



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Huejutla

CLAVE: 13DIT0001E

TITULACIÓN INTEGRAL

TESIS PROFESIONAL

**"Diversidad de Licopodios y Helechos en
cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense"**

Para obtener el Título de
Licenciatura en Biología

Integrantes

Mariana Hernández Francisco
Luis Alberto Pérez Hernández

Directora

Dra. Dorismilda Martínez Cabrera

Marzo 2019



Km. 5.5 Carretera Huejutla-Chalahuiyapa, C. P.
43000
Huejutla de Reyes, Hgo. Tel./Fax: 789 89 60648
Email: dir_huejutla@tecnm.mx
www.tecnm.mx | www.ithuejutla.edu.mx



RSGC-582 Alcance de la Certificación: Servicio educativo que
comprende desde la inscripción hasta la entrega del Título y
Cédula Profesional de licenciatura

Fecha de Actualización: 2018.09.13

DEDICATORIA

Primer autor: A mis padres Juan Pérez Lara y Rosalía Hernández Cuevas, por haberme brindado su apoyo incondicional, por apoyarme en mi educación y sus consejos para poder sobresalir como persona durante mi carrera como estudiante, por haber hecho un gran esfuerzo para que yo llegue a cumplir una de mis grandes metas. Sobre todo por estar conmigo en los buenos y malos momentos y por haberse convertido en un gran impulso y motivación para mi vida.

Segundo autor: a mi familia en especial a mi mamá mi ejemplo más importante que demuestra de que no hay imposibles Ana María Francisco Hernández por darme la vida, por su amor, cariño, consejos, valores y principios para poder sobresalir y cumplir unas de mis metas; además de nunca haberme abandonado en los momentos más importantes y difíciles, por confiar en mí y darme la dicha de llegar hasta donde he llegado, te amo mamá.

A mis hermanas Leticia Deneb Hernández Francisco, Nora Hilda Hernández Francisco y Alkaitd Hernández Francisco por haber creído en mí, por su apoyo incondicional y consejos, las amo.

AGRADECIMIENTOS

Ambos autores queremos agradecer a:

A la Dra. Dorismilda Martínez Cabrera, por haber sido nuestra directora de tesis, por sus consejos, tiempo, dedicación y enseñanzas, a lo largo de los meses que estuvo con nosotros, de igual manera durante el tiempo de trabajo de laboratorio para la identificación de los ejemplares colectados.

A nuestro amigo de escuela Herry del Ángel Hernández Ramos y al Ingeniero Felipe de Jesús García Vargas por su aporte con algunos materiales y la toma de fotografías de algunos ejemplares botánicos que fueron esenciales y de gran ayuda para nuestro trabajo de tesis.

A nuestros compañeros y amigos estudiantes Luis Enrique Sánchez Hernández, Luis Ángel F. Martínez Espinoza, Eleimy Hernández Bautista, Beatriz Hernández Castro, Jhosimar López Grande y Kiauitsin Uraga Amador por su compañía y apoyo dentro y fuera de la escuela.

Al Biólogo Ricardo Redondo González, por su gran apoyo y aporte de ideas para esta investigación.

A la M. en C. Alejandra López Mancilla y al Ing. Rosalba Galván Gutiérrez, por la revisión de la tesis.

A los delegados de las diferentes comunidades de Huazalingo, Huejutla, Jaltocán y San Felipe Orizatlán por habernos abierto las puertas y brindado las facilidades para que nosotros pudiéramos llevar a cabo nuestras colectas de los ejemplares para este trabajo de tesis.

Primer autor: Agradecerle de todo corazón a mi compañera de trabajo de tesis, amiga y gran ser humano Mariana Hernández Francisco por su apoyo incondicional y porque estuvo en los buenos y malos momentos ya que sin su colaboración este proyecto no hubiera sido posible.

Segundo autor: mi más grande gratitud con todo cariño a mi compañero de trabajo de tesis Luis Alberto Pérez Hernández por su apoyo incondicional en todo momento, por no abandonarme y estar a mi lado siempre.

INDICE GENERAL

I. INDICE DE CUADROS.....	iii
II. INDICE DE FIGURAS.....	iv
III. RESUMEN.....	1
IV. INTRODUCCIÓN.....	2
V. ANTECEDENTES.....	4
VI. OBJETIVOS.....	6
6.1 Objetivo general.....	6
6.2 Objetivo específico.....	6
VII. MARCO TEORICO.....	7
7.1 Clasificación taxonómica de las Pteridofitas.....	7
7.1.1 Características generales de las Pteridofitas (s. l.).....	9
7.1.2 Estructuras reproductivas.....	15
7.1.3 Ciclo de vida de un helecho.....	17
VIII. JUSTIFICACIÓN.....	19
IX. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
9.1 Localización geográfica.....	20
9.2 Clima.....	21
9.3 Orografía.....	21
9.4 Vegetación.....	22
9.5 Hidrografía.....	22
9.6 Suelo.....	22
X. MATERIALES Y MÉTODO.....	23
10.1 Trabajo de campo.....	23
10.2 Trabajo de laboratorio.....	26
10.3 Trabajo de gabinete.....	27
10.3.1 Elaboración del listado de licopodios y helechos.....	27
10.3.2 Estimación del porcentaje de constancia (PC) de las especies.....	27
10.3.3 Análisis de similitud de especies entre los sitios de estudio.....	27
XI. RESULTADOS.....	28
11.1 Elaboración del listado de licopodios y helechos.....	28

11.2	Sustrato de crecimiento de las especies.....	33
11.3	Porcentaje de constancia de las especies de lycopodios y helechos de la Selva Mediana Subperennifolia (SMS) de la Huasteca Hidalguense.....	34
11.4	Análisis de similitud de especies entre los sitios de estudio.....	37
XII.	DISCUSIÓN.....	38
XIII.	CONCLUSIONES.....	41
XIV.	LITERATURA CITADA.....	42
XV.	ANEXO.....	48

I. INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas geográficas y altitud de los municipios del área de estudio.....	20
Cuadro 2. Localidades muestreadas de los municipios del estado de Hidalgo.....	23
Cuadro 3. Familias, géneros y especies de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.....	28
Cuadro 4. Número y porcentaje de géneros por familia de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.....	31
Cuadro 5. Número y porcentaje de especies por familia de licopodios y helechos de la SMS.....	31
Cuadro 6. Número y porcentaje de especies por género de licopodios y helechos de la SMS.....	32
Cuadro 7. Frecuencia y porcentaje de presencia de licopodios y helechos de la SMS.....	34

II. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Filogenia de las Pteridofitas.....	8
Figura 2. Morfología del helecho.....	11
Figura 3. Márgenes de la hoja.	12
Figura 4. Láminas divididas	12
Figura 5. <i>Selaginella sulcata</i> , detalle de estróbilo y micrófilas.....	13
Figura 6. Tipos de venación.....	13
Figura 7. Tipos de escamas	14
Figura 8. Formas de tricomas.....	14
Figura 9. Forma de los soros.....	16
Figura 10. Formas del indusio.....	16
Figura 11. Tipo de esporangios.....	17
Figura 12. Ciclo de vida de los helechos homosporicos terrestres.....	18
Figura 13. Mapa del área de estudio.....	21
Figura 14. Recolecta, prensado y toma de datos de los ejemplares.....	25
Figura 15. Identificación taxonómica de las especies.....	26
Figura 16. Número de especies de licopodios y helechos, por sustrato de crecimiento.....	33
Figura 17. Número de especies por localidad de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.....	33
Figura 18. Análisis de similitud de especies entre los sitios de estudio con base en el coeficiente de Jaccard.....	37

III. RESUMEN

El presente estudio fue realizado en cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense, el objetivo principal fue obtener un listado de licopodios y helechos de 20 localidades de los municipios de San Felipe Orizatlán, Jaltocán, Huejutla y Huazalingo. El trabajo de campo se efectuó en el periodo de Julio-Octubre del 2018, cada sitio fue explorado al menos dos ocasiones. Se realizó un análisis de similitud entre los municipios incluidos, a través del coeficiente de Jaccard. Los resultados muestran que en la Selva Media Subperennifolia se encontraron 12 familias, 24 géneros, 45 especies, 4 variedades y 1 híbrido. Las familias más diversas fueron Thelypteridaceae (6 géneros), Polypodiaceae (5 géneros) y Pteridaceae (3 géneros). Los géneros más diversos fueron: Polypodiaceae (14 especies), Thelypteridaceae (9 especies), Selaginellaceae (8 especies), Pteridaceae (6 especies), Anemiaceae y Aspleniaceae (3 especies), Dryopteridaceae (2 especies). Se registra la presencia de 4 especies como nuevos registros para la Huasteca Hidalguense: *Selaginella flagellata*, *Thelypteris pilosohispida*, *Pleopeltis gutattum* y *Pleopeltis rzedowskianum*. Las especies con más amplia distribución dentro de la SMS son *Tectaria heracleifolia* con un porcentaje de constancia de 65%, *Adiantum tenerum* con 55%. El análisis de similitud mostró que los municipios con mayor semejanza florística fueron Jaltocán y Huejutla, con un valor de similitud de 0.55, seguido por el municipio de San Felipe Orizatlán, con 0.45. Los resultados contribuyen a aumentar el conocimiento sobre la riqueza de licopodios y helechos de la Huasteca Hidalguense.

IV. INTRODUCCIÓN

Las Pteridofitas del griego pteris (helecho) y phyton (planta), engloba los helechos y plantas afines (licopodios, isoetes, selaginelas y equisetos) junto con las plantas con flores son el grupo de vegetales más diverso en la tierra (Delgado y Plaza, 2006). Los helechos se han utilizado como un grupo de estudio importante para entender los patrones de riqueza de especies a nivel mundial, por encontrarse ampliamente distribuidos en el planeta entre 10,000 y 13,000 especies (Moran, 2008).

Los helechos se encuentran muy bien adaptados a diferentes hábitats en la naturaleza, ya que existen en el suelo, en los troncos de los árboles, sobre rocas y en forma acuática, así mismo se les puede localizar en diversos climas como los templados, tropicales y hasta en zonas semiáridas (Pacheco y Lorea, 1985). Por otro lado, los helechos contienen especies adaptadas a ambientes con un alto grado de perturbación y otras sensibles a los cambios ambientales, razón por la cual se han utilizado para tratar de entender los procesos que ocurren en los ecosistemas cuando existe una perturbación (Paciencia y Prado, 2005; Rodríguez-Romero *et al.*, 2008; Mehlreter, 2008; Haro-Carrión *et al.*, 2009; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014).

Los helechos y licopodios son parte importante del dosel arbóreo y del sotobosque, principalmente en la zona montañosa húmeda, donde tienen un papel sobresaliente en el balance hídrico (Ambrose, 2004). En la mayoría de las comunidades vegetales son un componente de la estructura, por lo que conocer la diversidad, distribución y dinámica de sus poblaciones es fundamental para entender los procesos de sucesión y restauración (Hill y Silander Jr., 2001; Paciencia y Prado, 2005). Este tipo de trabajos ha fomentado la comprensión de los patrones espaciales de la riqueza de especies y los mecanismos que subyacen estos patrones (Blackburn y Gaston, 1996).

La mayoría de los estudios pteridoflorísticos en México se han desarrollado en zonas templadas, siendo escasos los efectuados en las regiones de bosque tropical (BT). Cabe destacar que en las últimas décadas el BT ha sufrido una acelerada

transformación a consecuencia de la deforestación, asentamientos humanos y cambio de uso de suelo.

Por lo que, consideramos relevante inventariar los recursos florísticos como son las pteridofitas en este tipo de vegetación, con la finalidad de que se puedan generar propuestas de manejo y conservación de las especies que alberga la selva mediana subperennifolia (Bosque Tropical Subcaducifolio *sensu* Rzedowski, 1978) en la Huasteca Hidalguense. Además tienen una acción importante como regeneradores en el hábitat y buenos indicadores de los cambios ambientales.

V. ANTECEDENTES

En el mundo, según estimaciones de Mickel y Smith (2004), existen 10,000 especies. México, con 1,014 contiene alrededor del 10% de la diversidad mundial. Si tomamos en cuenta el concepto de Megaméxico utilizado por Rzedowski (1991), esta área posee el 20% de todas las especies del mundo. Brasil, como punto de comparación, tiene registradas 1,200 en la “Lista de Especies de Flora de Brasil”.

El conocimiento histórico de la Pteridoflora mexicana se remonta principalmente a los años 1571-1576, con el primer registro de 52 especies de helechos y licopodios en el trabajo “Historia de las plantas de la Nueva España” (Lira y Riba, 1993).

Después de estos trabajos clásicos que marcaron la pauta sobre el estudio de este grupo de plantas, en los últimos 60 años la Pteridología mexicana ha avanzado significativamente con numerosas aportaciones de índole taxonómica y florística, mereciendo especial atención las floras de Knobloch y Correll (1962) para Chihuahua; Smith (1981) para Chiapas; Mickel y Beitel (1988) para Oaxaca y Mickel (1992) para Nueva-Galicia (región que abarca el oeste de Jalisco, Colima, Nayarit, Durango, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán), que han sido la piedra angular para el desarrollo de la Pteridología en México. Por otra parte, Cerón-Carpio *et al.*, (2006), obtienen un listado de 35 géneros y 66 especies de pteridofitas en Tlatlauquitepec, Puebla.

Los estudios de helechos y licopodios de bosque tropical son escasos en México, entre los que podemos citar se encuentran el de Tejero-Díez (2007), quien realizó un estudio de pteridofitas en el estado de México, en el que inventarió 52 especies para bosque tropical y 32 en bosque tropical caducifolio.

Cerón-Carpio *et al.* (2012), realizaron un inventario pteridoflorístico en la Cuenca hidrográfica del río Necaxa, Puebla, listando 108 especies, de las cuales 20 se encuentran registradas en selva mediana subcaducifolia.

Cetzal-Ix *et al.* (2013), menciona que en Tacotalpa, Tabasco se registran 17 familias, 28 géneros y 43 especies de helechos y licofitos en fragmentos de selva mediana subperennifolia. De igual manera, Acebey *et al.*, (2014) obtuvieron un

inventario de helechos y licofitos de la Reserva de la biosfera los Tuxtlas Veracruz, en el que registran 24 familias, 74 géneros y 246 taxones, de los cuales 115 especies se encuentran en selva alta perennifolia y 23 en selva mediana perennifolia.

Sánchez-González *et al.*, (2016) menciona que en el estado de Hidalgo se registran 362 especies de helechos y licopodios, de las cuales 38 especies pertenecen al bosque tropical subcaducifolio. De acuerdo a Isidro y Hernández (2017), en el noreste del estado se registraron 13 familias, 26 géneros, 53 especies, 4 variedades y un híbrido en selva mediana subperennifolia. Sin embargo, en este trabajo solo se muestrearon cinco de los ocho municipios que se encuentran dentro de la región de la Huasteca Hidalguense.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Aportar información sobre las familias, géneros y especies de licopodios y helechos presentes en la Selva Mediana Subperennifolia de la Huasteca Hidalguense (Jaltocán, Huejutla, San Felipe Orizatlán y Huazalingo), para obtener información sobre su riqueza (listado de las especies recolectadas) y distribución.

6.2 Objetivos específicos

- Recolectar y determinar taxonómicamente las especies de licopodios y helechos de la Selva Mediana Subperennifolia, considerando tanto zonas conservadas como perturbadas.
- Obtener un listado de las especies de licopodios y helechos presentes en la SMS, así como determinar que especies están en categoría de riesgo, en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Conocer los sustratos de las especies determinadas taxonómicamente.
- Estimar el porcentaje de constancia de las especies de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.
- Realizar un análisis de similitud de especies entre los sitios de estudio.
- Elaborar un catálogo de las especies de licopodios y helechos presentes en la SMS de la Huasteca Hidalguense.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1 Clasificación taxonómica de las Pteridofitas

El término “pteridofitas y plantas afines”, (pteridofitas *s. l.*) se aplica al grupo que comprende a los helechos, psilófitos, licófitas y equisetos. En estudios filogenéticos recientes, realizados con base en el análisis de características morfológicas y datos moleculares, se encontró una dicotomía basal en las plantas vasculares: en una de las ramas se encuentran las licófitas, con menos del 1% de la diversidad de las traqueofitas, que se caracterizan por tener licófilas, es decir hojas con meristemas intercalares; y en otra rama están las eufilofitas, que son plantas con hojas eúfilas, es decir con meristemas marginales (Smith, 2006; Muñiz y Eslava, 2014). Estos grupos comparten un ciclo de vida con dos fases independientes de gametofito y esporofito (Haufler *et al.*, 2016).

Las eufilofitas comprenden dos clados: las espermatofitas, plantas con semilla, con alrededor de 280,000 especies, y las monilofitas, que incluyen entre 9,000 y 11,500 especies; en este último grupo se incluye a las Ophioglossidae (Psilotales y Ophioglossales), los equisetales (Equisetidae), Marattiidae (Marattiiales) y Polypodiidae “leptosporangios” Osmudales, Hymenophyllales, Ggleicheniales, Schizaeales, Salviniales, Cyatheales y Polypodiales (Muñiz y Eslava 2014) (Fig. 1).

En la reclasificación propuesta por la PPG 1 (2016), se reconocen dos clases de Pteridofitas: Lycopodiopsida (lycophytes) y Polypodiopsida (helechos). Dentro de Lycopodiopsida, se incluyen tres órdenes (Lycopodiales, Isoetales, y Selaginellales). Orden Lycopodiales Incluye una familia y 16 géneros, mientras que los órdenes Isoetales y Selaginellales contienen cada uno una sola familia mono-genérica. Dentro de Polypodiopsida, reconocemos cuatro subclases: Equisetidae (cola de caballo); Ophioglossidae; Marattiidae; Polypodiidae (leptosporangiales). Equisetidae, incluye un orden con una sola familia pequeña y un género (*Equisetum* L.). La subclase Ophioglossidae abarca dos órdenes, cada uno con una sola familia, y un total de 12 géneros. Marattiidae incluye solo un orden, una familia y seis géneros (Fig. 1).

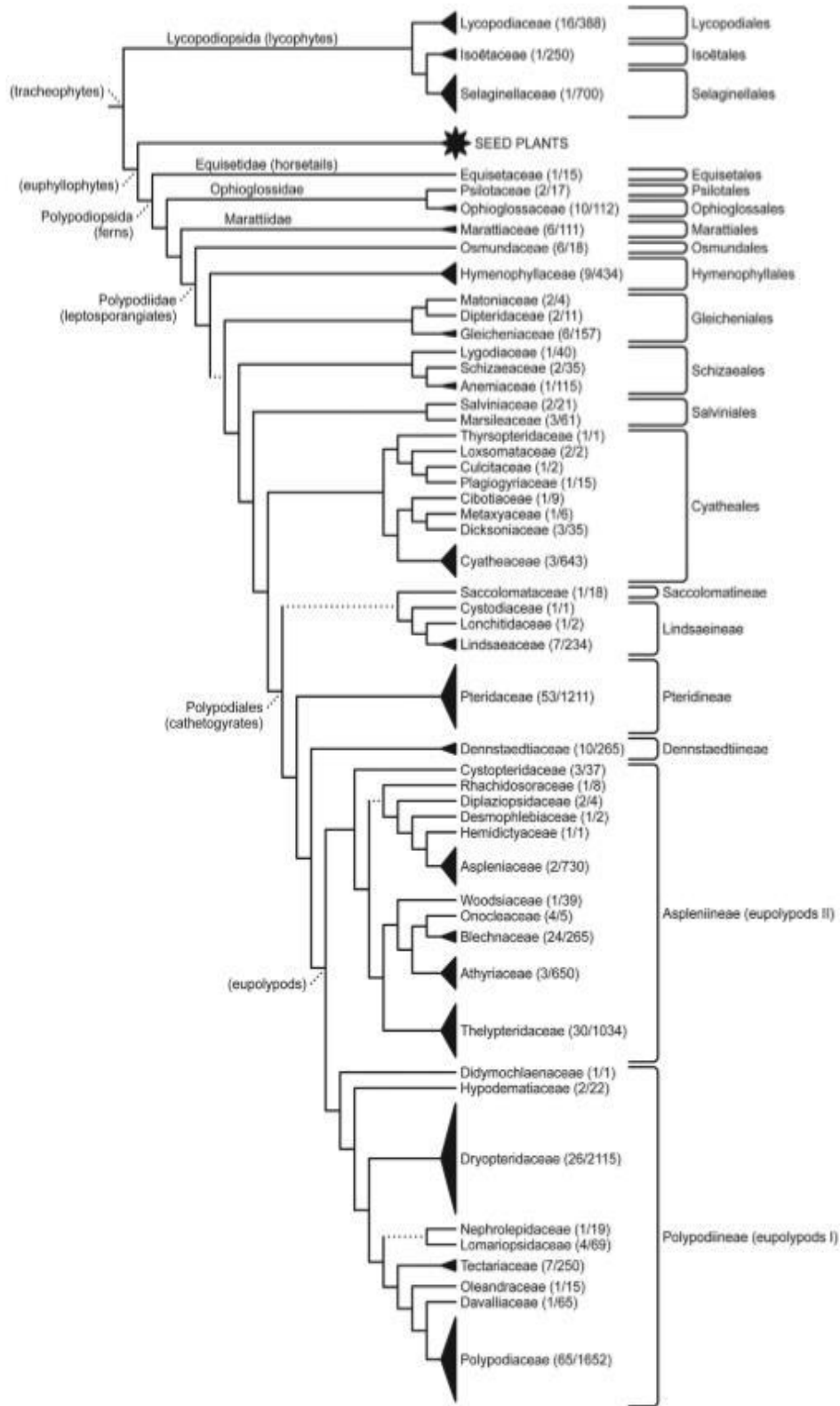


Figura 1. Filogenia de las Pteridofitas que representa las relaciones entre las familias de licofitos y helechos (Imagen tomada de PPG I, 2016).

7.1.1 Características generales de las Pteridofitas (s. I.)

En general los helechos son plantas cuya parte más evidente son sus frondes (hojas de los helechos), de tamaño variable, compuestas por una lámina entera o dividida, dispuesta en un mismo plano, de color verde y que no produce flores (Fig. 2) (Delgado y Plaza, 2006). La planta madura del helecho está constituida de las mismas partes que las otras plantas: raíces, tallo y hojas; éstas son estípitas, rara vez sésiles, articuladas con el rizoma o con el raquis; morfológicamente pueden ser enteras, recortadas, acerradas, laciniadas, dentadas y pinnadas (Fig. 3); llegando a medir desde pocos milímetros, hasta tres metros de largo o más (Mickel y Beitel, 1988).

Rizoma. Los helechos y licófitos se caracterizan por presentar una parte subterránea o reptante y otra aérea. La parte subterránea corresponde al tallo, que tiene crecimiento horizontal y por tanto se conoce como rizoma, el cual puede ser largo o corto, pero a veces puede ser erecto y alcanzar varios metros de altura. Hacia el ápice o a lo largo del rizoma surgen las hojas, las cuales son la parte visible de la mayoría de helechos. El rizoma está cubierto por pelos o escamas y su variabilidad morfológica es un carácter muy importante para separar grupos de géneros y especies. En *Selaginella* se encuentran rizóforos, que son unos tallos alargados desprovistos de hojas y que en el ápice tienen un penacho de raíces, muy importantes para anclar la planta al suelo (Méndez y Murillo, 2014).

Tallo. Es relativamente incospicuo, algunos son rastreros y se propagan sobre la superficie de la tierra, debajo del suelo o de los fangos, también los hay cortos, globosos o en forma nudosa; en éste caso se les da el nombre de rizomas y suelen estar cubiertos de escamas delgadas protectoras. Las longitudes varían con la especie, puede haber desde algunos pocos milímetros hasta diez o más metros en helechos arborescentes (Mickel y Beitel 1988).

Hojas. Pueden ser no divididas y se les llaman simples, o pueden ser compuestas, es decir divididas una o más veces desde el raquis hasta el margen, y se conocen como 1-pinnadas, dos veces dividida 2-pinnadas, si está dividida tres veces 3-pinnadas, cuatro veces dividida 4-pinnadas, cinco veces dividida 5-pinnadas (Fig. 4).

En las hojas compuestas la primera división se conoce como pinna y las divisiones sucesivas son pínulas, mientras que el eje principal es el raquis. Muchas veces no se alcanza a completar una división y se forma un seno que se aproxima al raquis, en este caso se dice que la hoja, la pinna o la pínula son pinnatisectas, pero si el seno está más cerca de la margen son pinnatífidas. Las hojas en los licófitos son simples, numerosas y en general son menores de 0.5 cm de longitud. Están organizadas espiraladamente en la familia Lycopodiaceae, mientras que en Selaginellaceae forman cuatro filas, dos de hojas mediales más pequeñas que las dos filas de hojas laterales (Fig. 5), (Méndez y Murillo, 2014).

La lámina de las hojas de los helechos esta recorrida por numerosas venas características que las distingue de los licopodios. La venación y puede ser libre o anastomosada (Fig. 6). Las licófitas tienen una sola vena y se les llama uninervias, mientras que en la mayoría de helechos la venación es multinervia.

Venación. Es libre cuando las venas no se unen, si no se ramifican son venas simples y si se ramifican dicotómicamente se dice que son furcadas, dependiendo de cuantas veces se ramifiquen se conocen como 1-furcadas, 2-furcadas. La venación anastomosada se caracteriza porque las venas se unen formando una red, de tal forma que el espacio de tejido laminar limitado por venas se conoce como areola, por lo que también se le llama venación reticulada o areolada (Fig. 6). A veces se presenta una venación mixta, es decir parte es libre y parte es anastomosada, como en *Pteris podophylla*. El tipo de venación es utilizado para separar géneros y especies (Méndez y Murillo, 2014).

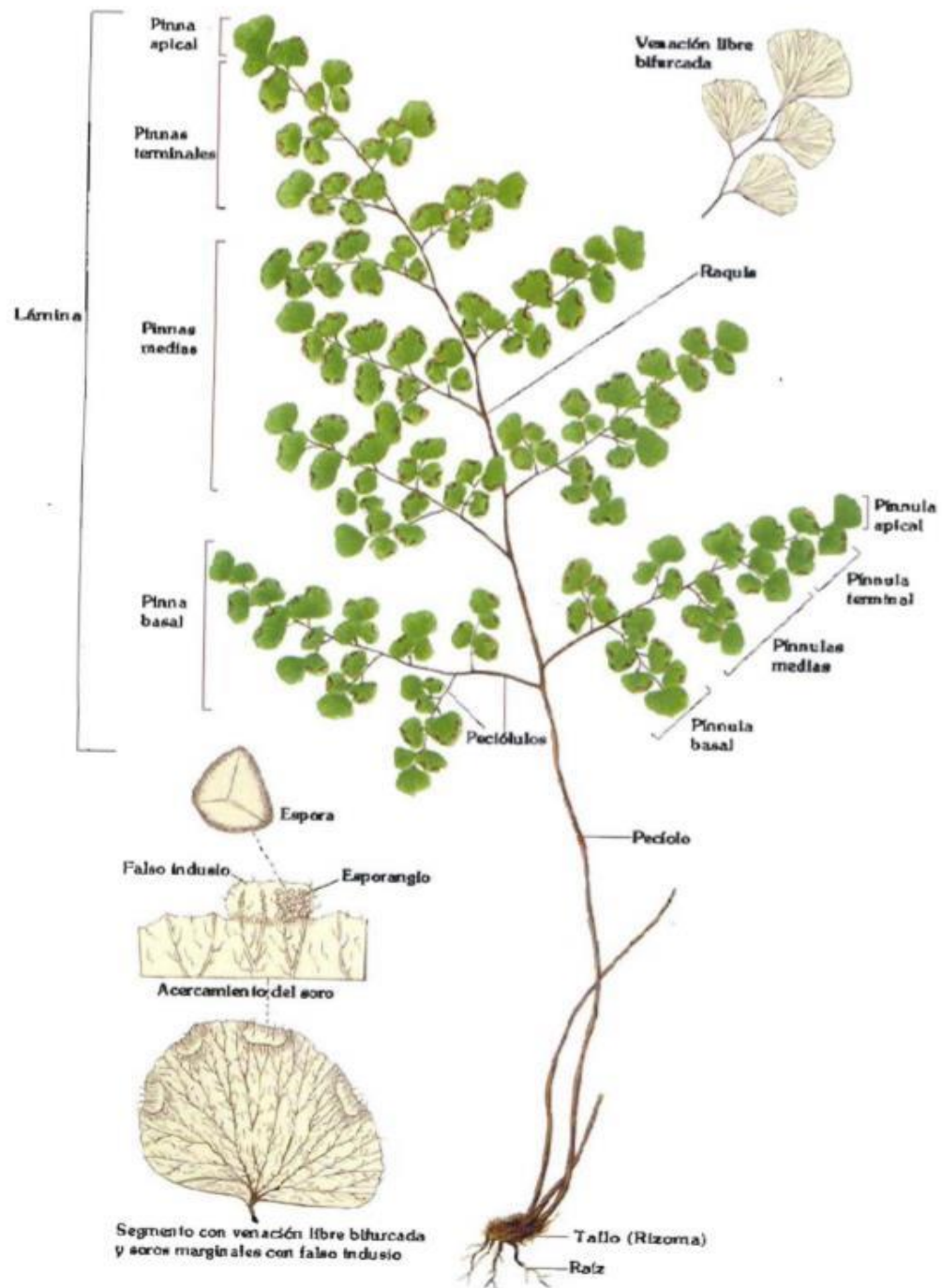


Figura 2. Morfología del helecho mostrando la lámina, tallo, raquis, rizoma, raíz, pecíolo, segmentos, pinnas, pínulas (Imagen tomada de Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009).

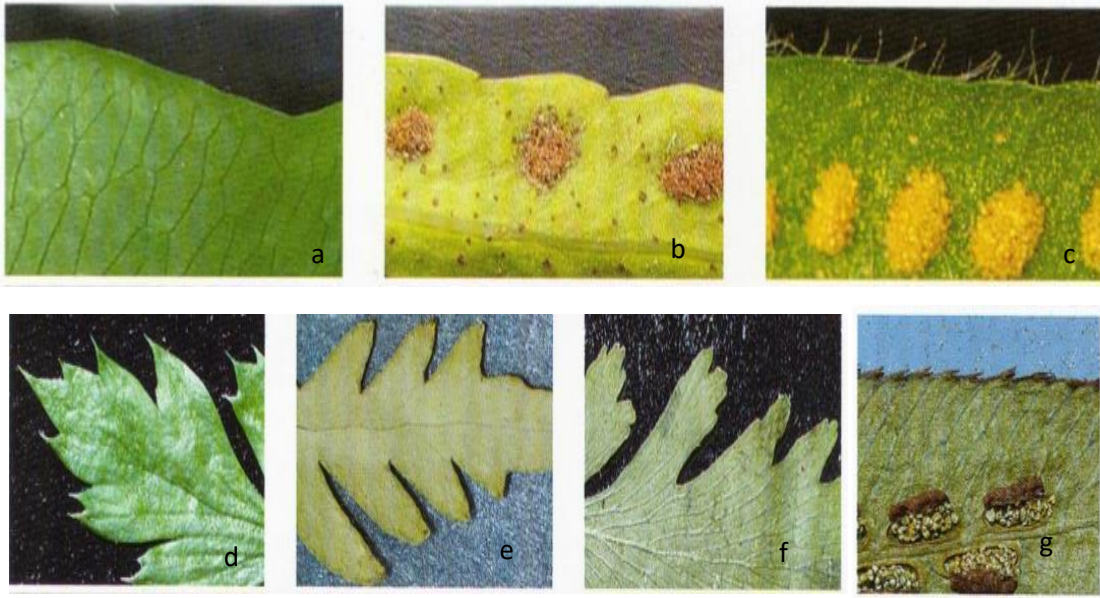


Figura 3. Márgenes de la hoja. **a)** Entero, **b)** Crenado, **c)** Ciliado, **d)** Dentado, **e)** Lobado, **f)** Inciso, **g)** Aserrado.



Figura 4. Láminas divididas. **a)** Hoja simple, **b)** 1-pinnada, **c)** 2-pinnada, **d)** 3-pinnada, **e)** 4-pinnada, **f)** 5-pinnada (Imagen tomada de Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009).



Figura 5. *Selaginella sulcata*, detalle de estróbilo y micrófilas (Imagen tomada de Salas, 2010).

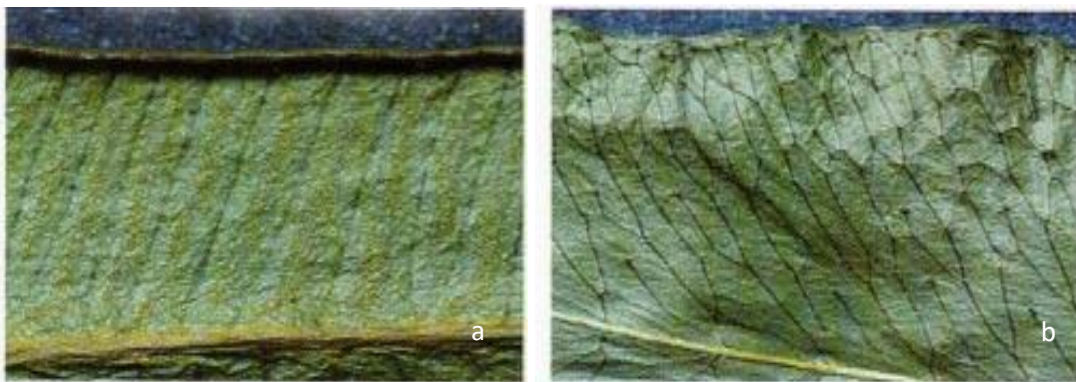


Figura 6. Tipos de venación. **a)** Venación libre , **b)** Venación anastomosada

Indumento. Las plantas pueden estar cubiertas por un indumento formado por pelos o escamas; sin embargo, cuando no se presenta ninguna de estas estructuras se conocen como glabras. Las escamas se diferencian de los pelos en que son estructuras aplanadas de dos o más células de ancho, estas tienen variadas formas, tamaños y colores, lo que permite que sean muy importantes para separar géneros y especies, generalmente están presentes en el rizoma, pero muchas veces también en las hojas. Cuando son del mismo color se llaman con coloras, pero si el centro tiene un color, generalmente oscuro, y el margen otro, generalmente claro, se conocen como bicoloras. Cuando las paredes celulares son bien notorias y coloreadas de oscuro y el

lumen celular es translucido o iridiscente, y forman una estructura como una red o malla se conocen como clatradas (Fig. 7). Los pelos también son muy variados, los hay simples, estrellados o ramificados, y pueden ser muy cortos, que no se aprecian a simple vista, o ser tan largos y abundantes que dan la apariencia de aterciopelado (Fig. 8), en lugar de pelos o escamas, el envés de la lámina se caracteriza por presentar una cera que generalmente es blanca o amarilla (Méndez y Murillo, 2014).

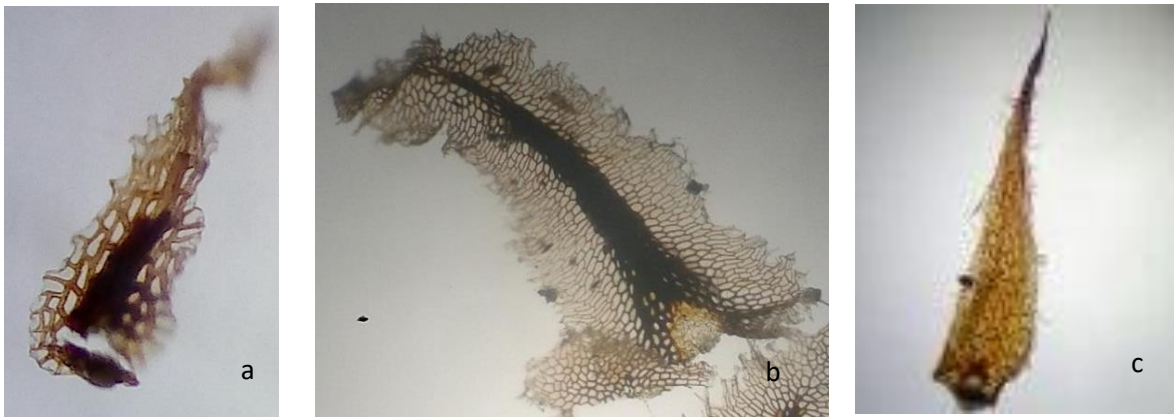


Figura 7. Tipos de escamas. **a)** Caltrada, **b)** Bicolora, **c)** Concolora ©Luis Alberto Pérez Hernández.

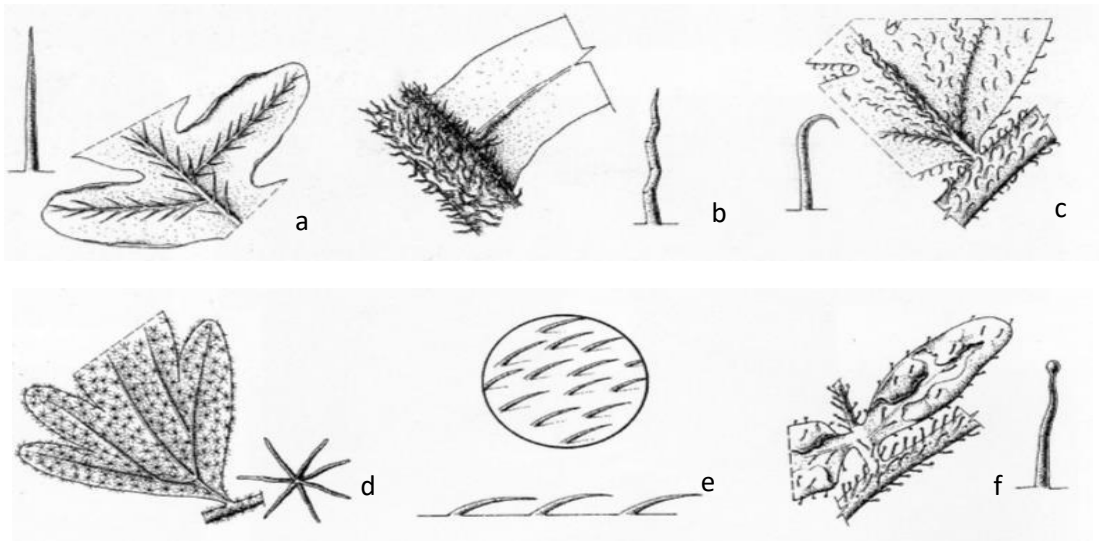


Figura 8. Formas de tricomas. **a)** Simples y aciculares, **b)** Septados, **c)** Hamados **d)** Estrellados, **e)** Simples y adpersos, **f)** Glandulares.

7.1.2 Estructuras reproductivas

Los **esporangios** son pequeñas cápsulas que contienen esporas y generalmente se agrupan en pequeños racimos formando los soros pero también los hay fusionados formando sinangios. Los **soros** presentan distintas formas y pueden ser redondeados, elípticos, arriñonados, alargados a lo largo de las venas y cubren el envés y se llama soro acrosticoide (Fig. 9).

Algunas veces los soros pueden estar cubiertos por un indusio, generalmente de la misma forma del soro, que se origina de la epidermis abaxial y se conoce como indusio verdadero o simplemente indusio, y cuando tienen soros marginales, se presenta tanto indusio verdadero como falso (Fig. 10), (Méndez y Murillo, 2014). Con pocas excepciones, los soros se forman en la cara inferior de las hojas u hojas modificadas y el indusio ofrece protección externa a los esporangios, sobre todo en las fases tempranas del desarrollo. Cuando cualquier hoja porta a los soros y realiza funciones fotosintéticas entonces se les llama monómórficas. Si los soros nacen sobre hojas o folíolos que están fuertemente modificadas y difieren de las hojas fotosintéticas se denominan dimórficas (Mendoza-Ruiz *et al.*, 2009).

El esporangio se caracteriza por presentar un pedúnculo que sostiene una cápsula generalmente uniestratificada este tipo de esporangio es llamado leptosporangiado (Fig.11), que es recorrida por una fila de células con paredes más gruesas y que se conoce como anillo, el cual es importante para la dispersión de las esporas. Las esporas de los helechos son estructuras microscópicas unicelulares, cuyas dimensiones van desde menos de 25 a más de 100 micras, pueden ser tetraédricas a casi globosas o reniformes (Erdtman y Sorsa, 1971).

Las esporas presentan una morfología muy variada, existen 2 tipos esporales básicos en función de la forma que tiene la apertura germinativa o lesura. Se denominan esporas triletes aquellos que presentan apertura germinativa trirradiada y monoletes aquellas en las que la apertura germinativa es lineal (Fig. 11). A través de la meiosis se forma un número variable de esporas que son dispersadas con el fin de que germinen nuevos gametofitos. Según el tamaño de las esporas podemos dividir los helechos en isospóreos, que producen esporas de igual tamaño, y heterospóreos, que presentan esporas de diferente tamaño.

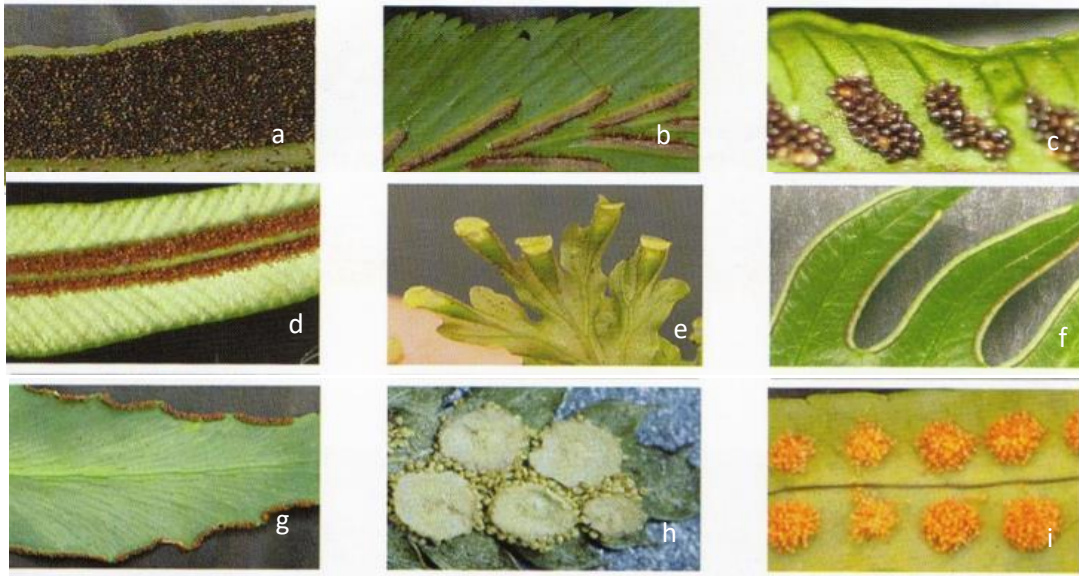


Figura 9. Forma de los soros. **a)** Acrosticoides, **b)** Alargados con indusio, **c)** Alargados sin indusio, **d)** Paralelos a las venas, **e)** En forma de copa o tubo, **f)** Marginales continuos, **g)** Marginales discontinuos, **h)** Redondeados con indusio, **i)** Redondeados sin indusio.

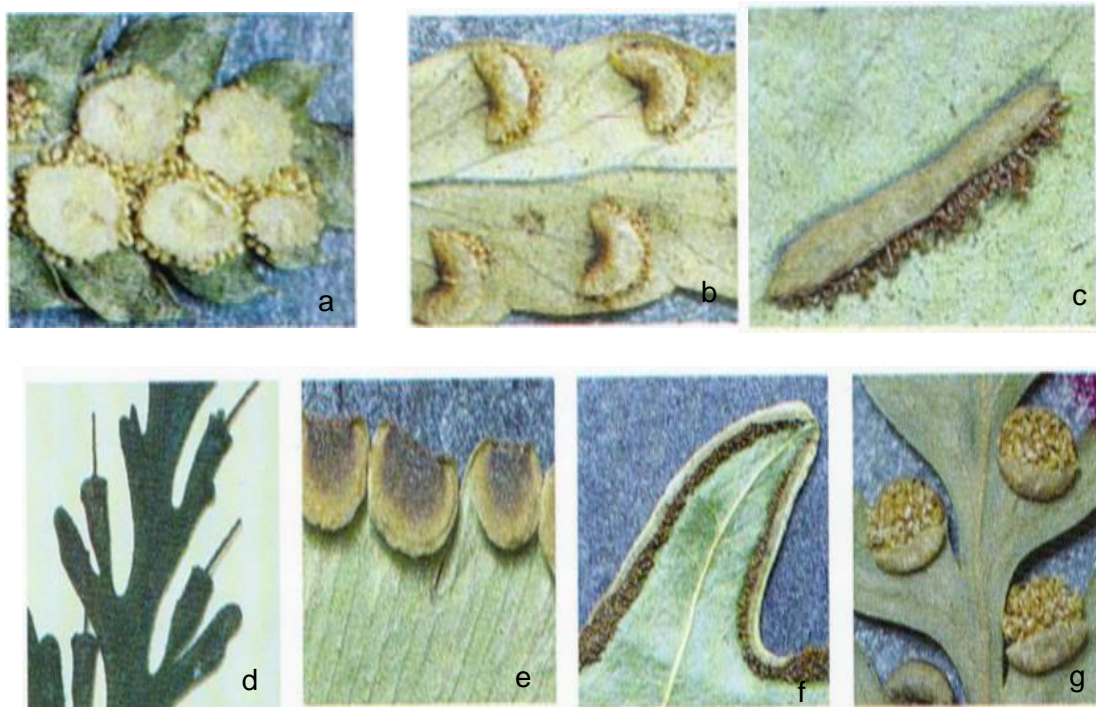


Figura 10. Forma del indusio. **a)** Circular, **b)** Reniforme, **c)** Elongado en la vena, **d)** Forma de trompeta, **e)** Discontinuo en margen, **f)** Continuo en margen, **g)** Valvados.

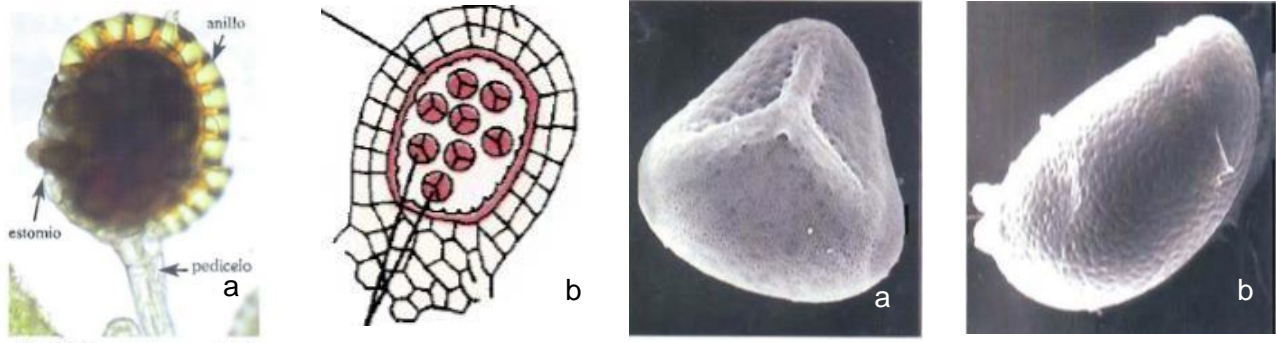


Figura 11. Tipo de esporangios. **a)** Leptosporangio, **b)** Eusporangio. Tipo de esporas **a)** Trilete, **b)** Monolete (Imagen tomada de Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009).

7.1.3 Ciclo de vida de un helecho

En los helechos homospóricos terrestres la germinación es exospórica, en la cual de la spora emerge la primera célula rizoidal que más tarde conformará un rizoide unicelular hialino; posteriormente surge la célula protálica, la cual sufre divisiones paralelas para formar un prótalo filamentoso, el cual después, por divisiones oblicuas, forma un gametofito laminar espatulado con un meristemo en posición apical o lateral. En estado adulto los prótalos son fotosintéticos, laminares o cordiformes, presentan un cojinete pluriestratoso en la superficie ventral, alas y una muesca central; los rizoides se desarrollan en la parte media basal de la superficie ventral de la lámina.

Los gametofitos maduros, o talos pueden ser monoicos, es decir que forman anteridios y arquegonios en el mismo talo, o dioicos, con gametangios en diferente talo. Los gametangios, anteridios y arquegonios, se forman en la superficie ventral; los anteridios se encuentran entre los rizoides o en las alas, y los arquegonios se forman en el cojinete, muy cercanos a la muesca. El vientre de cada arquegonio se encuentra embebido y el cuello sobresale. Una vez liberados los anterozoides multiflagelados se desplazan hacia los arquegonios a través de películas de agua, atraídos por quimiotaxis. El resultado de la fecundación es la formación de un cigoto diploide, dando inicio a la fase esporofítica. El embrión o esporofito joven se nutre a partir del gametofito, pero una vez que se forma las primeras hojas desarrolla raíces y se fija al sustrato, el desarrollo del esporofito es rápido y el gametofito muere. El esporofito es

la fase perenne de los helechos y el gametofito es más pequeño, tiene un lapso de vida muy corto (Fig.12), (Muñiz y Eslava, 2014).

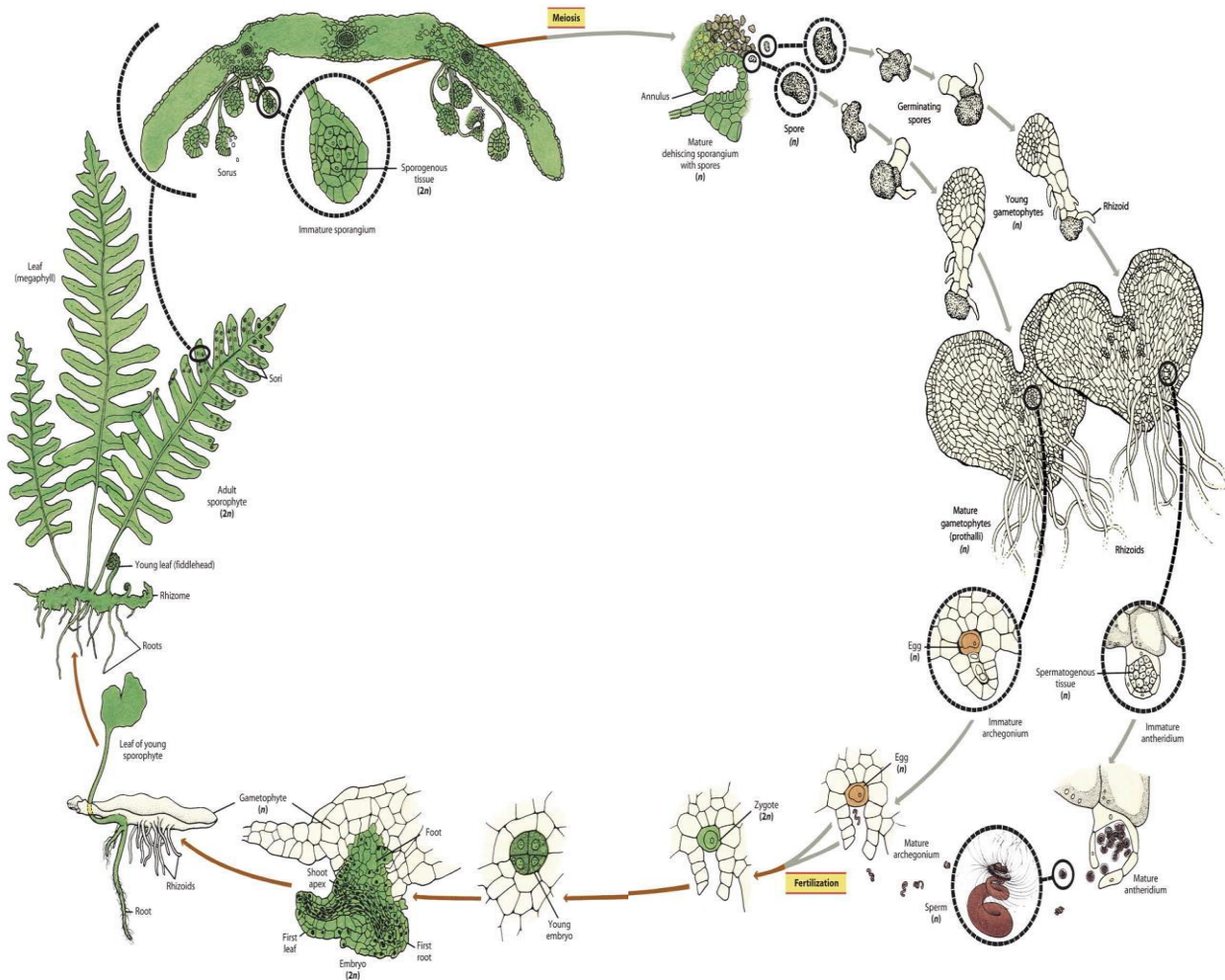


Figura 12. Ciclo de vida de los helechos homosporicos terrestres. El gametofito es haploide (n) y el esporofito diploide (2n), (Imagen tomada de Evert y Eichhorn, 2013).

VIII. JUSTIFICACIÓN

El tipo de vegetación de la Huasteca Hidalguense (SMS), ha despertado el interés por conocer la abundancia de especies de licopodios y helechos. En la actualidad son muy pocos los listados realizados para este tipo de vegetación. Sin embargo, debido a la intervención humana en las zonas en las que habitan, alteran la vegetación y el hábitat modificando áreas para realizar actividades como la ganadería, agricultura y actividades forestales para el sustento mismo, en lo que se incluyen la alimentación, uso medicinal y comercialización, pero de cualquier manera, con frecuencia ponen en peligro de extinción a las especies que habitan en la zonas.

Las pteridofitas, tienen importancia como plantas colonizadoras y formadoras de suelo, favoreciendo el establecimiento posterior de otras especies en el proceso de la sucesión vegetal. Además, tienen un importante papel en el sotobosque como participantes en la regeneración del suelo y son considerados buenos indicadores de los cambios ambientales en los bosques por su sensibilidad (sobre todo en la planta gametófito, donde se lleva a cabo la reproducción sexual) a los parámetros microclimáticos y edáficos (Page, 1979).

El presente estudio en la región de la Huasteca Hidalguense representa un trabajo más sobre este grupo de plantas presente en la SMS. Por lo cual, el objetivo principal de este trabajo fue obtener un listado de licopodios y helechos en cuatro municipios de la región Huasteca (San Felipe Orizatlán, Jaltocán, Huejutla y Huazalingo). Otro de los objetivos fue conocer los sustratos de crecimiento e identificar las especies que se encuentran en una categoría riesgo de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para contribuir en los programas de manejo y conservación de la selva donde se desarrollan; así mismo dar a conocer la importancia biológica de las especies presentes en el área de estudio.

IX. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

9.1 Localización geográfica

El estado de Hidalgo se ubica en la región centro-oriental de México, entre las coordenadas: al norte, 21° 23' 55"; al sur, 19° 35' 52" de la latitud norte; al este, 97°

59' 06"; al oeste, 99° 51' 34" de la longitud oeste. Colinda al norte con los estados de San Luis Potosí y Veracruz, al este con el estado de Puebla, al sur con los estados de Tlaxcala y México y al oeste con el estado de Querétaro. De acuerdo al INEGI (2017), tiene una superficie de 20 813.57 km², y representa el 1.06 % de la superficie del país. El área de estudio comprende cuatro municipios dentro de la región Huasteca: Huazalingo, Huejutla, Jaltocán y San Felipe Orizatlán, (Fig.13, Cuadro 1) (INEGI, 2009).

Cuadro 1. Coordenadas geográficas y altitud de los municipios del área de estudio.

Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Huazalingo	20° 55' - 21°04'	98° 25' - 98° 33'	200-1100
Huejutla	21° 02' - 21° 16'	98°16- 98° 37'	100-320 (860)
Jaltocán	21° 06' - 21°12'	98° 29' - 98° 34'	100-600
San Felipe Orizatlán	21° 04' - 21° 24'	98° 27' - 98° 42'	100-600

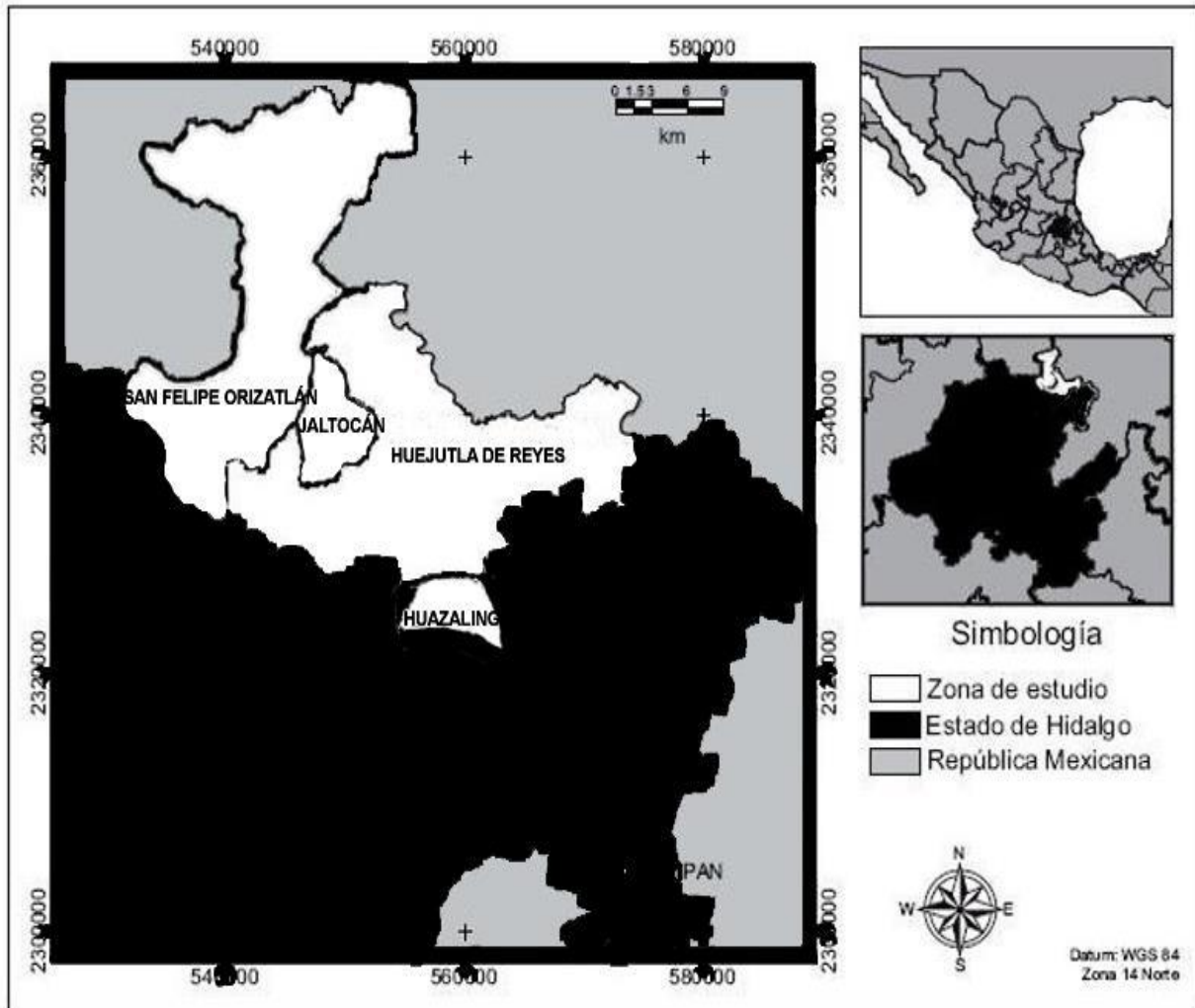


Figura 13. Mapa del área de estudio, ubicando los cuatro municipios dentro de la región Huasteca Hidalguense.

9.2 Clima

El área de estudio presenta un clima semicálido húmedo, con temperatura media anual de 18-26 °C y precipitación anual de 1400-2100 mm. Las lluvias se presentan en verano.

9.3 Orografía

Se ubica en el noroeste correspondiente a la vertiente del Golfo, desarrollándose en las laderas de la Sierra Madre Oriental.

9.4 Vegetación

El tipo de vegetación es selva mediana subperennifolia. La SMS se distribuye en manchones; es una selva muy densa pero que no excede normalmente los 15 o 25 m de altura, donde el 25 a 50 % de los árboles pierden sus hojas. Presenta una precipitación anual de 1100 a 1300 mm en épocas de sequía bien marcada que puede durar de 3 a 4 meses. Las temperaturas de las zonas presentan oscilaciones de 6 a 8°C entre los meses más fríos y más cálidos, la temperatura anual más baja es de 18°C y no presenta heladas. La altura de esta selva puede en ocasiones igualar a la de la selva alta perennifolia, debido a la naturaleza rocosa y a la gran inclinación de los terrenos impide el desarrollo de árboles gigantescos.

Dentro de la SMS la especie que mejor se caracteriza es *Brosimum alicastrum*, acompañada de *Manikara zapota*, *Pimienta dioica*, *Aphanathe monoica* y *Brusera simaruba* (Pennington y Sarukhán, 1998). Especialmente para la región de la Huasteca las principales asociaciones vegetales de la SMS son dominadas en el estrato arbóreo por *Licaria capitata* o bien *Brosimum alicastrum*.

9.5 Hidrografía

De acuerdo a la hidrografía, se encuentra en la región del río Pánuco dentro de los municipios se localizan los Ríos: Moctezuma, Los Hules, Tempoal y San Pedro.

9.6 Suelo

Los suelos de estas selvas son principalmente de materiales calizos de diversas características, o bien de materiales metamórficos muy antiguos más raramente de rocas de origen ígneo. Frecuentemente se encuentra un número de roca flotante especialmente caliza. El drenaje de estos suelos es por lo general muy rápido debido a la fuerte pendiente de los terrenos donde se encuentra y/o a la naturaleza porosa de las rocas y el material calizo. Por esta razón un porcentaje de las especies pierde el follaje en la época de sequía (Pennington y Sarukhán, 1998).

X. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en tres etapas: trabajo de campo para la recolecta, toma de datos y prensado de los ejemplares; posteriormente el secado e identificación del material fue trabajo de laboratorio, se llevó a cabo en el Herbario del Instituto Tecnológico de Huejutla (HERITH).

Por último, el trabajo de gabinete que consistió en la elaboración del listado de licopodios y helechos, de igual manera la estimación del porcentaje de constancia de las especies y el análisis de similitud.

10.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en la colecta preliminar de los ejemplares de licopodios y helechos en las comunidades que presentaron SMS. Las localidades muestreadas fueron las que se indican a continuación (Cuadro 2).

Las localidades de estudio fueron identificadas con imágenes de satélite. El área de estudio comprende fragmentos de Selva Mediana Subperennifolia (SMS). Los fragmentos de selva fueron seleccionados con base en su grado de conservación y que no presentarán cultivos en su interior.

Cuadro 2. Localidades muestreadas de los municipios del estado de Hidalgo.

MUNICIPIOS			
San Felipe Orizatlán	Jaltocán	Huejutla de Reyes	Huazalingo
Pochotitla	Tepeíca	Xocotitla	San Francisco
Tatacuatitla	Chinconcuac	Contepec	San Juan
Huextetitla	El chote	Acuapa	Mazapha
Tepetzintla	Cuatzatzas	Humotitla	Tetlicuil
Ahuatempa	Octatitla	Ixcatepec	
Talol			

La colecta de los ejemplares se realizó en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre del 2018, se efectuó una salida por comunidad, en ocasiones dos recorridos debido a sus grandes extensiones de vegetación, con la finalidad de obtener un mayor número de especies.

La elección de los sitios de muestreo se basó en los siguientes puntos:

- Tipo de vegetación: en este caso fue Selva Mediana Subperennifolia.
- Los sitios de muestreo se eligieron a través de mapas de vegetación de años recientes, observándose el grado de vegetación y perturbación que posee cada lugar.

La recolecta de los ejemplares de helechos y licopodios, se realizó siguiendo las recomendaciones de Sánchez-González y González-Ledesma (2007). Las especies recolectadas presentan al menos una fronda completa con esporangios y un fragmento de rizoma. Los datos obtenidos se anotaron en una libreta de campo, además de información sobre características morfológicas como (número de colecta, localidad, coordenadas, hábito, tipo de vegetación).

Después de la recolecta los ejemplares se prensaron inmediatamente para que no se maltrataran. Cada ejemplar se colocó de manera que una fronda muestre la parte adaxial y otra la parte abaxial, por otra parte los tallos que poseían mayor tamaño se doblaron para evitar ser maltratados, igualmente las frondas de mayor tamaño se doblaron o se cortaron de manera que ocuparan el espacio correspondiente (Fig. 14). Los ejemplares se colocaron en una prensa que consiste en dos marcos de madera y cartón a la medida con pliegos de periódico, que permite conservar el ejemplar y proporcionarle cierta fluidez de temperatura a través de la prensa y una piola para ajustarla.



Figura 14. Trabajo de campo. A. Recolecta de la especie *Tectaria heracleifolia* en la comunidad de Tepetzintla, B. Prensado de los ejemplares botánicos, C. Toma de datos de los ejemplares.

10.2 Trabajo de laboratorio

Una vez colectados y prensados los ejemplares se trasladaron al herbario del Instituto Tecnológico de Huejutla (HERITH), para colocar la prensa en la secadora durante un día, debido al grado de hidratación de los ejemplares colectados. Una vez secos los ejemplares se procedió a la identificación taxonómica a nivel especie con base a las claves taxonómicas de (Mickel y Smith, 2004), posteriormente se llevó a cabo la toma de fotografías de los soros, esporangios y esporas, partes de los ejemplares que son importantes para su identificación (Fig. 15). Por último se elaboró un catálogo de las especies recolectadas.

Los ejemplares que estuvieran en mejor estado se montaron en cartulinas de 28 x 40 cm, se eligió el mejor lado del ejemplar de manera que se observara la cara abaxial y adaxial, cada cartulina tiene en la parte inferior derecha una etiqueta con datos específicos. Los especímenes están en proceso de integración a la colección del Herbario del Instituto Tecnológico de Huejutla.



Figura 15. Identificación taxonómica de las especies. A. Revisión de la morfología de la fronda de un helecho. B. Revisión de caracteres micromorfológicos (esporangios, esporas, escamas y tricomas).

10.3 Trabajo de gabinete

10.3.1 Elaboración del listado de helechos y licopodios

Con las especies identificadas, se procedió a elaborar el listado ordenándolas alfabéticamente por orden, familia, género y especie en base a la clasificación realizado por PPG 1 (2016).

10.3.2 Estimación del porcentaje de constancia (PC) de las especies

Para conocer la amplitud de distribución de las especies en el área de estudio se empleó el (PC) (Madrigal-Sánchez, 1967), mediante la siguiente formula:

$$PC = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta la especie}}{\text{Número total de sitios de recolección}} (100)$$

10.3.3 Análisis de similitud de especies entre los sitios de estudio

Para el análisis de similitud pteridoflorística entre los municipios de la zona de estudio, se construyó una matriz de datos doble estado (presencia-ausencia) en el programa Ntedit, en la que se incluyeron las 50 especies identificadas. Los datos se analizaron en el programa Ntsys versión 1.70 b, se aplicó el coeficiente de similitud de Jaccard que es un coeficiente de asociación con valores de 0 a 1, donde los valores cercanos a 1 indican mayor semejanza y posteriormente se empleó el método de agrupamiento de la media aritmética no ponderada (UPGMA) para generar el dendograma de similitud (Sneath y Sokal, 1973; Crisci y López-Armengol 1983).

XI. RESULTADOS

Se colectaron en total 154 ejemplares de licopodios y helechos pertenecientes a la SMS, los cuales incluyen 12 familias, 24 géneros y 45 especies, cuatro variedades y un híbrido (Cuadro 3). La recolecta de los ejemplares se realizó durante 4 meses, periodo en el que se exploraron 20 sitios, cada uno al menos en dos ocasiones.

Cuadro 3. Familias, géneros y especies de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.

	Familias	Géneros	Especies
Número de taxones	12	24	50
Porcentaje con respecto al estado de Hidalgo	36.3%	25.8%	13.8%

11.1 Elaboración del listado de licopodios y helechos

A continuación se presenta una lista de las familias, géneros, especies de helechos y licopodios que se encuentran en la SMS. Las especies que se identifican con un * constituyen nuevos registros para el estado de Hidalgo, y las que se indican con **se encuentran incluidas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010 en la categoría de Amenazada (A).

Clase Lycopodiopsida

Orden Selaginellales

Familia Selaginellaceae

Género *Selaginella*

S. hirtifolia Valdespino

S. silvestris Aspund

S. stellata Spring

S. hoffmannii Hieron

S. flagellata Spring*

S. flexuosa Spring

S. polyptera Valdespino

S. extensa Underw.

Clase Polypodiopsida

Orden Equisetales

Familia Equisetaceae

Género *Equisetum*

E. myriochaetum Schltld. & Cham.

Orden Schizaeales

Familia Lygodiaceae

Género *Lygodium*

L. venustum Sw.

Familia Anemiaceae

Género *Anemia*

A. adiantifolia (L.) Sw

A. mexicana Klotzsch var. *mexicana*

A. adiantifolia x *mexicana* var. *Mexicana*

Orden Polypodiales

Familia Pteridaceae

Género *Pteris* (L.)

P. altissima Poir. In Lamark

P. quadriaurita Retz.

P. grandifolia L.

Género *Adiantum*

A. tenerum Sw.

A. tricholepis Fée

Género *Myriopteris*

M. cucullans (Fée) Grusz & Windham

Familia Dennstaedtiaceae

Género *Pteridium*

P. caudatum (L.) Maxon

Familia Aspleniaceae

Género *Asplenium*

A. minimum M. Martens & Galeotti

A. pumilum Sw

A. cuspidatum Lam.

Familia Blechnaceae

Género *Blechnum*

B. appendiculatum Willd.(Sw.) Fée

Familia Thelypteridaceae

Género *Cyclosorus*

C. hispidula (Decne.) C.F. Reed

C. dentata Forss Kal. E.SL.

Género *Christella*

Ch. Ovata var. *Lindheimeri* (C. Chr.) A. R. Sm

Género *Macrothelypteris*

M. torresiana (Gaudich.) Ching.

Género *Amauropelta*

A. oligocarpa (Humbt. & Bonpl.ex Willd.) Ching

A. pilosula (Mett.) A. Love & D. Love

- A. pilosohispida* (Hook.)*
- Género *Goniopteris*
- G. tetragona* (Sw.) C. Presl.
- Género *Thelypteris*
- T. palustris* var. *pubescens* (G. Lawson) Fernald
- Familia Dryopteridaceae
- Género *Phanerophlebia*
- P. nobilis* (Schltdl. & Cham.) C. Presl.
- P. macrosora* (Baker) Underw.
- Familia Tectariaceae
- Género *Tectaria*
- T. heracleifolia* (Willd.) Under
- Familia Polypodiaceae
- Género *Campyloneurum*
- C. angustifolium* (Sw.) Fée
- C. phyllitidis* (L). C. Presl.**
- Género *Microgramma*
- M.nitida* (J. Sm.) A. R. Sm.
- Género *Pecluma*
- P. dispersa* (A. M. Evans) M. G. Price
- P. plumula* (Humb & Bonpl. Ex. Willd) M. G. Price
- P. alfredii* (Rosenst.) M. G. Price
- P. atra* (A. M. Evans) M. G. Price
- Género *Phlebodium*
- P. areolatum* (Willd) J. Sm.
- P. decumanum* (Willd.) J. Sm.
- Género *Pleopeltis*
- P. crassinervata* (Fée) P. Moore
- P. polypodioides* var. *polypodioides* (L.) E. G. Andrews & Windham
- P. guttatum* (Maxon)*
- P. villagranii* Copel
- P. rzedowskianum* Mickel*

Las familias con mayor número de géneros fueron Thelypteridaceae con 6 géneros (28%) Polypodiaceae con 5 géneros (23%) y Pteridaceae con 3 géneros (13%), las familias restantes están representadas por un género (Cuadro 4).

Las familias con mayor número de especies fueron: Polypodiaceae con 14 (28%), Thelypteridaceae con 9 (18%), Selaginellaceae con 8 (16%), Pteridaceae con 6 (12%), Anemiaceae y Aspleniaceae con 3 (6%), Dryopteridaceae con 2 (4%), las familias restantes con una especie representaron (2%), en conjunto (Cuadro 5).

Cuadro 4. Número y porcentaje de géneros por familia de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.

Familia	Número de Géneros	Porcentaje de Géneros
Anemiaceae	1	4
Aspleniaceae	1	4
Blechnaceae	1	4
Dennstaedtiaceae	1	4
Dryopteridaceae	1	4
Equisetaceae	1	4
Lygodiaceae	1	4
Pteridaceae	3	13
Polypodiaceae	5	23
Selaginellaceae	1	4
Thelypteridaceae	6	28
Tectariaceae	1	4
Total	24	100%

Cuadro 5. Número y porcentaje de especies por familia de licopodios y helechos de la SMS.

Familia	Número de Especies	Porcentaje de Especies
Anemiaceae	3	6
Aspleniaceae	3	6
Blechnaceae	1	2
Dennstaedtiaceae	1	2
Dryopteridaceae	2	4
Equisetaceae	1	2
Lygodiaceae	1	2
Pteridaceae	6	12
Polypodiaceae	14	28
Selaginellaceae	8	16
Thelypteridaceae	9	18
Tectariaceae	1	2
Total	50	100%

Los géneros con mayor número de especies fueron: *Selaginella* con 8 (16%), *Pleopeltis* con 5 (10%), *Pecluma* con 4 (8%), *Anemia*, *Asplenium*, *Pteris* y *Amauropelta* con 3 (6%). Los géneros restantes presentaron entre 1 y 2 especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número y porcentaje de especies por género de licopodios y helechos de la SMS.

Géneros	Número de especies	Porcentajes de especies
<i>Selaginella</i>	8	16
<i>Pleopeltis</i>	5	10
<i>Pecluma</i>	4	8
<i>Pteris</i>	3	6
<i>Anemia</i>	3	6
<i>Amauropelta</i>	3	6
<i>Asplenium</i>	3	6
<i>Phanerophlebia</i>	2	4
<i>Adiantum</i>	2	4
<i>Campyloneurum</i>	2	4
<i>Phlebodium</i>	2	4
<i>Cyclosorus</i>	2	4
<i>Blechnum</i>	1	2
<i>Pteridium</i>	1	2
<i>Equisetum</i>	1	2
<i>Lygodium</i>	1	2
<i>Myriopteris</i>	1	2
<i>Microgramma</i>	1	2
<i>Christella</i>	1	2
<i>Goniopteris</i>	1	2
<i>Thelypteris</i>	1	2
<i>Macrothelypteris</i>	1	2
<i>Tectaria</i>	1	2
Total	50	100%

11.2 Sustratos de crecimiento de la especies

Con respecto a los sustratos de crecimiento, 27 (54%) especies fueron terrestres, 9 (18%) epífitas, 7 (14%) terrestres o rupícolas, 4 (8%) rupícolas, 2 (4%) epífitas o rupícolas, 1 (2%) epífita o terrestre (Fig. 16).

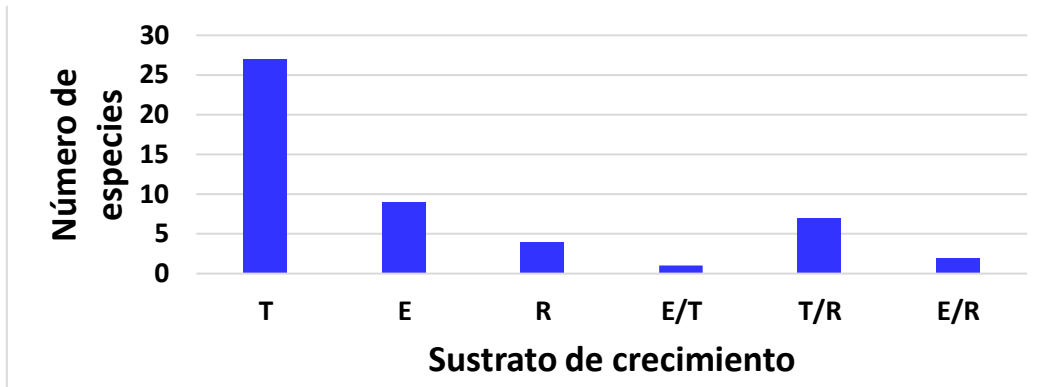


Figura 16. Número de especies de licopodios y helechos, por sustrato de crecimiento. T: terrestre, E: epífita, R: rupícola, E/T: epífita-terrestre, T/R: terrestre-rupícola, E/R: epífita-rupícola. Los datos sobre las barras indican el número de especies.

El número de especies por localidad fue mayor en: Contepec con 15 (30%); Tepetzintla con 14 (28%); Pochotitla con 12 (24%); El Chote con 11 (22%); San Francisco con 10 (20%); Tepeíca con 8 (16%); Tetlicuil con 7 (14%); el resto de las localidades con menos del 12% (Fig. 17).

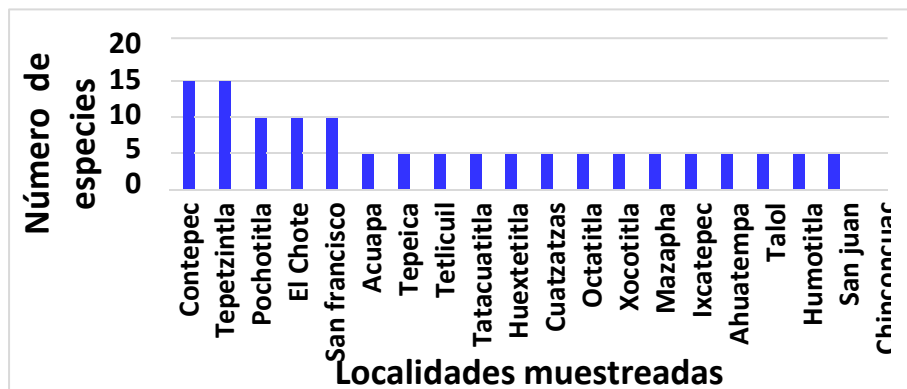


Figura 17. Número de especies por localidad de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.

11.3 Porcentaje de constancia de las especies de licopodios y helechos de la SMS de la Huasteca Hidalguense.

Las especies con más amplia distribución dentro de la SMS fueron: *Tectaria heracleifolia* con un porcentaje de constancia (PC) de 65 % y *Adiantum tenerum* con 55%, las demás especies presentaron un porcentaje de constancia menor de 50% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Frecuencia y porcentaje de presencia de las especies de licopodios y helechos de la SMS en la zona de estudio.

Especies	Frecuencia de presencia en 20 sitios	Porcentaje de constancia
<i>Tectaria heracleifolia</i>	13	65%
<i>Adiantum tenerum</i>	11	55%
<i>Selaginella hirtifolia</i>	9	45%
<i>Anemia adiantifolia</i>	7	35%
<i>Goniopteris tetragona</i>	6	30%
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	6	30%
<i>Anemia mexicana</i> var. <i>mexicana</i>	5	25%
<i>Blechnum appendiculatum</i>	5	25%
<i>Campyloneurum phyllitidis</i>	5	25%
<i>Pleopeltis polypodioides</i>	5	25%
<i>Myriopteris cucullans</i>	4	20%
<i>Pecluma plumula</i>	4	20%
<i>Selaginella silvestris</i>	4	20%
<i>Selaginella flexuosa</i>	4	20%
<i>Christella ovata</i>	4	20%

<i>Cyclosorus hispidula</i>	3	15%
<i>Lygodium venustum</i>	3	15%
<i>Pecluma dispersa</i>	3	15%
<i>Phlebodium areolatum</i>	3	15%
<i>Pteridium caudatum</i>	3	15%
<i>Adiantum tricholepis</i>	2	10%
<i>Campyloneurum angustifolium</i>	2	10%
<i>Cyclosorus dentata</i>	2	10%
<i>Pteris quadriaurita</i>	2	10%
<i>Pecluma alfredii</i>	2	10%
<i>Selaginella hoffmanni</i>	2	10%
<i>Selaginella polypetra</i>	2	10%
<i>Thelypteris palustris</i> var. <i>pubescens</i>	2	10%
<i>Anemia adiantifolia</i> x <i>mexicana</i> var. <i>mexicana</i>	1	5%
<i>Amauropelta oligocarpa</i>	1	5%
<i>Amauropelta pilosohispida</i>	1	5%
<i>Amauropelta pilosula</i>	1	5%
<i>Asplenium pumilum</i>	1	5%
<i>Asplenium minimum</i>	1	5%
<i>Asplenium cuspidatum</i>	1	5%
<i>Microgramma nitida</i>	1	5%
<i>Pteris altissima</i>	1	5%
<i>Pecluma atra</i>	1	5%
<i>Phlebodium decumanum</i>	1	5%

<i>Pleopeltis gutattum</i>	1	5%
<i>Pleopeltis villagranii</i>	1	5%
<i>Pleopeltis rzedowskianum</i>	1	5%
<i>Phanerophlebia macrosora</i>	1	5%
<i>Phanerophlebia nobilis</i>	1	5%
<i>Selaginella stellata</i>	1	5%
<i>Selaginella flagellata</i>	1	5%
<i>Selaginella extensa</i>	1	5%

11.4 Análisis de similitud de especies entre los sitios de estudio

El análisis de similitud de las especies entre los cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense, con base en el coeficiente de Jaccard, muestra que los municipios de Jaltocán y Huejutla, presentan mayor semejanza con un valor de 0.55, debido a que comparten 38 especies, a estos se une San Felipe Orizatlán con valor de similitud de 0.45 (29 especies). El municipio de Huazalingo aparece separado de los demás, cuenta con un valor de 0.23 (Fig.18).

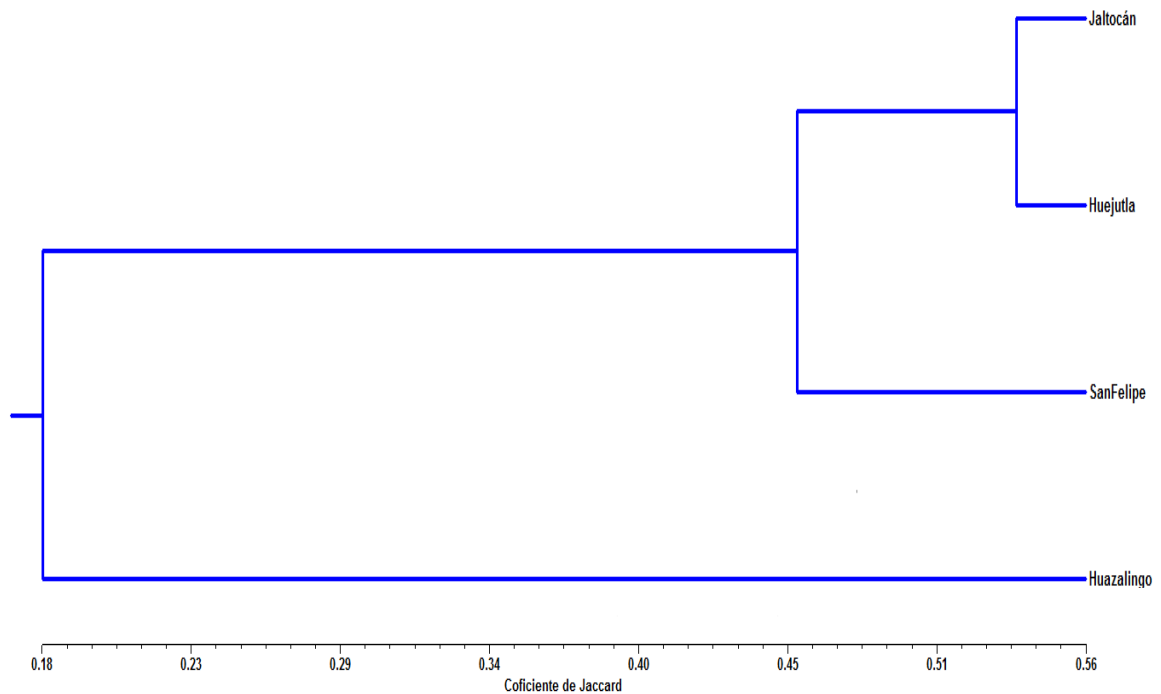


Figura 18. Análisis de similitud de especies entre los municipios de estudio con Base en el coeficiente de Jaccard.

XII. DISCUSIÓN

En México, en la última década se ha incrementado notablemente el número de estudios florísticos realizados con helechos y licopodios (Carreño, 2006; Cerón-Carpio *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2008; Cerón-Carpio *et al.*, 2012; Cetzal-Ix *et al.*, 2013), lo que ha permitido conocer con mayor detalle su distribución, endemismos, grado de riesgo, riqueza e importancia. Los resultados del presente estudio indican que los cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense poseen hasta el momento 45 especies, 4 variedades y 1 híbrido de licopodios y helechos, de los cuales cuatro son nuevos registros para el estado. Con la adición de estos nuevos registros a las 369 especies que mencionan Sánchez-González *et al.*, (2016) e Isidro y Hernández (2017), más los 4 nuevos registros que se encontraron en el área de estudio que fueron: *Selaginella flagellata*, *Amauropelta pilosohispida*, *Pleopeltis guttatum* y *Pleopeltis rzedowskianum* esto incrementa la riqueza a 373 especies, lo que coloca a Hidalgo entre los estados con mayor riqueza a nivel nacional, superado por los estados que cuentan con una alta riqueza de helechos destaca Oaxaca con 690 especies, Chiapas con 609 especies y Veracruz con 572 especies (Mickel y Smith, 2004).

Esta riqueza florística elevada en Hidalgo, se debe a su ubicación geográfica y su alta heterogeneidad ambiental, con las ecorregiones que convergen dentro de la orografía representada por la Sierra Madre Oriental que se extiende al noroeste y este, mientras que al sur lo cruza partes de las montañas de la Faja Volcánica Transmexicana y al centro está el gran Altiplano Mexicano (Dufлот *et al.*, 2015); lo que ha generado que converjan muchas y muy diversas características ambientales, las cuales son el escenario perfecto para que se puedan detectar altos niveles de diversidad alfa o local de los diferentes grupos biológicos que se encuentran dentro de los límites geográficos (López-González).

El listado pteridoflorístico en SMS es el segundo realizado en la parte tropical del estado de Hidalgo. Incluye 12 familias, 24 géneros y 50 especies, que representan el 36.3%, 25.8% y 13.5% respectivamente, de los taxones registrados.

Las familias Thelypteridaceae y Polypodiaceae fueron las que presentaron la mayor riqueza a nivel género en la SMS, mientras que las familias con mayor número de especies son Polypodiaceae, Thelypteridaceae y Selaginellaceae. De estas familias al menos Polypodiaceae también es la de mayor riqueza en otros municipios de Hidalgo (Sánchez-González *et al.*, 2016). De igual manera en otras regiones de la República Mexicana como Veracruz (Knobloch y Correl, 1962), Cuenca hidrográfica del Río Necaxa, Puebla (Cerón-Carpio *et al.*, 2012) y los Tuxtlas, Veracruz (Acebey, 2014). Los géneros *Pleopeltis* y *Selaginella* representan la mayor riqueza de especies en la SMS y en otros municipios del estado (Sánchez-González *et al.*, 2011, 2016).

Las especies de licopodios y helechos con amplia distribución dentro de la SMS fueron *Tectaria heracleifolia* y *Adiantum tenerum*. Las dos especies se distribuyen a lo largo de la República Mexicana (Mickel y Smith, 2004), lo que sugiere que tienen una amplia tolerancia a condiciones climáticas variables.

En la SMS la mayoría de las especies de helechos y licopodios son de hábito terrestre, esta misma forma fue registrado por Sánchez-González *et al.*, (2016) para los helechos de Hidalgo; en el caso de México, este es el sustrato de crecimiento más común (Pérez-García *et al.*, 1995). Estas formas de crecimiento se ven favorecidas por las condiciones climáticas que prevalecen en los bosques templados húmedos y sub-húmedos en la entidad y en el país en general (Rzedowski, 1978).

Acebey *et al.*, (2015) mencionan que en el bosque mesófilo de la región de los Tuxtlas, predomina el hábito epífita en las especies de pteridofitas, mientras que en el BTP (selva alta perennifolia) la mayoría de ellas son de hábito terrestre y en menor porcentaje, epífitas. La humedad y la temperatura juegan un papel importante

en la presencia y abundancia de las especies de helechos y licopodios epífitos, por lo que en los climas donde se presentan periodos de sequía estacional como el BTS y el BTC, son menos comunes (Mehltreter, 2008).

Los municipios con mayor semejanza florística fueron Jaltocán y Huejutla de Reyes debido a que comparten un número elevado de especies, posiblemente esto tiene relación con la cercanía geográfica de dichos municipios.

A consecuencia de la intervención humana las comunidades vegetales de México están sufriendo grandes deterioros de hábitats. Algunas de las características importantes que desarrollan los helechos, implica el despliegue de estrategias como respuesta a las presiones del ambiente. Page (2002), documenta las ventajas evolutivas que han permitido su establecimiento en distintos hábitats, esto debido a que de acuerdo al medio en que se encuentren se establecerán, esto ocasiona que cada especie se adapta a su estacionalidad adecuada.

XIII. CONCLUSIONES

En el estado de Hidalgo se registran actualmente 373 especies de helechos y licopodios, lo cual lo coloca como uno de los de mayor riqueza de taxa en México.

En la Selva Mediana Subperennifolia existen 12 familias, 24 géneros y 50 especies de licopodios y helechos, este es el segundo trabajo realizado en este tipo de vegetación en el estado de Hidalgo.

De las 45 especies, 4 variedades y 1 híbrido colectadas, las familias más diversas por el número de géneros y especies dentro de la Selva Mediana Subperennifolia fueron: Polypodiaceae y Thelypteridaceae.

Se reportan 4 especies de licopodios y helechos (*Selaginella flagellata*, *Thelypteris pilosohispida*, *Pleopeltis gutattum* y *Pleopeltis rzedowskianum*), como nuevos registros para el estado de Hidalgo. La riqueza de licopodios y helechos del estado de Hidalgo pueden ser mayores, debido a que aún existen regiones en las que no ha habido intervención humana.

Las especies con mayor porcentaje de constancia en la zona de estudio son *Tectaria heracleifolia* con 65 % y *Adiantum tenerum* con 55%.

Los municipios con mayor similitud pteridoflorística son Jaltocán y Huejutla de Reyes, debido a que comparten un elevado número de especies.

Los inventarios florísticos son necesarios en México, debido a que aún se carece de información básica sobre la distribución y composición de las especies de plantas en los diferentes tipos de vegetación, que sirvan para efectuar propuestas de manejo y conservación.

XIV. LITERATURA CITADA

- Ambrose, A. R. 2004. Water-holding capacity of canopy soil mats and effects on microclimates in an old-growth redwood forest: A report to Save the Redwoods League. M.S. Thesis. Humboldt State University, Arcata, CA. 95 pp.
- Acebey, A. R., Kromer, T., Vázquez-Torres, M. y Tejero-Díez, J. D. 2014. Helechos y licófitos de la reserva de la biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Botanical Sciens*, 93(2): 1-32.
- Blackburn, T. y Gaston, K.J. 1996. A sideways look at patterns in species richness, or why there are so few species outside the tropics. *Biodiversity Letters*, 3: 44-53.
- Carvajal-Hernández, C.I., Kromer, T. y Vázquez-Torres, M. 2014. Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 491-501.
- Carreño, I. G. R. 2006. Evaluación de los cafetales bajo sombra y fragmentos de bosques adyacentes para conservar la diversidad de los helechos en el estado de Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, 120 pp.
- Cetzal-Ix, W., Noguera-Savelli, E., Martínez-Icó, M. y Ramírez-Marcial, N. 2013. Diversidad de helechos y licófitos en fragmentos de selva mediana subperennifolia del sur de Tabasco, México. *Botanical Sciences* 91(3): 261-271.
- Cerón-Carpio, A. B., Arreguín-Sánchez, M. De la L. y Fernández, N. 2006. Listado con anotaciones de las Pteridofitas del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, México y distribución de las especies en los diferentes tipos de vegetación. *Polibotánica*, 21: 45-60.

- Cerón-Carpio, A. B., Contreras-Jiménez, J. L., Gante-Cabrera, V. H. 2012 Inventario pteridoflorístico del área de protección de recursos naturales “Cuenca hidrográfica del Río Necaxa”, Porción Puebla, México. *Polibotánica*, 33:41-55.
- Crisci, J. y López-Armengol, M. F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. OEA, Serie biología, Monografía N° 22.
- Delgado, V. A. y Plaza, A. L. 2006. Helechos amenazados de Andalucía. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 65 p.
- Duflot, R., Aviron, A., Ernoult, Fahrig, L y Burel, F. 2015. Reconsidering the role of semi-natural habitat in agricultural landscape biodiversity: a case study. *Ecological Research*, 30:75-83.
- Erdtman, G. y Sorsa, P. 1971. Pollen and spore morphology plants taxonomy. Almqvist & Wiksell Stockholm. 302 pp.
- Evert, R.F. y Eichhorn, S. E. 2013. Pteridophyte. En: R.F. Evert, y S. E. Eichhorn. Raven Biology of Plants (págs 422-423). W. H. Freeman and Company. New York.
- Haro-Carrión, X., Lozada, T., Navarrete, H. y de Koning, C.H.J. 2009. Conservation of vascular epiphyte diversity in shade cacao plantations in the Chocó Region of Ecuador. *Biotropica*, 41:520-529.
- Haufler, C. H., Pryer, K. M., Schuettpelez, E., Sessa, E. B., Farrar, D. R., Moran, R., Schneller, J. J., Watkins, Jr. J.E. y Windham, M. D. 2016. Sex and the single gametophyte: Revising the homosporous vascular plant life cycle in light of contemporary research. *Bio Science*. Doi: 10.1093/biosci/ biw108.
- Hill, J. D. y Silander Jr. J.A. 2001. Distribution and dynamics of two ferns: *Dennstaedtia punctilobula* (Dennstaedtiaceae) and *Thelypteris noveboracensis* (Thelypteridaceae) in a northeast mixed hardwoods-hemlock forest. *American Journal of Botany*, 88: 894-902.

- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo. Primera edición. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperado de: <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/>; 11 de noviembre de 2009.
- Isidro, H.B. y Hernández, H. N. N. 2017. Helechos y licófitos de la Selva Mediana Subperennifolia del noreste del estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Huejutla. Huejutla, Hidalgo. 111 p.
- Knobloch, W. y Correll, D.S. 1962. Ferns and Fern Allies of Chihuahua, México. Texas Research Foundation, Renner, Texas. 198 pp.
- Lira, R. y Riba, R. 1993. Las Pteridofitas (helechos y plantas afines) de México. *Revista de la sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44: 99-108.
- López-González, C., Presley, S. J., Lozano, A., Stevens, R. D. y Higgins, C. L. 2015. Ecological biogeographic of Mexican bast: the relative contribution of habitat heterogeneity, beta diversity, and environmental gradients to species richness and composition Patterns. *Ecography*, 38:261-272.
- Madrigal-Sánchez, X, 1967. Contribucion al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K) Schl, & Cham.) en el Valle de México. Boletín Técnico 18. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F. 94 pp.
- Mendoza-Ruiz, A. y Pérez-García, B. 2009. Helechos y Licopodios de México. México, D. F. 287 pp.
- Méndez, A. C. M. y Murillo, A. J. 2014. Helechos y Licófitos de Santa María (Boyacá, Colombia). Serie de Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 14. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 152 p.
- Mehlreter, K. 2008. Helechos. En: Manson, R., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S. y Mehlreter, K. (Eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz:

- biodiversidad, manejo y conservación. (págs. 83-93) Instituto de Ecología A. C., Instituto Nacional de Ecología, México D.F.
- Mickel, J. T. y Beitel, J. M. 1988. Pteridophyte Flora of Oaxaca, Mexico. *Mem. New York Bot. Gard.* 46: 1-568.
- Mickel, J. T. 1992. Pteridophytes. En: Mc Vaugh, R. (Ed.). *Flora Novo-Galiciana* 17: 120-467
- Mickel, J. T. y Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memories of the Botanical Garden of New York* 88:1-1054.
- Moran, R. 2008. Diversity, biogeography and floristic. En: Ranker T. y Haufler C. (Eds). *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes* (pp. 201-221). New York; Cambridge University Press.
- Muñiz, D. M. E. y Eslava, S. F. 2014. Monilophyta. En: Valencia-Ávalos, S. *Introducción a las Embriofitas* (págs 183-215). UNAM. México, D. F.
- Paciencia, M. L. B. y Prado, J. 2005. Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology*, 180: 87-104.
- Page, C. N. 1979, Experimental aspects of fern ecology. En: A. F. Dyer (Ed.). *The experimental biology of ferns* (págs. 552-589). Academic Press, Londres.
- Page, C. 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. *Review of Palaeobotany and Palynology* 119:1-33.
- Pacheco, L. y Loera, H. F. 1985. Clave para la identificación de los géneros de Pteridophytas de Veracruz, México. *Biótica*. 10 (2): 157-173.
- Pérez-García, B., Riba, R. y Reyes-Jaramillo, I. 1995. Helechos mexicanos, formas de crecimiento, hábitat y variedades edáficas. *Contactos*, 11:22-27.
- PPG I, 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. 563–603.
- Pennington, T. D. y Sarukhán, J. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. México, D. F. 521 pp.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991, Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, *Acta Botánica de México*, 14: 3-21.
- Rodríguez-Romero, M. L., Pacheco, L. y Zavala, H. J. 2008. Pteridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, México. *Revista de Biología Tropical* 56:641-656.
- Sneath, P. H. A. y Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification: San Francisco, USA. 573 pp.
- Sánchez-González, A., Tejero-Díez, J.D., Pérez-Atilano, Y., Hernández-Álvarez, A.G., Gutiérrez-Lozano, M., Pérez-Paredes, M.G. y Álvarez-Zúñiga, E. 2016. Helechos y licopodios del estado de Hidalgo. Primera edición. FOMIX: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Gobierno del Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo. México. ISBN 978-607-482-487-2. 298 pp.
- Salas. 2010. Pteridofitos. Biotaxonomía de Briofitas y Pteridofitas. Diversidad Vegetal. Universidad Nacional del Nordeste-Facultad de ciencias exactas, Naturales y Agrimensura. Corrientes- Argentina. 106 pp.
- Sánchez-González, A. y González-Ledezma, M. 2007. Técnicas de plantas y herborización. En: Contreras, R. A., Goyenechea, I., Cuevas, C. C. e Iturbe, U. (Eds.). La Sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad (págs. 123-133). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.
- Smith, A. R. 1981. Pteridophytes. En: D. E. Breedlove (Ed.). Flora of Chiapas. Part 2. California Academy of Sciences. San Francisco. 370 pp.
- Smith, A. R., Kreier, H. P., Haufler, C. H., Ranker, T. y Schneider, H. 2006. *Serpocaulon* (Polypodiaceae), a new genus segregated from *Polypodium*. *Taxon* 55: 919–930.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación, México, D. F.

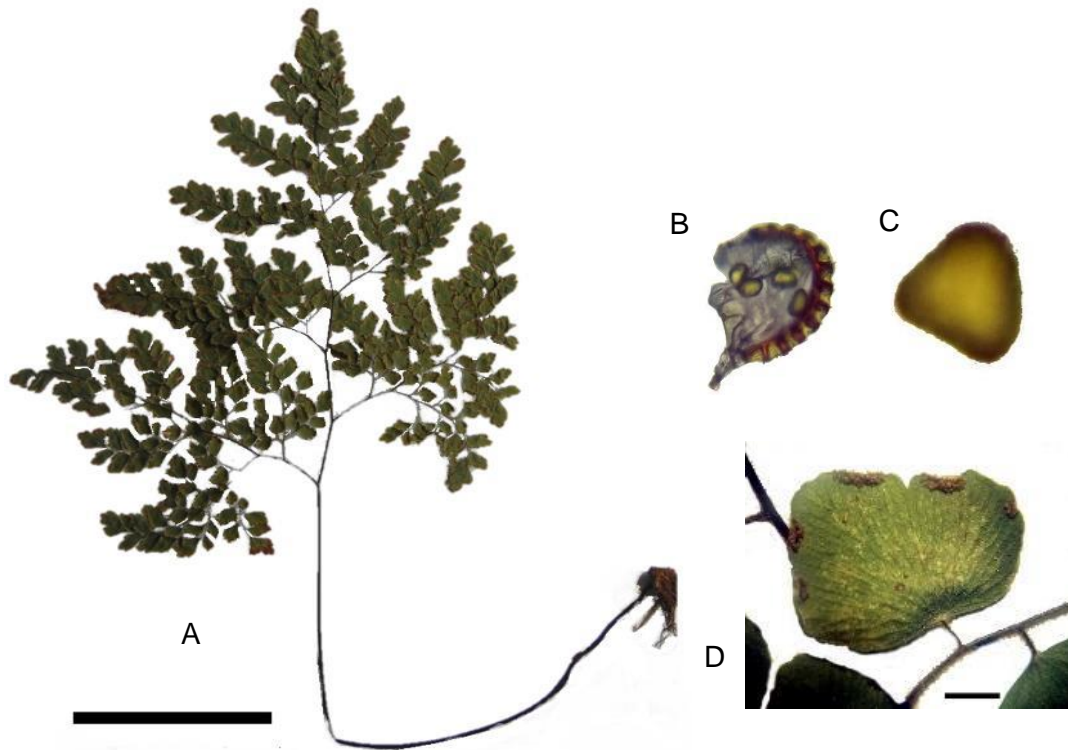
Tejero-Díez, J. D. 2007. La riqueza florística del Estado de México: licopodios y helechos. *Adumbrationes ad summae editione*, 27: 1-32.

Vázquez, T. M., Campus, J. J. y Cruz, P. A. 2006. Los helechos y plantas afines del bosque mesofilo de Banderilla, Veracruz, México. *Poliobotánica*, 22:63-77.

XV. ANEXO

Catálogo de las especies de licopodios y helechos presentes en la SMS de la Huasteca Hidalguense. Las descripciones de las especies se elaboraron con base en Mickel y Smith (2004).

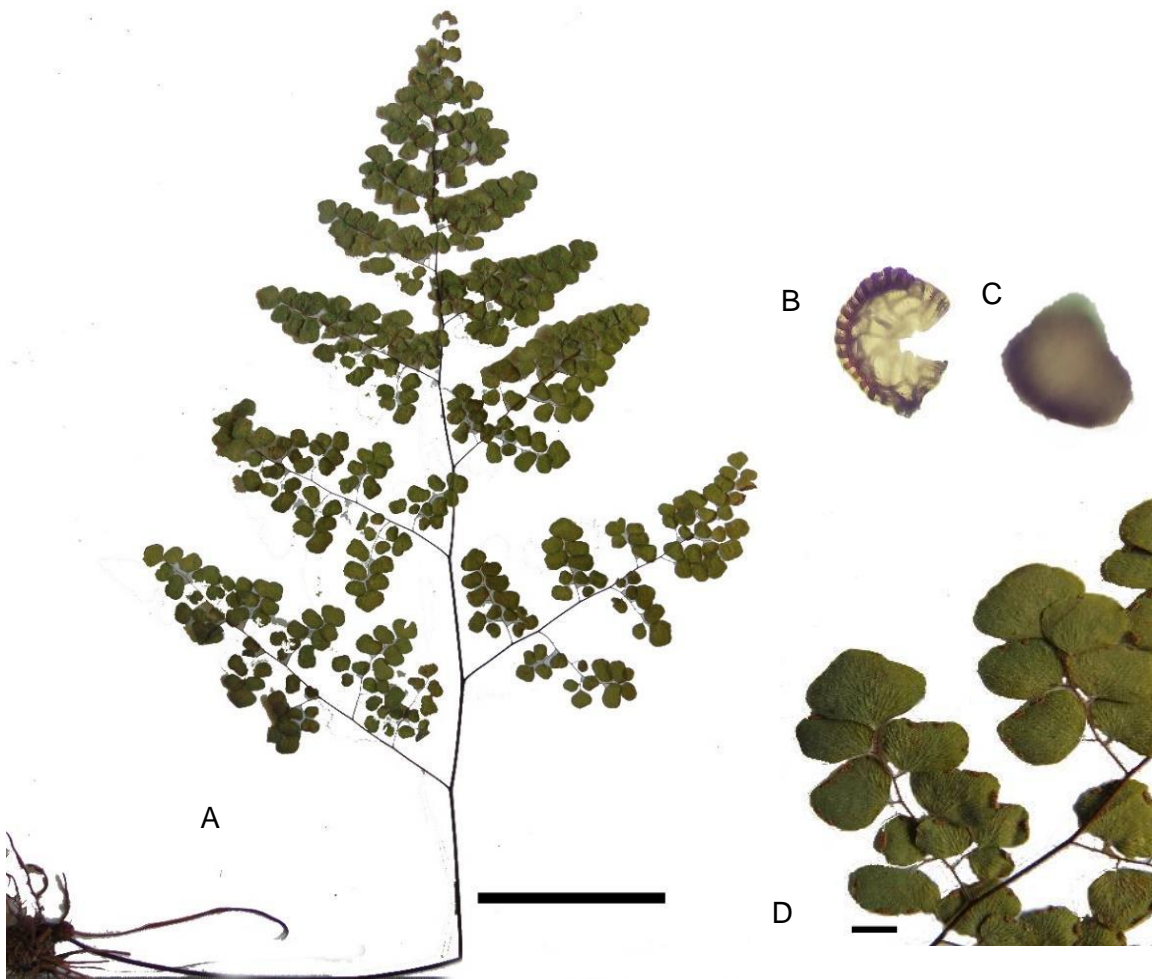
Adiantum tenerum Sw.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora trilete. D) Detalle del segmento mostrando la venación libre dicotómica y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 006; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Pochotitla.

Rizoma corto cespitoso, de 5 a 10 mm de diámetro, cubierto con **escamas** lustrosas, castaño claras, porción central negra o café oscuro linear-lanceoladas a lanceoladas, ciliado- fimbriadas, de 3 mm de largo por 0.8 a 1 mm de ancho; **frondas** agrupadas de 25 a 110 cm de largo; **peciolo** $1/3$ a $1/2$ de la longitud de la fronda, color púrpura, lustroso, cilíndrico, glabro, lámina de contorno de 12 a 55 cm de largo por 15 a 40 cm de ancho tripinnada a quintipinnada, pinnas de 5 a 9 pares alternas, pecioluladas, **segmentos** trapeziformes a rómbicos o flabelados los del ápice, segmentos fértiles de 1 a 2 cm de largo y de 0.6 a 1 cm de ancho, peciolulados, de 2 a 4 mm de largo, el color del peciolulo se interrumpe en la base del segmento, segmentos estériles más largos que los fértiles, margen de los segmentos estériles profundamente lobado-dentado, **venación** libre, dicotómica; **soros** 1 a 2 por lóbulo, cubiertos por el margen reflejo modificado de la lámina de 2 a 3 mm de largo, oblongos, glabros con poca farina amarilla, **esporas** triletes, con ornamentación verrugada.

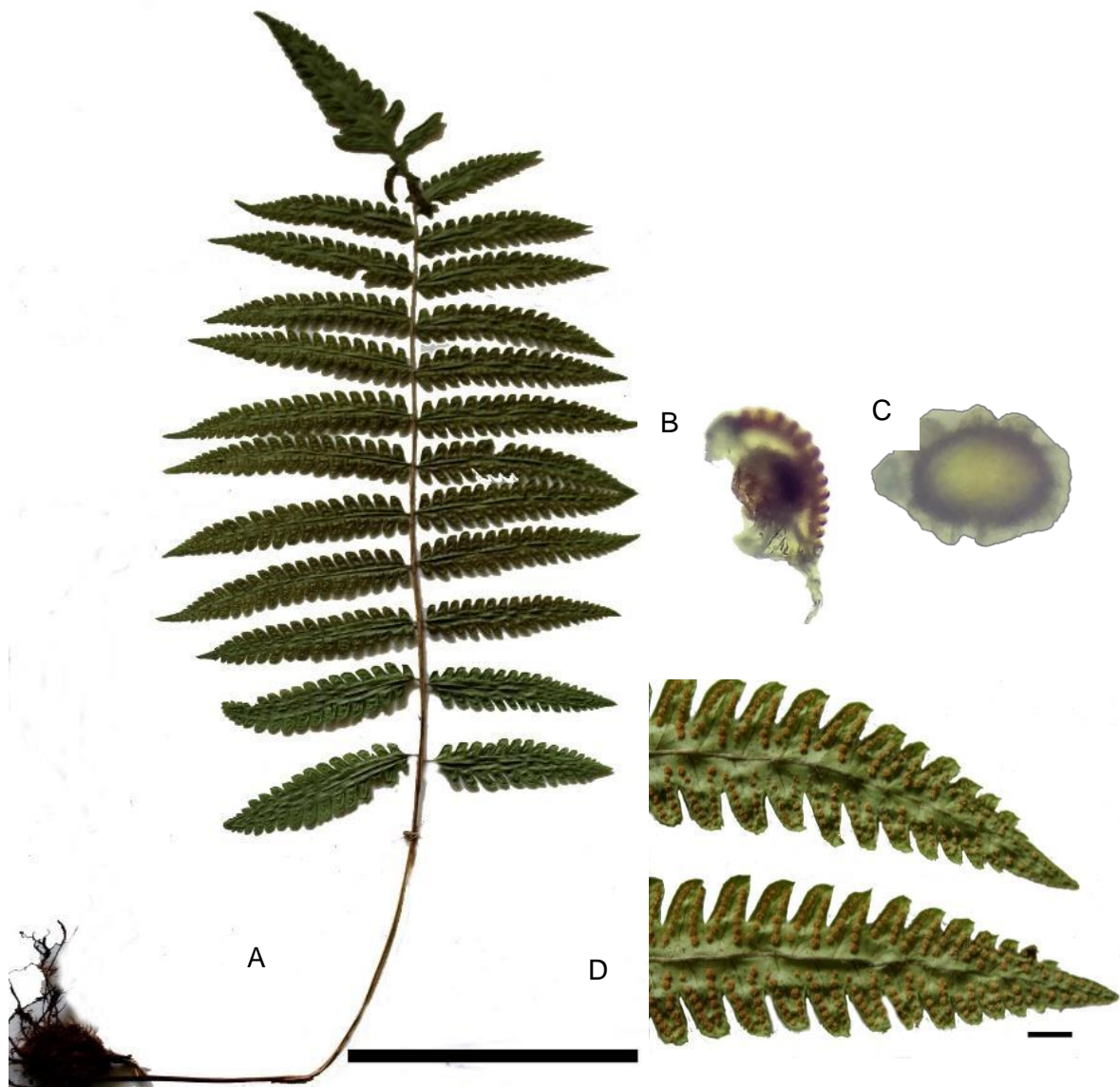
Adiantum tricholepis Fée.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora trilete. D) Detalle de la forma de los segmentos y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 088; Municipio: Huejutla, Localidad: Contepec.

Rizoma corto, cespitoso grueso de 5 a 10 mm de diámetro, compacto erecto o ascendente, cubierto con escamas castaño claras de 1 a 6 mm de largo por 0.5 cm de ancho, linear-lanceoladas a lanceoladas, dentadas; **frondas** agrupadas de 55 a 70 cm de largo, pecíolo de 1/3 de la longitud de la fronda, castaño purpura, cilíndrico, glabro; **lámina** de contorno ovado, tripinnada a cuadripinnada de 36 a 46 cm de largo por 15 a 35 cm de ancho, **pinnas** con 4 a 15 pares, alternas, **segmentos** peciolulados de 2 a 6 mm de largo, flabelados a redondo-flabelados, enteros a crenados de 12 a 20 mm de largo por 8 a 15 mm de ancho, el color del peciolulo pasa hacia el segmento, haz pilosos, envés piloso, **venación** libre, dicotómica; **soros** 3 a 10 por segmento, cubiertos por el margen reflejo modificado de la lámina de 1.5 a 7 mm de largo, reniforme, pubescente, **esporas** triletas, con ornamentación verrugada.

Amauropelta pilosohispida (Hook.)



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. C) Segmento mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 115; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Fronδας generalmente largas, segmentos más o menos perpendiculares a costales, no falcados, margen ligeramente o no revoluta, indumento abaxial con tricomas de 1.5 mm de largo en la costa, tricomas estrechos con escamas costales largos castaños no clatradas.

***Amauropelta oligocarpa* (Humb & Bonpl. Ex Willd.) Ching.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros y la venación. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 105; Municipio: Huejutla, Localidad: Ixcatepec.

Rizoma suberecto a erecto; **fronda** de 30 a 90 cm de longitud, monomorfas; **pecíolo** a menudo de color parduzco, la base con escamas; **lámina** 1-pinnado-pinnatífida, con 2 a 6 pares de pinnas reducidas basalmente, cartácea; **pinna** de 15 a 25 pares, incisas; **segmentos** de 2 a 3 mm de ancho; venas de 7 a 10 pares por segmento con numerosos tricomas en el envés de la lámina; tricomas septados; soros medios a submarginales, indusio muy pequeño oculto por los **esporangios** maduros; esporangios glabros; **esporas** monoletes.

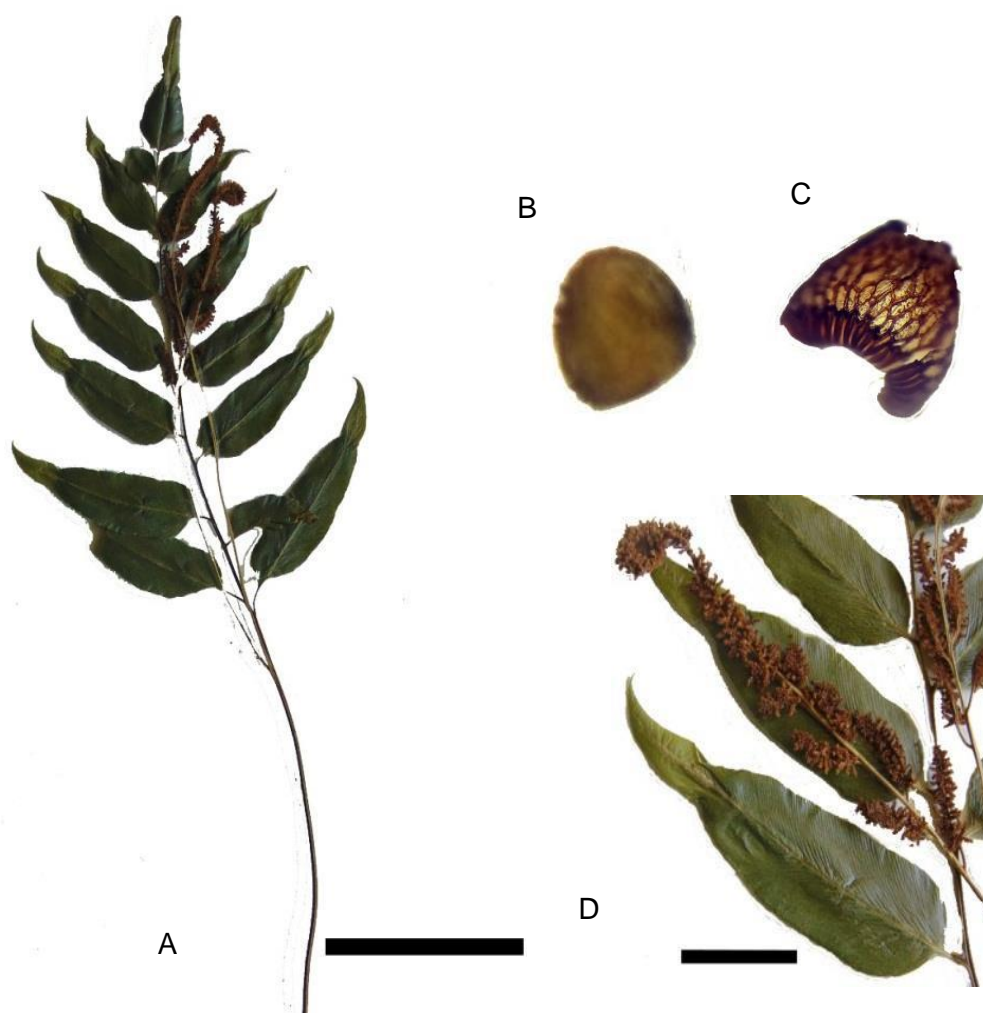
***Anemia adiantifolia* (L.) Sw.**



A) Aspecto general de la planta. B). Esporangio con anillo apical. C) Espora trilete café-marron. D) Segmento mostrando la venación dicotómica y parte de la fronda fértil con los esporangios. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 019; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tatacuatitla.

Rizoma rastrero y compacto, con tricomas pardo oscuro; **frondas** de 10 a 60 cm de longitud erectas; pecíolo pajizo a castaño; **lámina** hemidimorfa, 3-pinnada, anádroma, coriácea, hirsuta a glabra; pinnas de 10 a 18 pares, alternas a subopuestas, **segmentos** ablaceolados; **venación** libres; pinnas fértiles erectas, emergiendo por debajo de las pinnas estériles, generalmente más cortas que las vegetativas; **esporangios** a las pinnas basales; **esporas** tetraédricas estriadas.

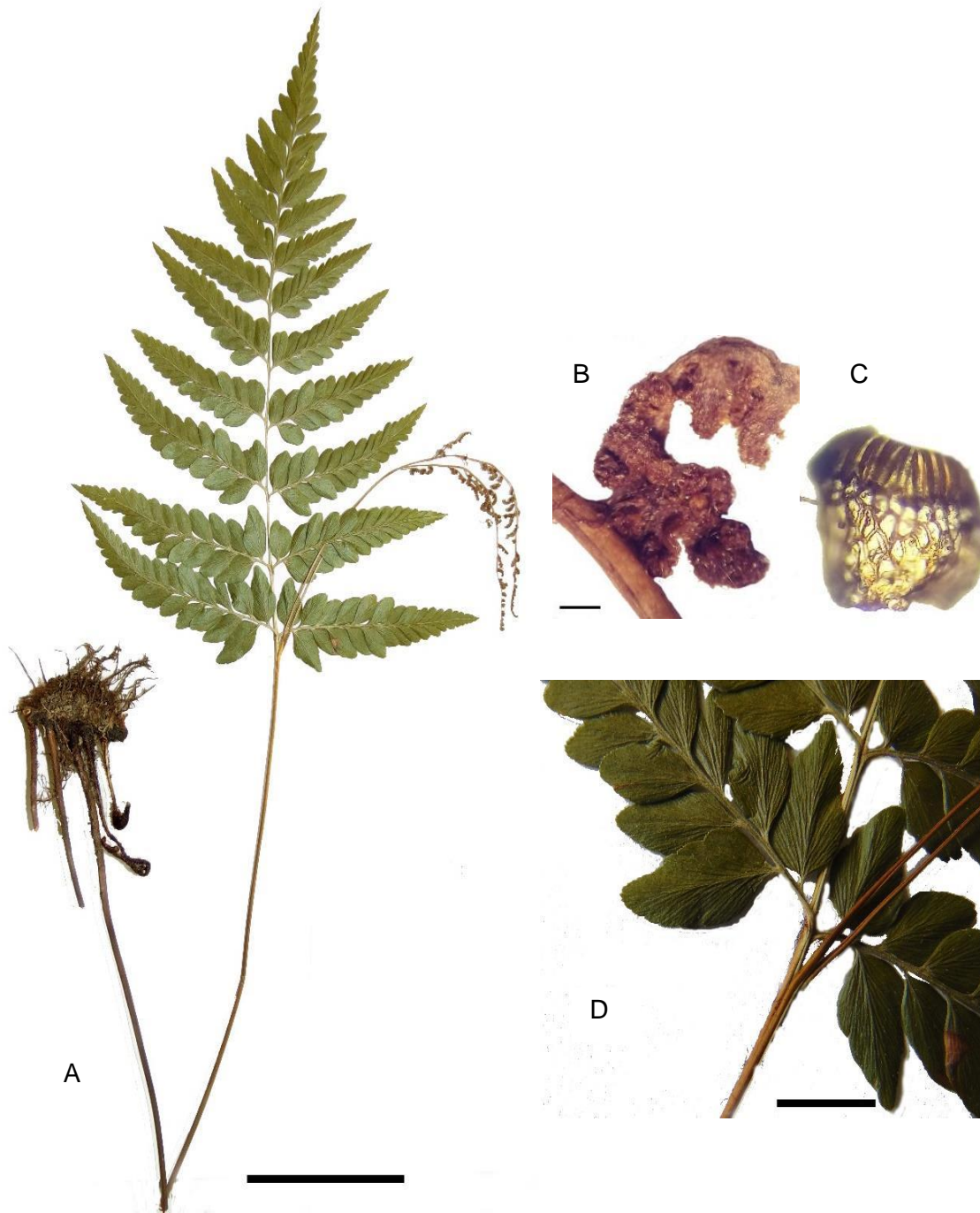
Anemia mexicana var. *mexicana* Klotzsch.



A) Aspecto general de la planta. B) Espora trilete estriada. C) esporangio con anillo apical. D) Segmento mostrado la venación dicotómica y parte de la fronda fértil con esporangios. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 004; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Pochotitla.

Planta terrestre; **rizoma** rastrero, cespitoso; **frondas** erectas de 30 a 60 cm de alto, peciolo $\frac{1}{2}$ de longitud de la hoja; **lámina** deltada a lanceolada, 1-pinna terminal similar a las laterales; pinnas de 5 a 9 pares, alternas, lanceolado-deltadas, pecioluladas, con la base truncada, los márgenes serrulados y el ápice acuminado, glabras en el haz y con pequeños tricomas en el envés; venación libres; **pinnadas** fértiles erectas formando espigas o panículas, emergiendo por debajo de las pinnas basales estériles, igual o más largas que la porción estéril, **esporas** triletes.

Anemia adiantifolia x mexicana var. *mexicana*



A) Aspecto general de la planta. B) Fragmento fértil. C) Esporangio con anillo apical. D) Detalle del segmento mostrando la venación. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 062; Municipio: Jaltocán, Localidad: El Chote.

***Asplenium minimum* M. Martens & Galeotti.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. C) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.I.H.A., No. de colecta: 008; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tepetzintla.

Rizoma erecto, cubierto por **escamas** clatradas, negras de 2 a 3 mm de largo por 0.5 a 0.8 mm de ancho, linear-lanceoladas a lanceoladas con margen entero ocasionalmente dentadas, **frondas** agrupados de 8 a 16 cm de largo, **pecíolo** de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la fronda, cubierto por **tricomas** pluricelulares negro al igual que el raquis, **lámina** pinnada de 10 a 15 cm de largo por 3 a 10 cm de ancho, de contorno deltado a pentagonal, glabra o con tricomas claviformes de 0.1 mm de largo con 2 a 4 pares de **pinnas**, las inferiores trilobuladas, generalmente basiscópicas de 2 a 4.5 cm de largo por 1 a 3 cm de ancho, sésiles o con pedicelo de hasta 11 mm, ápice largo acuminado, **venas** poco visibles a simple vista, bifurcadas, **soros** 3 a 10 por pinna de 4 a 11 mm de largo por 0.5 a 0.8 mm de ancho, cubiertos por un indusio con margen entero a eroso, glabro, **esporas** monoletes de 38 a 42 μm de largo por 50 a 57 μm de ancho, sexina equinada, con espinas de 1 μm o menos.

***Asplenium cuspidatum* Lam.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 114; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Láminas profundamente pinnado-pinnatífidas a 2-pinnada con segmentos dentados, pinnas proximales con al menos un lóbulo basal acroscópicos termina cerca de la costa.

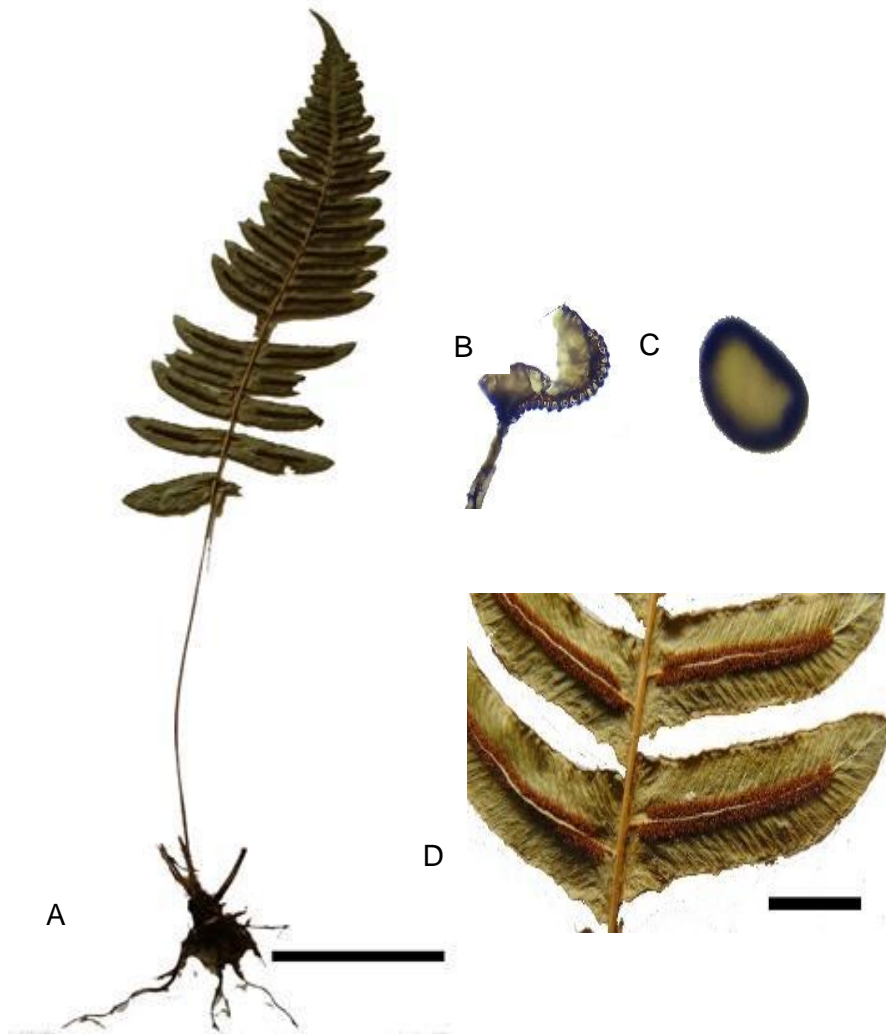
Asplenium pumilum Sw.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle de la forma del segmento y la disposición de los soros. Colector: I.M.M., No. de colecta: 009; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tepetzintla.

Rizoma erecto o ascendente, cubierto con escamas, negras, clatradas y lustrosas; **frondas** de 3 a 26 cm de longitud, **pecíolo** castaño a atropurpúreo, semi-lustroso basalmente, cubierto por tricomas incoloros septados; **lámina** pinnada-pinnatífida, membranácea, deltada a pentagonal; raquis alado de color verde a estamíneo; pinnas de 2 a 5 pares, márgenes crenados–cerrados; nervaduras 1 a 3 bifurcadas, **soros** con indusio, curvados hacia afuera, de 5 a 20 por **pinna** más grandes; **esporas** monoletes.

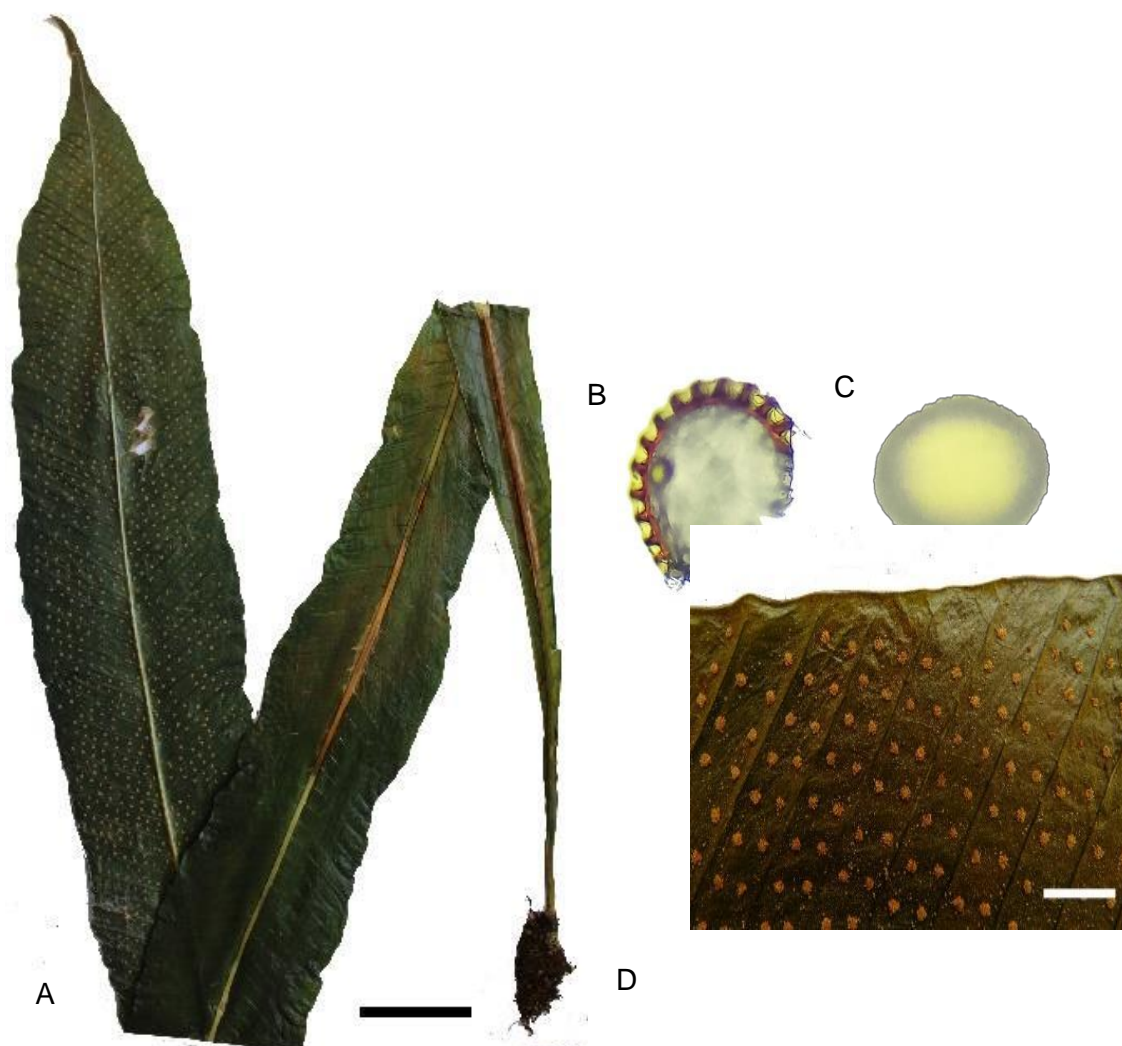
***Blechnum appendiculatum* Willd.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros y la venación libre. Colector: O.H.A., No. de colecta: 010; Municipio: Jaltocán, Localidad: El Chote.

Rizoma erecto, estolonífero, cubierto por escamas de 4 a 7 mm de largo por 0.8 a 1 mm de ancho, bicoloras, porción central café pálido, lanceoladas, margen diminutamente serrulado o ciliado, **frondas** agrupados de 27 a 35 cm de largo, **pecíolo** de (3.5-) 5-25 cm, 1/3-1/2 de la longitud de la fronda; **lámina** de 7-23 x 3.5-8 (-11) cm, **raquis** con moderados o densos tricomas de 0.2-0.8 mm de longitud; **pinna** larga (1-) 2-4 (-8) cm x (4-) 6-8 mm, pinna abaxial glabra o con tricomas en la base, **venas** libres, bifurcadas, **soros** la del largo de la pinna, paralelos a la costa, cubiertos por un indusio de 0.5 a 0.8 cm de ancho, entero a diminutamente eroso-ciliado, **esporas** monoletes, con sexina lisa y perina muy angosta, lisa a levemente granular.

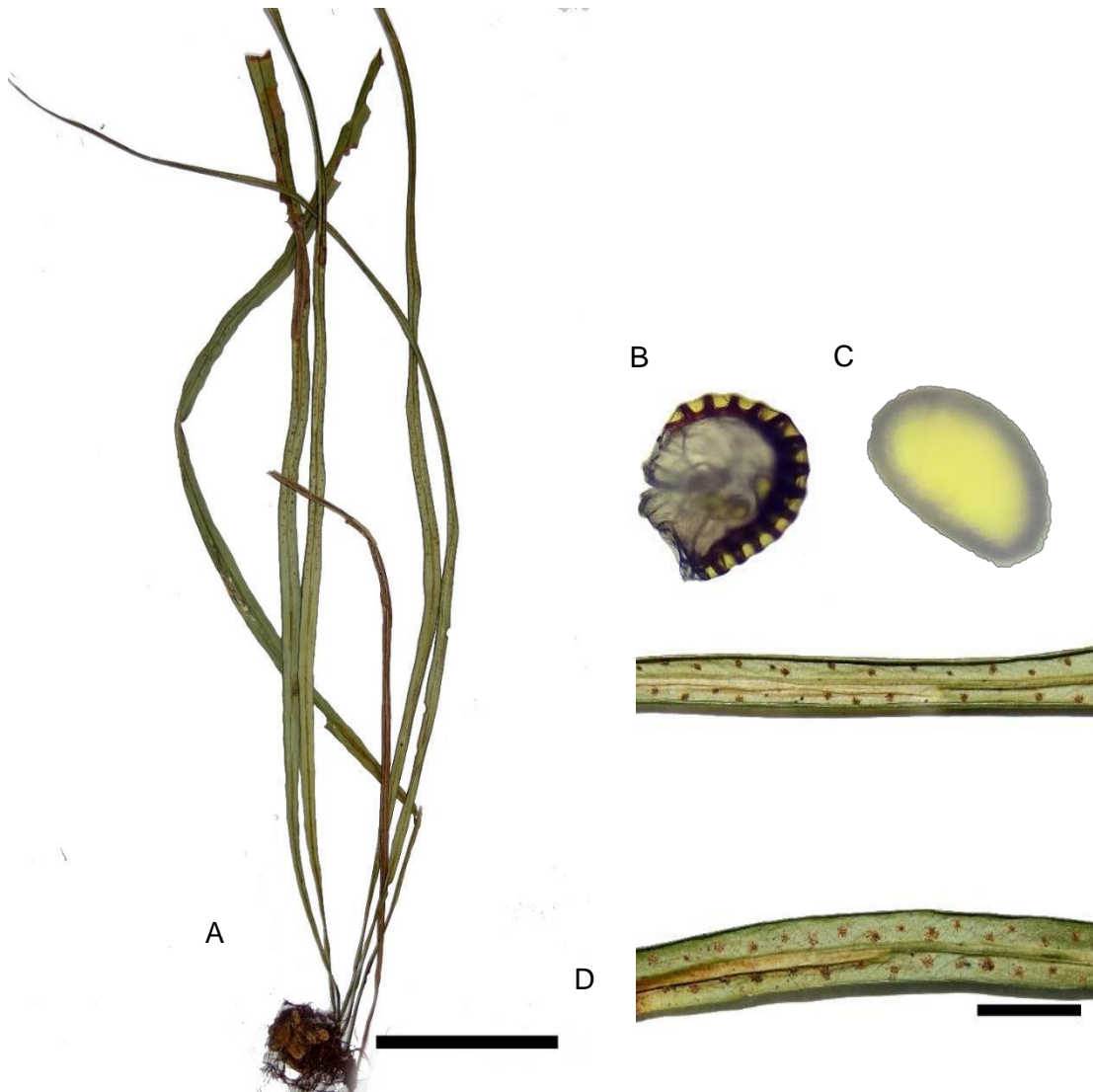
Campyloneurum phyllitidis (L). C. Presl.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle de la lámina mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 017; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tatacuatitla.

Rizoma corto cespitoso de 5 a 8 mm de diámetro, cubierto con escamas de 1.5 a 4 mm de largo por 1.3 a 1.5 mm de ancho, clatradas, deltadas a anchamente ovadas con ápice acuminado, **frondas** de 30 a 105 cm de largo por 5.5 a 10 cm de ancho, agrupadas, **peciolo** ausente o extremadamente corto, menor de 1 cm, **lámina** angosta-oblancoelada de 29 a 104 cm de largo por 5.5 a 10 cm de ancho, ápice agudo a acuminado, glabra, venas principales prominentes a simple vista, **venación** reticulada formado series de 6 a 15 series de areolas, **soros** en series de 10 a 15, alimentados por una vena que se encuentra dentro de una areola, sin indusio, **esporas** monoletes, sexina levemente verrugada.

Campyloneurum angustifolium (Sw.) Fée



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monoete. D) Detalle de la lámina mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 129; Municipio: Huazalingo, Localidad: Mazapha.

Rizoma cortamente rastrero, pruinoso de 4-7 de grosor; **frondas** simples de 25-60 cm de longitud; **pecíolo** ausente o muy corto, articulado; **lámina** de 0.5 a 2.5 cm de ancho, entera y glabra, **venación** anastomadas, con 1 a 2 hileras de areolas entre la vena media y el margen; **soros** en 1 a 2 hileras en cada lado de la vena media; **esporas** monoletes de color amarillo.

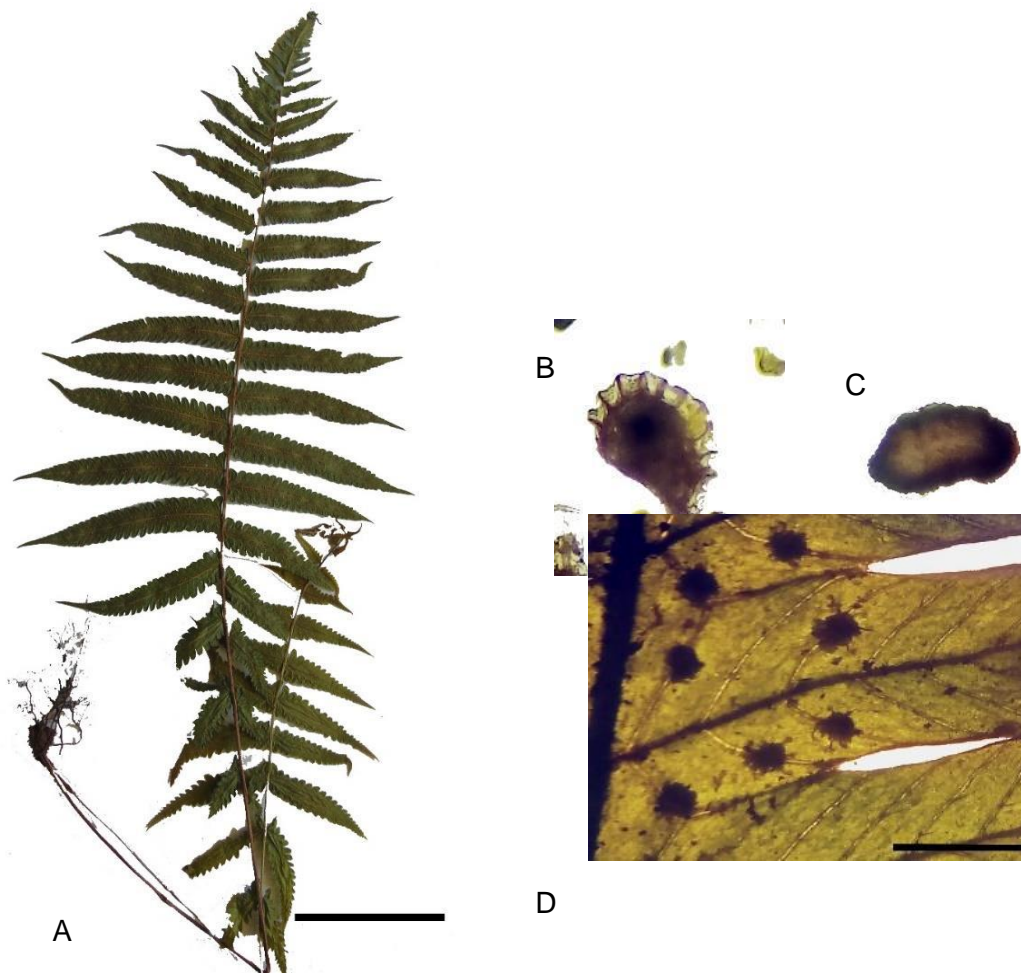
Christella ovata var. *Lindheimeri* (C. Chr.) A.R. Sm.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monoete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros y la venación. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 076; Municipio: Huejutla, Localidad: Xocotitla.

Rizoma largamente terrestre; **hojas** de 40 a 150 cm de largo, monomorfas; **pecíolo** con escamas setosas, linear-lanceoladas en la base; **lámina** 1-pinnada-pinnatifida; pinnas de 10 a 25 pares, incisas; segmentos oblicuos, subfalcados; numerosos tricomas en el envés de la lámina, en su mayoría sobre las costas, nervaduras y tejido laminar; nervaduras libres, con el par proximal alcanzando el margen en o justo por arriba del seno; **soros** supramedios a submarginales; **indusio** reniforme pardo pálido setos.

***Cyclosorus dentata* Forss Kal. E. SL.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. C) Segmento mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 126; Municipio: Huazalingo, Localidad: Mazapha.

Rizoma corto cespitosos, cubierto por escamas linear-lanceoladas de 8 a 10 mm de largo por 0.6 a 0.8 mm de ancho, con ápice largo acuminado, algo flexuoso, margen entero, superficie pilosa, **frondas** de algunas veces dimorfas, las estériles más algunas veces dimorfas, las estériles más cortas y con pocas y más anchas pinnas que las fértiles, **pecíolo** oscuro, frecuentemente púrpura, de 15 a 45 cm de largo con escamas en la base, semejantes a las del rizoma, **lámina** herbácea a coriácea de 24 a 92 cm de largo, pinnada-pinnatifida con ápice pinnatifido, pinnas de 5 a 17 cm de largo por 1.1 a 2.7 cm de ancho, los 6 pares más inferiores a veces reducido a aurículas enteros o crenadas, venas de 6 a 0 pares por segmento, el par basal desde segmentos adyacentes unidos en ángulo obtuso y debajo de los senos con venillas escurrentes, **esporas** monoletes de 38 a 46 μm de largo por 30 a 34 μm de ancho con pliegues y crestas que forman un patrón lobulado.

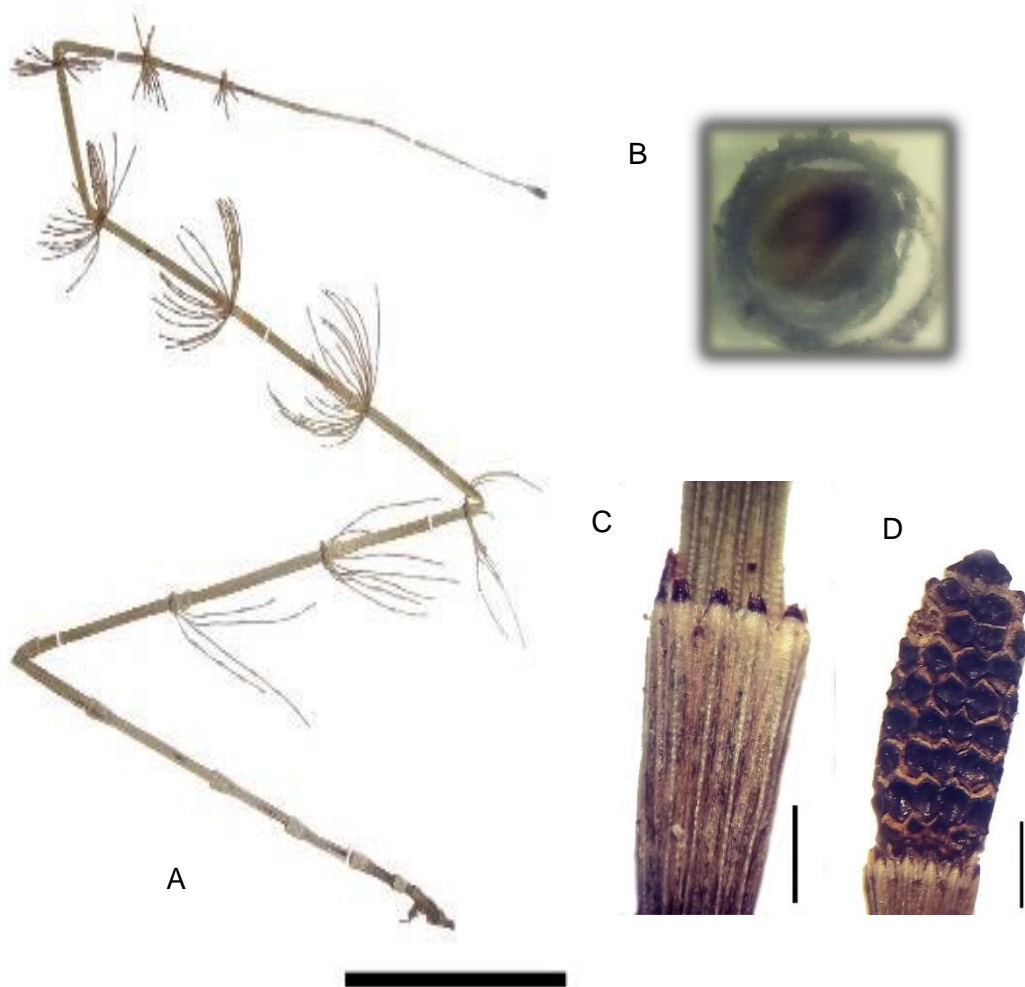
Cyclosorus hispidula (Decne.) C.F. Reed.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Segmento mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 053; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Talol.

Rizoma suberecto a erecto (en algunos casos corto-rastrero o largo rastrero); usualmente de 1.5 a 3 cm de diámetro; **pecíolo** pajizo, oscurecido en la base, de 10 a 40 (-55) cm x 1.5 a 5 mm, con tricomas; **lámina** herbácea a coriácea de 18 a 55 (-75) cm de longitud, ápice pinnatífido; **pinnas** de 3.5 a 16 x 0.2 a 2 (-2.5) cm, pinnas proximales reducidas, con pequeñas aurículas, **segmentos** oblicuos, en su mayoría erectos; **venas** de (4-) 6-9 (-11) pares por segmento; indumento abaxial con numerosos tricomas de 0.3 a 0.8 mm de longitud; **soros** medios, usualmente con indusio y tricomas de 0.3 mm.

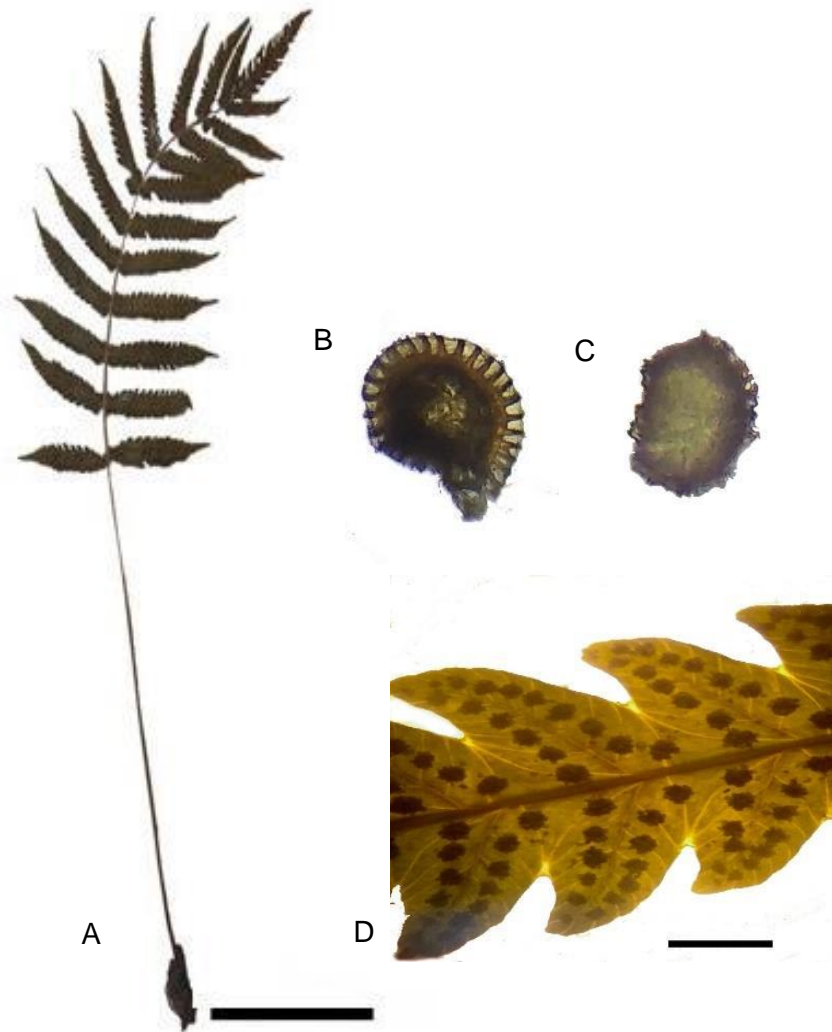
Equisetum miriochaetum Schltdl. & Cham.



A) Aspecto general de la planta. B) Espora circular verde con eláteres. C) Detalle de las hojas fusionadas en una vaina. D) Estróbilo. Colector: A.P.L., No. de colecta: 001; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Tallo aéreo, hasta de 8 metros de largo, aunque el promedio es de entre 2 y 4 m de alto, y de 3 a 23 mm de diámetro, con ramificaciones verticiladas regulares y 16 148 crestas, **vaina** nodal de 9 a 20 mm de largo por 6 a 18 mm de ancho, cilíndricas, verdes, los dientes deciduos, **estomas** con una línea en cada lado del surco, **ramificaciones** con 6 a 8 crestas, estas con tubérculos que se observan como puntos dentados hacia el ápice, **estróbilos de las ramas** de 5 a 10 mm de largo por 2 a 4 mm de ancho, terminal sobre las ramas y tallos principales, obtusos con ligero apículo, **estróbilo del tallo** de 15 a 30 mm de largo por 7 a 12 mm de diámetro, **esporas** circulares de 33 a 38 μm de largo por 31 a 36 μm de ancho, con cuatro elaterios con granulaciones, esporas verdes inaperturadas, aunque en algunas esporas se aprecia un poro de 2 a 2.5 μm de diámetro.

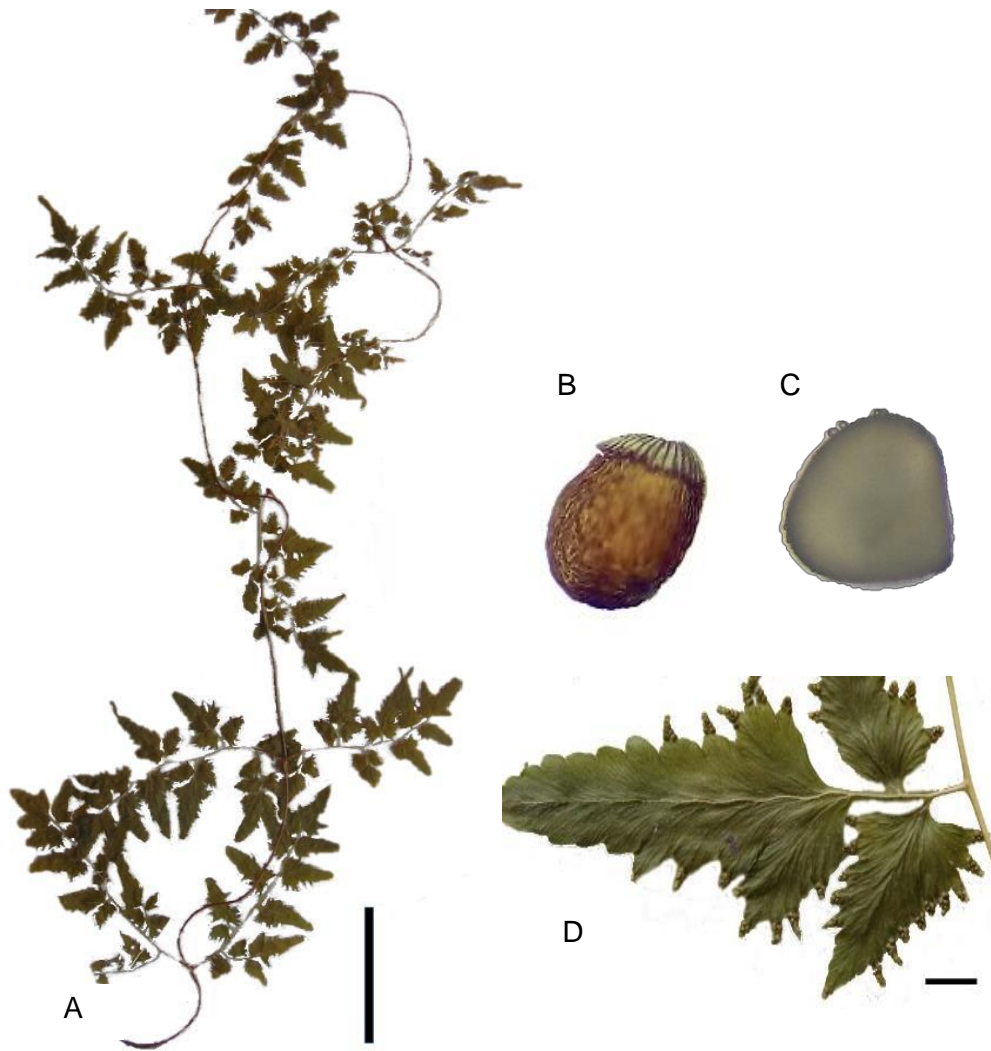
***Goniopteris tetragona* (Sw.) Small.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete con ornamentación verrugosa. D) Segmento mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 029; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Huextetitla.

Rizoma corto- rastrero, 1 cm de diámetro, **frondas** dimorfas, las fértiles son erectas de 100 cm de largo, las estériles son cortas, arqueadas de 50-100 cm de largo; **pecíolo** pajizo a bronceado, de 60 cm x 2-5 mm, lámina herbácea, pinnatífida 25-45 (-55) x 12-25 (-30) cm, **pinna** 5-10 (-12) pares, pares proximales algo reducidos en la base 7-15 (-18) cm de largo, las estériles principalmente de 2-3 cm de ancho; las fértiles 1-2 (-2.5) cm de ancho; **segmentos** oblicuos, subfalcados ápice redondeado de 4-6 mm de ancho; **venas** de 6 a 10 pares, usualmente unidas en los senos, soros inframarginales, sin indusio, **esporangio** con tricomas de 0.1 mm de longitud.

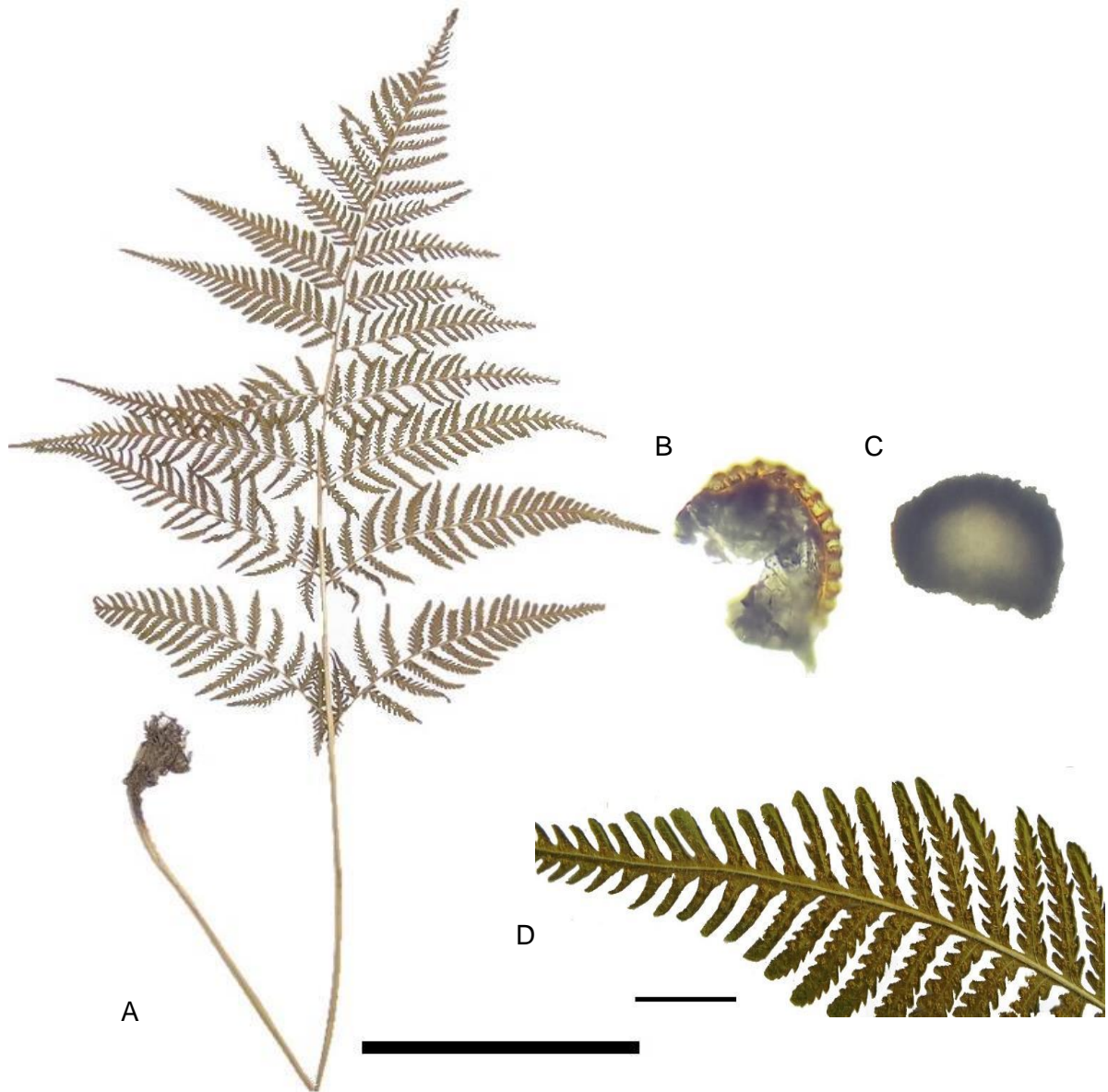
Lygodium venustum Sw.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio con anillo apical. C) Espora trilete. D) Detalle de la forma de los segmentos y esporangios marginales. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 077; Municipio: Huejutla, Localidad: Xocotitla.

Rizoma corto cespitoso, de 1 a 2 mm de diámetro, cubierto con tricomas cafés, **frondas** de 80 cm a 2 m de largo, **pecíolo** y **raquis** verdoso, flexuoso, trepadores, glabrescentes a piloso, pecíolo más grande o de igual tamaño que la **lámina**, lámina bipinnada a veces tripinnada, **segmentos** pinnado-divididos, peciolados de 1 a 2.5 cm de largo, segmentos de 1.5 a 10 cm de largo a 2.5 cm de ancho, pilosos o glabros en el envés, la base hastada, margen finamente serrulado, ejes pilosos, venación libre, esparcidamente estriadas a pilosas a pilosas o glabras, **soróforos** colocados en el margen de los segmentos, de 1 a 3 mm de largo, **esporangio** con anillo apical colocados en dos hileras, protegido cada esporangio por una valva indusial y cubierto por tricomas blancos, **esporas** triletes con ornamentación verrugada.

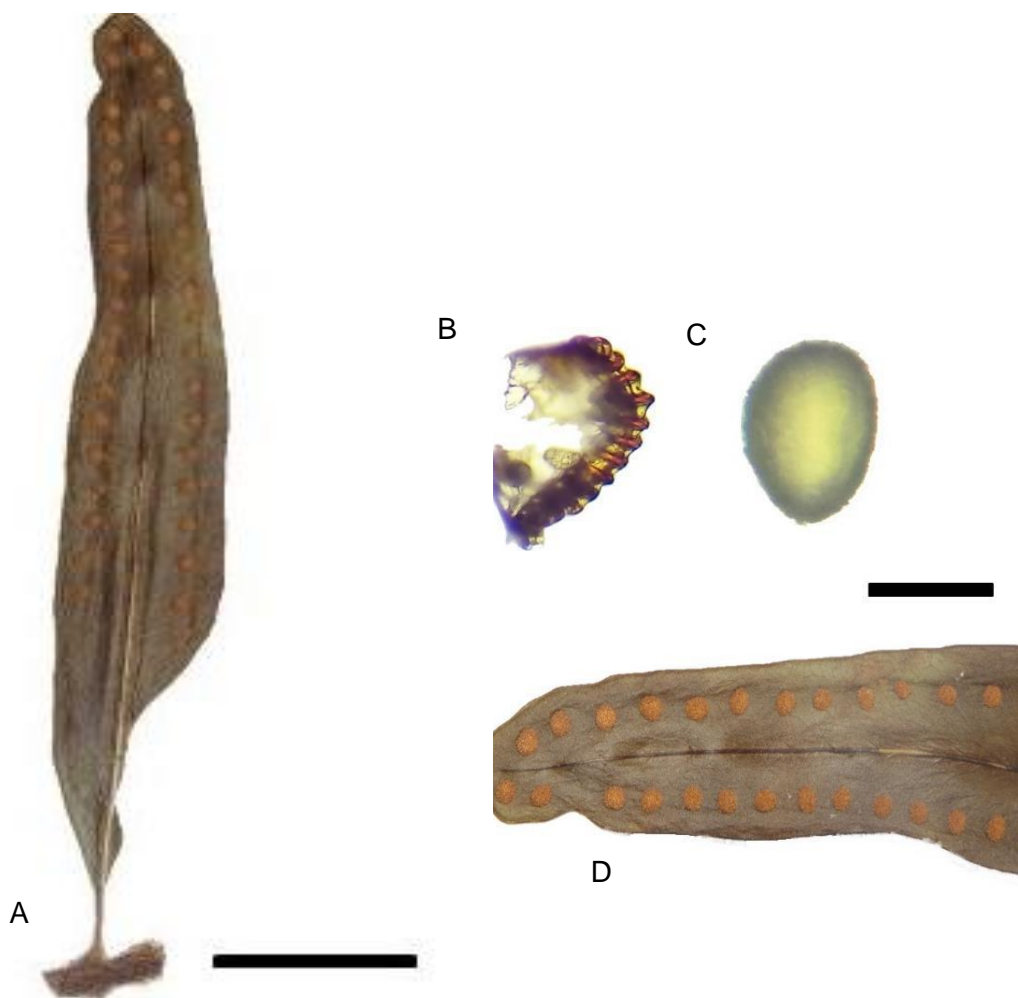
***Macrothelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 048; Municipio: Jaltocán, Localidad: Tepeíca.

Rizoma corto y rastrero; **hojas** de 60 a 150 cm de longitud, verde, brillantes; **pecíolo** verdoso o glauco; **lámina** 2-pinnada-pinnatifida; **pinnas** 12 a 18 pares; pínulas adnadas, oblicuas, incisas; **venación** libre, bifurcada; los pelos aciculares y en el envés de costas y tejido laminar con pequeñas glándulas capitadas; **soros** redondos con indusio pequeño, glabro o glanduloso; **esporangios** con glándulas capitadas cerca del anillo; **esporas** monoletes, elipsoidales con perina reticulada.

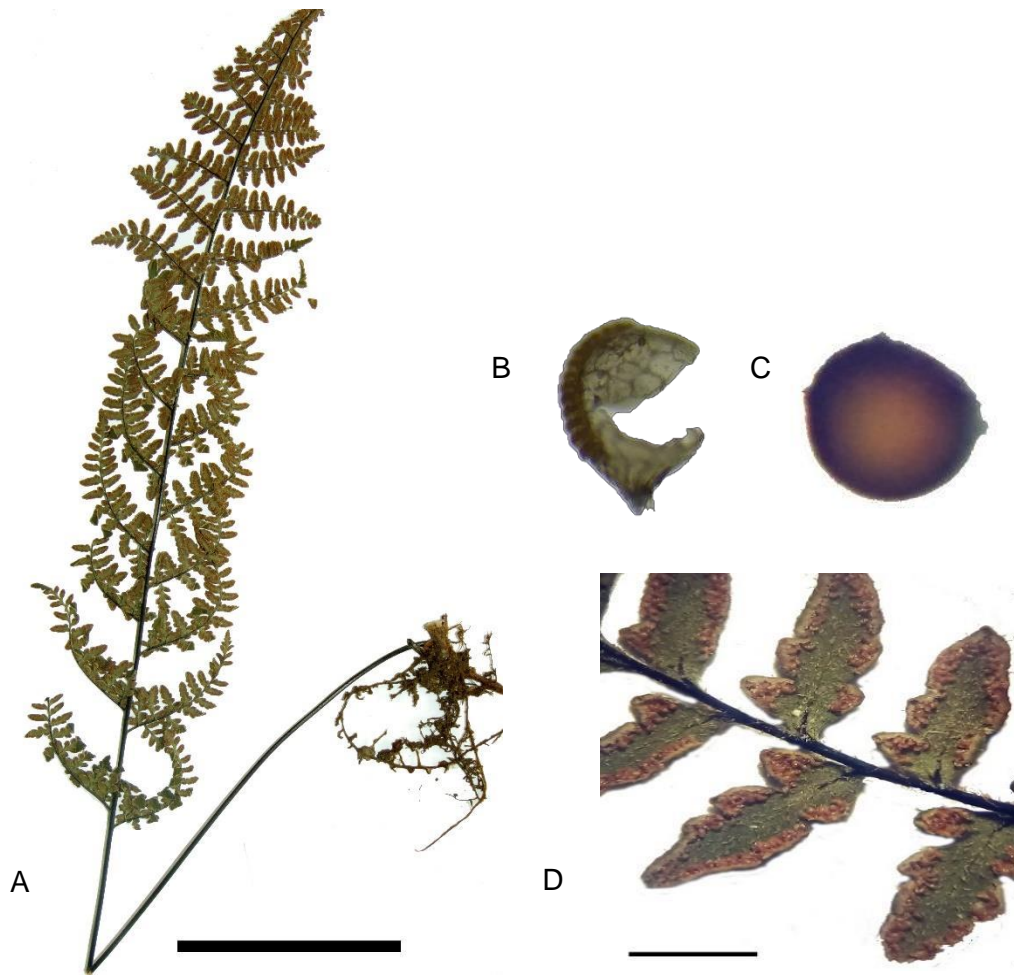
Microgramma nitida (J. Sm.) A. R. Sm.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monoete. D) Detalle de la lámina mostrando la disposición de los soros redondos. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 011; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Pochotitla.

Rizoma largo o cespitoso, de 4 a 6 mm de diámetro, cubierto por escamas de 2 a 10 mm de largo por 0.2 a 0.4 mm de ancho, bicoloras, cafés-rojizas con márgenes blancos lanceolada-atenuadas, ápice angosto, escamas apretadas a dispersas, de inserción peltada, margen eroso a entero, **frondas** dimórficas, distantes, coriáceas, **pecíolo** glabramente ausente a veces de 5 mm de largo, glabro, **lámina estéril** lanceolada a ovado-lanceolado de 4.5 a 12 cm de largo por 2.5 a 3.5 cm de ancho, **lámina fértil** lanceolada a elíptica-lanceolada de 8 a 20 cm de largo por 1 a 1.8 cm de ancho, base redondeada a cuneada, ápice obtuso a agudo, rara vez acuminado, glabro, **venas** anastomosadas, soro redondeado, medio, alimentado por 2 venas, con parafisios filiformes ligeramente más grandes que los esporangios, **esporas** monoletes, ornamentación verrugada.

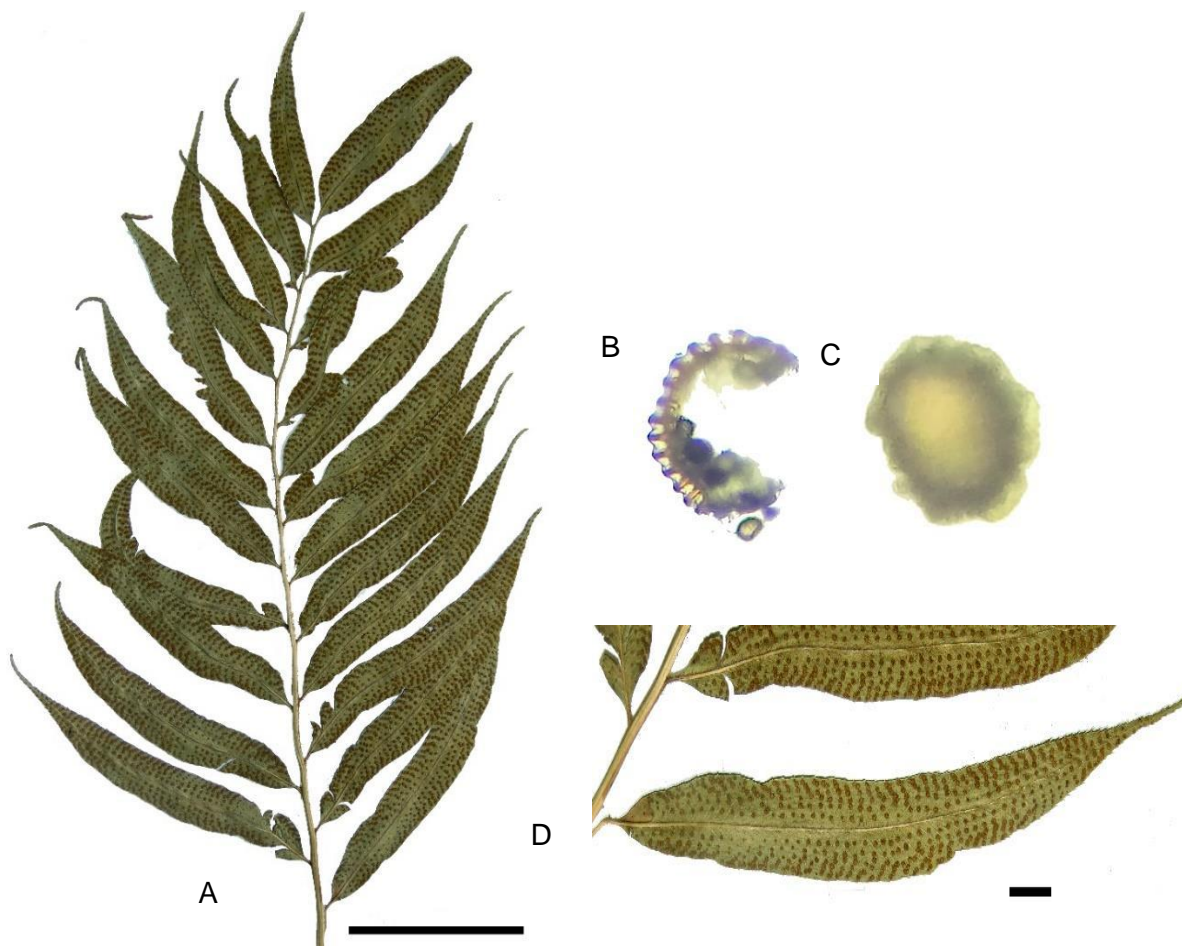
***Myriopteris cucullans* (Fée) Grusz & Windham.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora trilete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros marginales. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 086; Municipio: Huejutla, Localidad: Contepec.

Rizoma delgado, largo cespitoso, de 2 mm de diámetro, cubierto por escamas de 2 a 3 mm de largo por 0.1 a 0.2 mm de ancho, castaño claras, lineares a lineares-lanceoladas, margen con largos cilios, frondas de 25 a 35 cm de largo, distantes, **pecíolo** de $1/3$ a $1/2$ de la longitud de la fronda, castaño cilíndrico, cubierto por largos tricomas castaño claro a castaño amarillentos, **raquis** con densos tricomas adpresos, **lámina** de contorno oblongo-lanceolada a lanceolada, bipinnado-pinnatifido, pinnas de 2 a 4 cm de largo por 1.2 a 2 cm de ancho de contorno lanceolar, segmentos lobados sobre ambos lados acroscópicos y base basiscópica de 0.5 a 1 cm de largo por 0.5 a 0.8 cm de ancho, haz glabro, envés con densos tricomas pluricelulares de 0.3 a 0.5 mm de largo, **venación** inconspicua, pero al transparentarse se observa libre, con las venas secundarias bifurcadas, **esporangios** en el extremo de las venas, cubiertos por el margen curvado, modificados en un falso indusio de 0.5 mm de ancho, **esporas** triletes con ornamentación granular.

***Phanerophlebia nobilis* (Schltdl. & Cham.) C. Presl.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: G.H.A., No. de colecta: 023; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tepetzintla.

Rizoma suberecto de 1 a 4 cm, cubierto con escamas castaño oscuras, las **escamas** son de 2 tipos, unas lanceoladas de 3 a 5 mm de largo por 0.8 a 1.5 mm de ancho, margen ciliado, otras escamas son ovadas de 3 a 5 mm de largo por 2 a 3 mm de ancho, margen ciliado, **frondas** agrupadas de 40 a 70 cm de largo, **pecíolo** de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la fronda, verdosos, densamente escamoso, con escamas dispersas semejantes a las del rizoma, **raquis** con escamas dispersas en forma de tricoma tortuosa, **lámina** de contorno ovado a lanceolado, de 20 a 40 cm de largo por 18 a 25 cm de ancho, pinna apical conformada, **pinnas** de 6 a 10 pares por lámina, linear-lanceoladas, de 8 a 15 cm de largo por 1.5 a 3 cm de ancho, redondeadas a cuneadas en la base, pinnas inferiores inequilateras, margen espinoso con dientes de 0.1 a 0.3 mm de largo, **venas** libres o solo unas anastomosadas con tricomas esparcidos de 0.1 a 0.3 mm o bien glabros, **soros** de 2 a 3 hileras, las hileras más intensas dispuestas de 2 a 3 mm de la costa, indusio ligeramente café, peltado de 1 mm de diámetro, **esporas** monoletes, perina con crestas obtusas, pliegues y crestas forman un patrón regulado.

Phanerophlebia macrosora (Baker) Underw.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros y la venación. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 021; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Planta terrestre; **rizoma** erecto, cubierto de escamas grandes, concoloras, de color pardo claro; **hojas** monomorfas, de 0.80 a 2.50 metros de longitud; **pecíolo** más corto que la lámina, cubierto por escamas densamente traslapadas; **lámina** pinnada; **pinnas** 6 a 18 pares, con márgenes espinoso-serruladas; nervaduras libres, 3-4 veces bifurcadas; **soros** redondos, 3 a 4 series entre la costa y el margen de la pinna; indusio plano o cóncavo centralmente contraído en la maduras; **esporas** monoletes de color claro.

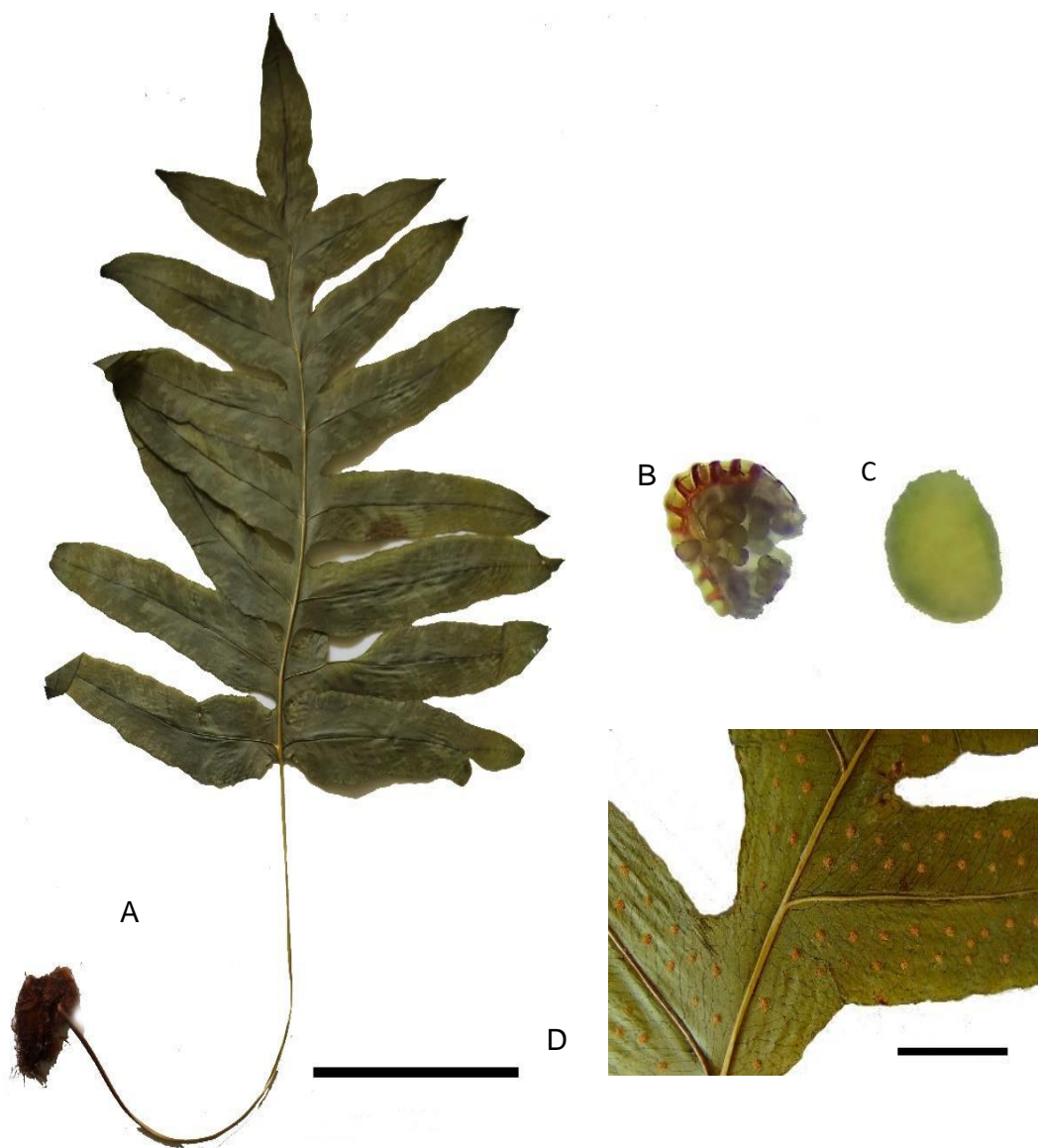
Phlebodium areolatum (Willd) J. Sm.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle de la pinna mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 132; Municipio: Huazalingo, Localidad: Mazapha.

Planta terrestre, epipetrica o epífita; **rizoma** rastrero, pruinoso, con escamas pardo anaranjadas; **pecíolo** articulado al rizoma; hojas de 20 a 90 cm de longitud, **lámina** profundamente pinnatifida, cartácea a coriácea, glaucas, glabra o esparcialmente escamosa en el envés, **pinnas** de 4 a 13 pares, linear deltadas margen entero, ápice atenuado; nervaduras aerolada, las areola con o sin venillas incluidas; **soros** redondos, sin indusio, en una hilera entre la costa y el margen; **esporas** monoletes, hialinas, de color amarillo.

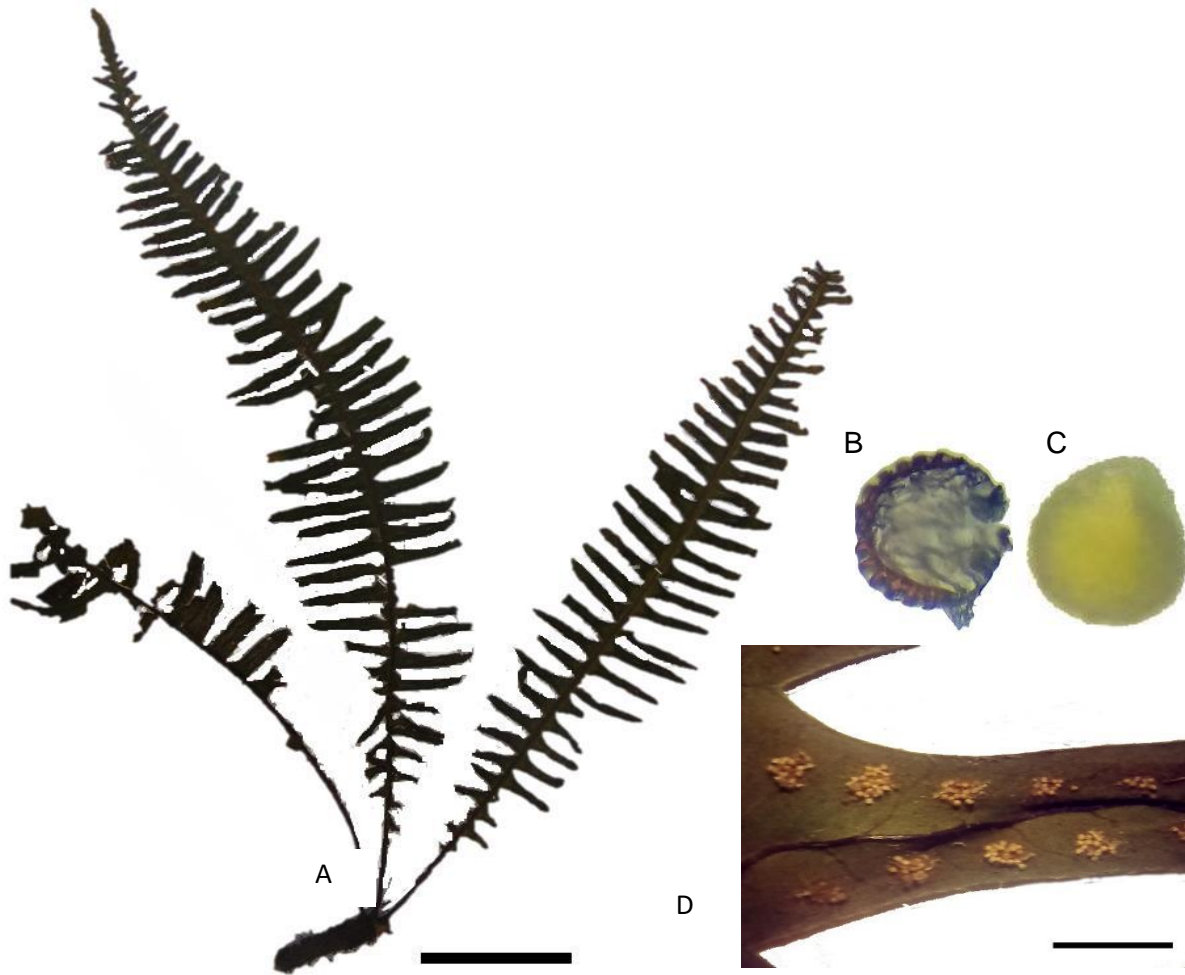
Phlebodium decumanum (Willd.) J. Sm.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete con hialina amarillenta. D) Lámina mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 089; Municipio: Huejutla, Localidad: Contepec.

Rizoma largamente rastrero, de 2-4 cm de ancho, cubierto por escamas de color pardo claro, con margen denticulado y ápice torcido; **frondas** de 30 a 60 cm de longitud, articuladas; **lámina** pinnatifida glabra o con pequeños tricomas sobre las venas en el envés; pinnas de 15 a 35 cm de largo por 4-6 cm de ancho, ápice atenuado; venación aerolada; **soros** redondeados, dispuestos en el envés de la lámina en 3-7 hileras entre la costa y el margen de las pinnas; **esporas** monoletes, hialinas amarillentas.

Pecluma atra (A.M. Evans) M. G. Price.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 134; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Juan.

Rizoma corto cespitoso de 4 a 6 mm de diámetro, cubierto por escamas de 1.5 a 3 mm de largo por 0.1 a 0.2 mm de ancho, café rojizos, lineares con margen entero, frondas de 20 a 65 cm de largo, agrupadas, pecíolo de 1/6 a 2/5 de la longitud de la **frondas**, negro con tricomas erectos aciculares de 0.1 mm raquis negro, con escamas linear-deltadas, parecidas ala del rizoma, café rojizas, enteras, lámina pinnatífida de contorno angosto oblonga, de 25 a 48 cm de largo, por 5 a 12 cm de ancho, ligeramente reducida en la base, deflexa algunas veces auriculadas, **segmentos** de 40 a 50 pares por lámina, linear-detallados de 3 a 66 cm de largo por 0.3 a 0.5 mm de largo, envés con tricomas muy dispersos a glabro, venas libres, bifurcadas, **soros** redondeados, con parafisios claviformes, **esporangios** glabros o conspicuamente setosos, **esporas** monoletes, con ornamentación verrugada.

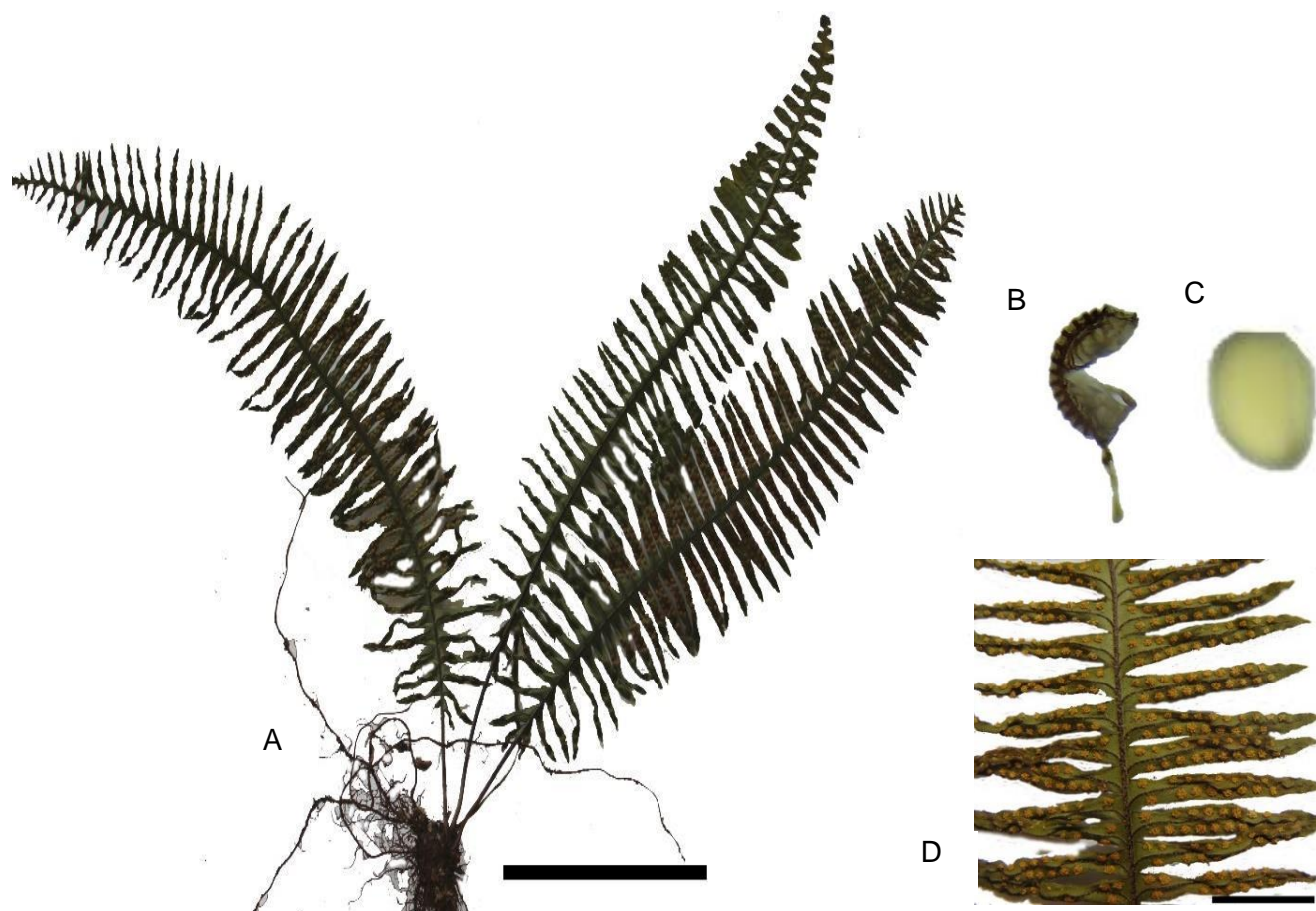
Pecluma dispersa (A.M. Evans) M. G .Price.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.J.A.H., No. de colecta: 014; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tepetzintla.

Rizoma corto de 4-8 mm de diametro; **escamas** del rizoma marron rojiza, lustrosas de 2-4 x 0.3-1(-1.5 mm), enteras, lanceoladas acuminadas; **frondas** agrupadas de 27-63 cm de largo; peciolo negro 1/7-2/7 de la longitu de la frondas, superficie adaxial densamente pilosa con tricomas aciculares dispenses de 0.1 mm, adpresos; **lámina** estrechamente ovada de 20-70 x 5-11 cm, base estrechamente truncada, ápice agudo; **segmentos** estrechamente ovados a lineares, de 3-5 mm de ancho, segmentos de la base de la lámina reducidos, usualmente deflexos, venas de 1-2 furcadas; **soros** redondos (a oblongos), **esporangios** glabros.

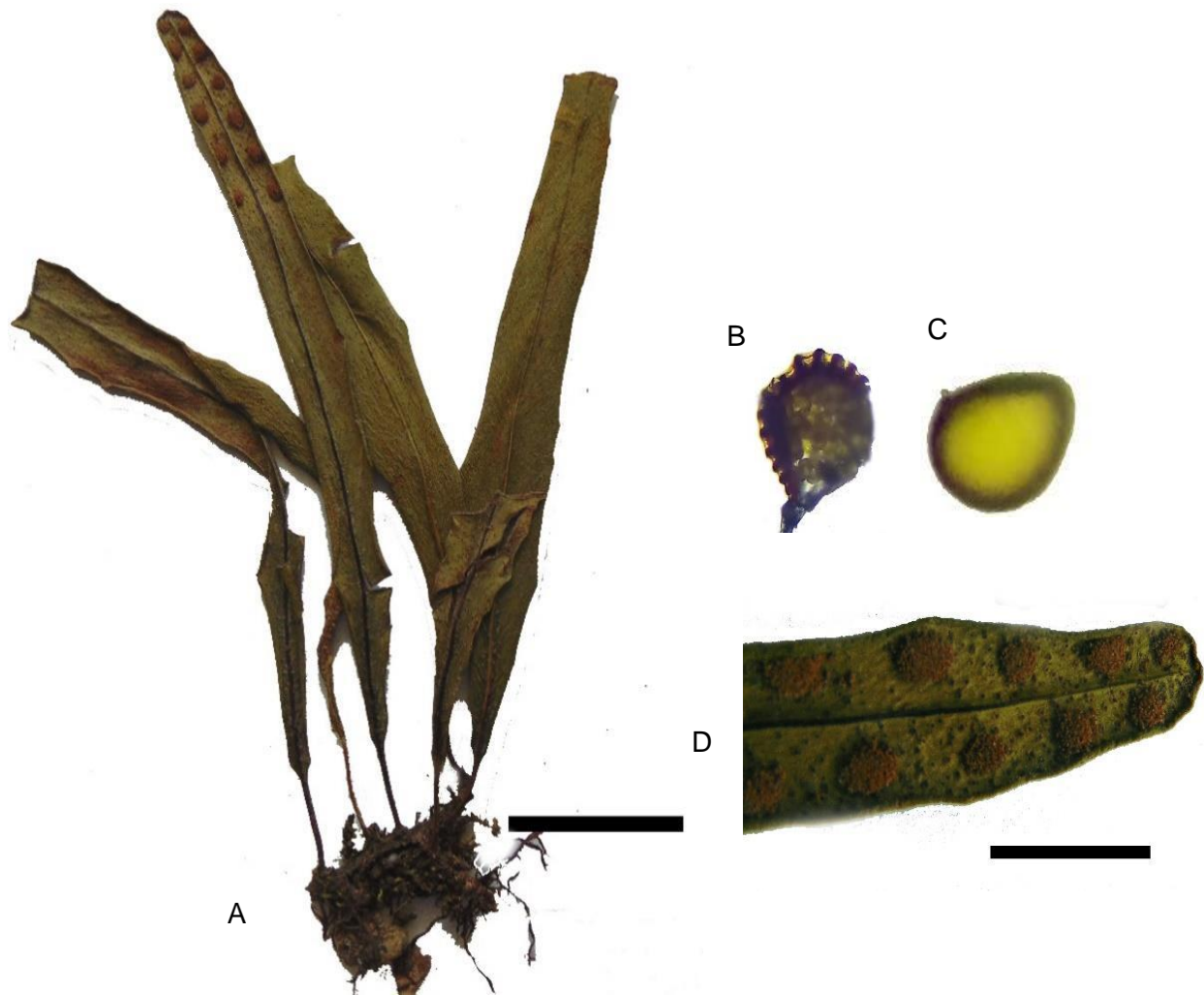
***Pecluma plumula* (Humb. & Bonpl. Ex. Willd.) M. G. Price.**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 112; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Rizoma corto cespitoso de 3 a 7 mm de diámetro, cubierto por escamas de 2 a 3 mm de largo por 0.3 a 0.6 mm de ancho, café-rojizas, negras hacia el margen, angostamente deltadas a ovadas, largo acuminado, margen dentado, papiloso, **frondas** de 8 a 60 cm de largo, agrupadas, **pecíolo** de 1/8 a 1/3 de la longitud de la fronde, negro, glabro, **raquis** con escamas ovadas, castaño claro a café-rojizo, ápice corto, acuminado, margen dentado, papiloso o fimbriado, **lámina** pinnatífida de contorno linear-elíptica, de 6 a 40 cm de largo por 3 a 7.5 cm de ancho, reducida a lóbulos en la base, **segmentos** linear-obtusos de 1.5 a 3 cm de largo por 1.5 a 4 mm de ancho, enteros, **envés** glabro o con dispersos tricomas, costa decurrente sobre el raquis, negra a veces con tricomas aciculares de 0.3 a 0.5 mm de largo y escamas muy esparcidas de 0.2 a 0.5 mm, escamas costales diminutas, **haz** glabro, costa a veces con tricomas esparcido de 0.1 a 0.3 mm de largo, **venas** libres bifurcadas o no, **soros** redondos, medios con parafisios claviformes de 0.3 a 0.5 mm, **esporangios** glabros o inscopiamente setosos, **esporas** de 2.87 a 31.3 μm de largo por 18.4 a 20.3 μm de ancho con ornamentación verrugosa.

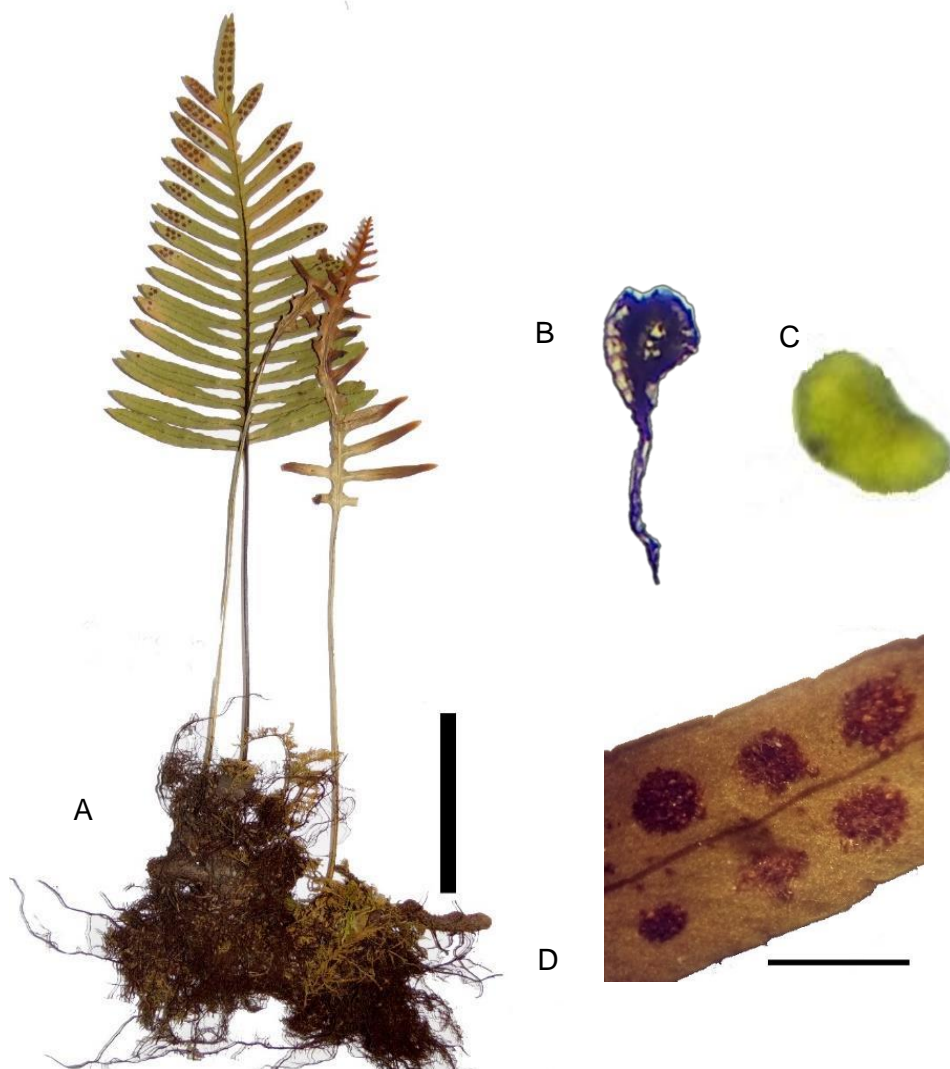
Pleopeltis crassinervata (Fée) Moore.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete D) Detalle de la lámina mostrando la disposición de los soros. Colector: J.R.S., No. de colecta: 015; Municipio: Huejutla, Localidad: Acuapa.

Rizoma postrado, con las **escamas** dimorfas, peltadas, clatradas; **frondas** monomorfas de 10 a 15 cm de longitud, simples, espaciadas o cercanas, pecioladas; peciolo terete de color castaño-rojizo, especialmente escamoso; **lámina** linear a angostamente oblonga, esparcida o diminutamente escamosa en ambas superficies; especialmente las más basales; soros circulares a elípticos, con escamas peltadas con el centro oscuro y margen fimbriado; **esporas** monoletes, de color amarillo.

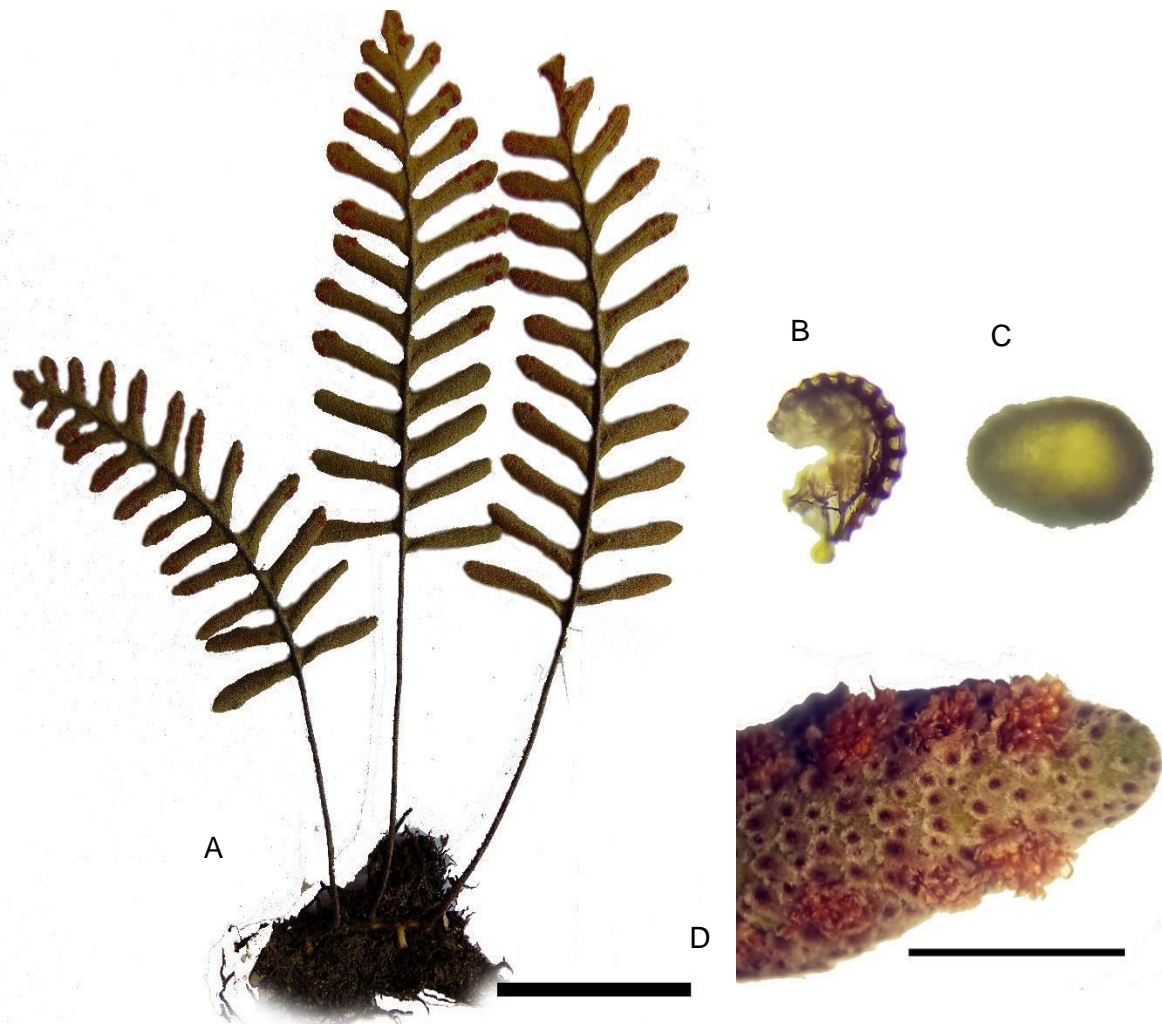
***Pleopeltis gutattum* (Maxon)**



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.H.A., No. de colecta: 006; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Tepetzintla.

Rizoma cespitoso, de 3 a 5 mm de diámetro, cubierto por escamas bicoloras con el centro negro, lanceoladas, margen eroso dentado, de 1.5 a 2 mm de largo por 0.8 a 1 mm de ancho, **frondas** de 18 a 40 cm de largo, distantes, **pecíolo** de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la fronda, negro, castaño a púrpura con escamas similares a las del rizoma, **raquis** con escamas bicoloras, semejantes a las del rizoma, **lámina** pinnatífida de contorno oblongo a angostamente dentado, no reducida en la base de 4 a 9 cm de ancho, **segmentos** 7 a 18 pares por lámina de 3 a 4 cm de largo por 2 a 3 mm de ancho, lineares con ápice obtuso, margen crenulado, **soros** redondeados situados en la parte media de los segmentos, esporangios glabros, **esporas** monoletes de 48 a 55 μm de largo por 32 a 40 μm de ancho en vista proximal, verrugadas.

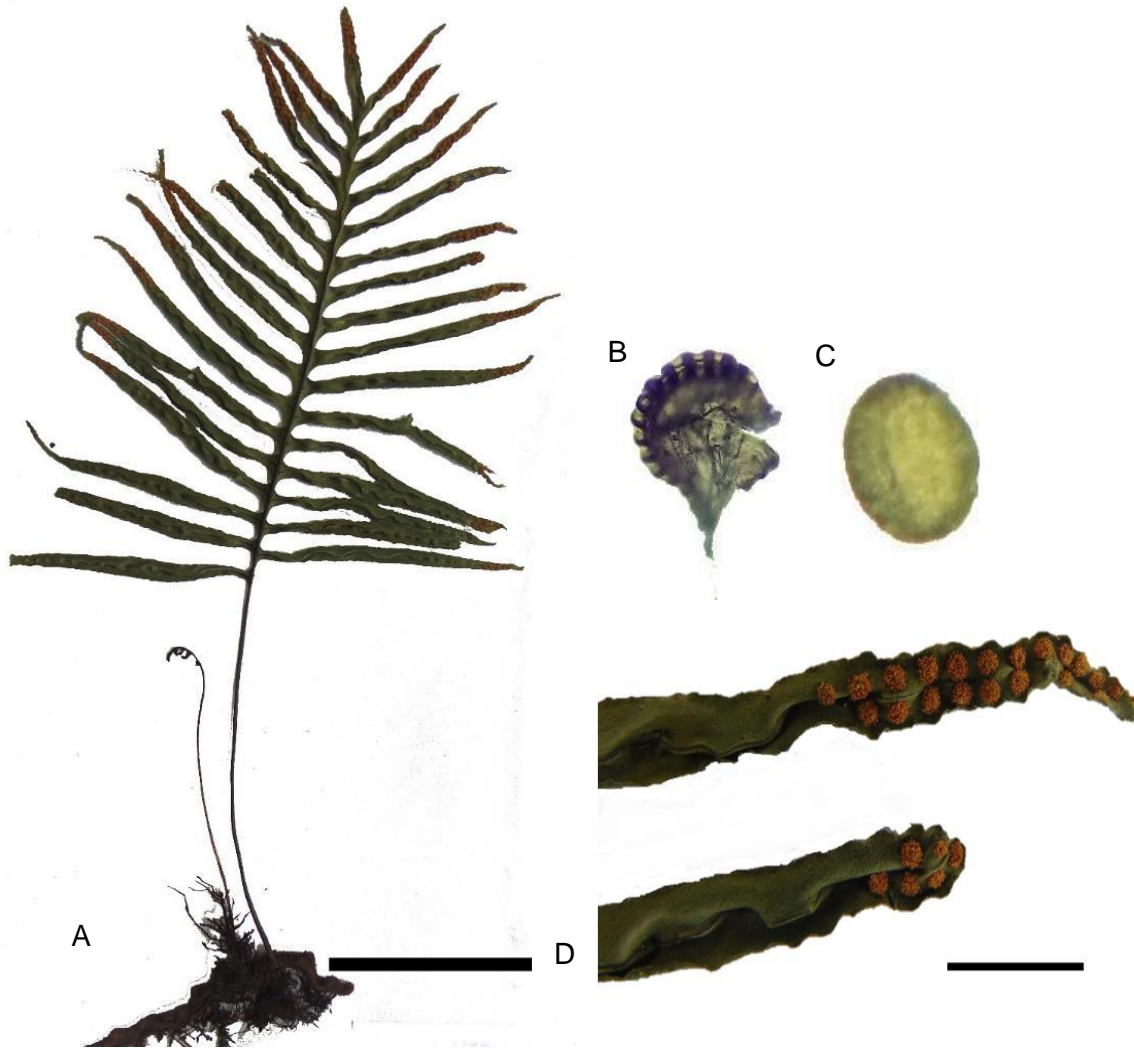
Pleopeltis polypodioides (L.) E. G. Andrews & Windham var.
polypodioides



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. C) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros y escamas fimbriadas. Colector: L.A.P.H y M.H.F., No. de colecta: 032; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Ahuatempa.

Rizoma largo-rastrero, de 1 a 2 mm, escamas del rizoma imbricadas , linear-lanceoladas de 3 a 4 mm de longitud , bicoloras con centro negro y margen denticulado, **frondas** de 5 a 25 cm de longitud, distantes peciolo menos de la mitad del largo de la fronda, con escamas adpresas linear-lanceoladas, peltadas; **lámina** oblongo-deltada a oblongo-linear, pinnatífida de 6 a 13 (-16) pares, superficie abaxial con densas escamas redondeadas a ovado-lanceoladas con centro negro y margen denticulado; superficie adaxial con escamas finas y margen fimbriado; **venas** oscuras; soros supramedios y **esporangios** glabros.

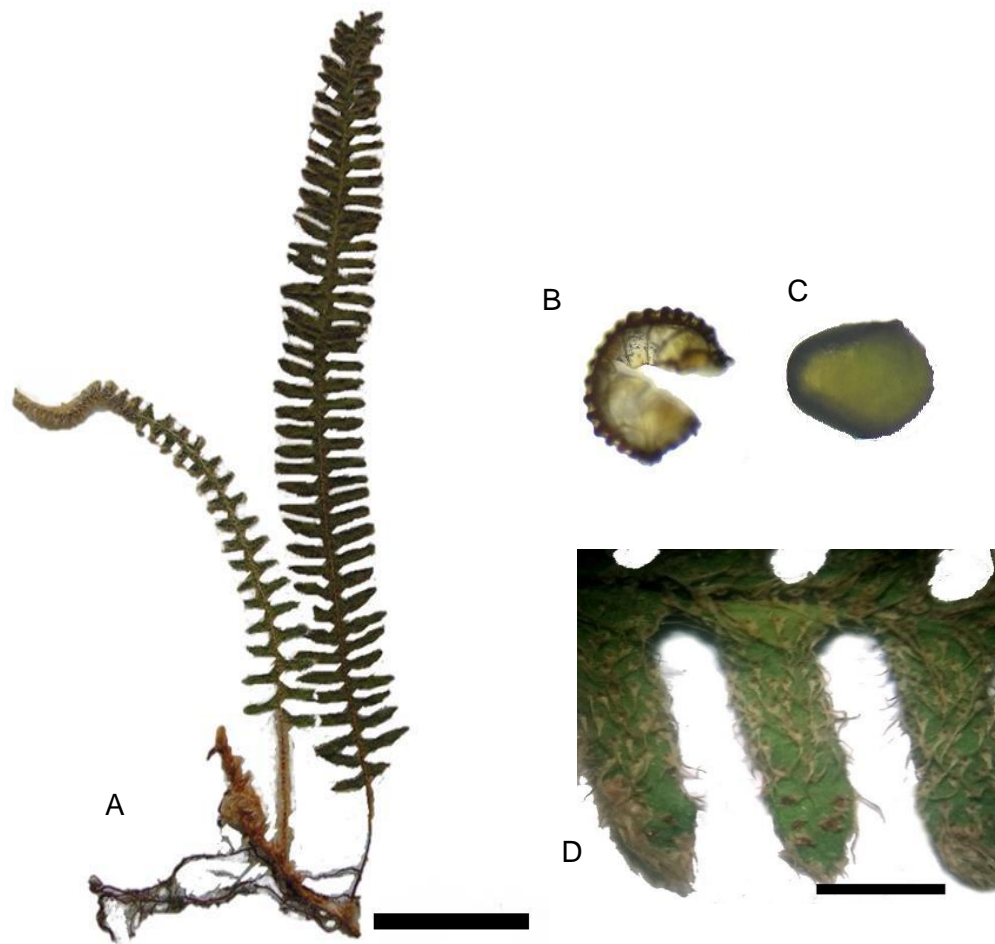
Pleopeltis rzedowskianum Mickel



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monoletete. D) Detalle del segmento mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 113; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Rizoma postrado de 3.5-5 mm de diámetro, escamas del rizoma reflejas de 2-3 x 0.5-0.8 mm bicoloras. **Fronas** 30-58 cm de longitud, peciolo de 1/3-2/6 de la longitud de la fronda, café rojizo, no alado con escamas adpresas de formas variadas. **Láminas** pinnatisectas a pinnadas, ampliamente ovadas de 10 a 26 cm de ancho, pinnas de 4-12 (-18) pares linear-lanceoladas constreñidas hacia la base (2-4 mm de ancho) y dilatadas hacia el raquis de 7-17 cm x (8-) 10-12 mm, ápices largamente acuminados; superficie adaxial glabra; superficie abaxial con escamas pequeñas lanceoladas, café a negras de 0.5 a 1 mm de largo.

Pleopeltis villagranii Copel.



A) Aspecto de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Pinna mostrando la disposición de los soros y escamas. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 120; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Rizomas postrados, 1.5-2 mm de diámetro; escamas del rizoma concoloras, lanceoladas, enteras a diminutamente denticuladas, 4-6 x1 mm. **Fron das** (9-) 13-28 cm de largo, peciolo s 1/6– ¼ de la longitud de la fronda; escamas lanceoladas 4-6 mm de largo como las del rizoma; **lámin as** pinnatisectas estrechas linear-oblongas, (1.5-) 2-4 mm de ancho; **pinn as** 28-44 (-86) pares de forma linear 8-20 mm de largo, las estériles de 2-3.5 mm de ancho y las fértiles de ca. de 2 mm de ancho; superficie de la lámina abaxial de la lámina con densas escamas linear lanceoladas a aciculares, con bases redondas fimbriadas y ápices largamente atenuados, las escamas de color paja-naranja, con un punto café en la base de donde se adhieren. Superficie de la lámina adaxial con escamas de bases redondas fimbriadas, de color café rojizo en el punto donde se adhieren, aciculares cerca, de 2 mm de largo. **Soros** redondos, **esporangios** glabros.

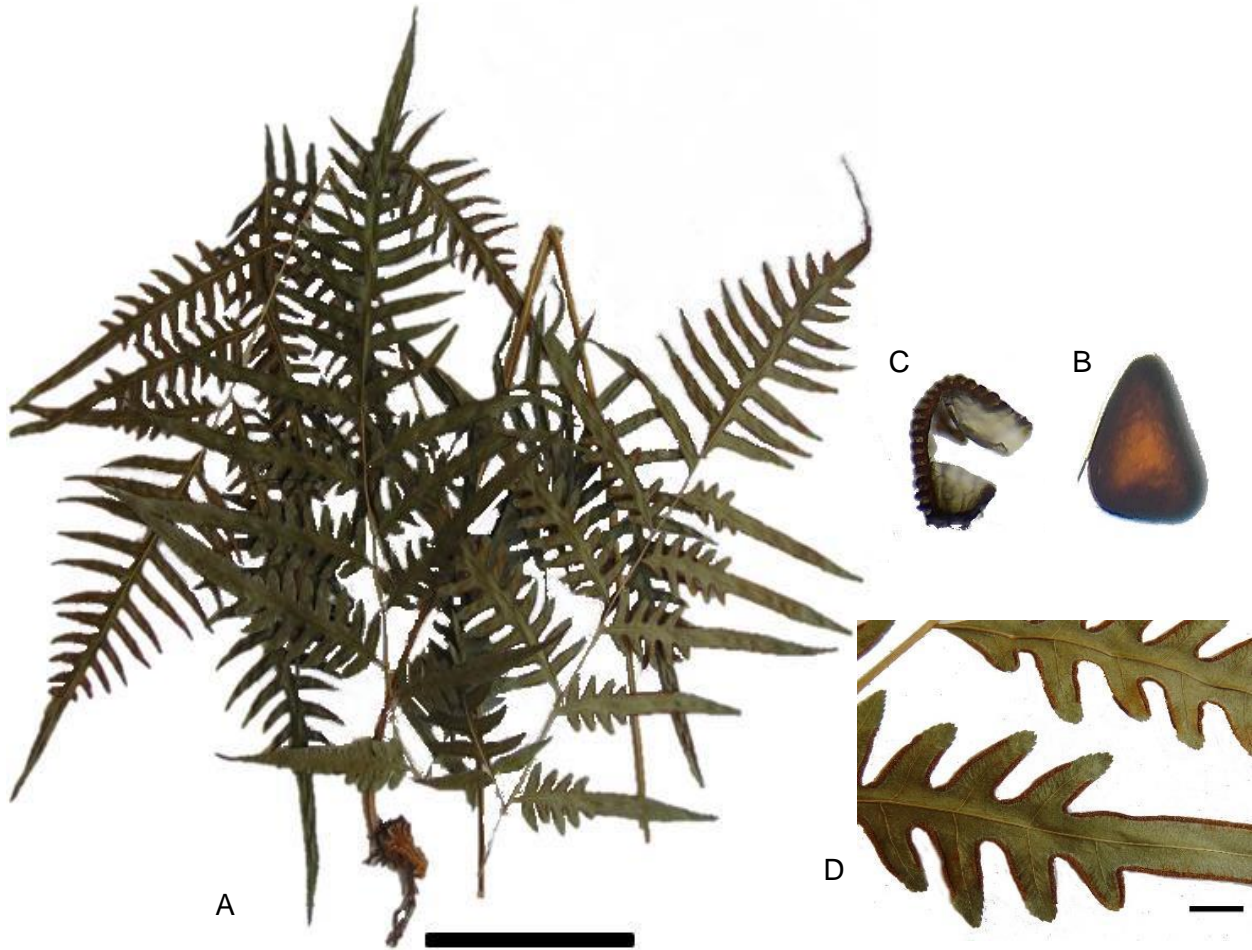
Pteridium caudatum (L.) Maxon



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora trilete. D) Detalle de la pinna mostrando la disposición de los soros e indusio. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 039; Municipio: Jaltocán, Localidad: Tepeíca.

Rizomas subterráneos, delgados, con un diametro de 2 cm, rastreros, largos, cubiertos de pelos color pardo sin escamas. Las **frondas** se encuentran distanciadas aproximadamente 2.2 cm a lo largo del rizoma, peciolo de 0.8-3.2 cm de diametro glabro a parcialmente piloso, **raquis** principal, secundario y vena media de los segmentos del fronde con una coloración parda oscura. **Fronda** con una longitud de 37-62 cm, ancho de 30-48 cm. Las **pinnas** tienen un largo de 26-46 cm y un ancho de 17-35 cm, de color verde brillante, las venas son libres bifurcadas. El número de pinnulas por pinna es de 6-9, con un rango de estas en la base de 12-18. La **lámina** presenta forma triangular, tripinnada. Los márgenes de las pinnas son levemente curvados hacia la cara inferior, a veces endurecidos. En el envés de la lámina se observan pelos esparcidos color blanco de 0.5 cm de largo. **Espora** trilete.

Pteris altissima Poir. In Lamark



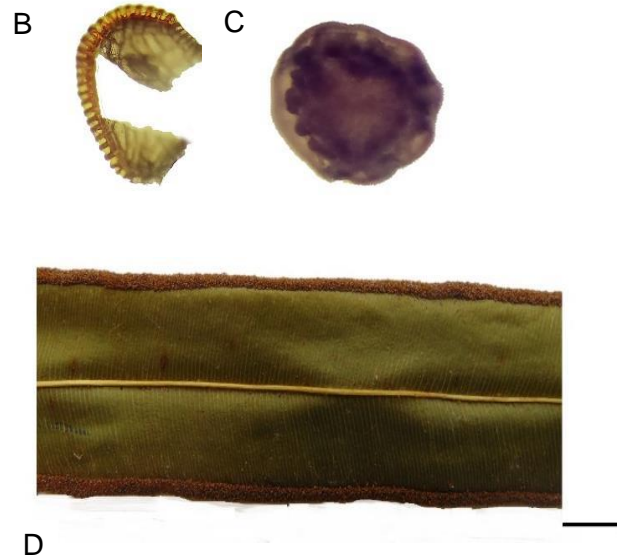
A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora trilete pardo-rojiza. D) Detalle de la pinna mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H y M.H.F., No. de colecta: 150; Municipio: San Felipe Orizatlán, Localidad: Talol.

Rizoma erecto, compacto y con escamas bicoloras, el centro negro y márgenes pardo claro; frondas de mas de 1 a 2.5 m de altura; **pecíolo** pajizo a grisáceo, glabro; **lámina** de 2 a 3 pinnado-pinnatífida, ligeramente pentagonal, con las pinnas basales muy gandes, cartácea a coriácea; **raquis** y costas glabros, pajizos a grises; **venación** reticulada con 3 a 5 areolas entre la costa y el margen, **soros** marginales y lineares; **esporangios** mezclados con parafisios, cubiertos por el margen recurvado y escarioso; **esporas** tetraédrico-globosas con un reborde ecuatorial, de color pardo-rojizas.

Pteris grandifolia L.



A



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora trilete. D) Detalle de la pinna mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H y M.H.F., No. de colecta: 144, Municipio: Huazalingo, Localidad: Tetlicuil.

Rizoma rastrero, con escamas dimorfas, de color gris-marrón, **frondas** de 1 a 5 m de alto; **pecíolo** pajizo; casi glabro; **lámina** pinnada, con la base truncada o ligeramente reducida y con las pinnas basales enteras; **pinnas** de 10 a 20 pares, libres, enteras, cartáceas a coriáceas; **raquis** y costas glabros, de color pajizo; **venación** areolada, con 1 a 3 areolas entre la costa y el margen; **soros** marginales, lineares y continuos, cubiertos por el margen recurvado; **esporangios** mezclados con parafisos; **esporas** triletas, de color pardo-oscuro.

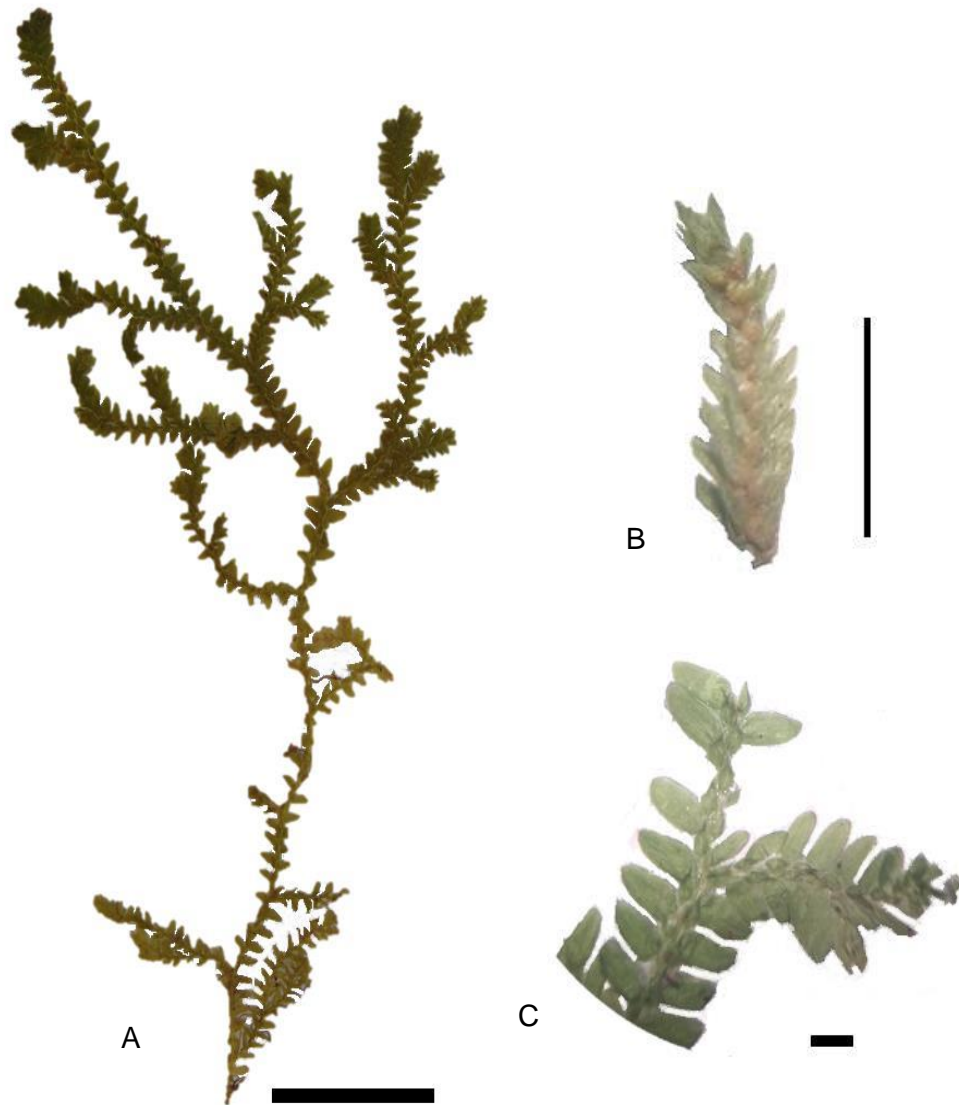
Selaginella extensa Underw.



A) Aspecto general de la planta. B) Estróbilo. C) Detalles de las hojas laterales. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 116; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Francisco.

Tallos rastreros, formando pequeñas alfombras, no articulados; **rizofóros** a lo largo del tallo; **hojas** micrófilas, isófilas en todo el tallo, lustrosos, verde oscuro o parduscas a parduscas rojizas cuando viejas, linear-lanceoladas, con la base truncada o cuneada, glabras o pubescentes, margen verdoso, denticulado, con dientes hialinos, **ápice** acuminado; **estróbilos** localizados en las ramas terminales, frecuentemente em pares, de forma cuadrangular; heterospórica, los megasporangios con **megasporas** amarillas, rugosas reticuladas, dispuestos en la parte basal, microsporangios con **microsporas** anaranjadas en la parte media apical del estróbilo.

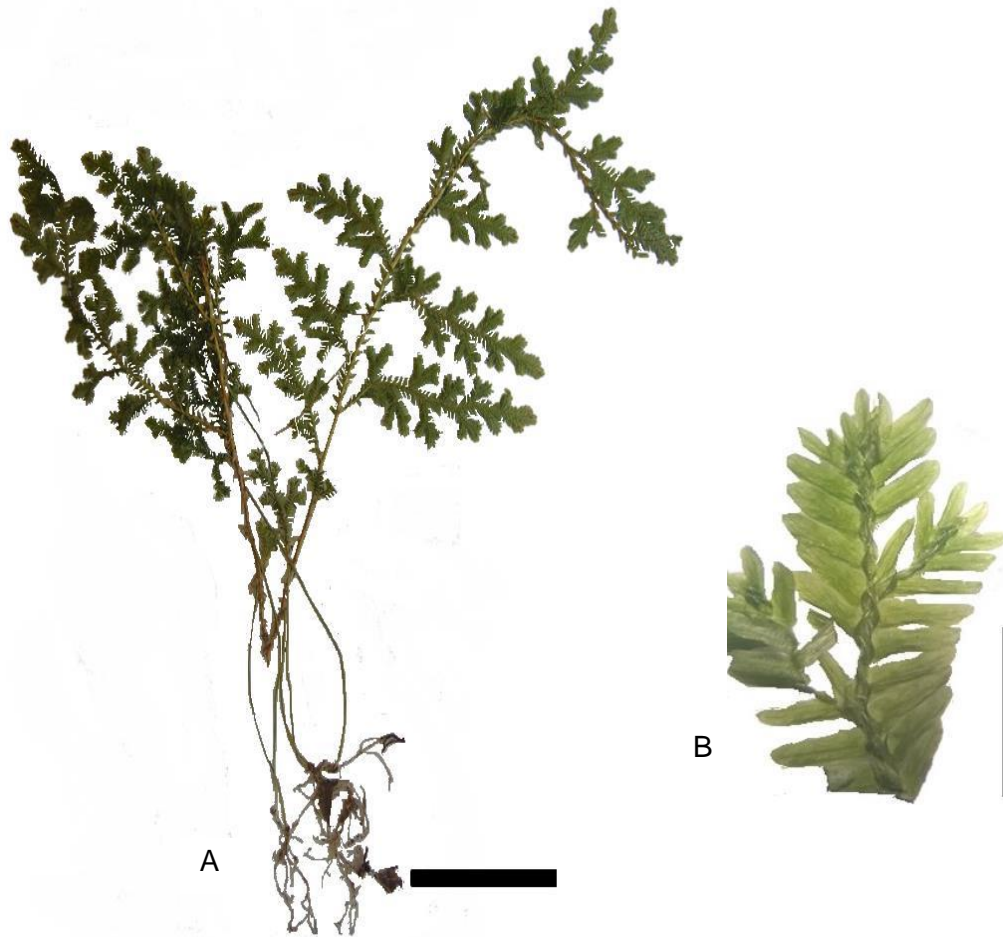
Selaginella hirtifolia Valdespino



A) Aspecto general de la planta. B) Estróbilo. C) Porción del tallo mostrando hojas laterales, medias y axilares. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 079; Municipio: Jaltocán, Localidad: Octatitla.

Tallo rastrero, verdoso o pajizo, de 3 a 17 cm de longitud y de 0.4 a 0.6 mm de diámetro, **rizóforos** de 0.1 a 0.3 mm de diámetro; **hojas** de dos tipos (anisófilas); hojas laterales ovadas-oblongas de 1.5-2.5 x 0.8-1.3 mm, base redondeada a subcordada, margen hialino o verdoso; hojas medias ovadas o ampliamente elípticas de 0.9-1.3 x 0.6-0.9 mm, base subcordada, margen hialino, **ápice** agudo, hojas axilares, similares a las hojas laterales excepto por el margen, **estróbilo** cuadrangular de 3 a 10 mm de longitud, esporofilas, monomorfas, **megasporangios** ventrales en la base o centro del estróbilo mezclados con los **microsporangios**; microsporangio ocupando más espacio en el estróbilo; **megasporas** blanquecinas reticuladas de 300-320 μm de diámetro; **microsporas** anaranjadas, cerca. 30 μm de diámetro.

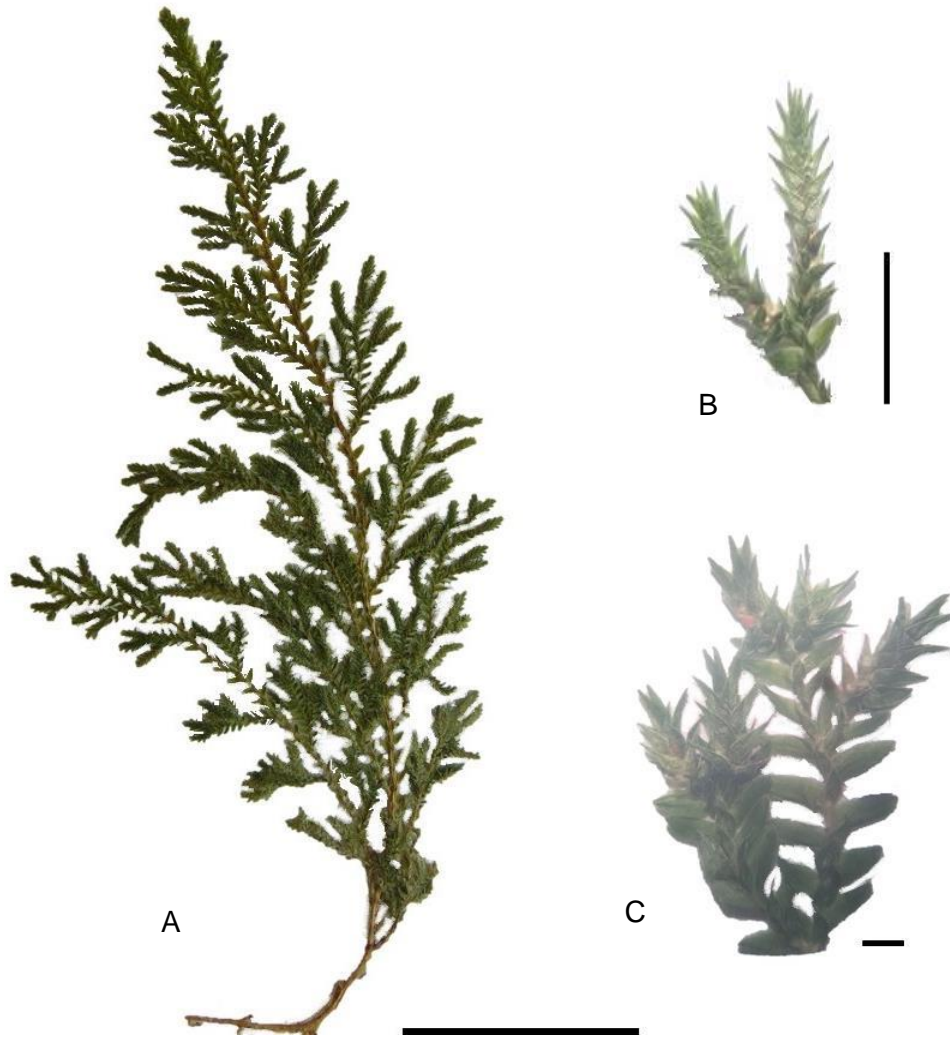
***Selaginella silvestris* Aspund.**



A) Aspecto general de la planta. D) Porción del tallo mostrando hojas laterales, axilares y medias. Colector: L.A.P.H y M.H.F., No. de colecta: 098; Municipio: Huejutla, Localidad: Acuapa.

Tallos rastreros y articulados con **rizofóros** saliendo de la superficie superior de varios nudos. **Hojas laterales** oblicuas, oblongo-elípticas, subobtusas, serruladas, no auriculadas, ampliamente redondeadas en el lado superior de la base, sin márgenes blancos ni imbricadas sobre los tallos excepto en las ramas más pequeñas, de 1.5-3 mm de largo por 1-2 mm de ancho. **Hojas medias** elípticas aristadas con una arista de 1/6-1/3 de la longitud de la lámina, el margen entero o serrulado, con dos aurículas subiguales muy redondeadas de 1/10-1/8 de la longitud de la lámina, sin márgenes blancos, de 1.5-2.5 mm de largo incluyendo la arista, por 0.75-1.5 mm de ancho. **Hojas axilares** ovado- elípticas, obtusas, serruladas, no auriculadas, sin márgenes blancos, de 2-2.5 mm de largo por 1-1.5 mm de ancho. Esporofilas ovadas, acuminadas, serruladas, de 1.5 mm de largo por 1-1.5 mm de ancho.

Selaginella flagellata Spring.



A) Aspecto general de la planta. B) Estróbilo. C) Porción del tallo mostrando hojas laterales, medias y axilares. Colector: L.A.P.H y M.H.F., No. de colecta: 135; Municipio: Huazalingo, Localidad: San Juan.

Tallos suberectos a erectos de 6-15 cm de largo, no articulados, estoloníferos o no 2 a 4 veces ramificados; **rizóforos** restringidos a la parte proximal $\frac{1}{2}$. Hojas anisófilas, **hojas laterales** ampliamente ovadas a ovado-oblogas, 2-5 x 1-3 mm, bases redondeadas a subcordadas, márgenes estrechamente hialinos a verde pálido, ambas superficies glabras; **hojas medias** elípticas a ampliamente ovado-elípticas 1-2 x 0.5-1.7 mm, bases subcordadas, márgenes hialinos, denticulados, ápice largamente acuminado a aristado de 0.4-1 mm de largo, ambas superficies glabras; **hojas axilares** similares a las hojas laterales, bases redondeadas; **estróbilos** laxos y planos dorsiventralmente, esporofilas dimórficas, microsporofilas en dos hileras dorsales en la parte proximal del estróbilo, las **megasporas** de color blanco a crema.

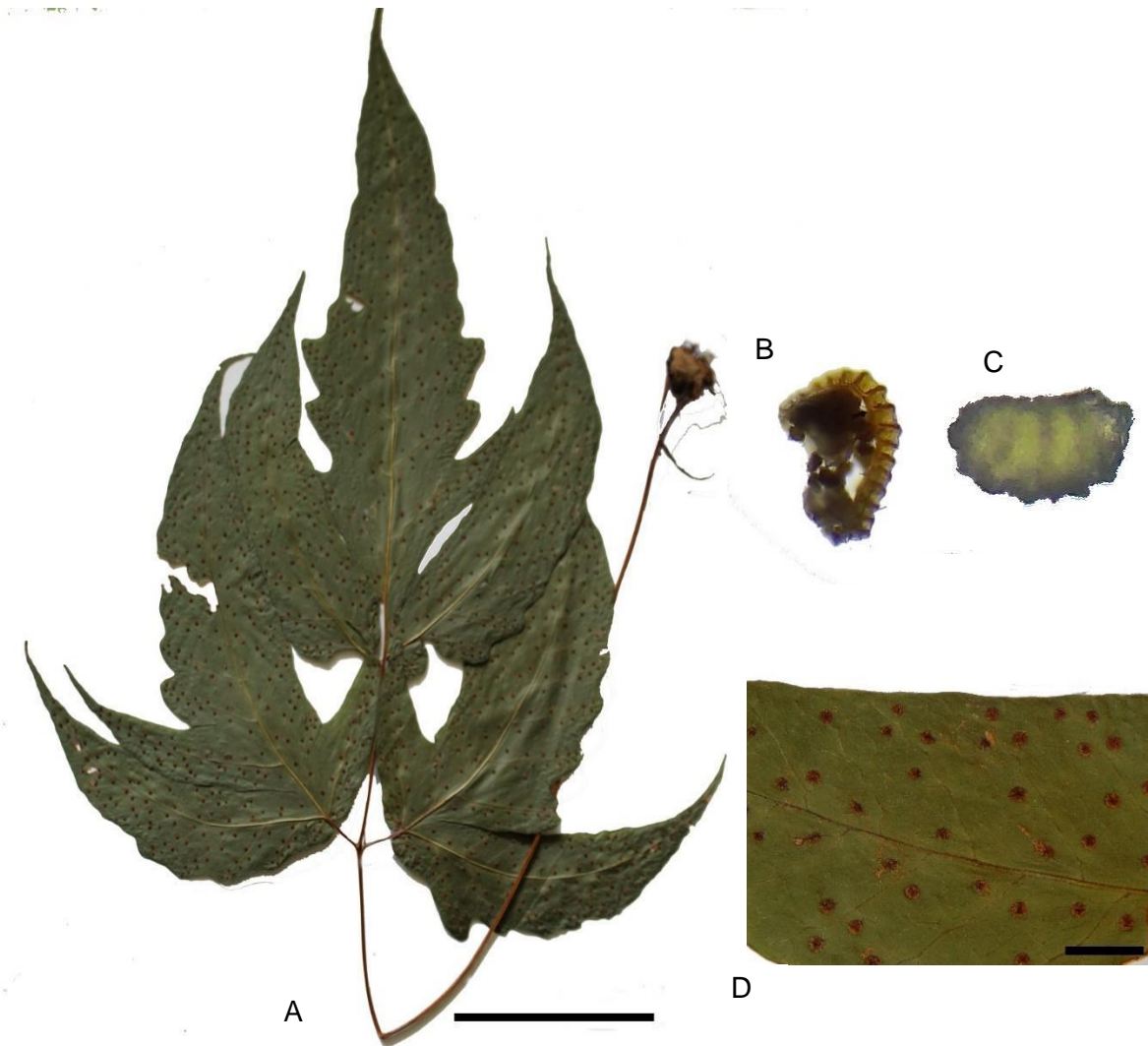
Selaginella polyptera Valdespino.



A) Aspecto general de la planta. B) Estróbilo. C) Porción del tallo mostrando hojas laterales, medias y axilares. Colector: L.A.P.H y M.H.F., No. de colecta: 140; Municipio: Huazalingo, Localidad: Tetlicuil.

Tallo erecto, fasciculado, de 45 cm de alto 1-1.5 mm de diámetro, ligeramente verde o pajizo, no articulado, 2-4 veces ramificado; **rizóforos** de 0.3-0.8 mm de diámetro; hojas de dos tipos (anisofila) a lo largo del tallo; **hojas laterales** ovadas a ovado-dentadas, 2.5-4 x 1.5 a 2.6 mm, base redondeada, margen hialino, la base es ciliada a denticulada, ápice acuminado; **hojas medias** adpresas, ovadas a ovado-deltadas de 1.5-2.5 x 1-1.5 mm, base redondeada a cordada, márgenes alidados en la base a veces dentados distalmente, el ápice acuminado; estróbilo 3-10 mm de longitud; **megasporangio disperso** en dos hileras ventrales y el microsporangio disperso en dos hileras dorsales o mezclados; **megaspora** amarilla reticuladas 250-300 μ m de diámetro, **microsporas** anaranjadas.

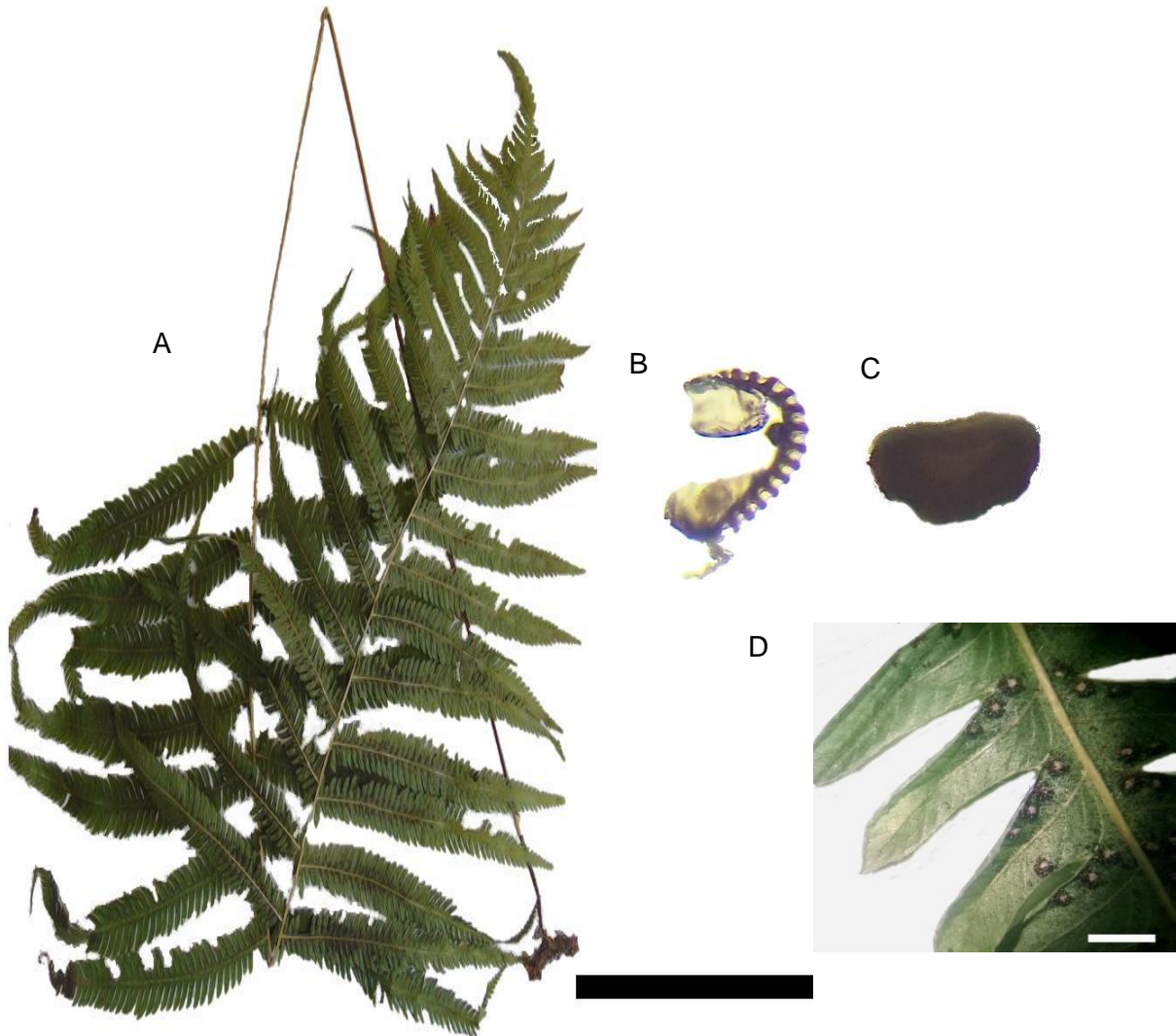
Tectaria heracleifolia (Willd.) Und.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monoete. D) Pinna mostrando la disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 074; Municipio: Huejutla, Localidad: Xocotitla.

Rizoma suberecto a erecto, escamoso; **frondas** de 30 a 70 cm de alto; **pecíolo** pajizo y lustroso; **lámina** de contorno ovada a pentagonal, lobada o 1-pinnada, cartácea; **pinnas** de 1 a 3 pares, margen entero, las pinnas basales con un gran logo basiscópico y menudo con varios logos más pequeños; **raquis** y costas color pajizas, el tejido laminar es glabro; **venación** reticulada, con venillas incluidas; **soros** redondos en dos series entre las venas laterales; indusio peltado; **esporas** monoletes.

Thelypteris palustris var. *Pubescens* (G. Lawson) Fernald.



A) Aspecto general de la planta. B) Esporangio. C) Espora monolete. D) Detalle de la pinna mostrando la venación y disposición de los soros. Colector: L.A.P.H. y M.H.F., No. de colecta: 145; Municipio: Huejutla, Localidad: Humotitla.

Rizoma largo- rastrero, de 1 a 3 mm de diámetro, frondas monomorfa o ligeramente dimorfa, **frondas** fértiles más erectas, estrechas con pinnas y segmentos algo contraídos de 20 a 90 cm de longitud, **peciolo** pajizo encima de la base de 9 a 45 (-60) cm 1-3 mm, la base bronceada con escamas glabras; **lámina** lanceolada de 10-40 (-55) cm de longitud, pinna proximal comúnmente pequeña, lámina aguzada a pinnatifida en el ápice; **segmentos** oblongos, ligeramente oblicuos; **venas** libres por segmento, arriba de los senos frecuentemente furcada: **soros** con tricomas en el indusio; **esporangios** glabros.



Instituto Tecnológico de Huejutla

Huejutla de Reyes, Hidalgo, **20/Marzo/2019**

Oficio No. DIQB- 288/2019

Asunto: Liberación

ING. BLANCA FLOR ARGUELLES ARGUELLES
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE.

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Tesis.

a) Nombre del Egresado (a):	Hernández Francisco Mariana Pérez Hernández Luis Alberto
b) Carrera	Licenciatura en Biología
c) No. de Control	14840161 14840149
d) Nombre del proyecto	"Diversidad de licopodios y helechos en cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense, de los estudiantes"
e) Producto	TESIS

El Vocal Suplente para la presentación del Acto de recepción profesional será:

Vocal Suplente:	M.C Martínez Vite Felipe
-----------------	--------------------------

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Concepción Zequera García
JEFE DE DEPTO. DE ING. QUÍMICA Y BIOQUÍMICA



S.E.P.
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MEXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE HUEJUTLA
DEPARTAMENTO DE
QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

Dra. Martínez Cabrera Dorismilda Presidente	Ing. Galván Gutiérrez Rosalba Secretario	M.C López Mancilla Alejandra Vocal

