se incluyen hierbas y trepadoras de tipo herbáceo y leñoso. A nivel mundial existen 23, 600 especies, siendo la familia más diversa en el mundo; en México se encuentran 3, 021 especies.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 16. Familia Asteraceae



**Epidermis:** Con dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son rectangulares y alargadas con paredes anticlinales gruesas y lineales; las células intercostales son irregulares, con paredes anticlinales sinuosas y ligeramente engrosadas, la pared periclinal presenta ornamentaciones estriadas (**Fig. A, F y G**).

**Tricomas:** De dos tipos, glandulares y no glandulares. Glandulares, el ápice está formado por dos células globosas de tamaño similar (**Fig. B**). No glandulares, presentes en ambas regiones, costal (**Fig. C y D**) e intercostal (**Fig. E**); multicelulares, uniseriados, con proyecciones de cinco a seis células, con paredes engrosadas y estriadas. En la base del tricoma se observan células de gran tamaño con paredes engrosadas y estriadas, la célula apical es de forma aguda (**Fig. E**).

**Estomas:** De distribución alterna y sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas a las células oclusivas (**Fig. F y G**).

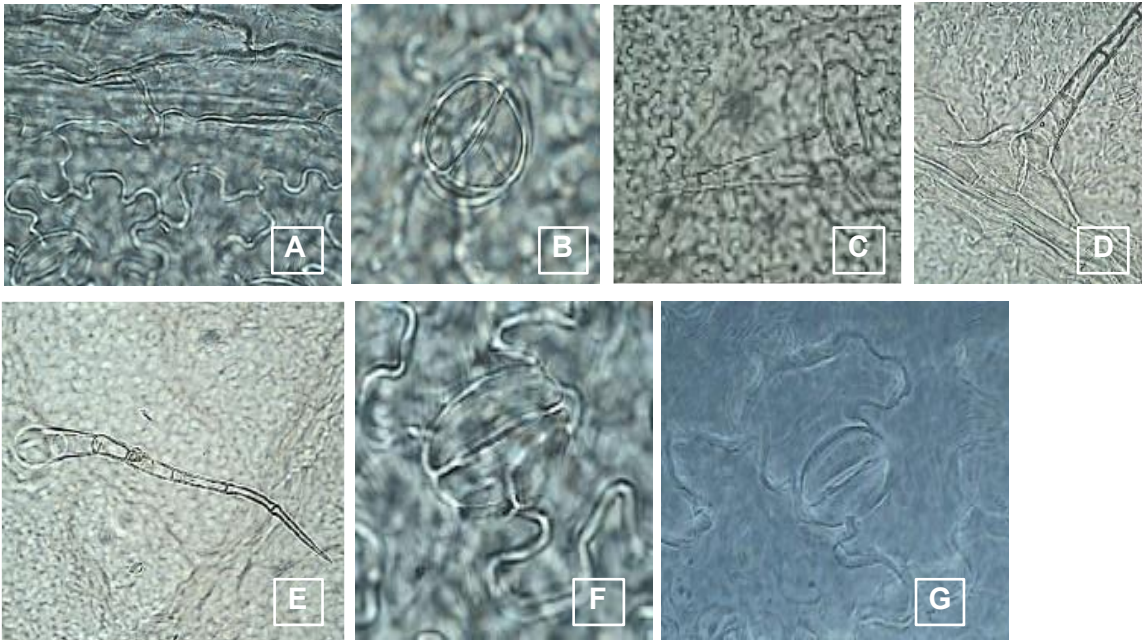


Figura 8. A) células costales e intercostales X1000, B) tricoma glandular X1000, C) tricoma no glandular X200, tricoma X400, D) base del tricoma X200, E) proyecciones del tricoma X200, F) y G) estomas X1000.

Foto de estructura reproductiva tomada de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/bidens> -bigelovii/imagenes/flor.jpg

Figura 17. *Bidens bigelovii*



**Epidermis:** Diferenciada en dos regiones, costal e intercostal. Las células costales son rectangulares con paredes anticlinales lineales (**Fig. D**), las células intercostales son irregulares, alargadas con paredes anticlinales sinuosas y ligeramente engrosadas, se observan ornamentaciones estriadas en la pared periclinal (**Fig. A, B, C, D, E y F**).

**Tricomas:** Ubicados en las regiones costal e intercostal, multicelulares y uniseriados de seis a ocho células, con paredes engrosadas, estriadas y con contenidos celulares, las células basales son más anchas y cortas, el resto de las células son más largas que anchas, la apical más delgada que el resto de las células del tricoma con forma aguda (**Fig. C y D**).

**Estomas:** Abundantes, presentes en ambas epidermis. Abundantes en la epidermis abaxial, con distribución alterna y sin células epidérmicas adyacentes a las oclusivas diferenciadas (**Fig. D, E y F**).

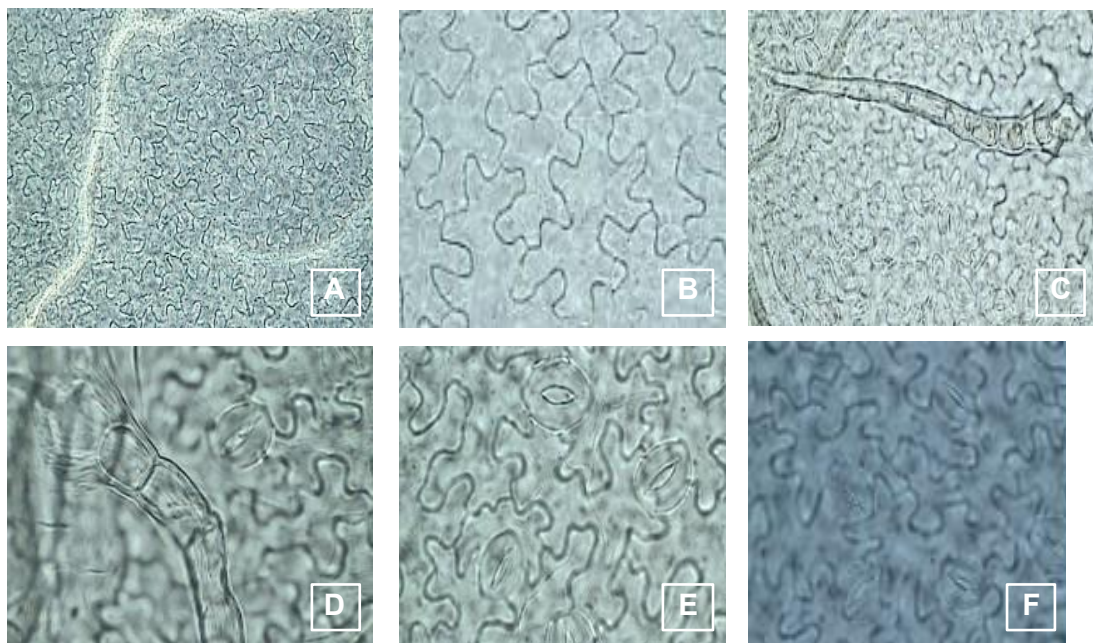


Figura 9. A) células intercostales adaxiales X400, B) epidermis adaxial X1000, C) tricoma X400, D) base del tricoma X1000, E) y F) estomas X1000.

Figura 18. *Bidens odorata*



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son alargadas y rectangulares, con paredes anticlinales lineales y gruesas (**Fig. A y B**); las células intercostales son irregulares, con paredes anticlinales sinuosas y engrosadas y con paredes periclinales lisas (**Fig. C, E y F**).

**Tricomas:** De dos tipos, glandulares y no glandulares. Glandulares, cuyo ápice está formado por tres células globosas (**Fig. A**). No glandulares, multicelulares estrellados, con cuatro proyecciones, cada una formada por una sola célula alargada cuya región basal es ensanchada y su región apical es de forma aguda, la pared de estas proyecciones es gruesa y estriada; la base del tricoma conformada por una sola célula circular con pared engrosada (**Fig. B y D**).

**Estomas:** Abundantes, ubicados en la región intercostal, con distribución alterna y sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas a las células epidérmicas (**Fig. E**).

**Venación:** Reticulada, areolas bien definidas, venas terminales simples y ramificadas (**Fig. D**).

**Contenidos celulares:** Abundantes cristales de oxalato de calcio en forma de drusas dentro de células cuadradas o rectangulares a cada lado de las venas (**Fig. F**).

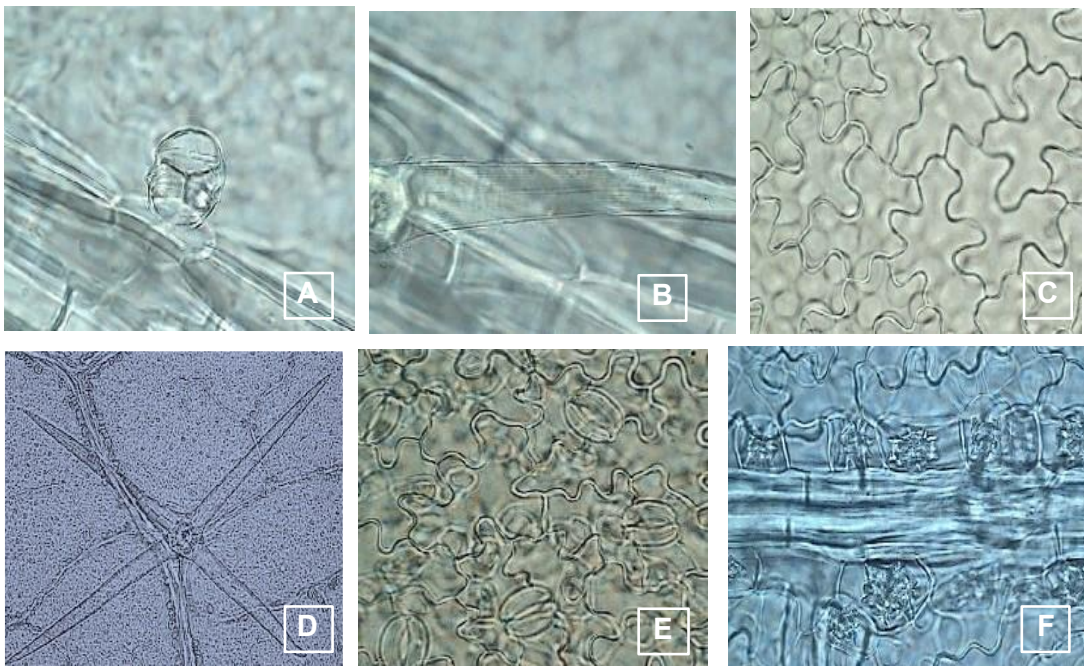


Figura 10. A) células costales y tricoma glandular X1000, B) células costales y estrías del tricoma X1000, C) Células intercostales X1000, D) tricoma estrellado y venación X200, E) estomas X1000 y F) contenidos celulares X1000.

Figura 19. *Lagascea mollis*



**Epidermis:** Diferenciada en región costal e intercostal. Las células costales son rectangulares y alargadas con paredes anticlinales lineales y ligeramente engrosadas (**Fig. A**). Las células inter costales son de forma irregular, con paredes anticlinales sinuosas ligeramente gruesas (**Fig. A, B, D y E**).

**Tricomas:** Presentes en ambas regiones, de dos tipos: glandulares y no glandulares. Glandulares, uniseriadas y multicelulares, con proyecciones de seis a siete células prismáticas alargadas, con paredes engrosadas, la célula apical es de forma globosa (**Fig. D**). No glandulares, abundantes, uniseriadas y multicelulares, la proyección con tres a seis células alargadas, en la región basal de la proyección se observan de una a dos células globosas, la célula apical en forma aguda y más delgadas que las otras, sus paredes son gruesas y estriadas. En la base tricoma se observan células organizadas en roseta, con forma prismática (**Fig. A, C**).

**Estomas:** Abundantes y distribuidos de forma alterna, ubicados en la región intercostal, sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas a las células epidérmicas (**Fig. B**).

**Venación:** Reticulada, con areolas definidas de formas y tamaños variados, venas terminales ramificadas y posible presencia de traqueoblastos (**Fig. C y F**).

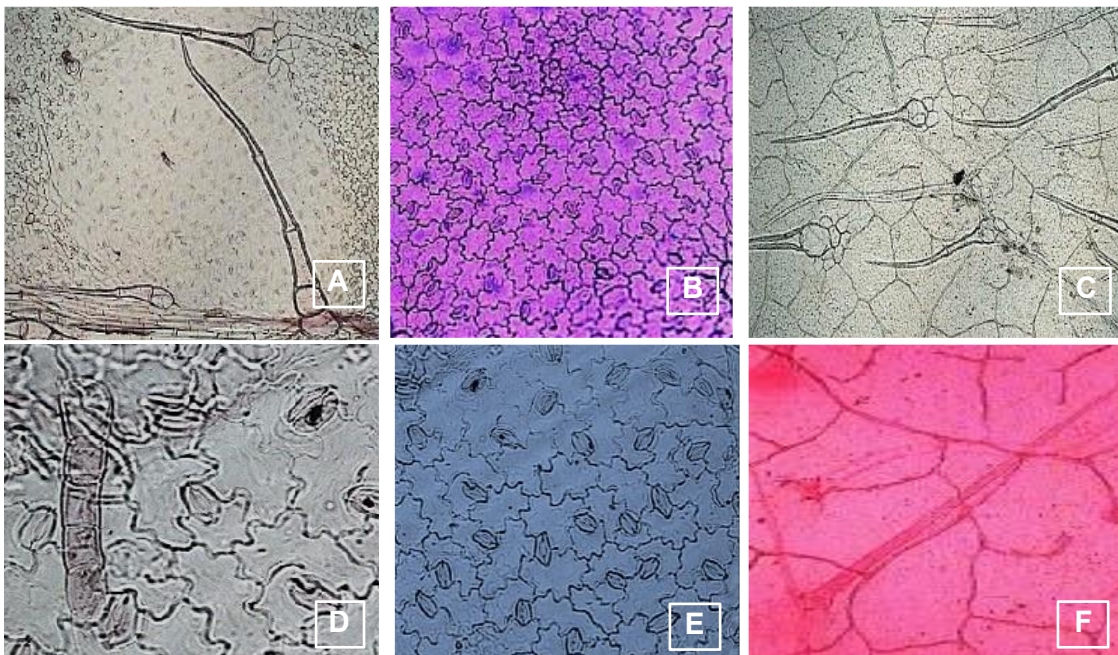


Figura 11. A) células costales y tricomas X100, B) células intercostales X200, C) tricomas y venación X100, D) tricoma glandular X400, E) estomas X400 y F) venación X200.

Figura 20. *Sanvitalia procumbens*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Grigore, M.-N., Ivanescu, L., & Toma, C. (2014). Halophytes and Their Habitats: Finding a Place Within Plant Ecological Classes. In *Halophytes: An Integrative Anatomical Study.*

Metcalf, C. R., & Chalk, L. C. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons.* Clarendon Press, Oxford.



# EUPHORBIACEAE

Los hábitos de crecimiento dentro de esta familia son árboles y arbustos hierbas y trepadoras herbáceas y leñosas. La riqueza a nivel mundial se estima en 6, 745 y para México en 778 especies.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 21. Familia Euphorbiaceae



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son rectangulares y ligeramente alargadas con paredes anticlinales lineales y engrosadas. La ornamentación de la pared periclinal es rugosa. Las células adyacentes a las intercostales tienen una macropapila por célula (Fig. A y C). Las células intercostales son irregulares con paredes anticlinales sinuosas y ligeramente gruesas, cada célula tiene una macropapila (Fig. B, E y G).

**Tricomas:** Dos tipos, multicelulares uniseriados. Tipo uno, con paredes engrosadas rugosas, las células en este tipo son más cortas que el tipo dos, presentan punteaduras en las proyecciones y en la pared del tricoma (Fig. C y D). Tipo dos, las proyecciones son de tres a cinco células alargadas, la célula basal más ancha que el resto la célula apical es delgada con forma aguda (Fig. D). En la base del tricoma se observan células diferenciadas al resto de las epidérmicas (Fig. E).

**Estomas:** Sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas a las células oclusivas del estoma (Fig. G).

**Venación:** Reticulada, las areolas son de diversas formas y tamaños, con venas terminales simples o ramificadas (Fig. H).

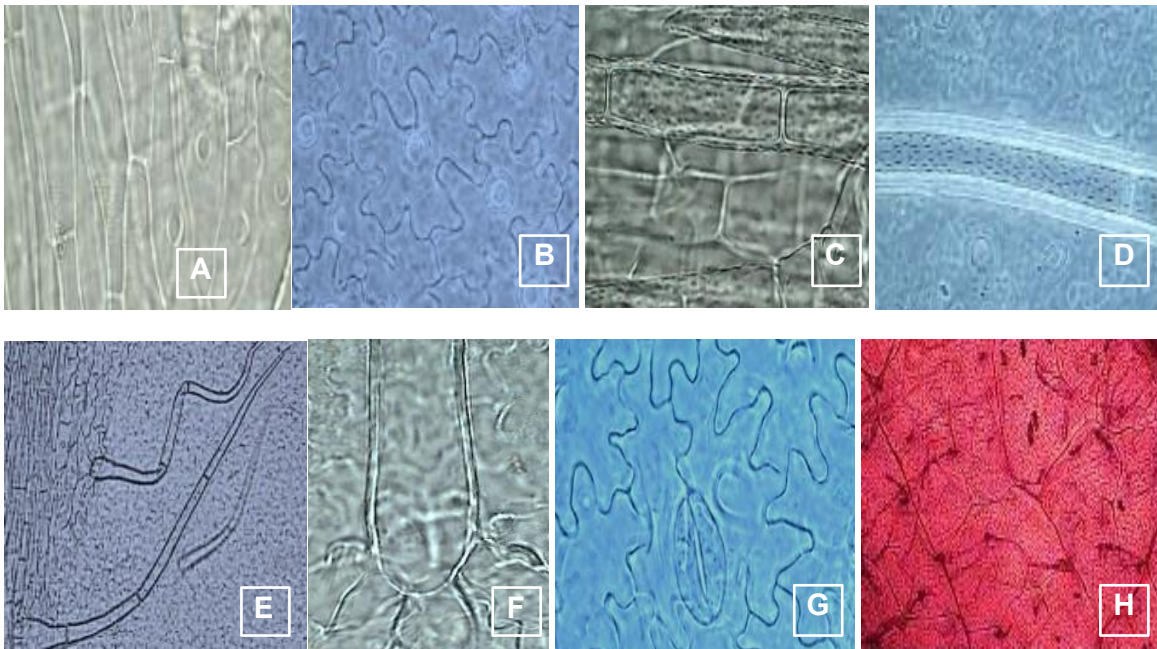


Figura 12. A) células costales adaxiales X1000, B) células intercostales X1000, C) y D) tricomas con punteaduras X1000, E) tricomas tipo dos X200, F) base del tricoma X1000, G) estoma X1000 y H) venación X500

Foto de estructura reproductiva tomada de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/euphorbia-graminea/imagenes/inflorescencia.jpg>

Figura 22. *Euphorbia graminea*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1984). Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. In *Systematic Botany*

# FABACEAE

Esta familia está compuesta, en su mayoría, por árboles y arbustos. El número de especies a nivel mundial se estima entre 650, 700 de las cuales en México están presentes 189 especies.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 23. Familia Fabaceae



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Asociadas a las venas están las células costales que son rectangulares con paredes anticlinales ligeramente engrosadas (**Fig. A y B**). Las células intercostales son irregulares con paredes anticlinales sinuosas y delgadas. Las paredes periclinales externas son lisas (**Fig. C, D y F**).

**Tricomas:** Unicelulares, todo el tricoma presentan el mismo grosor y largo variable, la parte apical ligeramente más delgada, de forma aguda y con paredes engrosadas (**Fig. D**), el extremo basal diferenciado en forma de disco con paredes muy engrosadas y alrededor de éste se observan hasta ocho células epidérmicas diferenciadas, irregulares con paredes anticlinales sinuosas y delgadas (**Fig. E y G**).

**Estomas:** Presentes en la epidermis abaxial, distribuidos de forma alterna y sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas asociadas a las oclusivas (**Fig. F**).

**Venación:** Reticulada, las areolas son conspicuas de diferentes formas y tamaños con venas terminales simples y algunas ramificadas (**Fig. G**).

**Contenidos celulares:** Cristales de oxalato de calcio en forma de estilodio (**Fig. H**).

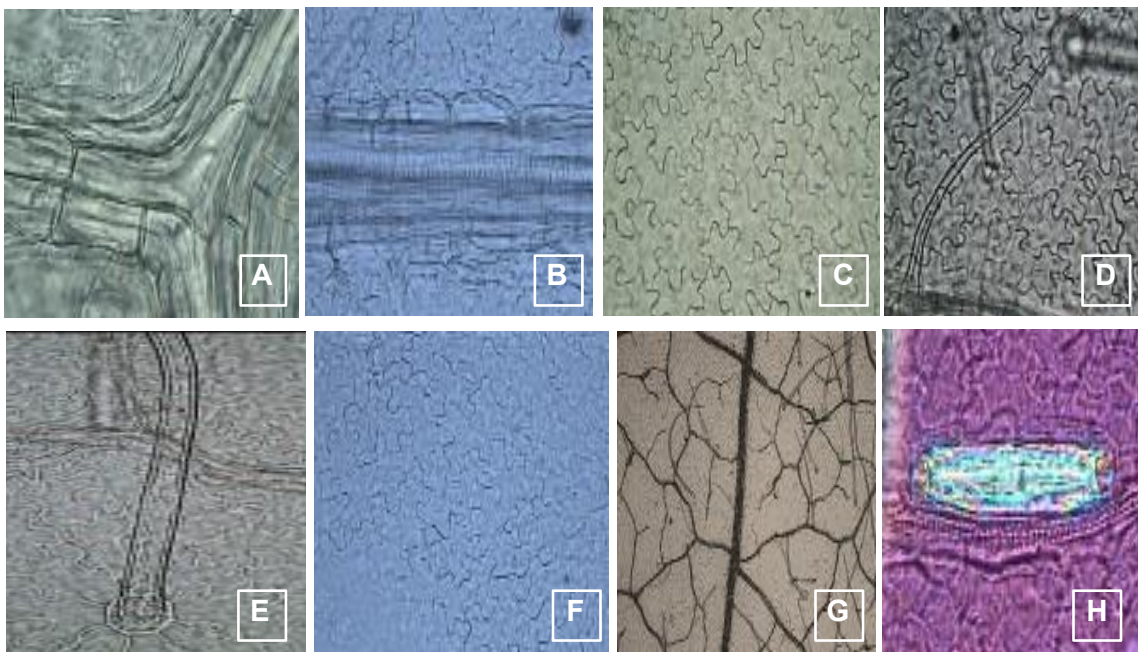


Figura 13. A) células epidérmicas costales X1000, B) vena y células epidérmicas costales X400, C) células epidérmicas intercostales adaxiales X400, D) tricoma X400, E) base del tricoma X400, F) estomas abaxiales X400, G) venación X50 y H) estilodio X1000.

Foto de estructura reproductiva tomada de: <https://www.inaturalist.org/photos/130300243>

Figura 24. *Coursetia caribaea*



**Epidermis** Las células costales asociadas a las venas son rectangulares con paredes anticlinales lineales y ligeramente engrosadas (**Fig C**), las células intercostales son irregulares con paredes anticlinales sinuosas y paredes periclinales externas con ornamentación rugosa, cada célula con una macropapila más frecuentes en las células adaxiales. (**Fig. A, B, D, E y G**).

**Tricomas:** Tres tipos de tricomas, no glandulares. Tipo uno: frecuentes multicelulares uniseriados la proyección del tricoma está formada por dos a tres células, la parte basal con forma de disco y paredes muy engrosadas, la célula basal más corta que el resto de las células, las apicales terminando en punta y curvadas a manera de gancho, todas ellas con paredes engrosadas. Se observan hasta ocho células epidérmicas irregulares y alargadas cada una con una macropapila y asociadas alrededor de la base del tricoma (**Fig B**). Tipo dos: abundantes, unicelulares el grosor es similar al largo de la proyección, con paredes engrosadas y rugosas (**Fig. C**). Tipo tres: escasos, unicelulares, la parte apical de forma aguda, la base es ensanchada y con pared engrosada, alrededor de la base hay varias células epidérmicas irregulares con paredes anticlinales sinuosas, cada una tiene una macropapila (**Fig D**).

**Estomas** Alternados en células epidérmicas diferenciadas asociadas a las occlusivas (**Fig E**).

**Venación:** Reticulada con areolas conspicuas de diferentes formas y tamaños algunas con venas terminales simples (**Fig F**).

**Contenidos celulares** Abundantes cristales prismáticos alargados y cúbicos de diferentes tamaños, distribuidos en hileras paralelas a las venas, refringentes cuando se observan con luz polarizada (**Fig. G y H**).

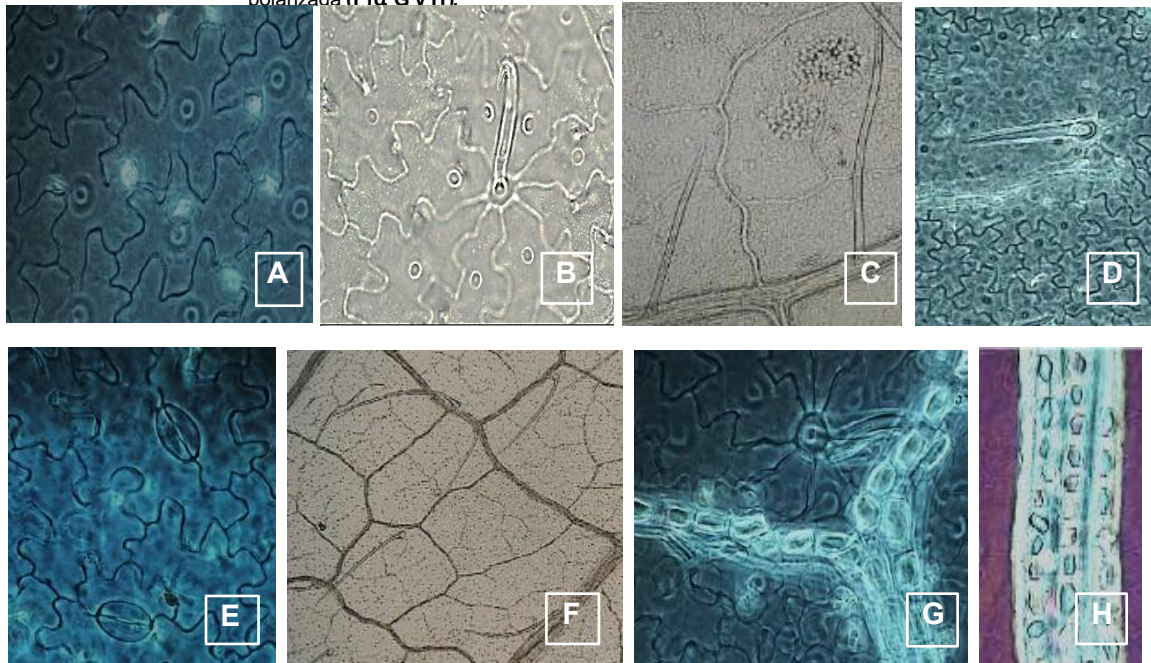


Figura 14. A) células sinuosas adaxiales X1000, B) tricoma adaxial tipo uno X1000, C) tricoma tipo dos y células costales X200, D) tricoma tipo tres X400, E) estomas abaxiales X1000, F) venación X50, G) y H) cristales prismáticos abaxiales X1000.

Foto de estructura reproductiva tomada de: <https://www.naturalista.mx/photos/2528593>

Figura 25. *Desmodium procumbens* var. *transversum*



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales, ambas con ornamentaciones rugosas en la pared periclinal. Las células costales con forma rectangular y con paredes anticlinales lineales y engrosadas (**Fig. A y B**). Las células intercostales son irregulares y alargadas con paredes anticlinales sinuosas y delgadas. (**Fig. B, C, D, E y G**).

**Tricomas:** Asociados a la base del tricoma se observan de seis a ocho células intercostales irregulares y alargadas, diferenciadas al resto de las células epidérmicas, con paredes anticlinales sinuosas y ligeramente engrosadas (**Fig. D**). La proyección del tricoma es de forma ahusada con paredes ligeramente engrosadas y evidentes ornamentaciones celulares (**Fig. E y F**).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna y sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas (**Fig. G**).

**Venación:** Reticulada con areolas conspicuas, de diversas formas y tamaños, las venas terminales son conspicuas, simples y /oramificadas (**Fig. H**).

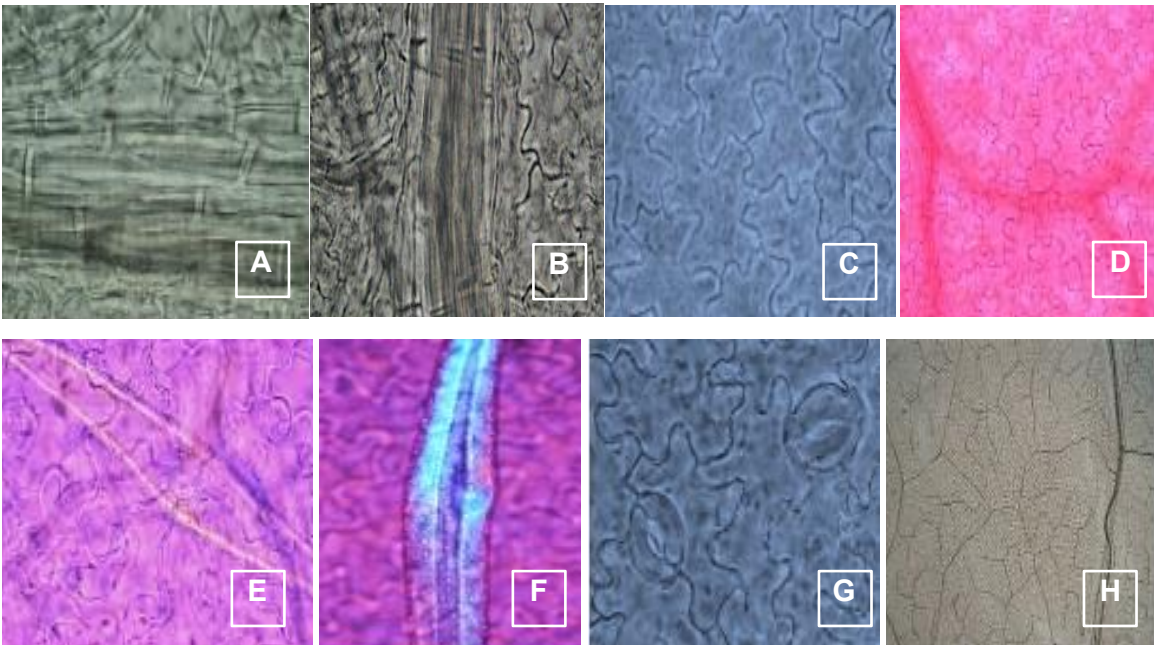


Figura 15. A) células costales X1000 , B) células costales X400 , C) intercostales adaxiales X1000 , D) base del tricoma X400 , E) tricoma de forma ahusada X1000 , F) paredes del tricoma y contenidos celulares X1000 , G) estomas X1000 y H) venación X50.

Figura 26. *Senna hirsuta*

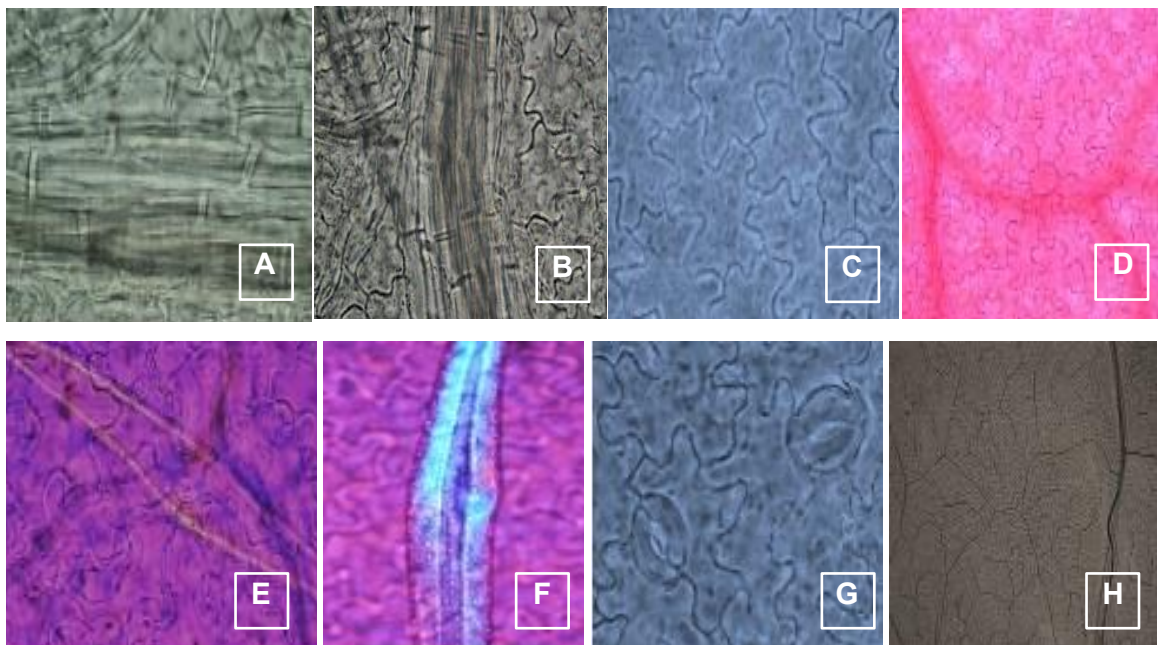


**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales, ambas con ornamentaciones rugosas en la pared periclinal. Las células costales con forma rectangular y con paredes anticlinales lineales y engrosadas (**Fig. A y B**). Las células intercostales son irregulares, alargadas con paredes anticlinales sinuosas y delgadas, las paredes periclinales con ornamentaciones rugosas (**Fig. B, C, D, E y G**).

**Tricomas:** Asociadas a la base del tricoma se observan de seis a ocho células intercostales irregulares y alargadas, diferenciadas al resto de las células epidérmicas, con paredes anticlinales sinuosas ligeramente engrosadas (**Fig. D**). La proyección del tricoma es de forma ahusada con paredes ligeramente engrosadas y evidentes ornamentaciones celulares (**E y F**).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna y sin células epidérmicas adyacentes diferenciadas (**Fig. G**).

**Venación:** Reticulada con areolas conspicuas, de diversas formas y tamaños, las venas terminales son conspicuas, simples y /o ramificadas (**Fig. H**).



Figuras. A) Células costales X1000, B) células costales X400, C) intercostales adaxiales X1000, D) base del tricoma X400, E) tricoma de forma ahusada X1000, F) paredes del tricoma y contenidos celulares X1000, G) estomas X1000 y H) venación X50.

Figura 27. *Senna uniflora*



Caro, M. S., Ruiz, A. I., Andrada, A. R., & Albornoz, P. L. (2018). Morfología vegetativa y floral, anatomía foliar y de la espina caulinar y primeros recuentos cromosómicos de *Adesmia cytisoides* y *A. inflexa* (Fabaceae, Papilionoideae ) del Noroeste Argentino. *Lilloa*, 55(2), 17–29.

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Metcalf, C. R., & Chalk, L. C. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford.*

# LAMIACEAE

Este grupo de plantas se compone principalmente por hierbas, arbustos menos frecuentes por árboles y trepadoras leñosas. Se reconocen 7, 173 especies a nivel mundial y de éstas 591 están presentes en México.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 28. Familia Lamiaceae



**Epidermis:** Diferenciada en células costales e intercostales. Asociadas a las venas están las células costales con forma rectangular, con paredes anticlinales lineales y engrosadas (**Fig. A, B y G**). Las células intercostales son de forma irregular, con paredes anticlinales sinuosas engrosadas y paredes periclinales lisas (**Fig. C, E, D y F**).

**Tricomas:** Dos tipos de tricomas: glandulares y no glandulares. Glandulares, la región apical del tricoma con dos células globosas y paredes ligeramente engrosadas (**Fig. D**). No glandulares, uniseriados y multicelulares, con proyecciones desde tres células con paredes engrosadas. La parte apical es de forma aguda y la base tiene células diferenciadas más grandes al resto de las epidérmicas, con paredes anticlinales sinuosas, lineales y engrosadas, organizadas a manera de roseta. (**A, E, F y G**).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna y con dos células epidérmicas adyacentes diferenciadas en las células oclusivas (**Fig. C y G**).

**Venación:** Reticulada con areolas conspicuas de diferentes formas y tamaños (**Fig. G**).

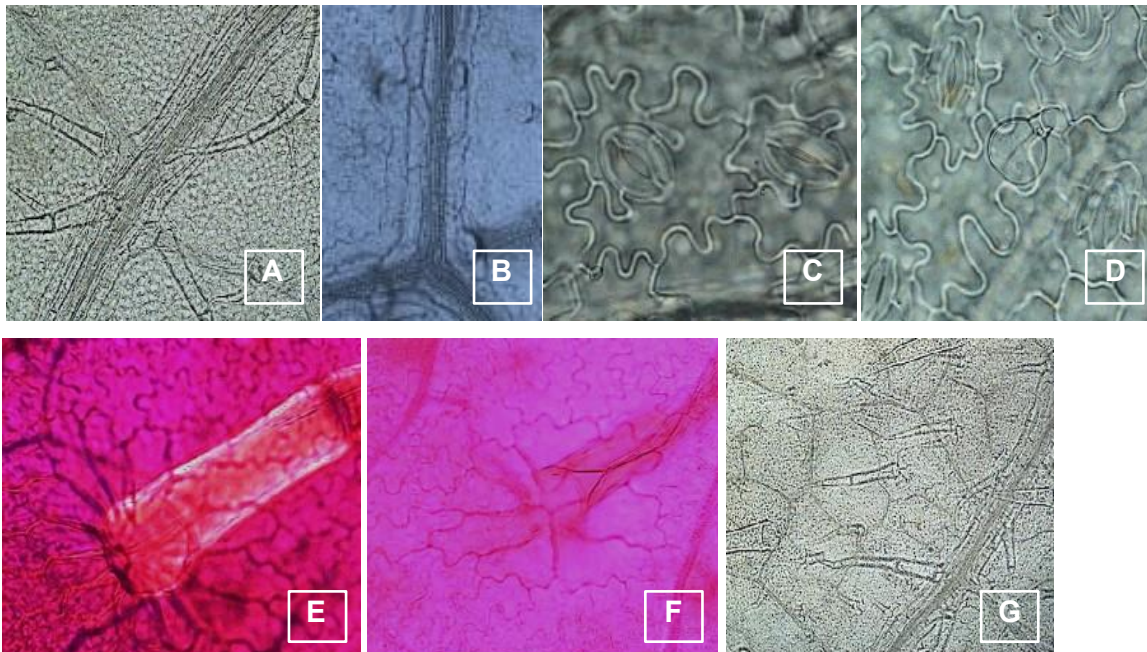


Figura 17. A) células epidérmicas costales y tricomas X200, B) células epidérmicas costales X400, C) células intercostales y estomas X1000, D) tricoma glandular X1000, E) y F) células epidérmicas sinuosas de la base del tricoma X400, G) venación y tricomas X100.

Foto de estructura reproductiva tomada de: <https://www.naturalista.mx/photos/2569983>

Figura 29. *Salvia sp.*



**Epidermis:** Diferenciada en células costales e intercostales. Las células costales están asociadas a las venas, son de forma rectangular con paredes anticlinales engrosadas y paredes periclinales con ornamentación rugosa (Fig. A). Las células intercostales son irregulares, con paredes anticlinales sinuosas ligeramente engrosadas y con ornamentaciones rugosas en la pared periclinal (Fig. B).

**Tricomas:** Tres tipos de tricomas. Glandulares y no glandulares. Glandulares, la célula terminal es globosa y tiene paredes delgadas (Fig. C y D). No glandulares tipo uno, multicelulares uniseriados con proyecciones de hasta tres células, la célula basal es ancha y la terminal aguda con paredes engrosadas y ligeramente rugosas (Fig. E). No glandulares tipo dos, uniseriados más alargados que el tipo uno, la base como las proyecciones del tricoma del mismo tamaño (Fig. F).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna, presentan dos células epidérmicas adyacentes diferenciadas en las células oclusivas (Fig. C y D).

**Venación:** Reticulada, areolas y venas terminales inconspicuas (Fig. F).

**Contenidos celulares:** Abundantes cristales de oxalato de calcio en forma de pequeños estilodios y cristales prismáticos (Fig. B, D y G).

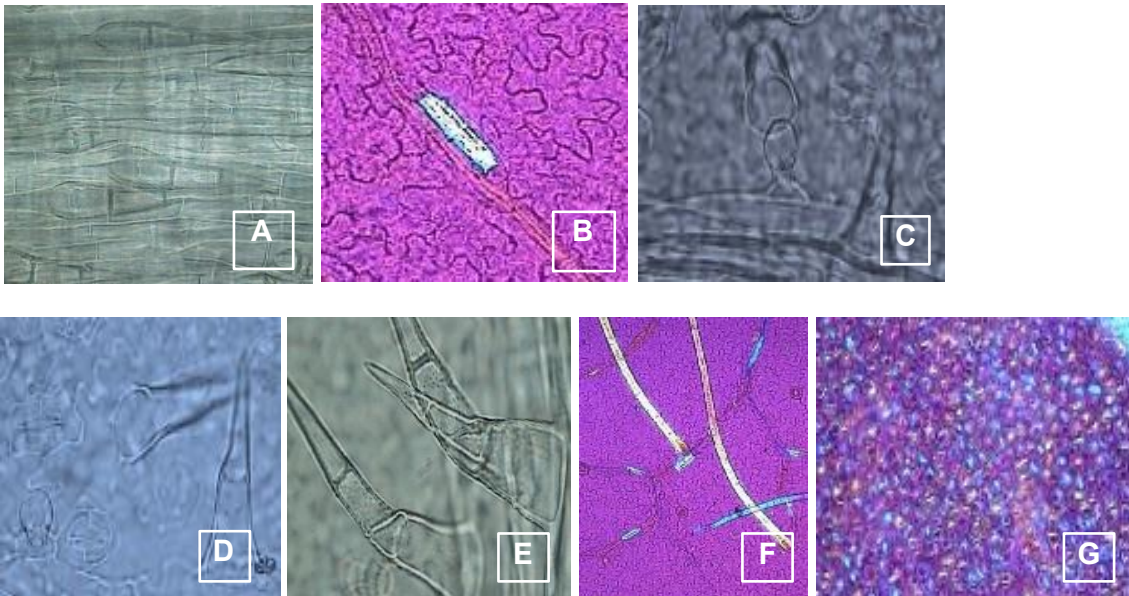


Figura 18. A) células epidérmicas costales X400, B) células epidérmicas intercostales y estilodio X400, C) y D) tricoma glandular, no glandular y estomas X1000, E) tricomas tipo uno X1000, F) tricomas tipo dos y estilodios sobre vena X200, G) cristales X400.

Foto de estructura reproductiva tomada de: <https://www.naturalista.mx/photos/67271305>

Figura 30. *Stachys* sp.

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1984). Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. In *Systematic Botany*

Valadez-Cerda, M. C. (2001). *Estudio morfoanatómico de siete especies de la familia Labiatae del municipio de Santiago Nuevo León, México.* Universidad Autónoma de Nuevo León

# MALVACEAE

Este grupo de plantas está compuesto por árboles, arbustos y hierbas.

Hasta ahora se han descrito cerca de 4, 225 especies, para México se registran 530 especies.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 31. Familia Malvaceae



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Asociadas a las venas están las células costales de forma rectangular y alargadas, con paredes anticlineales lineales y engrosadas (**Fig. A**), las células intercostales son sinuosas irregulares con paredes anticlineales engrosadas, las paredes periclinales presentan ornamentaciones rugosas (**Fig. B, F y G**).

**Tricomas:** Multicelulares estrellados, preferentemente distribuidos sobre las venas más grandes, sus proyecciones van desde dos hasta cinco y están formadas por una sola célula cada una, la formada las proyecciones cónica, la parte basal de los tricomas es más ancha que la parte apical que termina de forma aguda, las paredes de los tricomas son lineales y engrosadas (**Fig. C, D y E**).

**Estomas:** Presentes en ambas epidermis, distribuidos de forma alterna y sin células adyacentes diferenciadas a las oclusivas (**Fig. F y G**).

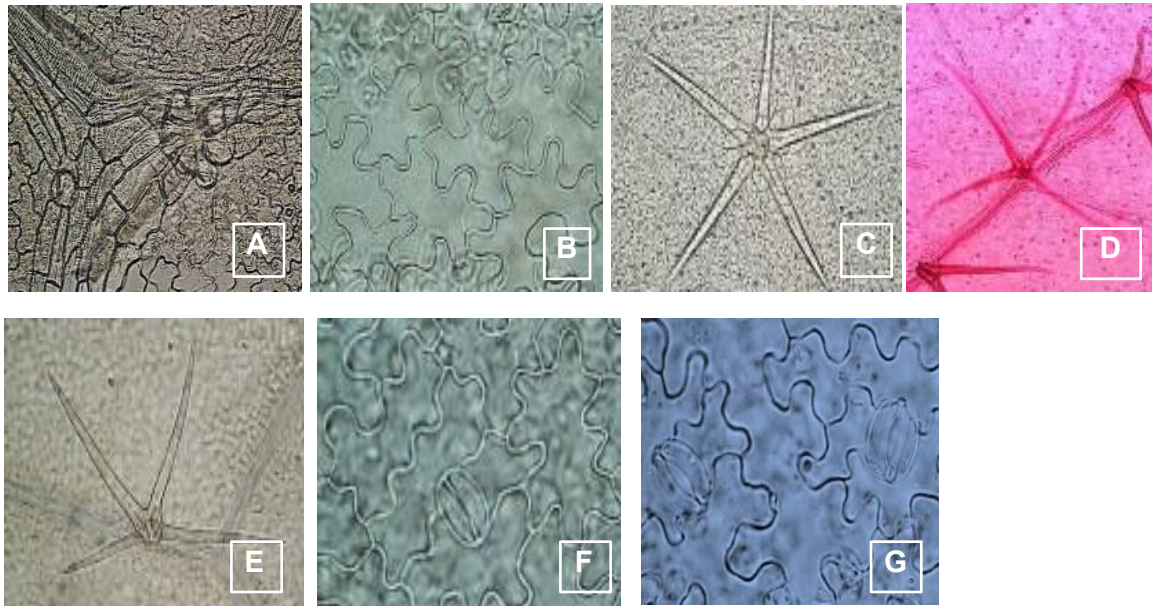


Figura 19. A) células costales X400, B) células intercostales X1000, C) tricoma estrellado X200, D) y E) tricomas estrellados sobre vena X200, F) estoma adaxial X1000 y G) estomas abaxial X1000.

Figura 32. *Sida glabra*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. C. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford.*

Shaheen, N., Khan, M. A., Yasmin, G., Ahmad, M., Mahmood, T., Hayat, M. Q., & Zafar, M. (2009). *Foliar epidermal anatomy and its systematic implication within the genus Sida L. (Malvaceae).* 8(20), 5328–5336.



# MARANTACEAE

Esta familia está compuesta solamente por herbáceas. Hasta ahora se han descrito 550 especies a nivel mundial, de las cuales 23 se encuentran en México.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 33. Familia Marantaceae



**Epidermis:** Diferenciada en células costales e intercostales. Las células costales son cuadradas con paredes anticlinales lineales y engrosadas (**Fig. A**), las células intercostales son diferentes dependiendo de la epidermis que se observe, en la epidermis adaxial son grandes y poliédricas con rebordes angulares y paredes anticlinales engrosadas (**Fig. B y G**). En la epidermis abaxial las células son irregulares con paredes anticlinales delgadas y sinuosas (**Fig. C**).

**Tricomas:** Abundantes, unicelulares aciculares, el pie del tricoma tiene abundantes células dispuestas radialmente con paredes anticlinales engrosadas y diferenciadas al resto de las epidérmicas (**Fig. C y D**).

**Estomas:** Abundantes, distribuidos de forma alterna en la región intercostal, con células adyacentes diferenciadas al resto de las epidérmicas en los polos (**Fig. B**).

**Venación:** Paralela con abundantes venas transversales uniendo a las venas principales (**Fig. F y H**).

**Contenidos celulares:** Fitolitos de sílice sobre las venas (**Fig. H**).

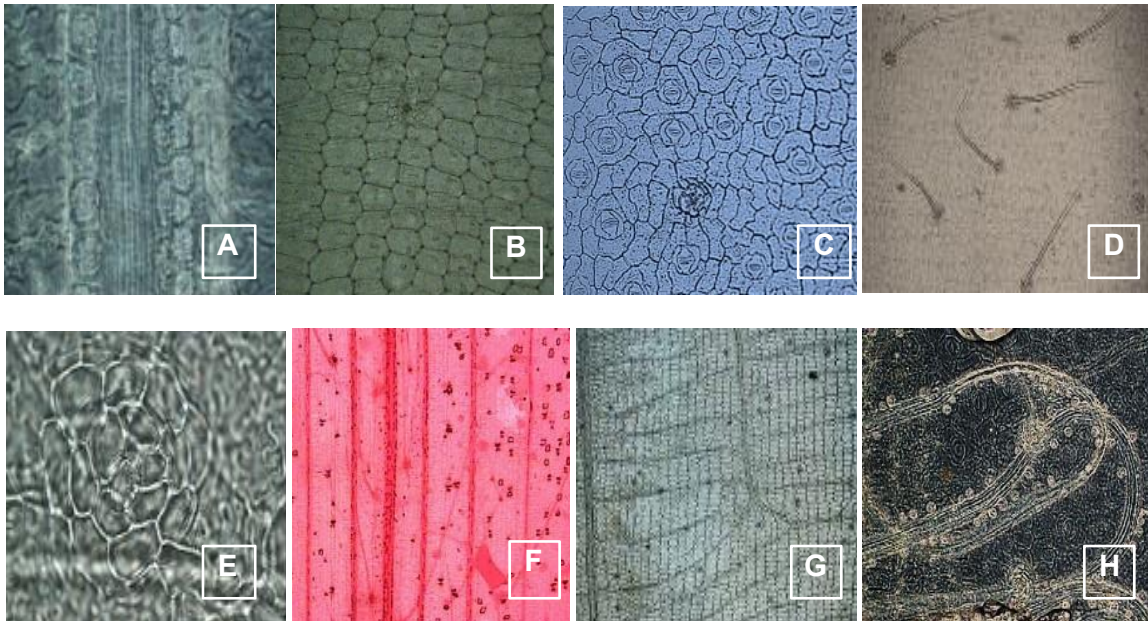


Fig. 20. A) células costales X1000, B) células intercostales adaxiales X200, C) células intercostales abaxiales y estomas X200, D) tricomas X200, E) base del tricoma X1000, F) venación X50, G) patrón de areolación X50 y H) fitolitos de sílice X200.

Figura 34. *Maranta arundinacea*

De Albuquerque, E. S. B., Braga, J. M. A., & Vieira, R. C. (2013). Morphological characterisation of silica phytoliths in Neotropical Marantaceae leaves. *Plant Systematics and Evolution*, 299 (9), 1659–1670. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0823-9>

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Tomlinson, P. B. (1961). Morphological and anatomical characteristics of the Marantaceae. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 58(370), 55–78. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1961.tb01080.x>

# NYCTAGINACEAE

Esta familia está compuesta de árboles, herbáceas, trepadoras leñosas y herbáceas. Se calculan 395 especies a nivel mundial y en México existen 199 de especies.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 35. Familia Nyctaginaceae



**Epidermis:** Células epidérmicas adaxiales poligonales con paredes anticlinales lineales y engrosada y rebordes angulares,

**Tricomas:** evidentes a partir de sus células basales, son más cortas que anchas y de paredes engrosadas, la base del tricoma de una a tres células.

**Estomas:** frecuentes de tipo anisocítico presentes en ambas epidermis.

**Venación:** reticulada

**Contenidocelular:** Idioblasto con rafidios de oxalatos de calcio

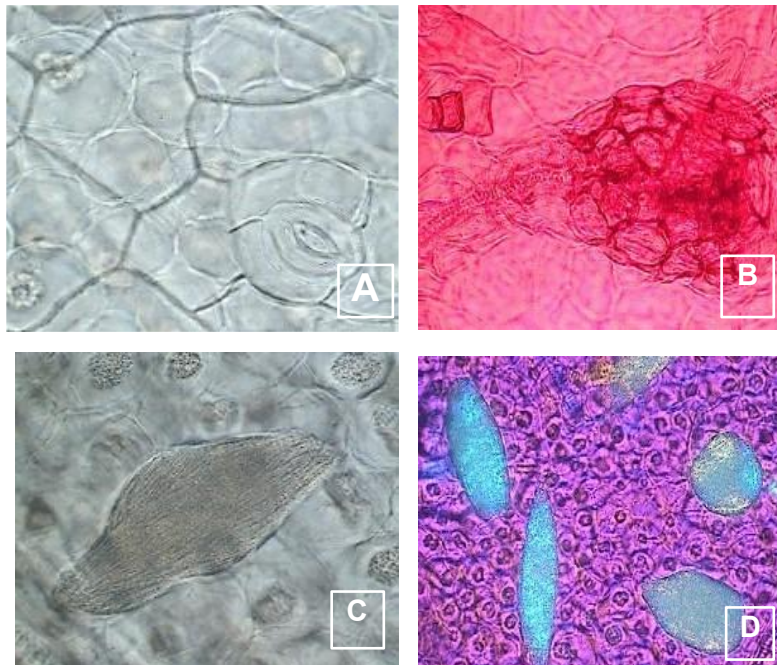


Figura. 21. A) células epidérmicas poligonales y estoma adxial X100, B) tricoma X400, C) y D) idioblasto y células cristalíferas X400.

Figura 36. *Salpianthus purpurascens*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1984). Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. In *Systematic Botany*

Santos, M., Fermino Junior, P. C. P., Vailati, M. G., & Paulilo, M. T. S. (2010). Aspectos estruturais de folhas de indivíduos de *Guapira opposita* (Vell) Reitz (Nyctaginaceae) ocorrentes em Restinga e na Floresta Ombrófila Densa *INSULA .Revista de Botânica*, 39(0), 59–78.

# ONAGRACEAE

Esta familia está constituida por plantas anuales y perennes repartidas en 22 géneros y 657 especies, se distribuyen en casi todo el mundo, pero están mejor representadas en el norte y sur de América.

Villaseñor (2003, 2004) estimó que existen 17 géneros y 214 especies para México.

(Cerros-Tlatilpa y Espejo-Sema, 1998; Villaseñor, 2003-2004)

Figura 37. Familia Onagraceae



**Epidermis:** Dos tipos de células, costales e intercostales. Las células costales son rectangulares y alargadas con paredes anticlinales lineales y engrosadas, la pared periclinal presenta ornamentaciones rugosas (**Fig. A y B**). Las células intercostales son irregulares, con paredes anticlinales sinuosas y engrosadas (**Fig. C y E**).

**Tricomas:** Uniseriados, formados por una o dos células con paredes engrosadas, las células de la base del tricoma son irregulares y están dispuestas en formade roseta con paredes anticlinales sinuosas y de diferente tamaño comparadas con el resto de las células epidérmicas, la parte basal del tricoma es ensanchada y la parte apical es de forma aguda (**Fig. D, E y F**).

**Estomas:** Distribuidos de forma alterna, estomas sin células adyacentes diferenciadas en los polos (**Fig. C**).

**Venación:** Reticulada con areolas poco definidas (**Fig. F y G**).

**Contenidos celulares:** Abundantes cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios y drusas, ambos se encuentran embebidos en una membrana (**Fig. H**).

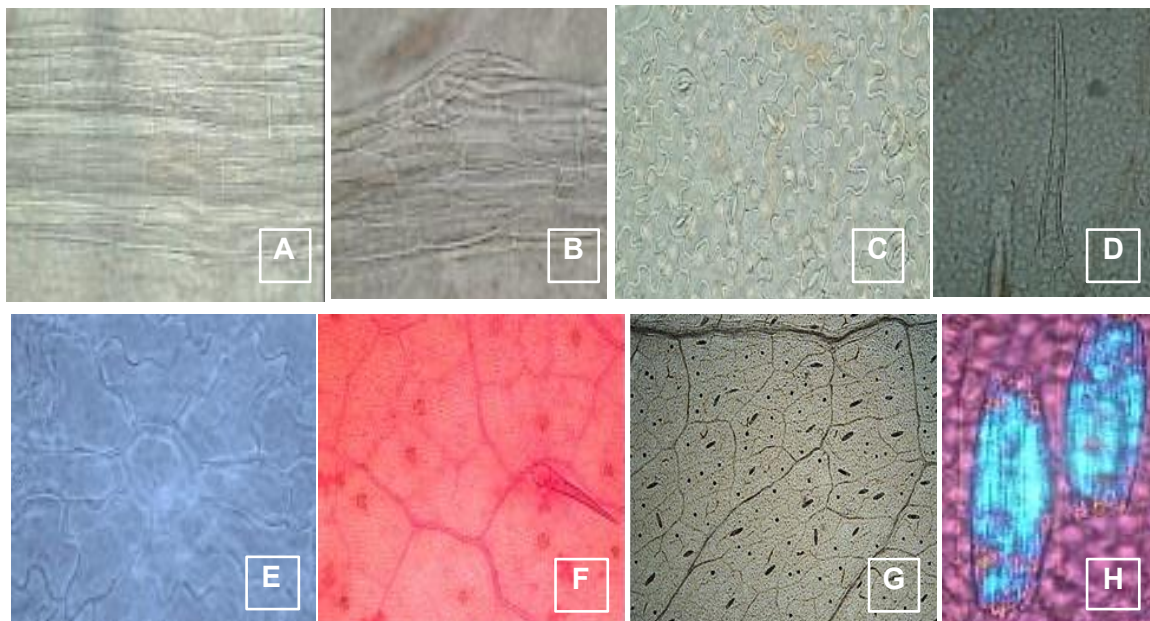


Figura. 22. A) células epidérmicas costales X400, B) células epidérmicas costales y tricoma unicelular X400, C) estomas X400 D) tricoma X400, E) base del tricoma X1000, F) venas terminales X200, G) patrón de venación X50 y H) rafidios X1000.

Figura 38. *Ludwigia octovalvis*



Cerros-Tlatilpa, R., & Espejo-Serna, A. (1998). Contribución al estudio florístico de los cerros El Sombrerito y Las Mariposas (Zoapapalotl) en el municipio de Tlayacapan, Morelos, México. *Polibotánica*.

Kadiri, A. B., y Olowokudejo, J. D. (2010). Systematic significance of foliar epidermal morphology in the West African species of *Ludwigia* (Onagraceae). 16(1), 57–64.

# POACEAE

Este grupo de plantas está compuesta por especies herbáceas que a veces se presentan de forma leñosa. Esta familia es muy diversa, presenta cerca de 11, 337 especies, de las cuales 1, 187 están en el territorio mexicano.

(Ibarra-Manríquez *et al.*, 2015)

Figura 39. Familia Poaceae



**Epidermis:** Diferenciada en células costales e intercostales. Las células costales son rectangulares y alargadas con paredes anticlinales lineales (**Fig. A**), las células intercostales son más grandes, entre cuadradas y rectangulares de paredes anticlinales sinuosas, ambas organizadas en hileras paralelas a las venas (**Fig. A, B y D**).

**Tricomas:** Abundantes tricomas de diferente longitud en las regiones intercostales, tricomas unicelulares uniseriados de dos tipos. Tipo uno, de menor tamaño con extremo basal y terminal de forma redondeada (**Fig. B**). Tipo dos, estriados con paredes engrosadas. Las células del pie del tricoma y las células de la base son de forma isodiamétricas con paredes anticlinales sinuosas y lineales engrosadas, la parte apical es de forma aguda (**Fig. B y C**).

**Estomas:** Distribuidos en hileras y sin células adyacentes diferenciadas a las oclusivas (**Fig. B y D**).

**Venación:** Paralela (**Fig. E**).

**Contenidos celulares:** Presenta abundantes “huesitos” de sílice a lo largo del centro de las venas (**Fig. F**). También tiene agujijones unicelulares con paredes muy engrosadas, especialmente en la parte distal, de forma aguda y la porción próxima a la vena es de forma globosa (**Fig. G**) y cristales prismáticos (**Fig. H**).

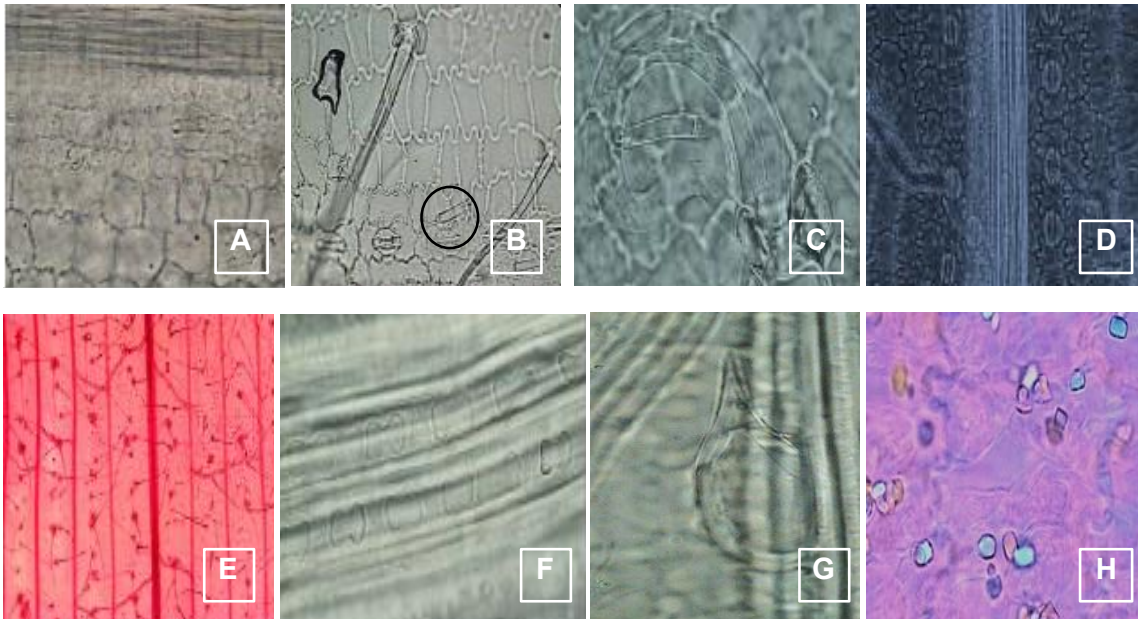


Figura 23. A) células costales e intercostales X400, B) tricomas, tipo uno dentro del círculo y tipo dos el más alargado X400, C) tricoma tipo dos X1000, D) estomas en hilera X400, E) venación X 50, F) huesitos de sílice X1000, G) agujijón X1000 y H) cristales prismáticos X1000.

Figura 40. *Lasiacis ruscifolia*



**Epidermis:** Diferenciada en células costales e intercostales distribuidas en hileras paralelas con forma rectangular. Las células costales son alargadas y con paredes anticlinales lineales (Fig. A, B y C), las intercostales son más anchas y con paredes anticlinales sinuosas (Fig. A, C, D y H). Sobre las células costales entre células costales se encuentran algunas con acumulaciones de sílice (Fig. A y C).

**Tricomas:** Unicelulares uniseriados con paredes engrosadas, en la base del tricoma se observan células epidérmicas isodiamétricas con paredes lineales y engrosadas, el extremo basal de la célula del tricoma es engrosado y la parte apical de forma aguda (Fig. A, D y F).

**Estomas:** Distribuidos en hilera y sin células adyacentes diferenciadas a las oclusivas (Fig. B y F).

**Venación:** Paralela, con areolas de diferentes tamaños y de forma rectangular con venas transversales uniendo dos principales o ciegas, simples o ramificadas (Fig. H, G y H).

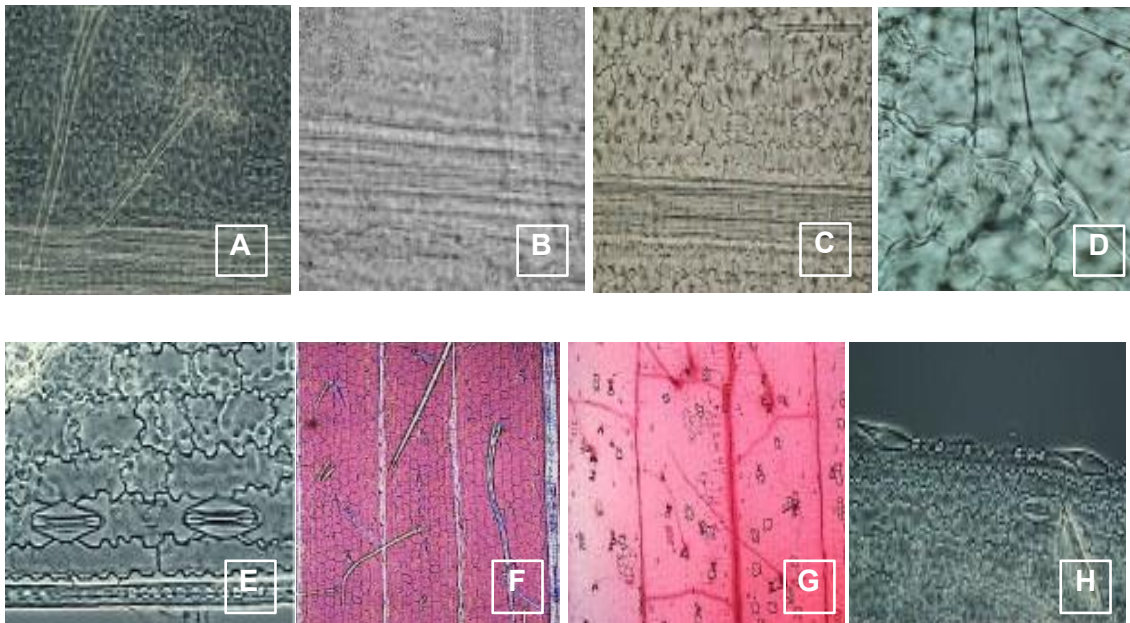


Figura 24. A) células costales e intercostales, tricomas y estomas X1000, B) células costales X1000, C) células costales e intercostales, tricomas, estomas y huesitos de sílice X1000, D) base del tricoma X1000, E) estomas X400, F) tricomas y venas X1000, G) areolación X1000 y H) espines y huesitos de sílice X400.

Figura 41. *Oplismenus burmanii*



**Epidermis:** Las células epidérmicas son longitudinalmente alargadas con paredes anticlinales sinuosas y distribuidas en hileras paralelas (**Fig. A, B, D, E y G**).

**Tricomas:** De dos tipos. Tipo uno, unicelulares uniseriados con células cortas y paredes muy engrosadas (**Fig. B**). Tipo dos, unicelulares uniseriados, la base del tricoma es más ensanchada con paredes engrosadas y el extremo apical es de forma aguda, en el pie del tricoma se observan células epidérmicas rodeando el extremo basal (**Fig. F y H**).

**Estomas:** Distribuidos en hilera y sin células adyacentes diferenciadas a las células oclusivas (**Fig. B, D y E**).

**Venación:** Paralela, presenta (**Fig. H**).

**Contenidos celulares:** Estructuras de sílice y agujones (**Fig. E y F**).

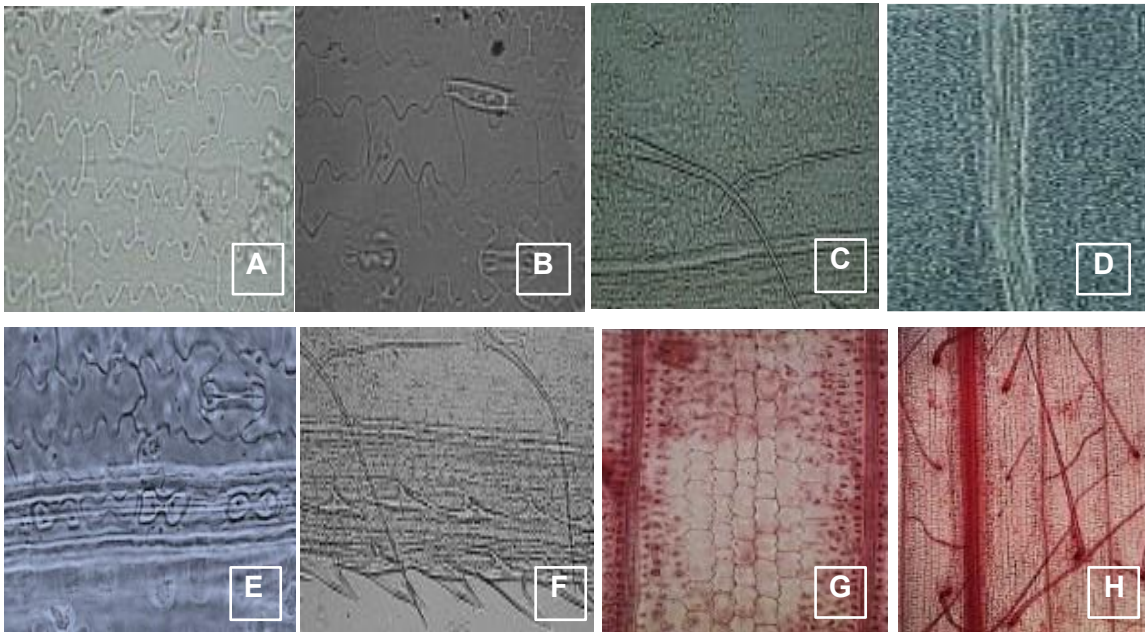


Figura 25. A) células epidérmicas adaxiales X1000, B) epidermis abaxial, tricoma tipo uno y estomas X1000, C) tricomas tipo dos X1000, D) estomas X400, E) huesitos de sílice X1000, F) espolones y agujones X400, G) venas X40 y H) patrón de areolación y tricomas X100.

Figura 42. *Panicum trichoides*

Guevara, L., & Ramia, M. (2006). *Anatomía Foliar de Panicum L., Sección Parvifolia (POACEAE, PANICEAE) en Venezuela.*

Grigore, M.-N., Ivanescu, L., & Toma, C. (2014). Halophytes and Their Habitats: Finding a Place Within Plant Ecological Classes. In *Halophytes: An Integrative Anatomical Study.*

Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Morales, M., & Cornejo-Tenorio, G. (2015). *Frutos y semillas del bosque tropical perennifolio. Región de los Tuxtla, Veracruz.*

# PLUMBAGINACEAE

Las especies de esta familia son herbáceas perennes o subarborescentes, a veces sarmentosas o trepadoras. Existen de 10 a 12 géneros con alrededor de 400 ó 500 especies de amplia distribución geográfica.

Calderón de Rzedowski, G. (1996)

Figura 43 familia Plumbaginaceae



**Epidermis:** Células epidérmicas poligonales con paredes anticlinales lineales y engrosadas, en células costales e intercostales. Las células costales son rectangulares con paredes anticlinales lineales y ligeramente engrosadas (**Fig. A**).

**Estomas:** Distribuidos en forma alterna y con células epidérmicas diferenciadas a las células oclusivas (**Fig. A, D y E**)

**Venación:** Reticulada

**Contenido celular:** Glándulas de sal con células epidérmicas diferenciadas por cada glándula (**Fig. A, B y C**).

Traqueoblasto (**Fig. F**)

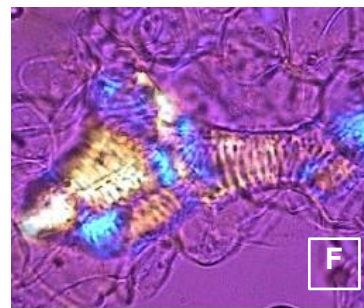
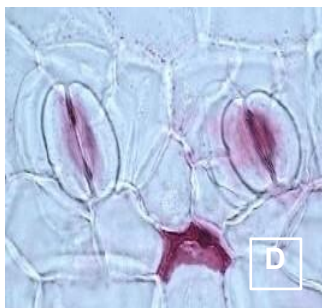
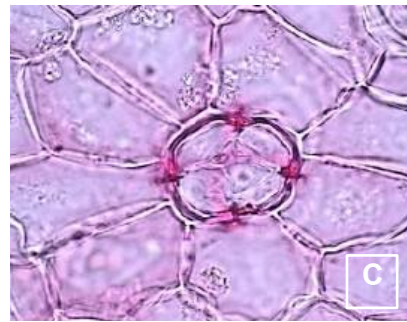
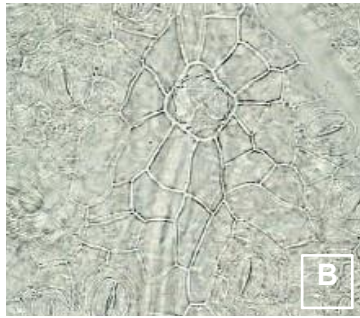
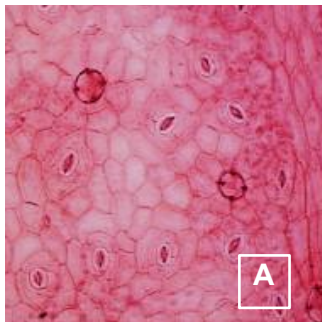


Figura 26. A) células epidérmicas poligonales X100 B) glándulas de sal X40, C) glándulas de sal X1000, D) y E) estomas X1000, F) traqueoblasto X1000.

Figura 44. *Plumbago scandens*



Calderón de Rzedowski, G. (1996). *Flora del bajo 44 Familia Plumbaginaceae*.

Grigore, M.-N., Ivanescu, L., & Toma, C. (2014). Halophytes and Their Habitats: Finding a Place Within Plant Ecological Classes. In *Halophytes: An Integrative Anatomical Study*.

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. (1984). Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. In *Systematic Botany*

## Discusión

### Descripciones de las especies

Nuestros resultados nos permitieron crear un catálogo de estructuras anatómicas de herbáceas de la Sierra de Huautla, los datos e información con los que comparamos nuestras fotomicrografías era precisa con lo que describíamos, sobre todo cuando se trata de las familias mejor representativas a nivel mundial y en México (Acanthaceae, Amaranthaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Onagraceae y Poaceae) respecto a las menos representadas (Marantaceae, Nyctaginaceae y Plumbaginaceae) donde la información para comparar era limitada.

A pesar de que sólo contábamos con cuatro fotomicrografías de las estructuras anatómicas de *Salpianthus purpurascens*, pudimos consultar en la literatura aquellas que son particulares para la familia y de las cuales sí teníamos fotografías, de esta manera, pudimos estructurar una ficha informativa para la especie y complementamos la información con los trabajos anatómicos foliares de Metcalfe y Chalk (1984) y Santos *et al.*, (2010).

Una de las limitantes para llevar a cabo la descripción de los caracteres fue que la información anatómica foliar, especialmente de herbáceas, es casi nula. Para llevar a cabo trabajos de descripciones anatómicas foliares recomendamos ampliamente la consulta de este catálogo que reúne información complementaria, relevante y completa de trabajos previos y con el mismo enfoque.

## Disponibilidad de herbáceas en la Sierra de Huautla

El número de herbáceas que presentamos en el catálogo es un avance importante en el estudio de este grupo de plantas en la Sierra de Huautla, a pesar de que los muestreos de herbáceas de Mason-Romo (2005) sólo cubrieron un área limitada en el centro de la reserva, representan un porcentaje importante de las especies estudiadas para este sitio.

El porcentaje que representan las 12 familias de este catálogo comparadas con el total de familias pertenecientes a todas las formas biológicas de plantas de los Inventarios florísticos de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla representan: comparado con las 102 familias del inventario florístico equivalen al 11.7% (Dorado, 2021) y comparando las familias de nuestro catálogo con las 111 familias el inventario florístico complementario (Ramírez-Rodríguez, 2021) equivalen solamente el 10.8% , por lo cual se requiere continuar los muestreos para complementar el estudio de este catálogo con las familias y especies faltantes.

## Comparación del catálogo con estudios previos de las dietas de herbívoros

En cuanto al número de herbáceas este estudio contribuyó con 16 especies más que las herbáceas reportadas por Mason-Romo (2005), lo que representa un incremento del 61.54% y ocho especies más que Rivas-Alonso (2006), representando un 30.77% más de especies estudiadas para la REBIOSH. Con esto complementamos estudios anteriores de anatomía vegetal en la sierra de Huautla, ampliamos el desarrollo y conocimiento anatómico foliar para comprender mejor la selección de herbáceas que los herbívoros incluyen en sus dietas, así como como la ecología y la biología de las herbáceas.

Hasta el momento este es el único catálogo que conocemos que describe únicamente caracteres de estructuras anatómicas de herbáceas para la Sierra de Huautla aunque sí existen trabajos de diversas técnicas microhistológicas para determinar la dieta de herbívoros en ecosistemas como pastizales mediterráneos en Chile (Castellaro-G. *et al.*, 2007), por lo que la distribución de especies vegetales y animales no son similares a la selva baja caducifolia.

Existen algunos trabajos de anatomía foliar de halófitas donde incluyen especies de diferentes clases ecológicas que llegan a cumplir un rol indispensable en la alimentación humana. Sin embargo, no hacen referencia a la dieta de herbívoros o a la conservación de uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial (Grigore *et al.*, 2014). Existen otros trabajos donde describen la arquitectura foliar de especies en matorrales xerófilos (Rivera *et al.*, 2019) donde

trabajan la anatomía de especies de una sola familia, a comparación de este catálogo donde incluimos 12 familias botánicas.

Con la información de las fotomicrografías de estructuras de algunas herbáceas con la que disponíamos, logramos diseñar un catálogo que incluye aspectos indispensables para la identificación de caracteres de las plantas, al no existir muchos trabajos con el mismo enfoque en la Sierra de Huautla, presentamos una forma más explícita, dinámica y fácil la información que logramos obtener.

## Conclusión

- Presentamos el primer catálogo de anatomía vegetal de herbáceas para la Reserva de la biósfera Sierra de Huautla, los datos que proporcionamos pueden ser tomados en cuenta para la determinación y conservación de especies de este ecosistema.
- A través del catálogo de especies, se presenta una propuesta innovadora para la identificación de caracteres anatómicos de diversas estructuras presentes en las hojas de algunas herbáceas.
- Encontramos diferencias anatómicas intraespecíficas dentro de una misma familia y que éstas difieren por subfamilias, tribus u otras categorías taxonómicas.
- El diseño de este catálogo sirve de fundamento para el estudio anatómico vegetal y conocimiento de la vegetación herbácea que es complementario en el estudio de la evaluación del consumo de los recursos de algunos herbívoros de la Sierra de Huautla o de su aprovechamiento por otras especies.

## Perspectivas

Con la información que se presenta queremos facilitar el estudio e identificación de especies de plantas herbáceas desde el nivel anatómico, ya que en las últimas décadas no han recibido el interés suficiente para estudiarlas, y de esta manera lograr avanzar en estudios que así lo requieran.

También sería interesante continuar este estudio e incrementar el número de especies y caracteres descritos para continuar contribuyendo al conocimiento de la anatomía foliar en la Sierra de Huautla.

Proponemos impulsar a la comunidad científica a poner en práctica el estudio anatómico vegetal de otros estratos, con la finalidad de conocer a las especies desde el nivel estructural.

## Referencias

- Alfaro, M. Á. M., Oliva, V. E., Cruz, M. M., García, G. M., Olazcoaga, G. T., & León, A. W. (1995). Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Arias, D. (2007). La selva baja caducifolia de Morelos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 6, 13–16.
- Arroyo-Rodríguez, V., Moreno, C. E., & Galán-Acedo, C. (2017). Morfoanatomía floral de *Kallstroemia maxima* (Zygophyllaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 42–51.
- Begon, M., Colin, R. T., & Harper, J. L. (2006). *Ecology From Individuals to Ecosystems*. Wiley-Blackwell.
- Caro, M. S., Ruiz, A. I., Andrada, A. R., & Albornoz, P. L. (2018). Morfología vegetativa y floral, anatomía foliar y de la espina caular y primeros recuentos cromosómicos de *Adesmia cytisoides* y *A. inflexa* (Fabaceae, Papilionoideae) del Noroeste Argentino. *Lilloa*, 55(2), 17–29.
- Castellaro-G., G., Squella N., F., Ullrich R., T., León C., F., & Raggi S., A. (2007). Some microhistological techniques utilized in the determination of the botanical composition of herbivore diets. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 67(1), 86–93.
- Ceballos, G., Cantú, C., & Bezaury, J. (2010). Áreas De Conservación De Las Regiones Prioritarias De Las Selvas Secas. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*,



May 2014, 339–358.

Cerros-Tlatilpa, R., & Espejo-Serna, A. (1998). Contribución al estudio florístico de los cerros El Sombrerito y Las Mariposas (Zoapapalotl) en el municipio de Tlayacapan, Morelos, México. *Polibotánica*, 8:29-46.

Chaimsohn, F. P., Montiel, M., Villalobos, E., & Mora Urpi, J. (2008). Anatomía micrográfica del foliolo de la palma neotropical *Bactris gasipaes* (Arecaceae). *Revista Biología Tropical*, 56(2), 951–959.

De Albuquerque, E. S. B., Braga, J. M. A., & Vieira, R. C. (2013). Morphological characterisation of silica phytoliths in Neotropical Marantaceae leaves. *Plant Systematics and Evolution*, 299 (9), 1659–1670.

<https://doi.org/10.1007/s00606-013-0823-9>

de la O-Toris, J., Maldonado, B., & Martínez-Garza, C. (2012). Efecto de la perturbación en la comunidad de herbáceas nativas y ruderales de una selva estacional mexicana. *Botanical Sciences*, 90 (4), 469–480.

Díaz, W. A., & Delascio-Chitty, F. (2007). Catálogo de plantas vasculares de ciudad Bolívar y sus alrededores, estado Bolívar, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(1), 99-161

Dorado-Ramírez, O. (2021). *Inventario florístico de la Sierra de Huautla, Morelos*. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15468/3niwji>

Dorado, O. (2021). *Inventario florístico de la Sierra de Huautla, Morelos*. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15468/3niwji>

Dorado, O., Maldonado, B., Arias, D., Sorani, V., Ramírez, R., Leyva, E., &

- Valenzuela, D. (2005). Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. México. *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*.
- Grigore, M.-N., Ivanescu, L., & Toma, C. (2014). Halophytes and Their Habitats: Finding a Place Within Plant Ecological Classes. En *Halophytes: An Integrative Anatomical Study*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05729-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05729-3_3)
- Guevara, L., & Ramia, M. (2006). *Anatomía Foliar de Panicum L., Sección Parvifolia (POACEAE, PANICEAE) en Venezuela. Rodriguésia 58 (1): 073-083*
- Guzmán-Ramos, M. C. (2004). *Descripción y comparación de la anatomía vegetativa en plantas cultivadas en Chalco, Estado de México de Amaranthus cruentus L., (razas africano, guatemalteco y mexicano) y A. hypochondriacus L., (razas azteca, mercado, mixteco y nepal)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kadiri, A. B., & Olowokudejo, J. D. (2010). *Systematic significance of foliar epidermal morphology in the West African species of Ludwigia ( Onagraceae )*. 16(1), 57–64.
- Knobloch, I. W. (1973). The value of plant anatomy. *Taiwania*, 17: 42-44.
- López-Pérez, E., Serrano-Aspeitia, N., Aguilar-Valdés, B. C., & Herrera-Corredor, A. (2012). COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA DIETA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus* ssp. *mexicanus*) EN PIZOTLÁN, MORELOS. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XVIII(2), 219–229. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa2011.01.006>
- Loza-Cornejo, S., Terrazas, T., López-Mata, L., & Trejo, C. (2003). Características

morfo-anatómicas y metabolismo fotosintético en plántulas de *Stenocereus queretaroensis* (cactaceae): Su significado adaptativo. *Interciencia*, 28(2), 83-89+124.

Luna-Reyes, M., Llorente-Bousquets, J., & Luis-Martínez, A. (2008). Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera). *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1677–1716.

<https://doi.org/10.15517/rbt.v56i4.5754>

Mason-Romo, E. D. (2005). *Efectos de la perturbación del hábitat y la estacionalidad climática en la dieta del ratón espinoso mexicano *Liomys irroratus* ( Gray , 1868 ) en una selva seca del sur del estado*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. (1979). *Anatomy of the Dicotyledons. Oxford University Press, London, (2nd Edn)*.

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. (1984). *Anatomy of the Dicotyledons, Volume II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction*. En *Systematic Botany* (Vol. 9, Número 4, p. 499). <https://doi.org/10.2307/2418801>

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. C. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford*.

Miranda, F., & Hernández, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 28, 45–55.

Pacheco, D., Sánchez, A., & Quirós, M. (2011). Análisis preliminar de las características anatómicas foliares de *Psidium guajava* L. y *Psidium guineense* Sw. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 28(1), 129–138.

Ramírez-Rodríguez, R. (2021). *Inventario florístico complementario de la Reserva*

*de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH)*. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15468/ntpgmw>

Rivas-Alonso, E. (2006). *Dieta de Baiomys musculus (Merriam, 1892) en la Sierra de Huautla y su relación con la perturbación y la estacionalidad*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Rivera, P., Terrazas, T., Rojas-Leal, A., & Villaseñor, J. L. (2019). Leaf architecture and anatomy of Asteraceae species in a xerophytic scrub in Mexico City, Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, 126(126).

<https://doi.org/10.21829/ABM126.2019.1515>

Rudall, P., & Goldblatt, P. (2000). *Annali Di Botanica 2000*. LVIII(1981), 17–24.

<https://doi.org/10.4462/annbotrm-13945>

Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México* (Limusa (ed.)).

Rzedowski, J., & Calderón, G. (2013). Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botanica Mexicana*, 2013(102), 1–23. <https://doi.org/10.21829/abm102.2013.229>

Salinas, D., Arteaga, G., León, I., Dorado, O., Valladares, G., & Navarro, V. (2009). Antimicrobial Activity Of Medicinal Plants From The Huautla Sierra Biosphere Reserve In Morelos (Mexico). *Polibotanica, Cmi*, 213–225.

Sandoval-Zapotitla, E. (2005). *Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal Volumen 38 de Cuadernos del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Santos, M., Fermino Junior, P. C. P., Vailati, M. G., & Paulilo, M. T. S. (2010).

Aspectos estruturais de folhas de indivíduos de *Guapira opposita* (Vell) Reitz

- (Nyctaginaceae) ocorrentes em Restinga e na Floresta Ombrófila Densa. doi: 10.5007/2178-4574.2010v39p59. *INSULA Revista de Botânica*, 39(0), 59–78.
- Shaheen, N., Khan, M. A., Yasmin, G., Ahmad, M., Mahmood, T., Hayat, M. Q., & Zafar, M. (2009). *Foliar epidermal anatomy and its systematic implication within the genus Sida L. (Malvaceae)*. 8(20), 5328–5336.
- Tomlinson, P. B. (1961). Morphological and anatomical characteristics of the Marantaceae. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 58(370), 55–78. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1961.tb01080.x>
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11, 2063–2048.
- Trejo, I., & Hernández, J. (1996). Identificación de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos, México, mediante imágenes de satélite. *Investigaciones Geográficas*, 11–18.
- Valadez-Cerda, M. C. (2001). *Estudio morfoanatômico de siete especies de la familia Labiatae del municipio de Santiago Nuevo León, México*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

## Anexos

### Anexo 1. Listado de ejemplares botánicos descritos

#### ACANTHACEAE

*Carlowrightia arizonica* A. Gray

*Dicliptera membranacea* Leonard.

*Elytraria imbricata* (Vahl) Pers.

*Stenostephanus silvaticus* (Nees) T.F. Daniel.

*Justicia candicans* (Nees) V. A. H. Graham

*Tetramerium nervosum* Ness

#### AMARANTHACEAE

*Gomphrena decumbens* Jacq.

#### ASTERACEAE

*Bidens bigelovii* A. Gray.

*Bidens odorata* Cav.

*Lagascea mollis* Cav.

*Sanvitalia procumbens* Lam.

#### EUPHORBIACEAE

*Euphorbia graminea* Jacq.

#### FABACEAE

*Coursetia caribaea* (Jacq.) Lavin

*Desmodium procumbens* var. *Transversum* (B. L. Rob & Greenm) Schubert

*Senna hirsuta* (L.) H.S. Irwin & Barneby

*Senna uniflora* (P. Miller) Irwin y Barneby

LAMIACEAE

*Salvia sp.*

*Stachys sp.*

MALVACEAE

*Sida glabra* Miller.

MARANTACEAE

*Maranta arundinaceae* L.

NYCTAGINACEAE

*Salpianthus purpurascens* Hook & Arn.

ONAGRACEAE

*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven

POACEAE

*Lasiacis ruscifolia* (H.B.K) Hitchc.

*Oplismenus burmanii* (Retz.) p. Beauv.

*Panicum trichoides* S.W

PLUMBAGINACEAE

*Plumbago scandens* L.

Anexo 2. Fórmula de la gelatina glicerinada. (Sandoval-Zapotitla, 2005)

---

Gelatina (gretina) 3.5gr.

Glicerina 25 ml.

Ácido féxico 1 gr.

Agua destilada. 21 ml.

---

Disolver la gelatina en agua caliente, cuando esté tibia, agregar las otras sustancias. Filtrar utilizando un lienzo fino. Esta solución se debe conservar en frascos pequeños y en refrigeración. Antes de utilizar se debe fundir en baño María (o en microondas por 10 segundos) evitando la formación de burbujas.

### Anexo 3. Preparación de laminillas temporales

1. Cortar secciones de aproximadamente 1cm<sup>2</sup> del material fijado con F. A. A.
2. Colocar las secciones en frascos con NaOH al 20 o 30%. Hasta que la sección tenga una apariencia translúcida (normalmente toma entre 20 y 40 minutos).
3. Lavar con agua destilada, al menos dos veces.
4. Colocar las secciones el cloro comercial en concentración similar a la anterior solución y permanecerán ahí por un mínimo de 30 minutos, hasta que las secciones se tomen blanquecinas (transparentes). Esto es un buen indicio de que la separación de la cutícula/epidermis será más fácil.
5. Lavar las secciones en repetidas ocasiones con agua destilada para eliminar el exceso de cloro.
6. Colocar la muestra en un portaobjetos, agregando de tres a cinco gotas de gelatina glicerizada.
7. Cubrir la laminilla con un cubreobjetos y colocarle un peso sobre el para mantener la muestra en un solo plano, dejándola secar hasta que la gelatina glicerizada esté totalmente sólida.



## Anexo 4. Técnica de preparación de laminillas permanentes

Esta técnica permite observar la forma y tamaño de las células epidérmicas, su orientación, las ornamentaciones epidérmicas o cuticulares, tricomas, papilas u otros apéndices epidérmicos, estomas y cristales.

1. Cortar secciones de aproximadamente 1cm<sup>2</sup> del material fijado con F. A. A.
2. Colocar las secciones en frascos con NaOH al 20 o 30%. Hasta que la sección tenga una apariencia translúcida (normalmente toma entre 20 y 40 minutos).
3. Lavar con agua destilada, al menos dos veces.
4. Colocar las secciones en cloro comercial en concentración similar a la anterior solución y permanecerán ahí por un mínimo de 30 minutos, hasta que las secciones se tornen blanquecinas (transparentes). Esto es un buen indicio de que la separación de la cutícula/epidermis será más fácil.
5. Lavar las secciones en repetidas ocasiones con agua destilada para eliminar el exceso de cloro.
6. Colocar el material en cajas Petri y bajo el microscopio estereoscópico tratar de separar la cutícula con ayuda de pinzas de punta fina y agujas de disección. Eliminar el tejido adherido a la cutícula con ayuda de un pincel de cerdas finas, cuidando que no se rompa o dañe.
7. Cuando la cutícula está totalmente desprovista de tejido parenquimático se procede a la tinción. Para evitar que la cutícula se enrolle y sea más fácil su manejo, se recomienda colocar en un portaobjetos una gota de gelatina glicerinada diluida con agua. Extenderla en una fina capa y colocar sobre esta la cutícula; esperar a que la gelatina seque.

8. Asegurarse que la superficie expuesta hacia arriba sea la externa de la epidermis. Agregar unas gotas de Safranina "O" por un mínimo de 15 minutos.

9. Lavar con agua destilada el excedente de colorante. Deshidratar gradualmente con etanol al 30, 50, 70, 96% y absoluto, dos cambios en cada alcohol de 1 a 3 minutos en cada uno.

10. Agregar unas gotas de aceite de clavo durante 10 minutos para lograr su aclaramiento. Lavar el aceite con tres cambios de xilol, un minuto o dos en cada cambio y montar en resina sintética (o Permount).

**Nota:** esta metodología fue modificada para optimizar su funcionamiento con el material recolectado (herbáceas), el cual al ser delgado requirió de menores tiempos que el material más grueso (hojas de árboles) por lo que se requiere de un mayor tiempo en los diferentes reactivos, tiempos que el material del presente trabajo no puede estar inmerso en dichos químicos pues presenta daño celular. En múltiples ocasiones se omitieron los pasos 6 y 7, por no haber sido posible la separación de la epidermis, por lo mismo se tiñó la sección ( $\pm 1\text{cm}^2$ ) completa, dando resultados muy similares al material del cual la epidermis fue separada

## Anexo 5. Literatura consultada para cada familia

Metcalfe y Chalk (1950) Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Malvaceae.

Tomlinson (1961) y De Albuquerque *et al.*, (2013) Marantaceae.

Metcalfe y Chalk (1984) Acanthaceae, Amaranthaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Nyctaginaceae, Plumbaginaceae.

Valadez-Cerda (2001) Lamiaceae.

Guzmán-Ramos (2004) Amaranthaceae.

Guevara y Ramia (2006) Poaceae

Shaheen *et al.*, (2009) Malvaceae.

Kadiri y Olowokudejo (2010) Onagraceae.

Santos *et al.*, (2010) Nyctaginaceae.

Grigore *et al.*, (2014) Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Plumbaginaceae.

Caro *et al.*, (2018) Fabaceae.

Rivera *et al.*, (2019) Asteraceae.

## Tablas

Tabla 1. Porcentaje del valor de especies de cada familia del catálogo anatómico comparado con las especies de las familias del Inventario Florístico complementario de la REBIOSH (Ramírez-Rodríguez, 2021).

Familia	Inventario florístico	Catálogo	Porcentaje %
Acanthaceae	17	6	35.2
Amaranthaceae	8	1	12.5
Asteraceae	59	4	6.7
Euphorbiaceae	18	1	5.5
Fabaceae	29	4	13.7
Lamiaceae	12	2	16.6
Malvaceae	17	1	5.8
Marantaceae	1	1	100
Nyctaginaceae	6	1	16.6
Onagraceae	3	1	33.3
Poaceae	27	3	11.1
Plumbaginaceae	3	1	33.3

Tabla 2. Representatividad porcentual de la riqueza de familias de las especies del catálogo.

No. especies	Familias	% del catálogo
6	Acanthaceae	23.07
1	Amaranthaceae	3.84
4	Asteraceae	15.38
1	Euphorbiaceae	3.84
4	Fabaceae	15.38
2	Lamiaceae	7.69
1	Malvaceae	3.84
1	Marantaceae	3.84
1	Nyctaginaceae	3.84
1	Onagraceae	3.84
3	Poaceae	11.53
1	Plumbaginaceae	3.84