



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ANATOMÍA FOLIAR Y DEL PECÍOLO DE
ESPECIES DEL GÉNERO *Cnidoscolus Pohl.*
(EUPHORBIACEAE) EN EL ESTADO DE
PUEBLA.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGA
PRESENTA:

KARLA LIDIA ESCOBAR VARELA

Directora de tesis:

DRA. AGUSTINA ROSA ANDRÉS HERNÁNDEZ

PUEBLA, PUE.

OCTUBRE 2021

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	5
Taxonomía del Género <i>Cnidoscolus Pohl.</i>	5
Anatomía foliar y del pecíolo de la Familia Euphorbiaceae.....	9
Morfología y anatomía foliar del Género <i>Cnidoscolus Pohl.</i>	12
Justificación.....	14
Hipótesis.....	14
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos.....	15
Material y método.....	15
Resultados.....	17
Lámina foliar del Género <i>Cnidoscolus</i>	18
Pecíolo del Género <i>Cnidoscolus</i>	20
Descripciones por especie.....	21
Discusión.....	34
Conclusión.....	38
Bibliografía.....	40

RESUMEN

El género *Cnidoscolus* pertenece a la Familia Euphorbiaceae, dentro de la subfamilia Crotonoidae; el género presenta 99 especies distribuidas desde Estados Unidos hasta Argentina, donde su mayor centro de diversidad se encuentra en Brasil y México. Existen muy pocos trabajos de investigación de éste, por lo tanto, en este trabajo se buscó evaluar la anatomía foliar y del pecíolo, para así contribuir al conocimiento de las estructuras foliares. En el Herbario se revisaron todos los ejemplares de 6 especies del género *Cnidoscolus* las cuales son *Cnidoscolus angustidens*, *C. egregius*, *C. multilobus*, *C. orbiculatus*, *C. rostratus* y *C. tehuacanensis*, de éstas se removieron solo algunas láminas y peciolo, se les realizaron cortes paradermales y transversales. Entre los caracteres analizados se encuentra el tipo de epidermis, mesófilo, haces vasculares, drusas, tricomas, tipo de peciolo, estomas y cutícula. Los resultados mostraron que la epidermis uniestratificada, el mesófilo bifacial, una sola capa de parénquima en empalizada, y la presencia de drusas, traqueoblastos, venas secundarias, son caracteres que comparten todas las especies. Sin embargo, al comparar el resto de los caracteres podemos observar que algunas especies comparten un mayor número de caracteres, tal es el caso de la similitud de tanto la anatomía foliar como del pecíolo de *Cnidoscolus rostratus* con *Cnidoscolus tehuacanensis* los cuales comparten 23/30 caracteres como la cutícula estriada y gruesa, una epidermis uniestratificada papilosa, células rectangulares en la epidermis abaxial, mesófilo bifacial con una capa de parénquima en empalizada, no presentan idioblastos ni fibras asociadas al floema, presencia de drusas, traqueoblastos y venas secundarias, un peciolo elíptico, una epidermis uniestratificada en el pecíolo, con células triangulares y cutícula estriada, drusas, ausencia de haces corticales y fibras que

rodean al floema, y estomas de tipo paracítico. *Cnidoscolus tehuacanensis* por su parte presenta similitud con los caracteres con *C. angustidens*, este con *C. orbiculatus* y por último con *C. multilobus*.

INTRODUCCIÓN

La familia Euphorbiaceae está constituida con alrededor de 8700 especies (Webster, 1994), es una de las más grandes a nivel mundial y ocupa el sexto lugar en diversidad después de Orchidaceae, Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Rubiaceae (Radcliffe-Smith, 1987). Su distribución es subcosmopolita, y aunque está mejor representada en las regiones tropicales y subtropicales, varios representantes se extienden a las zonas templadas de ambos hemisferios. La familia es sumamente importante, ya que muchos de sus miembros se cultivan para su uso medicinal, industrial, alimenticio y ornamental (Steinmann, 2002).

La familia tiene cinco subfamilias, 49 tribus, 317 géneros; las subfamilias son: Phyllanthoideae, Oldfieldioideae, Acalyphoideae, Crotonoideae y Euphorbioideae, las dos primeras con dos óvulos por lóculo (condición plesiomórfica) mientras que las tres últimas sólo tienen un óvulo (condición apomórfica); (Martínez, 2002).

La variación morfológica en la familia es enorme, lo que dificulta su caracterización. Sin embargo, la mayoría de las especies se reconocen por sus flores unisexuales, frecuentemente pequeñas, la presencia de un disco floral, un ovario súpero con 3 lóculos, los lóculos con 1 ó 2 óvulos, y frutos típicamente esquizocárpicos capsulares con mericarpos elásticamente dehiscentes. Además, muchas especies tienen látex, hojas con estípulas y varias formas de glándulas (Steinmann, 2002).

Las plantas de la familia Euphorbiaceae son hierbas arbustos o árboles con hojas opuestas o alternas (a veces verticiladas), pecioladas o sésiles, simples; enteras o diversamente

partidas o lobuladas estípulas membranosas glandulares o ausentes; frecuentemente con nectarios extraflorales y látex (Steibel,1995).

Las euforbiáceas contribuyen significativamente a la riqueza de la flora nacional. Tomando como base las referencias bibliográficas y el estudio de ejemplares de herbario, se calcula que en México la familia está representada por 43 géneros y 782 especies (más 32 taxa infraespecíficos: 8 subespecies y 24 variedades), lo que representa más de 3% de la flora vascular calculada para el país en 22,000 especies (Rzedowski, 1991).

El género *Cnidoscolus* pertenece a la subfamilia Crotonoideae, dentro de la Tribu Manihoteae, junto con el género *Manihot* (Martínez, 2002), anteriormente Miller y Webster (1962) habían demostraron su afinidad con *Manihot*, y Webster (1975), había colocado a *Cnidoscolus* y *Manihot* en Crotonoideae, Manihoteae respectivamente. Estos comparten características similares por lo cual son agrupados dentro de la misma tribu; características tales como las hojas alternas simples, enteras o digitalmente lobadas, senos ligeros o profundos; nervadura generalmente palmada, glándulas en la base de la hoja; pecíolos usualmente largos. *Cnidoscolus* se reconoce por los tricomas en toda la planta, las hojas generalmente lobadas y la presencia de glándulas en la unión de los pecíolos y las láminas. El género tropical de *Cnidoscolus Pohl.*, tiene 50 especies, en México se encuentran 26, de las cuales 20 son endémicas (Martínez, 2002). Sin embargo, en el artículo más reciente publicado por Maya- Lastra y Steinmann (2019) menciona que existen 99 especies de este género distribuidos en el rango de los Estados Unidos al norte de Argentina con el mayor centro de diversificación en Brasil y México.

Algunas euforbiáceas son tóxicas, tanto para el ser humano como para los animales; otras producen reacciones alérgicas y unas pocas se utilizan en la medicina popular; algunas son forrajeras y otras industriales de importancia como *Ricinus communis*, *Jebea brasiliensis*, y *Aleurites fordii*. También está *Manihot esculenta*, que es una planta alimenticia de primera magnitud y *Euphorbia pulcherrima*, y *E. Splendens* que tienen valor ornamental (Steibel, 1995).

Se ha reportado que algunas especies de las plantas del género *Cnidocolus* son económicamente importantes, ya que ha tenido diversos usos tradicionales, por ejemplo, algunas hojas de plantas de este género son comestibles, otras son recomendados para el tratamiento de ciertas enfermedades como cálculos renales o problemas en la circulación, además de su utilización en campos de cultivo para evitar la herbivoría ya que las interacciones bióticas que tienen un mayor impacto en las comunidades naturales se encuentra principalmente la herbivoría por insectos, ya que los herbívoros consumen más del 20% de la productividad primaria y pueden afectar la riqueza y la abundancia de las especies de plantas (Torres, 2014) . La aplicación medicinal de plantas es una importante alternativa biotecnológica para el tratamiento de diversas enfermedades, en el caso del género *Cnidocolus* es importante porque incluye especies que tienen usos farmacológico y fitoquímico tal es el caso de *Cnidocolus spp.*, que es usado en fitoterapias con propiedades saludables, analgésicas, antiinflamatorias, antibióticas, diuréticos, y anti cáncer; en donde *Cnidocolus aconitifolius* y *Cnidocolus chayamansa* son las especies más citadas en este tipo de artículos (Wemmenson, 2019). En una revisión bibliográfica publicada por Pérez *et al.* (2016), da a conocer la importancia nutricional y medicinal de *C. chayamansa* una de las especies del género con mayor número de propiedades y usos, en

este estudio se describen actividades como la antioxidante, mediante la extracción de metanol de las hojas secas o mediante infusiones, la actividad hipoglucemiante y anticancerígena con la administración de extractos de MeOH y EtOH vía intragástrica, o vía intraperitoneal respectivamente, la actividad antiinflamatoria, hepatoprotectora y cardioprotectora mediante el uso de extractos orgánicos, todos estos evaluados a partir de la administración a grupos control de ratas; asimismo en el artículo recomienda que se utilicen las hojas después de un ligero tiempo de cocción ya que contienen glucósidos cianogénicos.

A pesar de que el género es de considerable importancia económica y abundantemente representado en México, ha recibido muy poca atención de los colectores botánicos (Lundell, 1945), por lo que se considera que la anatomía foliar es una fuente de caracteres que nos permitirá establecer similitudes y diferencias entre las especies del género, y así generar evidencia que apoye datos a la sistemática del grupo, es por esto que el presente trabajo tiene como objetivo la descripción de la anatomía foliar y del pecíolo de seis especies del género *Cnidoscolus* presentes en el Estado de Puebla.

ANTECEDENTES

Taxonomía del género *Cnidoscolus Pohl*.

El género *Cnidoscolus* se caracterizan por ser hierbas, arbustos o pequeños árboles, monoicos o dioicos; tallos generalmente armados con tricomas urticantes; exudado presente. Hojas alternas, simples, enteras o digitalmente lobadas, senos ligeros o profundos; nervadura generalmente palmada, glándulas en la base de la hoja; pecíolos usualmente largos; estípulas libres, pequeñas. Inflorescencias en dicasios o en panículas, terminales o pseudoaxilares, solitarias, usualmente bisexuales con flores pistiladas proximales y flores estaminadas distales; brácteas y bractéolas pequeñas. Flor estaminada con perianto en una serie, tépalos 5, blancos, unidos en la base; disco anular, extraestaminal; estambres 8-10(-25), filamentos exteriores libres y los interiores usualmente connatos; estaminodios ocasionalmente presentes en el ápice de la columna estaminal. Flor pistilada pedicelada; tépalos 4-5 unidos en la base; disco anular; ovario 3 (-5-) locular, óvulo 1 por lóculo; estilos 3 (-5), libres, bífidos o laciniados. Fruto una cápsula, ovoide o subglobosa, hispida; columela presente, delgada. Semillas globosas; arilo presente; carúncula presente (Martínez, 2002).

El género fue descrito por Johann Baptist Emanuel Pohl y publicado en *Plantarum Brasiliae Icones et Descriptiones*. La especie tipo es: *Cnidoscolus hamosus Pohl*. Su etimología *Cnidoscolus*: nombre genérico que deriva del griego antiguo κνίδη (knide), que significa "ortiga", y σκολος (skolos), que significa "espina" o "cosquilleo" (Austin, 2004).

Cnidoscolus fue originalmente incluido en *Jatropha*, desde entonces ha sido reconocido como un género distinto, caracterizado por su espiral única de perianto, tricomas y glándulas pilares. McVaugh (1944) explica que los caracteres del *Cnidoscolus* son capaces de separarlo realmente de *Jatropha*, ya que la línea de demarcación entre los dos es tan clara que parece incuestionable que el género *Cnidoscolus* merece ser considerado como un género independiente caracterizado por la posesión de una sola envoltura floral, los tricomas epidérmicos punzantes y las distintivas glándulas peciolares.

La subfamilia Crotonoideae presenta 12 tribus, 67 géneros y 1436 especies con dos centros de diversificación importantes: uno en Asia con 34.32 % de los géneros y otro en América que tiene el 32.8 % de los mismos. El endemismo genérico alcanza el 80.59 %. Entre los géneros más diversos se encuentran *Croton* con 800 especies, y *Jatropha* con 175, ambos distribuidos principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Webster, 1994), sin embargo, The plant list (2010) enlista a 1195 especies aceptadas para el género *Croton*.

En México se encuentran seis tribus y ocho géneros; dentro de éstos se encuentra *Cnidoscolus*, género cuyo mayor centro de diversificación se encuentra en el país, y *Jatropha*, con 45 especies, de las cuales el 77 % son endémicas de selvas bajas y matorrales xerófilos (Martínez, 2002).

La última revisión taxonómica de *Cnidoscolus* es la de Maya- Lastra y Steinmann (2018) donde reconocen 97 especies las cuales fueron reorganizadas durante su

investigación; éstas fueron organizadas mediante la revisión de datos de diversos herbarios.

Actualmente *Cnidoscolus* es un género neotropical que contiene alrededor de 99 especies aceptadas según el último trabajo publicado por Maya- Lastra (2019), el cual se divide en seis secciones: *Calyptrosolen*, *Acandreae*, *Jussieuia*, *Oligandrae*, *Cnidoscolus* y *Vitifoliae*. Estas secciones se distinguen principalmente por las características de las glándulas peciolares y la cantidad de espirales estaminales. La sección *Calyptrosolen* es donde se encuentran la mayoría de las especies registradas en México junto con la sección *Jussieuia*, y que comprenden alrededor de 30 especies, en el resto de las secciones se clasifican especies distribuidas principalmente en Sudamérica, en su mayoría en Brasil (Maya-Lastra, 2019).

Específicamente para el estado de Puebla, sólo se encuentran seis especies de este género, según los registros de la base de datos del herbario de la UNAM (MEXU), los cuales son: *Cnidoscolus multilobus* (I.M.Johnst), *C. tehuacanensis* (Brekon), *C. rostratus* (Lundell), *C. angustidens* (Torr), *C. orbiculatus* (Lundell) y *C. egregius* (Breckon ex Fern.Casas). Estas especies se encuentran distribuidas dentro del estado de Puebla mayormente en los municipios de Izúcar de Matamoros, Jolalpan, Xicotepec, Coxcatlán, Teziutlán y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Anatomía foliar y del pecíolo de la familia Euphorbiaceae

La anatomía de las Euphorbiaceae ha sido estudiada en varios géneros por Metcalfe y Chalk (1950). Algunos otros autores han trabajado en la anatomía de la lámina (Raju y Rao, 1977) y unos cuantos en la anatomía del pecíolo de algunos géneros.

Uno de los primeros trabajos acerca de la familia es un trabajo publicado por Dehgan (1982) quien publica un artículo describiendo las características anatómicas del pecíolo en varias especies de *Jatropha* L. para así apoyar la evidencia infragenérica describiendo haces vasculares, glándulas peciolares, entre otros caracteres.

Por otro lado, Léandri (1928) publicó un artículo donde menciona de manera general características de la anatomía foliar de la subfamilia Crotonoideae en donde describe caracteres tales como el parénquima Asimismo, Dehay (1935) menciona características del haz vascular del pecíolo, en numerosas especies examinadas de la Familia Euphorbiaceae.

Con un enfoque más ecológico, Rôças (1997) hace un análisis comparativo de árboles de *Alchornea triplinervia*, en dos bosques en distintas etapas de sucesión, comparando parámetros de la anatomía foliar como la cantidad de esclerénquima en la hoja y en el pecíolo, la cutícula, abundancia de taninos en el mesófilo, el parénquima entre otros, esta variación anatómica indicaría un aumento del xeromorfismo de las hojas en las condiciones más secas del bosque.

Por otro lado, Marqués *et al.* (1999) estudiaron las relaciones entre varios atributos foliares de *Sebastiania myrtilloides* como el esclerénquima, el área, la masa, la densidad, el

espesor foliar, y la densidad de estomas y tricomas en condiciones de hábitats soleados y sombreados.

En otro estudio comparativo publicado por Murillo (2002) habla sobre la anatomía foliar de la subtribu Conceveibinae, el estudio se enfocó en las divisiones infragenéricas, tal análisis incluyó 11 caracteres de importancia taxonómica de la hoja, como la forma, el tamaño y el vértice de las papilas del lado inferior de la lámina, el número de capas del parénquima en empalizada, la presencia o ausencia del nervio central, médula, el número de haces vasculares del pecíolo, así como el cilindro central, y la presencia o ausencia del esclerénquima en los diferentes niveles del pecíolo.

Posteriormente, Ferreira *et al.* (2003) presentó un estudio sobre la anatomía de las hojas de varias especies de maleza en Brasil, entre ellas la especie *Euphorbia heterophylla*, conforme a la aplicación y penetración de herbicidas y otros compuestos utilizados en aplicaciones foliares; entre los caracteres que evaluaron están el grosor de la cutícula, y la densidad de tricomas.

Otro trabajo dentro de la familia Euphorbiaceae, trata sobre *Jatropha curcas* de Pereira (2014) en donde evalúa la propagación in vitro de esta especie, ya que estas condiciones pueden inducir alteraciones fisiológicas y anatómicas en las plantas cultivadas, el índice de estomas, el grosor del mesófilo, las células del parénquima, el tamaño de cloroplastos, fueron algunos de características evaluadas de la anatomía foliar de la especie.

Por otro lado, Cervantes (2009) realizó un estudio comparativo de la arquitectura y anatomía foliar de 42 especies de *Bernardia* y otros géneros relacionados de la subfamilia Acalyphoideae, en donde se estudió la variación de 30 caracteres de arquitectura y anatomía foliar. Algunos caracteres (como el sistema de venación, el arreglo de las venas secundarias y terciarias, la presencia o ausencia de venas agróficas, el tipo de areolas, el tipo de células de la vaina, la presencia o ausencia de fibras en el mesófilo, el tipo de tricomas, la ubicación de las estomas y el tipo de cristales) son consistentes y permiten la caracterización de cada género.

Da Cunha Neto (2014) realizó un trabajo con el objetivo de caracterizar la anatomía de las hojas de las especies silvestres de *Manihot*, cabe destacar que este género pertenece a la misma Tribu en el que se encuentra clasificado el género *Cnidoscolus*, además de que se identificaron las características anatómicas de importancia taxonómica; los caracteres taxonómicos que se consideraron los más importantes fueron el número de haces vasculares, el contorno del pecíolo, la distribución de idioblastos secretores y presencia de papilas, y el perfil del pecíolo.

Así también, Tadavi y Bhadane (2014) realizaron una investigación de anatomía del raquis, pecíolo y pecíolulo de 43 especies y 20 géneros de Euphorbiaceae, describiendo caracteres como los tejidos mecánicos, los elementos del xilema, los tejidos vasculares, haces corticales, haces vasculares, y la distribución del esclerénquima y del colénquima.

Uno de los últimos trabajos fue publicado por Da Silva *et al.* (2016) quienes describen e ilustran a *Manihot allemii* como una especie nueva en donde apoyándose de caracteres de la anatomía foliar, de la morfología y la fenología realiza la agrupación taxonómica de

esta especie; entre los caracteres que analiza, está la forma de las células de la epidermis, la cutícula, la epidermis adaxial y abaxial, el mesófilo, el córtex, las fibras, los laticíferos entre otros, además incluye la descripción de la anatomía del pecíolo a su investigación.

Un año después Silva *et al.* (2017) publicaron un artículo sobre los cambios micromorfológicos que preceden a la aparición de daños visibles después de la aplicación de herbicidas, el objetivo de la investigación fue identificar los cambios anatómicos del tejido foliar causados por la aplicación de herbicidas en la Yuca (*Manihot esculenta Crantz*), entre los caracteres que describieron fueron las células de la epidermis, la cutícula, la superficie adaxial y abaxial, y el mesófilo. Ese mismo año, Silva (2017) realiza la ilustración, descripción morfológica, estado de conservación distribución geográfica, ecología, fenología, y notas sobre la anatomía de la hoja de una nueva especie del género *Manihot*, *Manihot fallax*; como apoyo se describen características de la vena media como la epidermis, la cutícula, el haz vascular en forma de cilindro, el córtex, parénquima, colénquima, estomas y el pecíolo.

Morfología y anatomía foliar del género *Cnidoscolus Pohl.*

Para el género *Cnidoscolus* son pocos los estudios que se han realizado, ya que la mayoría de los trabajos para este género se enfocan en el valor nutricional de la hoja de algunas especies del género, así como de su acción contra la herbívora, las hojas urticantes entre otros temas. Así, Melo (2008) realiza un análisis comparativo para diferentes especies del

género, como: *Cnidoscolus bahianus*, *C. loefgrenii*, *C. obtusifolius* Pohl, *C. vitifolius* *C. bahianus*, *C. urnigerus*, *C. oligandrus* y *C. urens* en donde evalúa los tricomas urticantes de la rama, presencia y morfología de las glándulas peciolares, unión y forma del perianto, y la lámina foliar.

En otro trabajo publicado por Abdala (2005), se evaluó la inducción de defensas contra la herbivoría de las plantas en un ambiente controlado, en este caso el objetivo era saber si la defoliación artificial inducía la producción de tricomas en tres poblaciones naturales del *Cnidoscolus aconitifolius*, estos fueron evaluados en láminas foliares, los pecíolos y pedúnculos para determinar la abundancia de tricomas entre poblaciones.

Orozco en 2013, realizó una caracterización farmacobotánica de dos especies del género *Cnidoscolus* las cuales fueron *C. chayamansa*, y *C. aconitifolius* en donde se incluyó además de la descripción morfológica una anatomía foliar de las plantas, evaluando caracteres como la cutícula, el colénquima en empalizada y esponjoso, la epidermis abaxial y adaxial, la presencia de fibras, los haces vasculares.

Finalmente Torres y García (2014), analizaron el papel de algunos caracteres foliares (área específica, grosor, densidad de tricomas, contenido hídrico y producción de látex) de tres especies de *Cnidoscolus* (Euphorbiaceae) las cuales fueron *Cnidoscolus spinosus*, *Cnidoscolus megacanthus* y *Cnidoscolus urens*, en la defensa contra insectos herbívoros y hongos patógenos en el cual se examinó el daño foliar.

En relación a los estomas, Raju y Rao (1977) publican un artículo en donde realizan un análisis de la estructura y ontogenia de los estomas foliares de en 50 especies de 28 géneros pertenecientes a 17 tribus de la familia Euphorbiaceae, y en donde mencionan que los estomas más comunes en las especies de Euphorbiaceae son los paracíticos.

JUSTIFICACIÓN

Los estudios sobre la anatomía foliar son esenciales para poder realizar trabajos sistemáticos. Tanto como para la familia Euphorbiaceae como para el género *Cnidoscolus* son pocos los trabajos de anatomía foliar y del pecíolo que se utilicen para contribuir a la sistemática y descripción completa de las especies, además de que aporten conocimiento para estudios futuros de las especies mencionadas. Estudios recientes, han contribuido significativamente en trabajos sistemáticos del género tal es el caso de los artículos publicados por Maya- Lastra (2019) que describen ampliamente la ubicación taxonómica de este género. Debido a esto el presente trabajo pretende contribuir a la descripción anatómica de la hoja, así como del pecíolo del género *Cnidoscolus*, principalmente por la carencia de trabajos.

HIPÓTESIS

Se espera que los caracteres anatómicos muestren diferencias y similitudes presentes en la anatomía foliar y del pecíolo de especies del género *Cnidoscolus*, en el Estado de Puebla, por lo que proporcionará información valiosa para una mejor descripción y agrupación del género. Se espera que estos caracteres sirvan como base para futuras investigaciones del género o para la resolución de problemas taxonómicos asociados a las especies.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Describir y analizar la anatomía foliar y del pecíolo de las especies del género *Cnidoscolus Pohl*. (Euphorbiaceae) que se distribuyen en el Estado de Puebla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar la anatomía foliar y del pecíolo en especies género *Cnidoscolus* del Estado de Puebla
2. Analizar los caracteres de la anatomía foliar y del pecíolo para su posterior agrupación infragenérica.

MATERIAL Y MÉTODO

En el presente estudio se describió la anatomía foliar y del pecíolo de seis especies pertenecientes al género *Cnidoscolus Pohl* presentes en el Estado de Puebla. Todas las hojas y los pecíolos corresponden a la colección del Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología de la UNAM.

TRABAJO DE HERBARIO

Se comenzó el trabajo de herbario consultando el Portal de datos de la UNAM, donde se describen los registros en la colección del Herbario Nacional del Instituto de Biología (MEXU), se encontró el número de registros de especies encontrada de todos los géneros en México por lo que se restringió la búsqueda en el Estado de Puebla, de los cuales se encontraron que existen 74 registros de ejemplares resguardados de las 6 especies del género *Cnidoscolus* únicamente los presentes en el Estado de Puebla.

La visita al herbario se realizó en verano de 2019 en donde las láminas foliares y pecíolos de estas 6 especies fueron removidos a través de un permiso previo por los investigadores de la UNAM. Se reconocen las siguientes especies:

- *Cnidoscolus angustidens*
- *Cnidoscolus egregius*
- *Cnidoscolus multilobus*
- *Cnidoscolus orbiculatus*
- *Cnidoscolus rostratus*
- *Cnidoscolus tehuacanensis*

Para el proceso de preparación de hojas y pecíolos se llevó a cabo lo siguiente:

MÉTODOS DE LABORATORIO

Las hojas herborizadas se hidrataron con NaOH al 0.5% durante 24 horas, posteriormente se fijaron en F.A.A., durante 3 días aproximadamente; se lavaron y se colocaron en cassettes de inclusión para su deshidratación con alcoholes graduales del 50%, 70%, 96%,

100%, Xilol-Alcohol y Xilol dos cambios en cada uno cada 24 horas. Enseguida las muestras se incluyeron en parafina una durante 24 horas a una temperatura constante de 60°C. Las muestras se incluyeron en bloques de parafina en plano transversal y paradermal en el caso de las láminas foliares, los cortes histológicos se realizaron en un micrótopo de rotación a 12 micras de grosor (Micrótopo Manual de Rotación Leica Biosystems). Los cortes obtenidos se tiñeron con safranina acuosa y verde rápido, por último, los cortes se montaron en resina sintética y se describieron los caracteres anatómicos de lo observado. Durante la revisión del material se removieron también sus respectivos pecíolos de las especies de los herbarios, se hidrataron con hidróxido de sodio al 5% fijados en formaldehído-ácido acético-alcohol etílico y procesados con la técnica convencional de parafina, una vez incluidas se hicieron cortes transversales de 15 μm con un micrótopo rotatorio, se tiñeron con safranina acuosa y se montaron con resina. La descripción anatómica del pecíolo se realizó siguiendo los criterios de Howard (1979), mientras que los tejidos de las láminas se describieron de acuerdo con Murillo (2002).

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los 14 caracteres de la anatomía del pecíolo y los 13 caracteres de la anatomía foliar y sus respectivos estados de carácter (Cuadro 1.). De las seis especies presentes en el Estado de Puebla se describieron caracteres de la anatomía foliar tales como la forma de la epidermis y la cutícula, si presenta un mesófilo bifacial/ equifacial, presencia o ausencia de drusas, el parénquima en empalizada y esponjoso, idioblastos, traqueoblastos, los tricomas, el haz vascular, las células de la

epidermis adaxial y abaxial, y fibras asociadas al floema. Para la descripción del pecíolo se utilizaron caracteres tales como la forma del pecíolo en sección transversal, el número de haces vasculares, la disposición de fibras que rodean al floema, número de capas del parénquima y del colénquima, forma de las células de la epidermis, tricomas, número de capas de fibras, tipo de epidermis, y la cutícula. Además, todo esto se apoyó con la ayuda de caracteres en cortes paradermales tales como estomas, tricomas, traqueoblastos y los elementos de vaso.

Lámina foliar del género *Cnidoscolus*

Cutícula: La cutícula es estriada y delgada en la mayoría de las especies, solo en *Cnidoscolus angustidens* que presenta una cutícula lisa.

Tipo de epidermis/ Forma de la epidermis: Generalmente todas las especies presentan una epidermis uniestratificada en donde se observa que *Cnidoscolus egregius*, *C. multilobus*, *C. rostratus*, *C. orbiculatus* y *C. tehuacanensis* presentan una epidermis papilosa mientras que *Cnidoscolus angustidens* y presentan una epidermis lisa.

Epidermis adaxial/ Epidermis abaxial: Se observa que generalmente las especies presentan células de la epidermis adaxial con forma rectangular excepto en *Cnidoscolus tehuacanensis* el cual presenta unas células cuadradas, en *Cnidoscolus rostratus* y *C. multilobus* presenta unas células con forma triangulares y otras con forma rectangulares, y solo triangulares respectivamente; mientras que las células de la epidermis abaxial varía de cuadradas en *Cnidoscolus angustidens*, *Cnidoscolus egregius*, y *Cnidoscolus*

orbiculatus, a rectangulares en *Cnidoscolus rostratus* y *Cnidoscolus tehuacanensis* y triangulares en *C. multilobus*.

Mesófilo: El mesófilo es bifacial en todas las especies. Parénquima en empalizada/

Parénquima esponjoso: El parénquima en empalizada va de una a dos capas mientras que el parénquima esponjoso presenta de 3-7 capas estas son de forma irregular y a veces son de diferentes tamaños además presentan espacios intercelulares.

El tejido vascular de la mayoría de las especies presenta un haz vascular conformado de 1-3 conjuntos de hileras de xilema radiales o céntricos. Todas las especies no presentan fibras asociadas al floema excepto en *Cnidoscolus egregius* que sí presenta fibras.

Idioblastos/ Drusas/ Traqueoblastos: Generalmente las especies no presentan idioblastos, a excepción de *Cnidoscolus angustidens* y *Cnidoscolus egregius*. Las drusas están presentes en todas las especies, al igual que los traqueoblastos

Pecíolo del género *Cnidoscolus*

Pecíolo en sección transversal: Los pecíolos de las especies regularmente presentan una forma elíptica a excepción de *Cnidoscolus orbiculatus* que presenta más forma oval. Forma de las células de la epidermis en las especies presentaron células con formas rectangulares, triangulares y cuadradas. La cutícula es estriada y solo lisa en *C. multilobus*. Los haces vasculares en *C. angustidens*, *C. orbiculatus* y *C. rostratus* presentan regularmente 7 conjuntos de haces vasculares dispuestos en la periferia del pecíolo, *C. tehuacanensis* presenta 6, y *C. multilobus* presenta de 7 a 9 siendo la especie que presenta un mayor número de haces vasculares. Fibras que rodean al floema, sólo están presentes en *C. orbiculatus* donde son perivasculares continuas y en *C. multilobus* donde son discontinuas.

Capas de colénquima/ parénquima: En todas las especies fue posible contar el número de capas de colénquima y parénquima. Donde variaba el número de capas siendo 12 el mayor número de capas de colénquima y 9 de parénquima.

Los tricomas son simples y están presentes en casi todas las especies excepto en *C. Tehuacanensis*. Los cristales en forma de drusa están presentes en abundancia en todas las especies.

Descripciones por especie

Cnidoscolus angustidens

Anatomía foliar. La cutícula es lisa y gruesa, la epidermis es uniestratificada y lisa, (Fig. 1, B) presentando células de forma rectangular en la epidermis adaxial y cuadradas en la epidermis abaxial (Fig. 1, C), el mesófilo es bifacial donde el parénquima en empalizada sólo presenta una línea de células continuas, mientras que el parénquima esponjoso presenta de 3-5 capas de células, presenta dos haces vascular central, con aproximadamente 4 cordones de xilema en radio, y floema alrededor de este, no presenta fibras asociadas al floema, a lo largo de la lámina están presentes algunos idioblastos, en cuanto a contenidos presenta abundantes cristales en forma de drusas, traqueoblastos, y elementos de vaso dentro del mesófilo, y alrededor de este presenta varios tricomas, en el mesófilo también presenta aproximadamente 5 engrosamientos los cuales son venas secundarias que presentan médulas muchas veces definidas. Presenta de 4-7 capas de parénquima y de 3-5 capas de colénquima. Se observan las glándulas en la cara adaxial características de la especie.

Anatomía del pecíolo. El pecíolo en sección transversal es elíptico (Fig.1, G), la cutícula es estriada y delgada, la epidermis es uniestratificada con células triangulares. Presenta un grupo de células con pared delgada seguramente una hipodermis que además es no continua. Presenta 7 haces vasculares formando un cilindro, con corteza de 7-8 capas de

parénquima y de 4-8 capas de colénquima. No presenta fibras que rodean al floema, este último es continuo. Presenta abundantes drusas en la médula. Con tricomas simples.

Cortes paradermales. Aquí se observan estomas tipo paracítico, varios traqueoblastos y drusas en alta concentración en el margen. Con elementos de vaso con engrosamiento helicoidal doble y algunos en forma de espiral (Fig. 2, E).

EJEMPLARES EXAMINADOS. **Puebla:** Izúcar de Matamoros, localidad Base del cerro Teponaxtle frente a la cascada la Rejilla, Raboso. *Col. Enrique Guízar*, No. 939 (MEXU); **Puebla:** Localidad Huajuapán, 1285 msnm. *Col. Emma Saavedra*, No. 3(1) (MEXU).

Especie: ***Cnidoscolus egregius***

Anatomía foliar. La cutícula es estriada y gruesa, con una epidermis uniestratificada y ligeramente papilosa con células de la epidermis adaxial rectangulares, y células cuadradas en la epidermis abaxial. El mesófilo es bifacial. Presenta una capa de parénquima empalizada, y de 3-4 capas de parénquima esponjoso (Fig.1, A). Presenta un solo haz vascular central con fibras ligeramente discontinuas asociadas al floema. Con idioblastos presentes en el mesófilo y en la vena media, con cristales, drusas en toda la vena media y traqueidas en el mesófilo.

Debido a que los ejemplares analizados de esta especie eran escasos, no se logró obtener una descripción general de la anatomía del pecíolo.

EJEMPLARES EXAMINADOS. **Puebla:** Mpio. San José Miahuatlán, localidad Cerro de Petlanco, 9-10 km al sur de Axusco. Flora del Valle de Tehuacán, Cuicatlán. *Col. Antonio Salinas T. & Verónica Suárez J.* No. 6965 (MEXU).

Cnidoscolus multilobus

Anatomía foliar. La cutícula es estriada. Presenta una epidermis uniestratificada, papilosa con células triangulares en la epidermis adaxial y abaxial de la médula y rectangulares en el mesófilo. Presenta un mesófilo bifacial, con una capa de parénquima en empalizada, y de 4-8 capas de parénquima esponjoso. Presenta dos haces vasculares centrales con 9 hileras radiales de xilema. No hay presencia de fibras asociadas al floema ni de idioblastos. En el mesófilo presenta algunos elementos de vaso y venas secundarias con engrosamiento de la vena de la cara adaxial o abaxial con un haz vascular difuso, sin drusas en su córtex y no se define exactamente su parénquima y colénquima, en la vena media presenta de 6 ó 7 capas de parénquima y de 5 ó 6 de colénquima. Presenta drusas y tricomas.

Anatomía del pecíolo. Pecíolo en sección transversal elíptico y otras veces lenticular (Fig. 1, F). Con una cutícula lisa gruesa, con epidermis uniestratificada con células rectangulares. Presenta de 7-9 haces vasculares formando un cilindro, con 5 capas de fibras discontinuas que rodean al floema. Con una corteza de 8-9 capas de parénquima y de 8-11 capas de colénquima. Con drusas, y tricomas simples.

Cortes paradermales. Presenta estomas de tipo paracítico distribuidos en toda la hoja, las drusas se distribuyen por toda la lámina, elementos de vaso helicoidales, traqueoblastos delgados.

EJEMPLARES EXAMINADOS. **Puebla:** El Santo, 250 msnm. *Col. T. D. Pennigton & J. Sarukhan K.* No. 1978 (MEXU). **Puebla:** Mpio. Xochitlán de Vicente Suárez, localidad de Texcalapa. *Col. Antonio Cruz Rivas.* No. 132 ac. (MEXU). **Puebla:** Mpio. Tlatlauquitepec, localidad de Portezuelo. *Col. J. L. Contreras J.* No. 4657 (MEXU).

Cnidoscolus orbiculatus

Anatomía foliar. La cutícula es estriada y delgada, con una epidermis uniestratificada y papilosa. Con células en la epidermis adaxial rectangulares y cuadradas en la epidermis abaxial. El mesófilo es bifacial con una capa de parénquima empalizada y de 5-6 capas de parénquima esponjoso. Presenta un haz vascular central en forma de arco, con elementos de vaso centrales y algunos radiales diminutos, no presenta fibras asociadas al floema, ni idioblastos. Presenta drusas a lo largo de la epidermis adaxial y en la parte central de la vena media y traqueoblastos y de 3-4 venas secundarias a lo largo del mesófilo, éstas sin presencia de drusas solo elementos de vaso. En la vena media presenta de 5-7 capas de parénquima y de 4 ó 5 de colénquima. Con tricomas ausentes.

Anatomía del pecíolo. Pecíolo en forma oval, con cutícula estriada, delgada y epidermis uniestratificada con células triangulares y cuadradas (Fig. 1, E) con 3 capas de córtex (parénquima, colénquima y parénquima) en donde también se observa una zona por la

epidermis de un conjunto de células con paredes delgadas no continuas, seguramente fibras perivasculares. Presenta 7 haces vasculares formando un cilindro con una disposición de fibras continuas de tipo perivasculares que rodea al floema de aproximadamente 3 a 5 capas. La corteza está formada por 5-7 capas de colénquima y de 5-6 capas de parénquima (donde la otra capa presenta de 3-4 capas) regularmente. Presenta drusas. Ausencia de tricomas y haces corticales.

Cortes paradermales. Se observan elementos de vaso con engrosamiento helicoidal y con espirales muy separadas, sus estomas son de tipo amonocítico con pequeños puntos anexos a las puntas o bien sólo en la parte superior variando de 1-3. Los traqueoblastos son muy delgados y ramificados, y los estomas se encuentran distribuidos en toda la lámina.

EJEMPLARES EXAMINADOS. **Puebla:** Mpio. Tehuiztingo, localidad a 1 km al Norte de Jaulilla. *Col. R. Fernández N.* No. 657 (MEXU).

Cnidoscolus rostratus

Anatomía foliar. La cutícula es estriada y gruesa, con una epidermis uniestratificada papilosa con presencia de abundantes tricomas simples; presenta células rectangulares y triangulares en la epidermis adaxial y solo rectangulares en la epidermis abaxial. El mesófilo es bifacial con una capa de parénquima en empalizada y de 3-5 capas de parénquima esponjoso. En la vena media presenta 2 haces vasculares en forma de arco central con 10 hileras radiales de xilema con separación por fragmentación del parénquima

y floema, las fibras asociadas al xilema están presentes, no presenta fibras asociadas al floema. En la vena media presenta de 5-7 capas de colénquima y de 3 ó 4 de parénquima. En el mesófilo presenta de 2-4 venas secundarias, con engrosamientos o sin ellos en cara abaxial y adaxial. Presenta drusas en el córtex con vasos xilemáticos distribuidos por el mesófilo al igual que múltiples traqueoblastos. No presenta idioblastos.

Anatomía del pecíolo. Pecíolo visto en sección transversal es elíptico. Cutícula estriada delgada. Epidermis uniestratificada con células triangulares papilosas, también se observa una capa de células con paredes delgadas asociada a la epidermis, seguramente fibras perivasculares. Haz vascular formado formando un cilindro y sin haces corticales. Con fibras ausentes. Presenta de 4-7 capas de parénquima y de 9-12 capas de colénquima. Presenta abundantes tricomas pilosos y pocas drusas.

Cortes paradermales. Presenta elementos de vaso en forma de espiral, traqueoblastos cortos y muy gruesos (Fig. 2, D), drusas concentradas en los márgenes, estomas de tipo paracítico distribuidos por toda la lámina, presencia de fibras con pared celular definida, presencia de tricomas (Fig. 2, C).

EJEMPLARES EXAMINADOS. **Puebla:** Mpio. Petlalcingo, a 3 km de Petlancingo llegando por Acatlán de Osorio. *Col. Enrique Guízar & Germán Herrera.* No. 4068 (MEXU). **Puebla:** Mpio. Totoltepec a 2.5 km al NW de Santa Cruz Nuevo, en la base del cerro "El chorrillo". *Col. Enrique Guízar Nolasco & Andrés G. Miranda Moreno.* No. 4533 (MEXU).

Cnidoscolus tehuacanensis

Anatomía foliar. La cutícula es estriada y delgada, con una epidermis uniestratificada, ligeramente papilosa; con células cuadradas en la epidermis adaxial y rectangulares en la epidermis abaxial (Fig.1, D). El mesófilo es bifacial. Presenta de 1-2 capas de parénquima en empalizada muy delgadas y cortas, y de 4-5 capas de parénquima esponjoso. Presenta un haz vascular central con 6 hileras radiales de xilema sin fibras asociadas al floema. En la vena media presenta de 4-7 capas de parénquima y de 5 ó 6 de colénquima. Presenta drusas y traqueoblastos a lo largo del mesófilo, también presenta aproximadamente 8 venas secundarias sin engrosamiento abaxial ni adaxial con xilema y floema poco visibles. No presenta idioblastos. Sin tricomas.

Anatomía del pecíolo. Pecíolo elíptico con una cutícula estriada papilosa delgada, una epidermis uniestratificada con células triangulares, con 3 capas e en el córtex, presenta haces corticales y contiene 6 haces vasculares. No presenta fibras y el floema es continuo. De 5-7 capas de colénquima y de 4 a 6 capas de parénquima. Con tricomas ausentes en la epidermis y presencia de pocas drusas.

Cortes paradermales. Presenta estomas de tipo paracítico (Fig. 2, B), traqueoblastos delgado y largos, aquí se observan algunos tricomas (Fig. 2 A). Los elementos de vaso son con engrosamiento helicoidal, los estomas están concentrados en su mayoría en el margen de la lámina, se observan algunas fibras y drusas (Fig. 2, F).

EJEMPLARES EXAMINADOS. **Puebla:** Mpio. Tehuacán, localidad de Santa Ana Teloxtoc.
Col. E. Víctor Hugo Santana Garduño s.n. (MEXU). **Puebla:** Mpio. Tehuacán, en la meseta

de San Lorenzo a 8 km al O de Tehuacán camino a Tecamachalco. *Col. Esteban M. Martínez S.* No. 21691 (MEXU). **Puebla:** Mpio. Coxcatlán, localidad a 2 km al SE de San Rafael. *Col. Antonio Salinas T.* No. 6764 (MEXU). **Puebla:** Mpio. Coxcatlán, localidad por el camino que lleva a las compuertas. *Col. Héctor Cervantes Maya & Martin López.* No. 57 (MEXU).

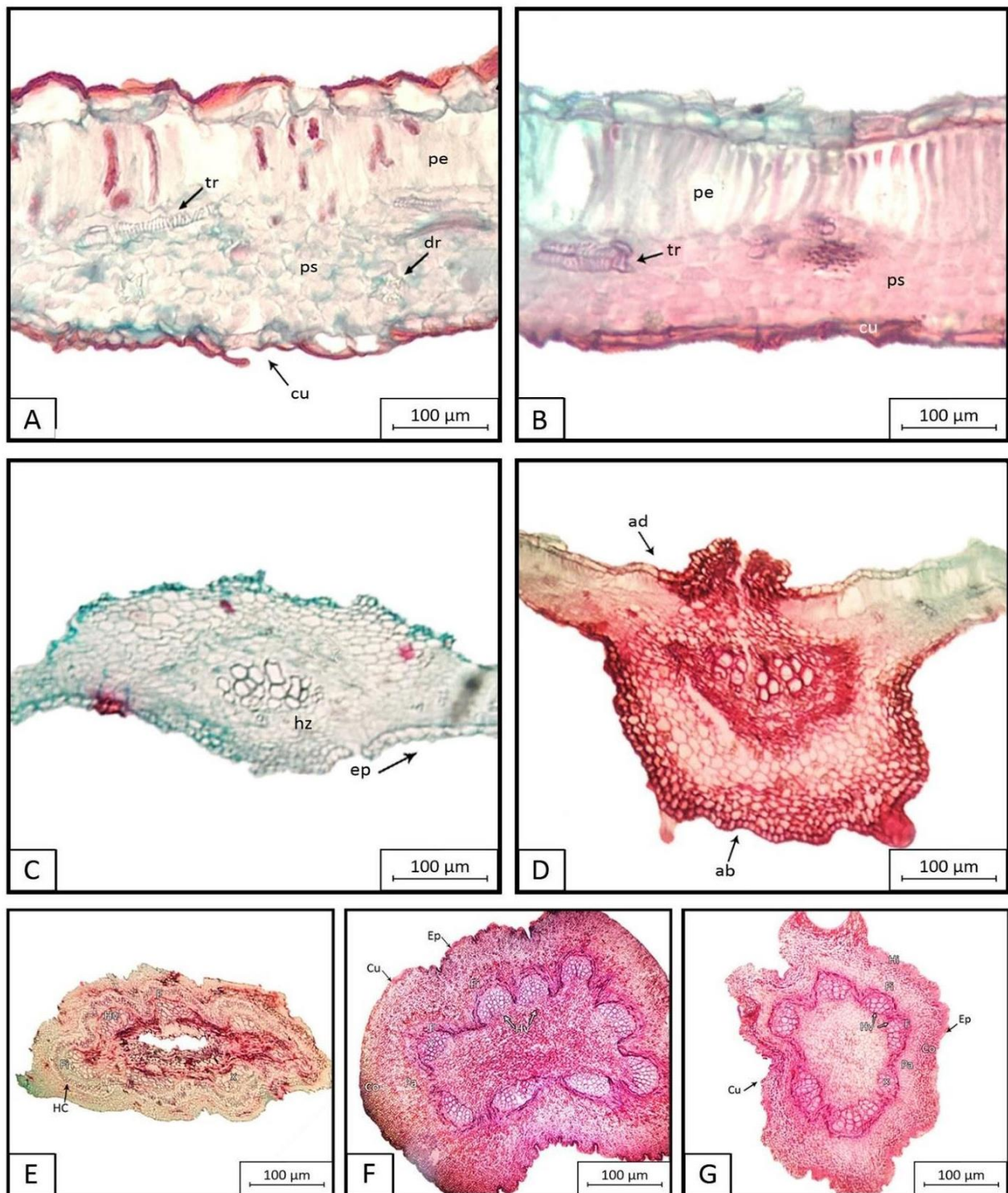


Figura 1. Cutícula, en la mayoría de las especies es estriada como en *Cnidocolus egregius* (A) y lisa solo en *Cnidocolus angustidens* (B). En *Cnidocolus angustidens* (C) se puede observar la variación en la forma de las células de la epidermis adaxial (cuadradas) y abaxial (rectangulares). En *Cnidocolus tehuacanensis* (D) se puede observar la epidermis de tipo papilosa. Capa de fibras presentes en *Cnidocolus orbiculatus*, y partes de fibras perivasculares en el mismo (E). En *C. multilobus* (F) se observa la epidermis uniestratificada, 9 haces vasculares, y sus múltiples capas de colénquima y parénquima. en *C. angustidens* (G) se observa 7 haces vasculares, algunos cristales en forma de drusa en la médula, y el parénquima y colénquima bien definidos. pe= parénquima en empalizada, ps= parénquima esponjoso, tr=traqueoblastos, dr=drusa, cu= cutícula, ad=epidermis adaxial, ab= epidermis abaxial, hz= haz vascular, Tr= tricoma, Fi= fibras, Co= colénquima, Hv= Haz vascular, Ep= epidermis

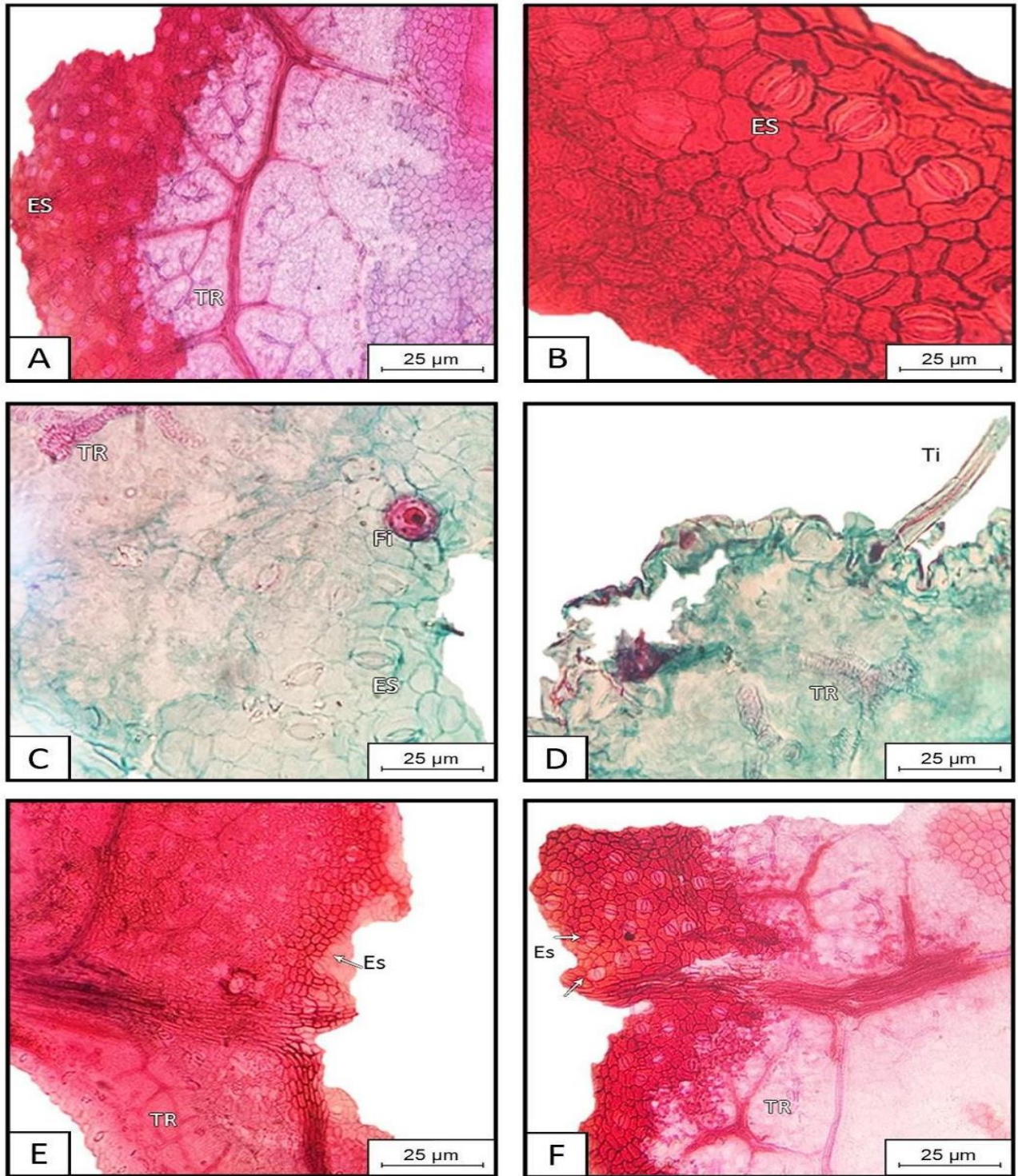


Fig. 2. Se observa los traqueoblastos de y los estomas concentrados en el margen *Crinoscolus tehuacanensis* (A). En (B) se observa más cerca los estomas de tipo parásito de *C. tehuacanensis* junto con sus dos células anexas. (C) *C. rostratus* se observan los estomas en el margen, algunas fibras y los traqueoblastos al igual que en (D) donde se observan algunos tricomas de esta misma especie. En (E) se observa a *C. angustidens* con una alta concentración de estomas en el margen. Y por último se observa los estomas y traqueoblastos de *C. tehuacanensis* (F).
Es= Estomas, TR= Traqueoblastos

Lista de caracteres anatómicos estudiados

Cuadro 1. Lista de caracteres de la anatomía foliar de especies del género *Cnidoscolus*

CARACTERES	ESTADO DE CARACTER
1. Epidermis:	U- Uniestratificada; M- Multiestratificada
2. Mesófilo:	B- Bifacial; E- Equifacial
3. Células de la epidermis adaxial:	R-Rectangulares; C-Cuadradas; T-Triangulare
4. Células de la epidermis abaxial:	R- Rectangulares; C-Cuadradas; T-Triangulare
5. Cutícula:	Es-Estriada; L-Lisa
6. Tipo de epidermis:	Li-Lisa; Pa- Papilosa
7. Capas de parénquima en empalizada:	E1-Una capa; E2- Dos capas
8. Capas de parénquima esponjoso:	P1:3-4; P2: 4-5; P3: 5-6; P4:6-7
9. Haces vasculares:	Cc- Un haz vascular central; Cr- Dos haces vasculares radiales
10. Fibras asociadas al floema:	1-Presentes; 0-Ausentes
11. Idioblastos:	1-Presentes; 0-Ausentes
12. Traqueoblastos:	1-Presentes; 0-Ausente
13. Drusas:	1-Presentes; 0- Ausentes
14. Tricomas:	1-Presentes; 0- Ausentes
15. Capas de parénquima:	Pa:3-4; Pa1: 4-5; Pa2: 5-6; Pa3:6-7
16. Capas de colénquima:	Co:3-4; Co1: 4-5; Co2: 5-6; Co3:6-7
17. Venas secundarias:	1-Presentes; 0- Ausentes

Cuadro 2. Lista de caracteres de la anatomía del Pecíolo del género *Cnidoscolus*

CARACTER	ESTADO DE CARACTER
18. Pecíolo en sección transversal:	E- Elíptico; C- Circular; O- Oval; L- Lenticular
19. Haces vasculares:	H1: 5-6; H2: 6-7; H3: Más de 7
20. Fibras que rodean al floema:	0- Ausente; 1- Presente
21. Capas de colénquima:	C1: 3-4; C2: 4-5; C3: 5-6; C4: Más de 6
22. Capas de parénquima:	A: 4-5; B: 5-6; C: 6-7; D: 7-8
23. Tricomas:	0- Ausente; 1- Presente
24. Forma de la epidermis:	T-Triangulares; R- Rectangulares; Ca- Cuadradas
25. Drusas:	0-Ausente; 1- Presente
26. Epidermis:	U- Uniestratificada; M- Multiestratificada
27. Cutícula:	L- Lisa; E- Estriada
28. Haces corticales:	0-Ausente; 1- Presente
29. Hipodermis:	0-Ausente; 1- Presente
30. Estomas:	Pa-Paracítico; Am- Amonocítico

Cuadro 1. Caracteres de la anatomía foliar y del pecíolo con sus respectivos estados de carácter.

Especies/ Caracteres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Cnidoscolus angustidens</i>	U	B	R	C	L	Li	E1	P1 /P 2	Cr	0	1	1	1	1	Pa1 - Pa3	Co-Co1	1	E	H2	0	C1-C4	D	1	U	1	U	E	0	1	Pa
<i>Cnidoscolus egregius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	U	B	T	T	E s	P a	E1	P1 / P4	Cr	0	0	-	1	1	Pa3	Co2	1	E/ L	H2 - H3	1	C4	D	1	R	1	U	L	-	1	Pa
<i>Cnidoscolus orbiculatus</i>	U	B	R	C	E s	P a	E1	P3	C c	0	0	1	1	0	Pa2 - Pa3	Co1	1	O	H2	1	C3-C4	B	0	T/C a	1	U	E	0	1	A m
<i>Cnidoscolus rostratus</i>	U	B	R/T	R	E s	P a	E1	P1 - P3	Cr	0	0	1	1	1	Pa	Co2 - Co3	1	E	H2	0	C4	A - C	1	T	1	U	E	0	1	Pa
<i>Cnidoscolus tehuacanensis</i>	U	B	C	R	E s	P a	E1 / E2	P2	C c	0	0	1	1	0	Pa1 - Pa3	Co2	1	E	H1	0	C3-C4	A - B	0	T	1	U	E	0	1	Pa

DISCUSIÓN

La anatomía foliar siempre ha sido de importancia para diversos estudios, tanto en las investigaciones de ordenamiento sistemático, así como de taxonómicos. Estos estudios descriptivos actúan como base o complemento a investigaciones más extensas de alguna Familia o Género. En este trabajo se buscó evaluar algunas características anatómicas de la lámina foliar y del pecíolo de especies del género *Cnidoscolus* presentes en el estado de Puebla, para esto se revisaron múltiples ejemplares para su mejor descripción. Raju y Rao (1977) han descrito la anatomía foliar de algunas Euphorbiaceae como bifacial o circular, con una epidermis que puede ser esclerótica, silificada, mucilaginosa o papilosa. Esto coincide con el análisis de las especies aquí evaluadas de *Cnidoscolus* en donde, las especies también presentan una epidermis uniestratificada regularmente papilosa y solo lisa en *C. angustidens*, un mesófilo bifacial, presencia de traqueoblastos, drusas y venas secundarias, y la ausencia de fibras. En el caso de la epidermis adaxial predominan las células rectangulares, mientras en la epidermis abaxial, se presentan células cuadradas y también rectangulares; por otro lado, la cutícula es estriada en la mayoría de los casos excepto en *Cnidoscolus angustidens* donde es lisa. Metcalfe y Chalk (1950) señala que muchas especies de la Familia Euphorbiaceae presentan agrandamiento de células y mayor número de capas del parénquima posiblemente como respuesta directa al hábitat ecológico seco de las plantas

, coincidiendo con lo observado aquí, el parénquima esponjoso varía de entre 3-8 capas con células cuadradas o rectangulares visiblemente grandes, por otro lado, Léandri (1928) menciona que en numerosas especies examinadas de la subfamilia Crotonoideae presentan 1-2 capas de parénquima en empalizada, como lo encontrado en este trabajo en

donde el parénquima en empalizada se presenta en su mayoría con una sola capa. En el cilindro de la vena media el haz vascular se presenta regularmente con dos haces centrales, excepto en *Cnidoscolus orbiculatus* y *Cnidoscolus tehuacanensis* donde presentan sólo un haz vascular central; el colénquima y parénquima varían de 3-7 capas. Con relación a sus idioblastos la mayoría de las especies no presentan, mientras que no se observaron muchos tricomas en las láminas analizadas de *Cnidoscolus orbiculatus* y *Cnidoscolus tehuacanensis*. Las drusas y cristales son frecuentes en todas las especies.

Anatomía del pecíolo

Dehay (1935) menciona que para la Familia Euphorbiaceae, observa 4 tipos distintos de estructuras peciolares vasculares en cortes transversales. Sin embargo, ya que para el año de la publicación de su libro aún se agrupaba al género *Cnidoscolus* en *Manihot*, se menciona que generalmente las especies de este género presentan un cilindro vascular continuo o discontinuo, como lo observado en este trabajo, donde la mayoría de los ejemplares de las especies revisadas presentan un cilindro continuo. De los caracteres de la anatomía foliar, la anatomía del pecíolo es muy útil. Es así como Miller y Webster (1962) con la ayuda de los caracteres de la estela peciolar definieron mejor a *Cnidoscolus* y *Jatropha* de las tribus Manihoteae y Jatropheae, respectivamente. En cuanto a los caracteres del pecíolo que coinciden en todas las especies se encuentra la epidermis uniestratificada, la ausencia de una hipodermis, drusas y la ausencia de haces corticales. La forma de las células de la epidermis en su mayoría son triangulares. Léandri (1327) examina numerosos pecíolos de especies de Crotonoideae donde generalmente presentan un cilindro largo de xilema y floema. Sin embargo, en algunas especies tienen un arco con

3 haces vasculares formando un cilindro acompañado de fibras; en este caso los haces vasculares se concentran en forma de cilindro y coinciden en tener 7 haces, en donde *Cnidoscolus multilobus* puede llegar hasta 9 haces vasculares. De manera general el sistema vascular central del pecíolo regularmente está dividido en haces vasculares, algunos están formando una sifonoestela, como en *Jatropha*, pero en otros táxones como en *Cnidoscolus* los haces están libres en toda la extensión del pecíolo (Miller y Webster 1962). El pecíolo en sección transversal es elíptico y con una cutícula estriada en la mayoría de los casos, con un colénquima que varía de 4-8 capas, mientras que parénquima varía de 4-9 capas en las especies. Por otro lado, en cuanto a los tricomas de tipo simple, al igual que en la anatomía foliar se observan en la mayoría de las especies con excepción de *Cnidoscolus orbiculatus* y *Cnidoscolus tehuacanensis*. Como menciona Raju y Rao (1977), en donde analizan la estructura de varias especies de Euphorbiaceae y en donde los estomas paracíticos son los más comunes, las especies aquí evaluadas también presentaron un estoma de tipo paracítico en su mayoría a excepción de *Cnidoscolus orbiculatus* que presenta estomas de tipo amonocítico. En otro trabajo publicado por Orozco (2013), menciona también los estomas de tipo paracítico de *C. aconitifolius*.

De acuerdo con lo analizado sobre la anatomía del pecíolo y de la lámina foliar, podemos concluir que las especies que comparten mayor número de caracteres son *Cnidoscolus rostratus* con *Cnidoscolus tehuacanensis* compartiendo los caracteres de la anatomía foliar como epidermis papilosa uniestratificada, mesófilo bifacial las células de la epidermis abaxial de tipo rectangular, una cutícula estriada, regularmente con una capa de epidermis en empalizada sin fibras asociadas al floema e idioblastos, presencia de traqueoblastos, drusas, venas secundarias, y de 5-6 capas de colénquima, y por otro lado

caracteres del peciolo como un peciolo elíptico, ausencia de fibras que rodean al floema, con más de 6 capas de colénquima, de 4-6 capas de parénquima, una epidermis uniestratificada con células triangulares, con una cutícula estriada, sin haces corticales, hipodermis y con estomas de tipo paracítico y con diversas drusas; aunque los tricomas están presentes en *Cnidoscolus rostratus* y aún más visibles a simple vista en *Cnidoscolus tehuacanensis*, no se visualizaron en los cortes de peciolo y de vena media, debido tal vez a la disposición del corte, a la preparación de la parafina o por el delgado grosor de los mismos, por lo tanto, no se registraron en la tabla, sin embargo, si están presentes en la planta, ya que los tricomas son uno de los característicos principales del género. *Cnidoscolus tehuacanensis* a su vez comparte caracteres con *Cnidoscolus angustidens*, a excepción del tipo de epidermis en el que *C. angustidens* es lisa, esta última especie con *Cnidoscolus orbiculatus* y por último *Cnidoscolus multilobus*, de manera que, aunque son especies dentro del mismo género y se distribuyen dentro del mismo estado, llegan a estar más emparentadas unas con otras, posiblemente por el hábitat donde se encuentran, el tipo de clima, suelo etc. Debido a que para evaluar la anatomía de *Cnidoscolus egregius* hubo muy pocos ejemplares en el herbario y por lo tanto solo se describieron algunas láminas, este no se incluyó en los datos del cuadro ni de la comparación de caracteres que comparten las especies.

A pesar de que las especies incluidas en este estudio fueron pocas, los resultados preliminares muestran la importancia taxonómica que pueden tener los caracteres anatómicos de los peciolos en la taxonomía del género *Cnidoscolus*, ya que muchas veces este se ve poco afectado por los cambios ambientales lo que garantiza el estudio de las plantas, aunque estén en condiciones ambientales extremas. Evaluar los caracteres de la

anatomía foliar y del pecíolo en la filogenia del género permitirá conocer aquellos que son compartidos por las especies del clado para futuros estudios del género *Cnidocolus*.

CONCLUSIÓN

Hasta el momento los caracteres aquí evaluados de la hoja y el pecíolo no contribuyen de manera taxonómica a las especies. Sin embargo, muchas características coinciden con lo descrito anteriormente en trabajos publicados sobre la familia Euphorbiaceae, o sobre la Subfamilia Crotonoideae. Es importante realizar un muestreo en campo para la obtención más completa de los ejemplares y así poder realizar un análisis más detallado, considerando la obtención cuidadosa de pecíolos y de láminas foliares con el propósito de confirmar los resultados de este trabajo. Debido a que existen muy pocos trabajos sobre este género y considerando que solo hay algunos de especies con usos comerciales, la realización de más trabajos descriptivos ayudaría a expandir los estudios de no solo anatomía foliar y del pecíolo, si no de inflorescencias, madera, etc. Además de no solo las especies de este género dentro del estado de Puebla sino de todo el país.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdala, L. (2005). Artificial Defoliation Induces Trichome Production in the Tropical Shrub *Cnidoscolus aconitifolius* (Euphorbiaceae). *BIOTROPICA* 37(2): 251–257
- Austin, D. (2004). *Florida Ethnobotany*. CRC Press. p. 355. ISBN 978-0-8493-2332-4
- Cervantes, A. *et al.* (2009). Foliar architecture and anatomy of *Bernardia* and other genera of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). Volume 61, Issue 4, pp 375–391.
- Dehgan B. (1982). Comparative anatomy of the petiole and infrageneric relationships in *Jatropha* (Euphorbiaceae).
- Da Cunha Neto, I. *et al.* (2014). Leaf anatomy as subsidy to the taxonomy of wild *Manihot* species in *Quinquelobae* section (Euphorbiaceae). *Botanical Society of Sao Pablo*. Volumen 37: 481.

- Da, Silva *et al.* (2016). *Manihot allemii* sp. nov. (Euphorbiaceae s.s.) with entire and unlobed leaves from northern Brazil, with notes about foliar anatomy. *Nordic Journal of Botany*, 34: 134-140. doi:10.1111/njb.00992
- Dehay, C. (1935). L`appareil Libéro- Ligneux Fliair des Euphorbiacieés. *Ann. Sci.nat.* b.Sér. 10,17,147-29.
- Ferreira, E. *et al.* (2003). Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil: IV - *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* e *Euphorbia heterophylla* Leaf anatomical studies in weed species widely common in Brazil: IV - *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* and *Euphorbia heterophylla*. *Planta Daninha*, Volume 21, Number 2. Pp. 263-271
- Howard R.A. (1979). The petiole. En: Metcalfe C.R. y Chalk L. Eds. *Anatomy of the Dicotyledon*. Vol. I, 2a ed., pp. 88-96, Clarendon Press, Oxford.
- Lundell, C. (1945). The Genus *Cnidocolus* in Mexico: New Species and Critical Notes. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 72(3), 319-334. doi:10.2307/2481291
- Marques, A. *et al.* (1999). Effects of Sun and Shade on Leaf Structure and Sclerophylly of *Sebastiania myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. *Boletim De Botânica*, 18, 21-27

- Martínez, M. *et al.* (2002). Géneros de la familia Euphorbiaceae en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 73(2): 155-281.
- Maya-Lastra & Steinmann. (2018). A nomenclator of *Cnidoscolus* (Euphorbiaceae). Phytotaxa 346 (1): 001-030.
<https://www.biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.346.1.1>
- Maya-Lastra & Steinmann. (2019). Evolution of the untouchables: Phylogenetics and classification of *Cnidoscolus* (Euphorbiaceae). Systematic and phylogeny. TAXON. 12093.
- McVaugh, R. (1944). The genus *Cnidoscolus*: generic limits and infrageneric groups. Bull Torrey Bot. Club 71(5):457-474
- Melo, A. *et al.* (2008). O gênero *Cnidoscolus* Pohl. (Crotonoideae-Euphorbiaceae) en el Estado de Pernambuco, Brasil. Acta Botanica Brasilica , 22 (3), 806-827
- Metcalfe, C. & Chalk, L. (1950). Anatomy of the dicotyledons: Leaves, Stem, and Wood in Relation to Taxonomy with notes on economic uses. Vol I. Clarendon Press Oxford. 724 pp.
- Metcalfe, C. & Chalk, L. (1950). Anatomy of the dicotyledons: Leaves, Stem, and Wood in Relation to Taxonomy with notes on economic uses. Vol II. Clarendon Press Oxford. 1207-1235 p.

- Miller, K. I., and G. L. Webster. (1962). Systematic Position of *Cnidoscolus* and *Jatropha Bnttoma* 14 .pp.174-180
- Murillo, J. (2002). Anatomía foliar de la subtribu Conceveibinae (Euphorbiaceae). Rev. Biol. Trop. Volumen 50(1). Pp. 9-20
- Léandi, J. (1928). Structure Particuliere Du Rhizom d'un Dhapne. Bull. Soc. Bot. Fr.75, 243-248.
- Orozco, A. (2013). Caracterización farmacobotánica de tres poblaciones del género *Cnidoscolus* (Chaya) con fines de cultivo y comercialización. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.
- Pereira, S. *et al.* (2014). EFFECTS OF IN VITRO CULTURE ON THE LEAF ANATOMY OF *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) EFEITOS DA CULTURA IN VITRO NA ANATOMIA FOLIAR DE *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). Volumen 30. No. 6. PP. 1933-1941.
- Pérez, M. *et al.* (2016). Importancia nutricional, farmacológica, y química de la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*). Revisión bibliográfica. Temas de Ciencia y Tecnología. vol. 20 número 60. PP. 43 – 56.
- Radcliffe-Smith, A. (1987). Flora of Tropical Africa. Royal Botanic Gardens, Kew.

- Raju, V. & P. Rao. (1977). Variation in the structure and development of foliar stomata in the Euphorbiaceae. *Bot. J. Linn. Soc.* 75: 69-97.
- Rôças, G., Barros, C. & Scarano, F. Leaf anatomy plasticity of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. *Trees* 11, 469–473 (1997). <https://doi.org/10.1007/PL00009688>
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- Silva, D. *et al.* (2017). Leaf anatomy of cassava (*Manihot esculenta* Crantz. cv. IAC-12) after herbicides application to control weeds in Minas Gerais, Brazil. *Acta Agronómica*, 66(3), 385-390
- Silva, J. *et al.* (2017) Morphological and anatomical evidence support a new wild cassava: *Manihot fallax* (Crotonoideae, Euphorbiaceae), from Mato Grosso, Brazil *PhytoKeys* 91: 139–156. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.91.21465>
- Steibel, E. (1995). Las Euforbiaceas (Euphorbiaceae Juss.) Nativas, naturalizadas y adventicias de la provincia de la Pampa, República Argentina. *Rev. Fac. Agronomía UNLPamp.* Volumen (8 No. 2). PP 70-71.
- Steinmann, V. (2002). Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*, (61), 61 - 93.

- Tadavi & Bahdane (2014). TAXONOMIC SIGNIFICANCE OF THE RACHIS, PETIOLE AND PETIOLULE ANATOMY IN SOME EUPHORBIACEAE. Biolife. ISSN (online): 2320-4257. www.biolifejournal.com. INDIA
- Torres, D. y García, G. (2014). Análisis del papel de los caracteres foliares de *Cnidoscolus* (Euphorbiaceae) en la defensa contra herbívoros y patógenos. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 17(2), 126-134.
- Webster, G. L. (1975). Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. Taxon 24:593-601.
- Webster, G. L. (1994). Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden 81:33-144.
- Wemmenson, E. *et al.* (2019). Ethnobotanic, phytochemical uses and Ethnopharmacological profile of genus *Cnidoscolus Spp.* (Euphorbiaceae) A comprehensive overview. Biomedicine & Pharmacotherapy.109. (2019). 1670-1679.

Sitios Web

<http://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/>

<https://www.naturalista.mx/observations/5446801>