



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**HELECHOS Y LICOPODIOS DEL MUNICIPIO DE TENANGO DE
DORIA, HIDALGO, MÉXICO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA PRESENTA:**

JOSÉ RAMÓN ZÚÑIGA SALVATIERRA

DIRECTOR:

DR. ARTURO SÁNCHEZ GONZALEZ

MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO

2009



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR, UAEH

P R E S E N T E

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología José Ramón Zúñiga Salvatierra quien presenta el trabajo recepcional de tesis titulado "Helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo, México", después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE:	M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto	
PRIMER VOCAL:	M. en C. Manuel González Ledesma	
SEGUNDO VOCAL:	Dr. Ángel Moreno Fuentes	
TERCER VOCAL:	Dr. Arturo Sánchez González	
SECRETARIO:	Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández	
PRIMER SUPLENTE:	Dra. Maritza López Herrera	
SEGUNDO SUPLENTE:	Dra. María Teresa Pulido Silva	

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Mineral de la Reforma, Hidalgo a 3 junio de 2009

Biol. Ulises Iturbe Acosta
Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Arturo Sánchez González por brindarme la oportunidad de trabajar a su lado, por su paciencia, consejos y el apoyo siempre constante en la realización de este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

A mis sinodales: M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto, M. en C. Manuel González Ledesma, Dr. Ángel Moreno Fuentes, Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández, Dra. Maritza López Herrera y Dra. María Teresa Pulido Silva, que con sus observaciones ayudaron a mejorar el presenta trabajo.

Al Dr. Daniel Tejero Díez por el apoyo en la identificación de ejemplares y por compartir su conocimiento.

A mi familia que en todo momento me apoyo.

A la bióloga Arlen Pérez Cervantes por su infinito apoyo en cada paso para la culminación de este trabajo.

Al biólogo Carlos García Sánchez por su apoyo en campo.

La realización del presente trabajo contó con el apoyo del proyecto “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo” FOMIX-HGO-2006-43761

DEDICATORIAS

A mi madre María Teresa Salvatierra Martínez por su infinito amor y apoyo, por creer siempre en mí y nunca dejarme caer.

A la memoria de mi padre José Zúñiga Villanueva que siempre está presente y por darme un ejemplo a seguir.

A mis abuelos Ramón Salvatierra Hernández y María Teresa Martínez Alvira por su amor y apoyo.

A mis hermanos Luis Alberto, Adriana y Erick,

A mi novia Arlen que en todo momento me ha brindado su apoyo incondicional, por su paciencia, por sus consejos, pero sobre todo por compartir su vida con la mía.



*Un poco de ciencia aleja de Dios, pero mucha ciencia devuelve a Él.
Louis Pasteur*

CONTENIDO GENERAL	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	4
Clasificación de los helechos y licopodios.....	4
Estudios de helechos y licopodios realizados en México.....	5
Estudios de helechos y licopodios realizados en el estado de Hidalgo.....	6
El bosque mesófilo de montaña en México y en el estado de Hidalgo.....	7
Importancia de helechos y licopodios.....	8
OBJETIVOS.....	9
Objetivo general.....	10
Objetivos particulares.....	10
ÁREA DE ESTUDIO.....	11
MÉTODO.....	14
Trabajo en campo.....	14
Trabajo en laboratorio.....	18
Semejanza en la composición de especies entre regiones.....	21
RESULTADOS.....	22
Inventario de especies de helechos y licopodios y sustrato de crecimiento..	22
Descripción de los nuevos registros para el estado de Hidalgo.....	27
Análisis de la semejanza entre regiones del estado de Hidalgo.....	50

DISCUSIÓN.....	52
CONCLUSIONES.....	61
LITERATURA CITADA.....	62
APÉNDICE.....	69
GLOSARIO.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Datos generales de los sitios de recolecta de ejemplares de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria.....	16
Cuadro 2. Número de familias, géneros y especies de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria.....	22
Cuadro 3. Número de géneros por familia de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria.....	23
Cuadro 4. Familias de helechos y licopodios con número de especies del municipio de Tenango de Doria.....	24
Cuadro 5. Número de especies por géneros de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria.....	25
Cuadro 6. Lista de especies de helechos y licopodios que representan nuevos registros para el estado de Hidalgo y su distribución previa en México.....	27
Cuadro 7. Número de especies compartidas e índice de semejanza de Sørensen, de las cuatro regiones analizadas.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Área de estudio. Tenango de Doria.....	11
Figura 2. Ombrotremograma del municipio de Tenango de Doria.....	13
Figura 3. Sitios de muestreo de helechos y licopodios en el municipio de Tenango de Doria.....	14
Figura 4. Recolecta de un ejemplar de <i>Holodictyum ghiesbreghtii</i>	18
Figura 5. Prensado de ejemplares.....	19
Figura 6. Deshidratado de ejemplares.....	20
Figura 7. Sustrato de crecimiento de las especies de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria.....	26
Figura 8 a. Distribución en México de <i>Hymenophyllum ectocarpon</i> . b. <i>Hymenophyllum ectocarpon</i>	28
Figura 9 a. Distribución en México de <i>Anemia tomentosa</i> var. <i>mexicana</i> . b. <i>Anemia tomentosa</i> var. <i>mexicana</i>	29
Figura 10 a. Distribución en México de <i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> . b. <i>Cyathea divergens</i> var. <i>Tuerckheimii</i>	30
Figura 11 a. Distribución en México de <i>Alsophila tryoniana</i> . b. <i>Alsophila tryoniana</i>	31
Figura 12 a. Distribución en México de <i>Adiantum concinnum</i> . b. <i>Adiantum concinnum</i>	32
Figura 13 a. Distribución en México de <i>Pteris vitatta</i> . b. <i>Pteris vitatta</i>	33
Figura 14 a. Distribución en México de <i>Pteris longifolia</i> . b. <i>Pteris longifolia</i>	34
Figura 15 a. Distribución en México de <i>Cheilanthes horridula</i> . b. <i>Cheilanthes horridula</i>	35
Figura 16 a. Distribución en México de <i>Hemionitis palmata</i> . b. <i>Hemionitis palmata</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS (CONTINUACIÓN)

Páginas

Figura 17 a. Distribución en México de <i>Hemionitis pinnatifida</i> . b. <i>Hemionitis pinnatifida</i>	37
Figura 18 a. Distribución en México de <i>Asplenium sphaerosporum</i> . b. <i>Asplenium sphaerosporum</i>	38
Figura 19 a. Distribución en México de <i>Asplenium insolitum</i> . b. <i>Asplenium insolitum</i>	39
Figura 20 a. Distribución en México de <i>Asplenium minimum</i> . b. <i>Asplenium mínimum</i>	40
Figura 21 a. Distribución en México de <i>Cystopteris membranifolia</i> . b. <i>Cystopteris membranifolia</i>	41
Figura 22 a. Distribución en México de <i>Macrothelypteris torresiana</i> . b. <i>Macrothelypteris torresiana</i>	42
Figura 23 a. Distribución en México de <i>Woodwardia fimbriata</i> . b. <i>Woodwardia fimbriata</i>	43
Figura 24 a. Distribución en México de <i>Elaphoglossum pringlei</i> . b. <i>Elaphoglossum pringlei</i>	44
Figura 25 a. Distribución en México de <i>Elaphoglossum setosum</i> . b. <i>Elaphoglossum setosum</i>	45
Figura 26 a. Distribución en México de <i>Polypodium echinolepis</i> . b. <i>Polypodium echinolepis</i>	46
Figura 27 a. Distribución en México de <i>Campyloneurum tenuipes</i> . b. <i>Campyloneurum tenuipes</i>	47
Figura 28 a. Distribución en México de <i>Terpsichore anfractuosa</i> . b. <i>Terpsichore anfractuosa</i>	48
Figura 29 a. Distribución en México de <i>Cochlidium serrulatum</i> . b. <i>Cochlidium serrulatum</i>	49
Figura 30. Dendrograma del análisis de agrupamiento de las cuatro regiones del estado de Hidalgo.....	50
Figura 31. Ubicación geográfica de los Bosques mesófilos de montaña (BMM), en el estado de Hidalgo.....	59

RESUMEN

Los bosques mesófilos de montaña (BMM) del estado de Hidalgo son ecosistemas con elevada riqueza de especies de plantas, en especial de helechos y licopodios (pteridofitas), sin embargo, los estudios florísticos realizados en la entidad presentan sólo listas parciales de este grupo de plantas. Los únicos estudios específicos sobre pteridofitas en el estado de Hidalgo se han realizado en la Barranca de Omitlán (1951), en el Parque Nacional Los Mármoles (PNM, 2008), la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM, 2008) y en el municipio de Calnali (2009). Los objetivos del presente trabajo fueron: conocer la composición de especies de helechos y licopodios del BMM del municipio de Tenango de Doria, estado de Hidalgo y comparar la semejanza en la composición de especies de pteridofitas en diferentes regiones del estado de Hidalgo, con base en información existente. En la fase de campo se realizó la recolecta de ejemplares en distintas localidades del municipio, principalmente en lugares poco perturbados por el hombre; la fase de laboratorio comprendió la identificación de los ejemplares a nivel de especie y la comparación de la semejanza florística entre las cuatro regiones de la entidad con el método de análisis de agrupamiento. En el municipio de Tenango de Doria se recolectaron 267 ejemplares, los cuales pertenecen a 19 familias, 4 subfamilias, 46 géneros, 111 especies y 8 variedades; 22 especies representan nuevos registros para el estado de Hidalgo. Las cifras precedentes confirman la importancia y la necesidad de realizar estudios florísticos con helechos y licopodios en los BMM de la entidad. Es probable que la semejanza en la composición de especies de pteridofitas entre las cuatro regiones se relacione con el clima, el tipo de vegetación y la localización geográfica, pues se reconocieron dos grupos diferentes: uno formado por el PNM y la RBBM y el otro por los BMM de Calnali y de Tenango de Doria.

INTRODUCCIÓN

Los helechos y lycopodios (pteridofitas) presentan características que presuponen un origen monofilético: carecen de semillas, tienen un ciclo biológico con alternancia de generaciones en la cual domina el esporofito sobre el gametofito, el patrón de ramificación es dicotómico (raramente monopódico) y presentan traqueidas. El crecimiento secundario no es común, los esporangios se pueden localizar en el haz o en el envés de las hojas, ser terminales, dispersos o estar agrupados en masas (Pérez-García *et al.*, 1995; Izco *et al.*, 1997; Tejero-Díez y Mickel, 2004).

Presentan además una gran variedad de tamaños, formas de crecimiento y hábitats, algunas especies tienen distribución cosmopolita, se encuentran en casi todos los tipos de vegetación en intervalos de altitud de entre 0 y 5,000 m (Ranker y Haufler, 2008). En contraparte, hay especies con distribución restringida, como los helechos arborescentes de los géneros *Alsophila*, *Cyathea* y *Dicksonia* que sólo se encuentran en bosques mesófilos de montaña y bosques mixtos de pino-encino (Pérez-García *et al.*, 1995).

Las pteridofitas se clasifican actualmente en dos grupos: Lycopodiophyta y Polypodiophyta. La división Lycopodiophyta está representada por menos del uno por ciento de las plantas vasculares existentes, esta división está integrada por tres clases: Lycopodiopsida, Isoetopsida y Selaginellopsida (Pryer *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2006). La división Polypodiophyta está integrada por cuatro clases: Equisetopsida, Marattiopsida, Polypodiopsida y Psilotopsida (Smith *et al.*, 2006).

Los helechos y lycopodios tienen usos directos e indirectos; algunas especies son utilizadas con fines medicinales, como en el caso de *Dryopteris filix-mas* “helecho macho” que se usa como vermífugo. Otras especies son ornamentales, sobre todo en regiones donde el clima es cálido húmedo, lo que les permite sobrevivir en exteriores (Pérez-García *et al.*, 1995). Además, se consideran indicadores de la calidad del hábitat, de condiciones edáficas, de la presencia de otros grupos de plantas, del grado de conservación de los ecosistemas y

participan en la regeneración de bosques y áreas perturbadas (Arcand y Ranker, 2008).

Se calcula que en México existen más de mil especies y 16 variedades de helechos y licopodios (Mickel y Smith, 2004), lo cual representa el 4.3 % de la flora vascular, calculada en 23,359 especies (Villaseñor, 2003). En el estado de Hidalgo se estima, conservadoramente, que las plantas vasculares están representadas por 3,510 especies, dentro de estas se cuenta con la presencia de 306 especies de helechos y licopodios (Sánchez-González *et al.*, 2008).

Los bosques mesófilos de montaña (BMM) presentan una alta diversidad florística, la composición de especies varía ampliamente de un lugar a otro. Se caracterizan por la abundancia y diversidad de epífitas, trepadoras leñosas, por la afinidad geográfica de sus elementos y por la alta riqueza de especies de helechos y licopodios (Challenger, 1998). Las condiciones climáticas y ecológicas semejantes donde se desarrollan permiten considerarlos como una unidad de estudio; su origen antiguo y el subsecuente aislamiento geológico hacen de estos bosques un verdadero tesoro biológico, ya que cuentan con muchas especies paleoendémicas y varias especies endémicas de evolución vicariante más reciente, así como con una biodiversidad total superior a la de cualquier otro tipo de vegetación en relación con el espacio que ocupan. Los BMM son el tipo de vegetación más restringida de México, al ocupar menos del 1% de su superficie (Rzedowski, 1978).

El estado de Hidalgo ocupa el tercer lugar en México en cuanto a superficie ocupada por bosque mesófilo de montaña (Ortega y Castillo, 1996), estos bosques se presentan en altitudes de entre 750 y 2,400 m y albergan una extraordinaria riqueza de especies de plantas, en especial de helechos y licopodios, algunas pobremente conocidas o en alguna categoría de protección (Alcántara y Luna, 1997; Luna *et al.*, 2000; Alcántara y Luna, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006).

ANTECEDENTES

Clasificación de los helechos y licopodios

Los helechos y licopodios son plantas vasculares que producen esporas, por esta razón los miembros de ambos linajes han sido tradicionalmente llamados pteridofitas, o helechos y afines (Smith *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2008). Hace algo más de un siglo se propuso el término Pteridofita (del griego *pteris*=helecho, *phyta*=planta) para englobar como grupo taxonómico a todas las “criptógamas vasculares”, es decir, a los helechos y grupos afines, como los licopodios, selaginelas y colas de caballo (Izco *et al.*, 1997).

La clasificación de este grupo de plantas se ha modificado paulatinamente, conforme se conoce más sobre las mismas. Por ejemplo en algún momento se considero con base a datos de morfología que *Psilotum* y *Tmesipteris* formaban parte del grupo comúnmente llamado “afín de los helechos”, pero después la clasificación cambio, y se les agrupo con los equisetos en la clase Sphenopsida (Judd *et al.*, 2002).

Estudios recientes, han combinado caracteres morfológicos y datos moleculares con marcadores mitocondriales y genes nucleares, para analizar las relaciones filogenéticas entre las pteridofitas, los resultados obtenidos indican que se pueden clasificar en dos divisiones Lycopodiophyta y Polypodiophyta (Judd *et al.*, 2002; Pryer *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2006):

Lycopodiophyta (licopodios) está integrada por las clases Lycopodiopsida, Isoetopsida y Selaginellopsida, que se caracterizan porque la fase esporofítica posee hojas con sólo un haz vascular (hojas micrófilas), tallo con protoestele y esporangios en las axilas de las hojas (Judd *et al.*, 2002; Pryer *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2006; Tejero-Diez, 2007).

Polypodiophyta (helechos) incluye las clases Equisetopsida, Marattiopsida, Polypodiopsida y Psilotopsida, que parecen ser un grupo monofilético caracterizado por el origen endodérmico del rizoma, por presentar lóbulos del

protoxilema en forma de collar (protoxilema mesarco), pseudo-endosporas, tapete plasmodial, células espermáticas con 30-1000 flagelos, esteles complejos y hojas modificadas multinerves (megáfilas) (Smith *et al.*, 2006; Tejero-Diez, 2007; Smith *et al.*, 2008).

Los dos grupos tradicionalmente conocidos como afines a los helechos: Equisetopsida y Psilotopsida, tienen como pocas excepciones hojas bastante pequeñas, con o sin haz vascular (micrófilas) y desde un punto de vista superficial no son parecidos a los helechos. Sin embargo, desde hace unos 30 años, algunos investigadores han sugerido que Equisetopsida y Psilotopsida son helechos altamente modificados y la evidencia reciente con análisis moleculares soportan ampliamente esta visión (Pryer *et al.*, 2004; Judd *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2008).

Estudios de helechos y lycopodios realizados en México

Los helechos y lycopodios han sido estudiados en México desde el siglo XVIII, diferentes personajes han trabajado arduamente para incrementar el conocimiento de la Pteridoflora. Destaca por ejemplo, la contribución de G. Kunze (entre 1840 y 1889) "Pteridofitas recolectadas en México", en la cual enlistó 127 especies; y la de J. N. Rovirosa (en los últimos años del siglo XIX), sobre las pteridofitas de los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz, por lo que fue el primer mexicano en describir pteridofitas en México (Lira y Riba, 1993).

Existen innumerables estudios florísticos en los que se incluyen listas parciales de helechos y lycopodios, pero pocos se enfocan en concreto a este grupo de plantas, los más sobresalientes y recientes se mencionan a continuación: Revisión de la familia Dryopteridaceae (Riba y Pérez, 1994), Pteridofitas en el estado de Querétaro, México y su ubicación ecológica (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1996), Pteridoflora del estado de Morelos (Riba *et al.*, 1996), Flora Pteridológica del estado de Oaxaca (Mickel y Beitel, 1988), Revisión del género *Pteris* (Prado y Windisch, 2000), Pteridoflora ilustrada del estado de Querétaro (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2001), Notas taxonómicas y de distribución de dos especies de *Polypodium*

(Tejero-Díez y Pacheco, 2004), Lista con anotaciones de los pteridófitos del estado de México (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004), Las Pteridofitas de México (Mickel y Smith, 2004), Estudio etnobotánico de *Selaginella lepidophylla* en el municipio de Huamantla, Tlaxcala (Vázquez *et al.*, 2005), Los helechos y plantas afines del bosque mesófilo de montaña de Banderilla, Veracruz (Vázquez *et al.*, 2006) y La riqueza florística de licopodios y helechos del estado de México (Tejero-Díez, 2007).

Estudios de helechos y licopodios realizados en el estado de Hidalgo

Se han realizado varios estudios de la flora vascular en diferentes regiones o municipios del estado de Hidalgo, en los que se presentan listas parciales de especies de pteridofitas. Los trabajos referidos exclusivamente a helechos y licopodios, aunque son escasos, han registrado un número considerable de especies, si se les compara con los estudios de la flora vascular general. Ambos tipos de investigaciones se mencionan a continuación, con datos del número de taxones de helechos y licopodios:

- Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol (Luna *et al.*, 1994), resultados: 14 familias; 22 géneros; 43 especies.
- Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria (Alcántara y Luna, 1997), resultados: 14 familias, 27 géneros y 39 especies.
- Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en Eloxochitlán y Tlahuelompa (Alcántara y Luna, 2001), resultados: 12 familias, 23 géneros y 31 especies.
- Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla (Ponce-Vargas y Luna-Vega, 2006), resultados: 11 familias, 20 géneros, 32 especies y una subespecie.

- Breves notas sobre las pteridofitas de la Barranca de Omitlán, Hidalgo (Sánchez y Chávez, 1951), resultados: 10 familias, 19 géneros y 49 especies.
- Las Pteridofitas del Parque Nacional Los Mármoles, estado de Hidalgo (Ramírez, 2008), resultados: 12 familias, 29 géneros; 71 especies, seis variedades y siete nuevos registros para la entidad.
- Los helechos y selaginelas de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo (Cuevas, 2008), resultados: 10 familias, 27 géneros, 79 especies; cinco variedades, dos híbridos y cinco nuevos registros para la entidad.
- Helechos y lycopodios del municipio de Calnali (Pérez, 2009), resultados: 18 familias, 47 géneros, 115 especies, 13 variedades, cuatro híbridos y 34 nuevos registros para la entidad.

El bosque mesófilo de montaña en México y en el estado de Hidalgo

En México el BMM es un tipo de vegetación heterogéneo por su fisonomía y composición florística, las especies dominantes varían ampliamente de un lugar a otro, pero es característica la abundancia y diversidad de epífitas, trepadoras leñosas y pteridofitas, la afinidad geográfica de sus elementos, y su presencia en condiciones climáticas y ecológicas similares (Rzedowski, 1978).

Las diferentes comunidades vegetales que componen el BMM prosperan en lugares de clima húmedo y fresco y contienen el 10 % de la riqueza florística de México en tan sólo el 1 % de su superficie; por lo que es el tipo de vegetación más diverso por unidad de superficie. En México el BMM se encuentra disperso en enclaves ecológicos de las montañas de la Sierra Madre Occidental, desde Sonora hasta Michoacán; de la Sierra Madre Oriental, desde el sur de Tamaulipas hasta el centro de Veracruz; de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca; de la Sierra Norte de Oaxaca, y de la Sierra Madre de Chiapas (Challenger, 1998).

Debido a su escasa extensión, distribución insular y la alarmante fragmentación y perturbación a la que ha sido sometido, el BMM es el tipo de vegetación más amenazado en México (Rzedowski, 1978; Acosta, 2004).

El mismo panorama se presenta en los BMM del estado de Hidalgo, donde se encuentran en riesgo de desaparición por el alto grado de fragmentación provocado por la agricultura, deforestación, ganadería y los asentamientos humanos. La presión ejercida por la influencia del hombre es fortísima, esto se puede corroborar en municipios como Agua Blanca, Calnali, Chapulhuacán, Eloxochitlan, La Misión, Lolotla, Molocotlán, Pisaflores, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria, Tlahuelompa, Tlanchinol y Zacualtipan (Luna *et al.*, 1994; Alcántara y Luna, 1997; Luna *et al.*, 2000; Alcántara y Luna, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006; Pérez, 2009).

Importancia de los helechos y licopodios

Desde tiempos remotos las plantas se han utilizado para curar enfermedades en diversas partes del planeta, en este aspecto se incluyen varias especies de pteridofitas: como *Equisetum giganteum* que se le atribuyen propiedades medicinales, en Ecuador se le utiliza especialmente como antiparasitario y para tratar mordeduras de serpientes; y en Honduras se usa como antiinflamatorio y para tratar desórdenes del sistema urogenital (Navarrete *et al.*, 2006).

En México, en San José Xicohténcatl municipio de Huamantla, Tlaxcala *Selaginella lepidophylla* es empleada para atacar enfermedades tales como el dolor de riñón, cálculos renales, infecciones urinarias y para cálculos biliares (Vázquez *et al.*, 2005).

Los helechos y licopodios tienen diversos usos, en Australia se recolectan y se consumen los esporocarpos y las hojas del helecho acuático *Marsilea drummondii* (Muñiz *et al.*, 2007), en el caso del helecho acuático *Azolla* spp., su

propagación se propicia en los arrozales ya que es capaz de fijar nitrógeno libre del aire, siendo así un fertilizante natural muy apreciado en México y en otras partes del mundo (Pérez-García *et al.*, 1995).

En los bosques mesófilos de montaña de México, los troncos de los helechos arborescentes de las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae, están cubiertos por una gruesa capa de raíces adventicias (“maquique”) que son utilizadas como sustrato de diversas plantas o para la elaboración de diferentes artesanías (Pérez-García *et al.*, 1995).

Con base en lo mencionado en párrafos anteriores y considerando que no existen estudios enfocadas al conocimiento de la composición de helechos y licopodios en los BMM del municipio de Tenango de Doria, los objetivos del presente trabajo fueron:

Objetivo general

- Analizar las especies de helechos y licopodios presentes en el municipio de Tenango de Doria, Hidalgo.

Objetivos particulares

- Determinar la composición de especies de helechos y licopodios del BMM del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo.
- Realizar la descripción de los nuevos registros para el estado de Hidalgo con base en el libro “The Pteridophytes of Mexico” de Mickel y Smith 2004.
- Identificar el sustrato de crecimiento de las especies de helechos y licopodios del BMM del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo.
- Comparar el grado de semejanza en la composición de especies de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria, con respecto a otras regiones o municipios del estado de Hidalgo previamente estudiados (PNM, RBBM y Calnali).

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

El municipio de Tenango de Doria se localiza al este del estado de Hidalgo, entre las coordenadas $20^{\circ}20'08''\text{N}$ y $98^{\circ}13'36''\text{O}$ (Figura 1). Limita al norte con los municipios de San Bartolo Tutotepec y Huehuetla; al este con el municipio de Huehuetla y el estado de Puebla; al sur con el estado de Puebla y el municipio de Metepec; y al oeste con los municipios de Metepec y San Bartolo Tutotepec (INEGI, 1995; Alcántara y Luna, 1997).

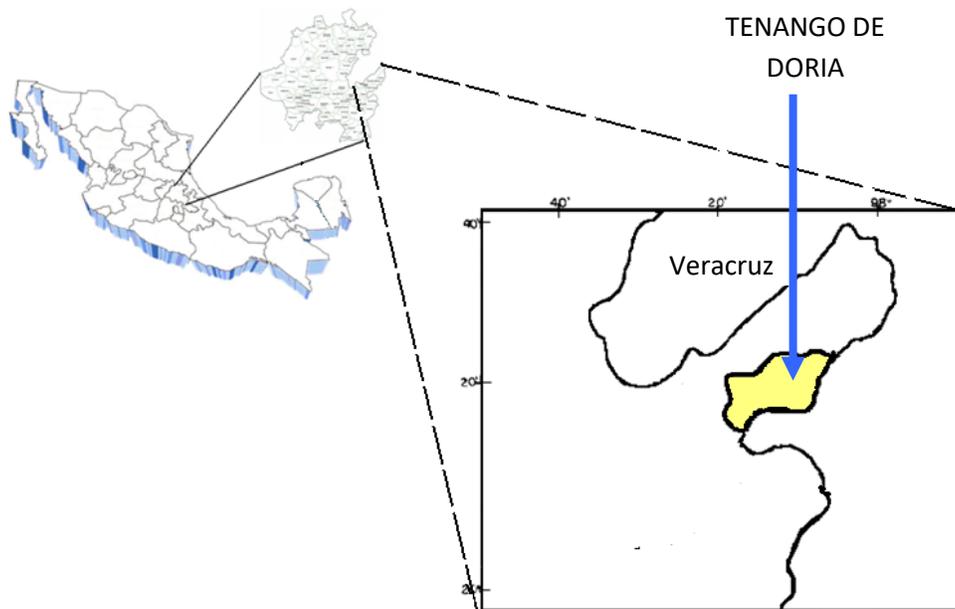


Figura 1. Área de estudio. Tenango de Doria, Hidalgo

Fisiografía. Corresponde a la región noreste y este del estado de Hidalgo, representada por la Sierra Madre Oriental, que se originó a fines del Mesozoico y principios del Cenozoico. La Sierra Madre Oriental, al atravesar los municipios del estado, recibe diferentes nombres. En Tenango de Doria el relieve alto esta dado por los cerros El Brujo, El Estribo, El Arco, Los Cerritos y El Cirio. Intercaladas entre estas zonas altas, existen profundas cañadas y barrancas por donde corren ríos y arroyos de poco cauce. El intervalo altitudinal oscila entre 1,200 m en el río de Tenango y los 2,400 m en el cerro El Estribo (INEGI, 1995; Alcántara y Luna, 1997).

Hidrología. Se encuentra dentro de la región hidrológica Tuxpan-Nautla, la cual cubre un área de 1,111.5 km², el aprovechamiento de los recursos hidrológicos de esta región se realiza casi en su totalidad en los estados de Puebla y Veracruz, pero es mínimo en el estado de Hidalgo. La topografía abrupta de la Sierra Madre Oriental hace que los escurrimientos que se llegan a constituir drenen hacia el Golfo de México y no hacia la entidad (INEGI, 1995; Alcántara y Luna, 1997).

Los ríos que cruzan a Tenango de Doria son: Camarones y El Tenango, que nacen al oeste del municipio siguiendo cursos paralelos, en sentido noreste, hasta unirse en los límites de San Bartolo Tutotepec y finalizan en el río Pantepec. El río Agua Grande nace al sureste del municipio, en el área del cerro El Cirio y sigue su curso hacia el norte hasta unirse al río Tenango; el río San Francisco nace al este del municipio y siguiendo esta misma dirección cruza el municipio Huehuetla hasta unirse al río Blanco, por ultimo el río Cuarco nace al sur del municipio y sigue una dirección hacia el este, delimitando al municipio con el estado de Puebla, donde se une al río San Marcos (INEGI, 1995; Alcántara y Luna, 1997).

Geología. Se localiza en la provincia geológica de la Sierra Madre Oriental, la cual abarca el mayor porcentaje del territorio de Hidalgo y está constituida principalmente por rocas sedimentarias, continentales y marinas. En esta

provincia se encuentra la formación Huayacocotla, compuesta principalmente de esquistos oscuros del Jurásico Inferior, que surge en el norte de Veracruz, norte de Puebla y este de Hidalgo, en las montañas que rodean el área de la Huasteca. La formación incluye algunas franjas de areniscas y conglomerados (INEGI, 1995; Alcántara y Luna, 1997).

Clima. La estación climatológica de Tenango de Doria tiene un clima C (fm) i w", según Köppen modificado por García 1986, que corresponde a un clima templado húmedo, con régimen de lluvias intermedio, oscilación térmica isotermal y canícula. (Figura 2).

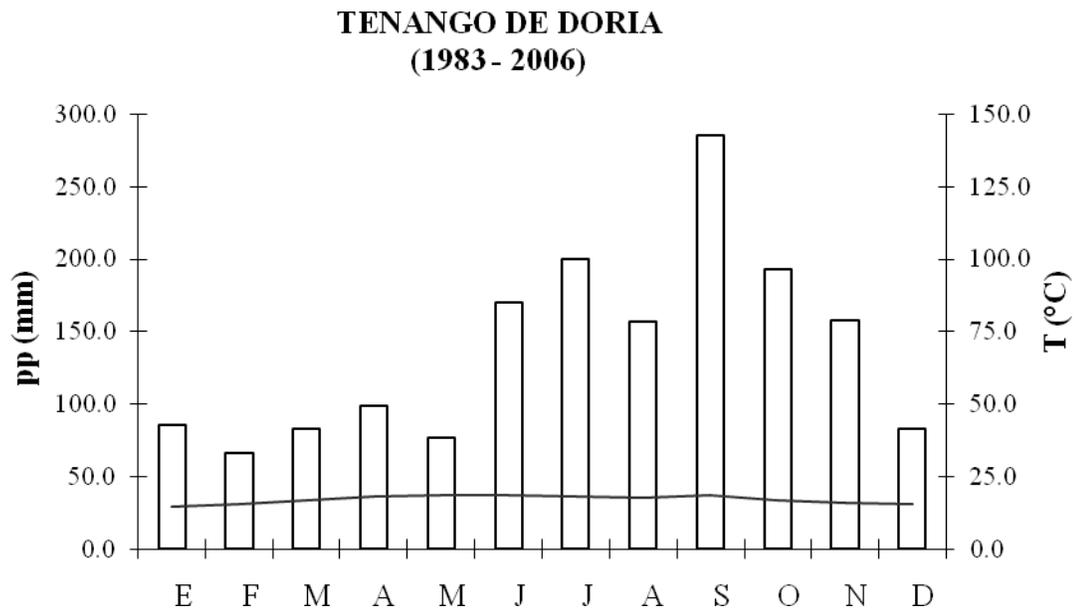


Figura 2. Ombrotermograma del municipio de Tenango de Doria (Pavón y Meza-Sánchez, en prensa).

Vegetación. La mayor parte de la superficie del municipio está cubierta por bosque mesófilo de montaña, con vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña; el bosque de pino-encino (*Pinus-Quercus*) y el pastizal inducido aunque presentes, ocupan poca extensión (INEGI, 1999).

Los sitios de recolección de ejemplares se eligieron alejados de centros de población humana, como criterio cualitativo indirecto de menor perturbación de la vegetación. Además se consideró en la elección la topografía del terreno, la presencia de cuerpos de agua y la abundancia de especies de helechos y licopodios en comparación con sitios muy perturbados. La recolección se realizó en pequeños manchones de bosque mesófilo de montaña (BMM) y en dos sitios con bosque de pino-encino. El tiempo de búsqueda y recolección de ejemplares de helechos y licopodios en cada sitio fluctuó entre una y seis horas, lo cual dependió de las características del terreno, en ocasiones se recorrieron grandes distancias, pero en otras la topografía fue abrupta y la exploración fue parcial. La recolección de ejemplares por sitio se consideró suficiente cuando ya no se encontraron especies distintas.

Cuadro 1. Datos generales de los sitios de recolecta de ejemplares de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo

Localidad	Coordenadas	Altitud (m)	Tipo de vegetación
Agua Zarca	20°18'34.6"N; 98°15'58.6"O	2,150	Bosque de pino-encino, lejos de poblados por lo que presente pocos indicios de disturbio
Cerro Chiquito	20°22'49.6"N; 98°10'38.9"O	980	BMM poco denso, las pteridofitas proliferan en laderas con humedad elevada, algunas especies se recolectaron en el margen de un río contaminado con basura
El Bopo	20°21'73.8"N; 98°13'18.0"O	1,332	Manchón de BMM en cima de monte, en la periferia grandes extensiones convertidas en potreros y cafetales
El Dequeña	20°21'11.5"N; 98°13'51.2"O	1,260	Manchón de BMM en cima de monte, en la periferia casas, potreros, presenta contaminación con basura (bolsas de plástico)
El Dexhuada	20°21'52.7"N; 98°14'26.0"O	1,450	Vegetación secundaria de BMM, en la periferia cafetales y potreros
El Xaja	20°22'64.4"; 98°11'26.2"O	1,329	Vegetación secundaria de BMM y BMM poco denso, en la periferia cafetales y contaminación (botellas, bolsas de plástico)
Huasquilla	20°22'88.8"N; 98°11'96.5"O	965	Manchones de BMM y vegetación secundaria de BMM, en la periferia pastizal inducido, la mayoría de las especies fueron epipétricas
La Cruz de Tenango	20°16'53.2"N; 98°16'19.5"O	2250	Bosque de pino-encino perturbado

Localidad	Coordenadas	Altitud (m)	Tipo de vegetación
La Reforma	20°22'30.3"N; 98°15'06.2"O	1,389	BMM muy perturbado, en la periferia casas, pastizales y presencia de contaminación con basura
San Francisco Ixmiquilpan	20°21'43.2"N; 98°14'56.7"O	1,650	BMM perturbado, con helechos arborescentes; en la periferia potreros de gran extensión, recolección en ambos márgenes del río. Abundan individuos de <i>Adiantum</i> sp.
San Francisco La Laguna	20°22'94.7"N; 98°11'21.4"O	1228	Manchón de BMM, denso en cima de monte, en la periferia presencia de cafetales
San Isidro La Laguna	20°22'70.6"N; 98°10'77.5"O	1120	BMM poco denso, la recolección fue en una cascada. <i>Selaginella</i> sp. y <i>Adiantum</i> sp. dominantes, en la periferia cafetales y contaminación
Santa María Temascalapa	20°22'99.9"N; 98°11'66.7"O	947	Vegetación secundaria de BMM, la mayoría de las especies terrestres. <i>Hemionitis palmata</i> y <i>H. pinnatifida</i> cerca de cafetal; contaminación con papel, bolsas y botellas de plástico
Santa Mónica	20°18'82.0"N; 98°12'53.7"O	1622	Pequeños manchones de BMM perturbado, abierto, la mayoría de las especies en laderas, con <i>Pteridium aquilinum</i> abundante; periferia con cultivos de maíz y cafetales
La Cuchilla	20°24'19.7"N; 98°07'15.7"O	630	BMM poco denso, con especies indicadoras de perturbación y cafetales en la periferia

Sólo se recolectaron ejemplares sanos (sin daño físico aparente), con esporangios maduros y con rizoma, estas estructuras son necesarias para identificarlos a nivel de especie (Figura 4).



Figura 4. Recolecta de un ejemplar de *Holodictyum ghiesbreghtii*, en el cual se indica el rizoma y los esporangios maduros.

Trabajo en laboratorio. Después de la recolecta los ejemplares se colocaron dentro de un fólter de papel periódico sobre el que se anotaron las iniciales del colector y número de recolecta (Sánchez-González y González, 2007). Con este número de referencia fue posible extraer información más detallada de la libreta de campo (lugar y fecha de recolecta, altitud, latitud, nombre común de la planta, entre otros). Cada uno de los fólteres con los ejemplares se colocó entre dos cartones corrugados, para favorecer el flujo de aire y se procedió a prensarlos (Figura. 5).



Figura 5. Prensado de ejemplares

El paso siguiente fue trasladar los ejemplares al Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas (HGOM), para colocar la prensa en la secadora durante dos días aproximadamente, dependiendo del grado de hidratación de los ejemplares recolectados (Figura 6). Una vez secos los ejemplares, se identificaron a nivel de especie, con base en Rojas Alvarado (2003) y las claves de pteridofitas de México (Mickel y Smith, 2004).



Figura 6. Deshidratación de ejemplares

Después de la identificación, los ejemplares se montaron en cartulinas de papel bond de buena calidad y libres de ácido de 29 x 40 cm, con una etiqueta con datos estándar en la parte inferior izquierda de la cartulina (Lot y Chiang, 1986).

La recolecta e identificación de ejemplares se realizó durante 21 meses, sumando un total de ocho salidas a campo, en total se exploraron 15 localidades del municipio (Figura 3).

Semejanza en la composición de especies entre regiones. Se elaboró una matriz de datos, con base en información previa sobre la composición de helechos y licopodios de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (Cuevas, 2008), del Parque Nacional Los Mármoles (Ramírez, 2008), del municipio de Calnali (Pérez, 2009) y la generada en el presente trabajo.

Con la matriz de datos se realizó un análisis de agrupamiento (CA por sus siglas en inglés: Cluster Analysis) para estimar la semejanza en la composición de especies entre las cuatro regiones: Parque Nacional Los Mármoles (situado al Noroeste del estado de Hidalgo), Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (situada en la parte Centro-Oriental del estado), municipio de Calnali (situado al Noreste del estado) y el municipio de Tenango de Doria (en el sureste de la entidad).

El CA es una técnica jerárquica aglomerativa que analiza las muestras en forma individual para fusionarlas sucesivamente en grupos de tamaño creciente, hasta que todas las muestras son sintetizadas en un sólo grupo. Se eligió el índice de Sørensen como la medida de distancia para definir la semejanza entre los grupos y como método de unión de grupos el de unión completa, también denominado “vecino más cercano” (McCune y Grace, 2002; Colwell, 2005).

RESULTADOS

Inventario de especies de helechos y licopodios y sustrato de crecimiento

Se recolectaron e identificaron 267 ejemplares a nivel de especie, los mismos pertenecen a 19 familias, cuatro subfamilias, 46 géneros, 111 especies y ocho variedades (Cuadro 2). De las especies identificadas, 22 representan nuevos registros para el estado de Hidalgo, de acuerdo con los datos de distribución de las especies de helechos y licopodios de México publicados por Mickel y Smith (2004).

La recolección de ejemplares se realizó en dos tipos de vegetación: bosque de pino-encino y BMM. Todos los taxones mencionados en el párrafo anterior, se presentaron en el BMM y sólo diez especies en dos sitios con bosque de pino-encino. Por esta razón, la descripción de los resultados hace referencia principalmente al BMM.

Cuadro 2. Número de familias, géneros y especies de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria

	Familias	Géneros	Especies
Números de taxones	19	46	111
Porcentaje con respecto al estado de Hidalgo *	70%	61%	36%

* Con base en datos de Sánchez-González *et al.* (2008)

Las familias de helechos y licopodios con mayor número de géneros fueron Pteridaceae con nueve, Dryopteridaceae con seis, Polypodiaceae con cinco y Grammitidaceae con cuatro. Las familias restantes poseen dos géneros o menos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de géneros por familia de helechos (Polypodiophyta) y licopodios (Lycopodiophyta) del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo

Familias	Géneros
Pteridaceae	9
Dryopteridaceae	6
Polypodiaceae	5
Grammitidaceae	4
Aspleniaceae	2
Thelypteridaceae	2
Blechnaceae	2
Dennstaedtiaceae	2
Athyriaceae	2
Cyatheaceae	2
*Lycopodiaceae	2
Schizaeaceae	1
*Selaginellaceae	1
Equisetaceae	1
Lophosoriaceae	1
Ophioglossaceae	1
Gleicheniaceae	1
Hymenophyllaceae	1
Psilotaceae	1

Las familias señaladas con asterisco (*), pertenecen a la división Lycopodiophyta, las restantes a Polypodiophyta.

Las familias con mayor número de especies fueron Pteridaceae con 25, Polypodiaceae con 24, Dryopteridaceae con 12, Aspleniaceae y Selaginellaceae con ocho, Blechnaceae, Thelypteridaceae y Grammitidaceae con cinco. Las familias restantes presentaron tres especies o menos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Familias de helechos (Polypodiophyta) y licopodios (Lycopodiophyta) con número de especies del municipio de Tenango de Doria

Familias	Especies
Pteridaceae	25
Polypodiaceae	24
Dryopteridaceae	12
Aspleniaceae	8
*Selaginellaceae	8
Thelypteridaceae	5
Blechnaceae	5
Grammitidaceae	5
Athyriaceae	3
Schizaeaceae	3
Cyatheaceae	3
Dennstaedtiaceae	2
*Lycopodiaceae	2
Equisetaceae	1
Lophosoriaceae	1
Ophioglossaceae	1
Gleicheniaceae	1
Hymenophyllaceae	1
Psilotaceae	1

Las familias señaladas con asterisco (*), pertenecen a la división Lycopodiophyta, las restantes a Polypodiophyta.

Los géneros con mayor número de especies fueron *Polypodium* con 13, *Selaginella* con ocho, *Asplenium* con siete, *Cheilanthes* con seis y *Adiantum*, *Campyloneurum*, *Elaphoglossum* y *Pteris* con cinco especies cada uno. Los géneros restantes presentaron cuatro o menos especies (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de especies por género de helechos (Polypodiophyta) y licopodios (Lycopodiophyta) del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo

Género	No. de especies	Género	No. de especies
<i>Polypodium</i>	13	<i>Dennstaedtia</i>	1
* <i>Selaginella</i>	8	<i>Diplazium</i>	1
<i>Asplenium</i>	7	<i>Doryopteris</i>	1
<i>Cheilanthes</i>	6	<i>Dryopteris</i>	1
<i>Adiantum</i>	5	<i>Equisetum</i>	1
<i>Campyloneurum</i>	5	<i>Gleichenella</i>	1
<i>Elaphoglossum</i>	5	<i>Holodictyum</i>	1
<i>Pteris</i>	5	* <i>Huperzia</i>	1
<i>Pleopeltis</i>	4	<i>Hymenophyllum</i>	1
<i>Thelypteris</i>	4	<i>Lellingeria</i>	1
<i>Woodwardia</i>	3	<i>Llavea</i>	1
<i>Anemia</i>	3	<i>Lomariopsis</i>	1
<i>Hemionitis</i>	2	<i>Lophosoria</i>	1
<i>Melpomene</i>	2	<i>Macrothelypteris</i>	1
<i>Mildella</i>	2	<i>Pecluma</i>	1
<i>Phanerophlebia</i>	2	<i>Pellaea</i>	1
<i>Pityrogramma</i>	2	<i>Phlebodium</i>	1
<i>Polystichum</i>	2	<i>Psilotum</i>	1
<i>Alsophila</i>	2	<i>Pteridium</i>	1
<i>Blechnum</i>	2	<i>Tectaria</i>	1
<i>Cystopteris</i>	2	<i>Cochlidium</i>	1
<i>Botrychum</i>	1	<i>Terpsichore</i>	1
<i>Cyathea</i>	1	* <i>Lycopodium</i>	1

Los géneros señalados con asterisco (*), pertenecen a la división Lycopodiophyta, los restantes a Polypodiophyta.

El sustrato en el que se recolectaron la mayoría de los helechos y licopodios fue el terrestre, el segundo lugar fue el hábito epífita y pocas especies crecían sobre roca (Figura 7).

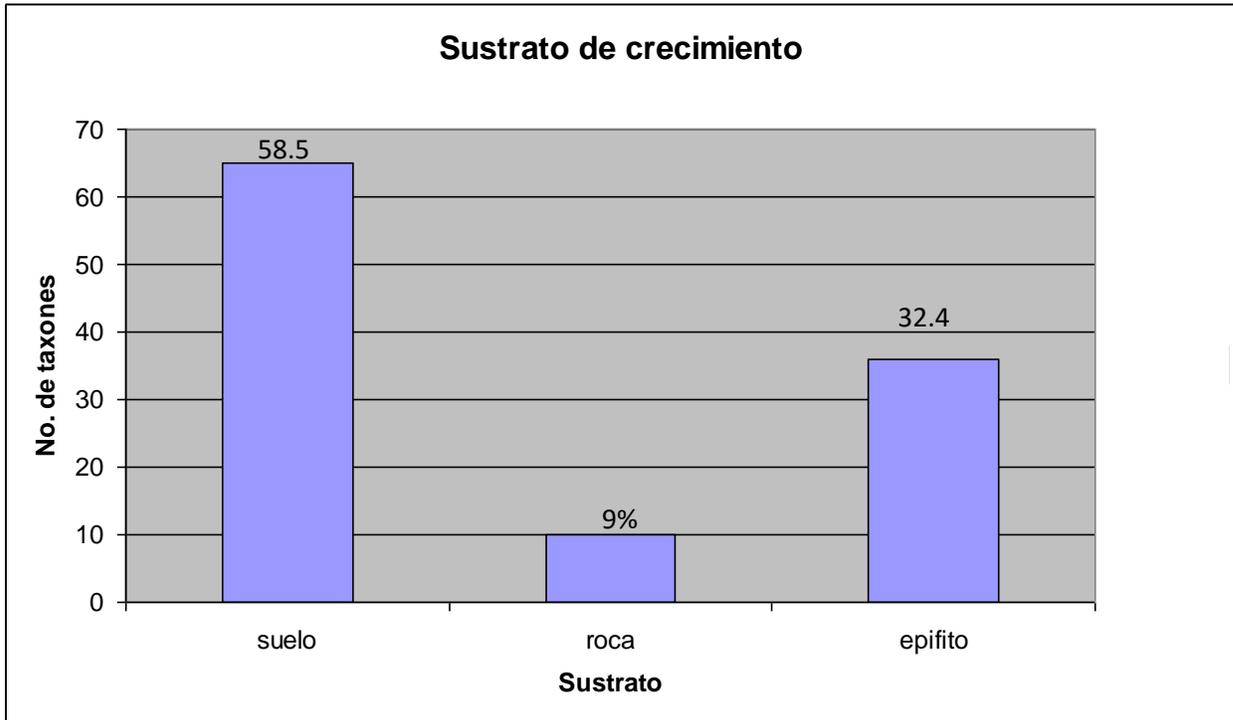


Figura 7. Sustrato de crecimiento de las especies de helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo. Sólo se consideró el sustrato más común.

Descripción de los nuevos registros para el estado de Hidalgo.

A continuación se indica la distribución en México, de 22 nuevos registros de especies de helechos y licopodios para el estado de Hidalgo y se realiza una descripción general de las mismas (Cuadro 6). La descripción de las especies se basó en la obra “The Pteridophytes of Mexico” (Mickel y Smith, 2004) y es una interpretación concreta del texto original en inglés.

Cuadro 6. Lista de especies de helechos y licopodios que representan nuevos registros para el estado de Hidalgo y su distribución previa en México.

Especie	Distribución en México
<i>Hymenophyllum ectocarpon</i>	Chiapas y Oaxaca.
<i>Anemia tomentosa</i> var. <i>mexicana</i>	Baja California Norte, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.
<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i>	Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz.
<i>Alsophila tryoniana</i>	Veracruz.
<i>Adiantum concinnum</i>	Baja California Sur, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Veracruz.
<i>Pteris vittata</i>	Nuevo León y Tamaulipas.
<i>Pteris longifolia</i>	Chiapas, Colima, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Querétaro, Sinaloa, San Luis Potosí, Tabasco, y Veracruz.
<i>Cheilanthes horridula</i>	Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas.
<i>Hemionitis palmata</i>	Colima, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Yucatán y Veracruz.
<i>Hemionitis pinnatifida</i>	Chiapas, Guerrero, Jalisco y Oaxaca.
<i>Asplenium sphaerosporum</i>	Chiapas, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Querétaro y Veracruz.
<i>Asplenium minimum</i>	Chiapas, Morelos, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.
<i>Asplenium insolitum</i>	Chiapas, Guerrero y Oaxaca.
<i>Cystopteris membranifolia</i>	Oaxaca y Veracruz.
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	Chiapas, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Morelos, Querétaro, Tabasco y Veracruz.
<i>Woodwardia fimbriata</i>	Baja California Norte, Baja California Sur y Sonora.
<i>Elaphoglossum pringlei</i>	Oaxaca.
<i>Elaphoglossum setosum</i>	Chiapas, Oaxaca y Veracruz.
<i>Polypodium echinolepis</i>	Chiapas, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.
<i>Campyloneurum tenuipes</i>	Chiapas, Colima, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz.
<i>Terpsichore anfractuosa</i>	Chiapas y Oaxaca.
<i>Cochlidium serrulatum</i>	Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

* Con base en la obra: “The Pteridophytes of Mexico” (Mickel y Smith, 2004).

Descripción de los nuevos registros

Hymenophyllum ectocarpon Fée

Escamas del rizoma de 0.5 mm de largo; **frondas** de 2.5 cm de ancho por 3.5 cm de largo; **estípites** la mayoría de menos de 2 cm de largo, con pelos dispersos; **segmentos** de 1 a 1.3 mm de ancho; **dientes marginales** de 0.3 a 0.5 mm de largo; **soros** de 1.8 mm de largo; **márgenes involucales** laciniados.



Figura 8 a. Distribución en México de *Hymenophyllum ectocarpon*. b. *Hymenophyllum ectocarpon*

***Anemia tomentosa* (Sav.) Sw. var. *mexicana* (C. Presl) Mickel**

Rizoma horizontal, compacto, corto-rastrero, hasta 7 mm de diámetro; **pelos del rizoma** color naranja; **frondas** erectas de 9 a 39 cm de alto; **estípites** de un medio a un tercio del tamaño total de la fronda, de 0.9 a 2.2 mm de diámetro, pálidos a ligeramente cafés; **láminas** deltado-ovadas, bipinnado-pinatifidas, de 4.6 a 10.7 cm de ancho, consistencia papilosa; **pinnas** 6-13 pares, pinnulas estrechamente adnadas, ovadas, segmentos con lóbulos acuminados; **superficie de las hojas** con tricomas; **venas** libres; **pinna fértil** semejante a la pinna estéril.



Figura 9 a. Distribución de *Anemia tomentosa* var. *mexicana*. b. *Anemia tomentosa* var. *mexicana*

***Cyathea divergens* Kunze var. *tuerckheimii* (Maxon) R. M. Tryon**

Tallo de hasta 12 m de alto, 25 cm de diámetro; **estípite** color café, ligera o fuertemente espinoso, espinas negras afiladas, escamas largas, bicoloras, café oscuro con margen pálido y eroso; **estípite** muy piloso; **láminas** bipinnado pinnatifidas; **pinnas** con un peciolo de 0.5 a 2.7 cm de largo; **pinnulas** usualmente con peciolo de 1 a 6 mm de largo; **segmentos** obtusos, fuertemente falcados, crenulados, de textura firme; **costa** con pelos adaxialmente, sin pelos abaxialmente; **segmentos** sin pelos en ambos lados, o con escamas generalmente delgadas lustrosas de color café, escamas abundantes en la axila de las pinnas; **venas fértiles** simples o una vez divididas; **indusio** globoso.



Figura 10 a. Distribución en México de *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*. b. pinna de *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*

***Alsophila tryoniana* (Gastony) D. S. Conant**

Tallo de 4.5 m de alto; **espinas** del estípote de 1 cm de largo aproximadamente, negras; **escamas** del estípote color castaño, con márgenes claros y con una seta negra apical evidente y ocasionalmente con una lateral; **láminas** de hasta 1.7 m de largo, dos pinnado pinnatifidas, raquis café claro; **pinnas** de hasta 65 cm de largo, con el raquis abaxialmente con escamas lineares, blancas con seta negra en el ápice y lateralmente; **pinnulas** con escamas blancas, con una seta apical negra y con margen usualmente setoso, distalmente las escamas sin una seta negra, los segmentos también con pelos de cerca de 0.5 mm; **soros** mediales; **indusio** ausente.



Figura 11 a. Distribución en México de *Alsophila tryoniana*.
b. pinna de *Alsophila tryoniana*

***Adiantum concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd.**

Rizoma corto-rastrero, suberecto, compacto, de aproximadamente 5 mm de diámetro; **escamas del rizoma** color castaño, de 3 a 4 mm de largo por 0.8 a 1 mm de ancho, márgenes enteros; **frondas** trepadoras, de 20 a 75 cm de largo; **estípite** castaño a púrpura, lustroso, hasta 20 cm de largo por 2 mm de ancho, de un cuarto hasta un tercio del tamaño total de la fronda, glabro excepto en la base; **láminas** lanceoladas a ovado lanceoladas, 2-3 pinnadas en la parte proximal, de 6 a 30 cm de ancho; **raquis** color castaño a púrpura, glabro; **pinnas** de 10 a 15 pares, gradualmente reducidas hacia el ápice, alternadas; **pinnulas** cuneadas en la base, pinnulas estériles enteras, de 7 a 10 mm de largo, venas libres; **indumento** ausente en ambas caras; **soros** de 4 a 8 por pinnuleta; **indusio** de 1 a 1.5 mm de ancho, reniforme a redondo, glabro.



Figura 12 a. Distribución en México de *Adiantum concinnum*.
b. *Adiantum concinnum*

***Pteris vitatta* L.**

Rizomas ascendentes a erectos; **escamas del rizoma** amarillas de 5 a 7 mm de largo; **frondas** de 25 a 80 cm de largo, trepadoras; **estípites** de un octavo a un sexto del tamaño total de la fronda, densamente escamosos; **láminas** pinnadas, gradualmente reducidas proximalmente, anchas hacia la parte media, de 6 a 25 cm; **pinnas** de 11 a 35 pares, lineares, las bases ligeramente auriculadas, no articuladas, márgenes de las pinnas estériles serrulados cerca del ápice, pinna terminal muy desarrollada; **raquis** y **costa** con escamas dispersas, pálidas a amarillo-café, las escamas de la parte adaxial de ambas superficies sin aristas, abaxialmente la hoja glabra entre la costa y el margen; **venas** libres; **soros** continuos a lo largo del margen de la pinna, interrumpidos en el ápice; **indusio** entero; **esporas** naranja pálido.

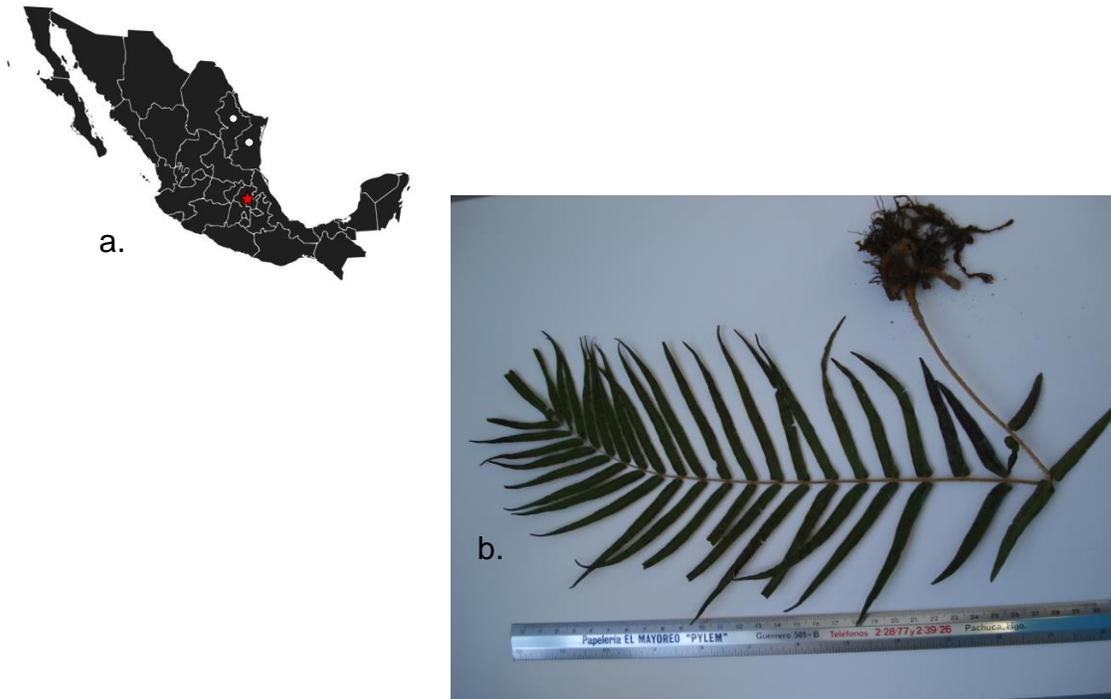


Figura 13 a. Distribución en México de *Pteris vitatta*. b. *Pteris vitatta*

***Pteris longifolia* L.**

Rizomas corto-rastreros a sub-erectos, densamente cubiertos con escamas; **escamas del rizoma** dimórficas de 5 a 7 mm de largo, de color amarillo a café claro; **frondas** de 20 a 100 cm de largo, trepadoras; **estípites** menos de la mitad del tamaño total de la fronda, pálido con densas escamas y pelos; **láminas** pinnadas, no palmeadas, reduciéndose hacia la parte proximal, de consistencia papilosa; **pinnas** de 28 a 70 pares, articuladas, auriculadas, enteras o crenuladas, la superficie adaxial sin pelos o con escamas, o con pelos dispersos sobre la costa, la superficie abaxial con pelos de 0.8 a 1 mm de la largo sobre las venas; aristas ausentes en las pinnas; **venas** libres; **indusio** de 0.5 a 0.8 mm de ancho, eroso; **esporangios** con paráfisis de 0.3 mm de largo; **esporas** color crema.



Figura 14 a. Distribución en México de *Pteris longifolia*. b. *Pteris longifolia*

***Cheilanthes horridula* Maxon**

Rizoma compacto, horizontal, de 2 a 3 mm de diámetro; **escamas del rizoma** linear lanceoladas, de un solo color, naranja-café o débilmente bicoloras, de hasta de 3 cm de largo, enteras; **frondas** de 10 a 35 cm de largo, trepadoras; **estípites** de un cuarto a un tercio del tamaño total de la fronda, negro a café oscuro, cilíndrico, con escamas dispersas linear lanceoladas de 1 a 2 mm de largo y pelos dimórficos, pelos abaxiales de 1 mm de largo, pelos adaxiales de 0.1 mm de longitud.

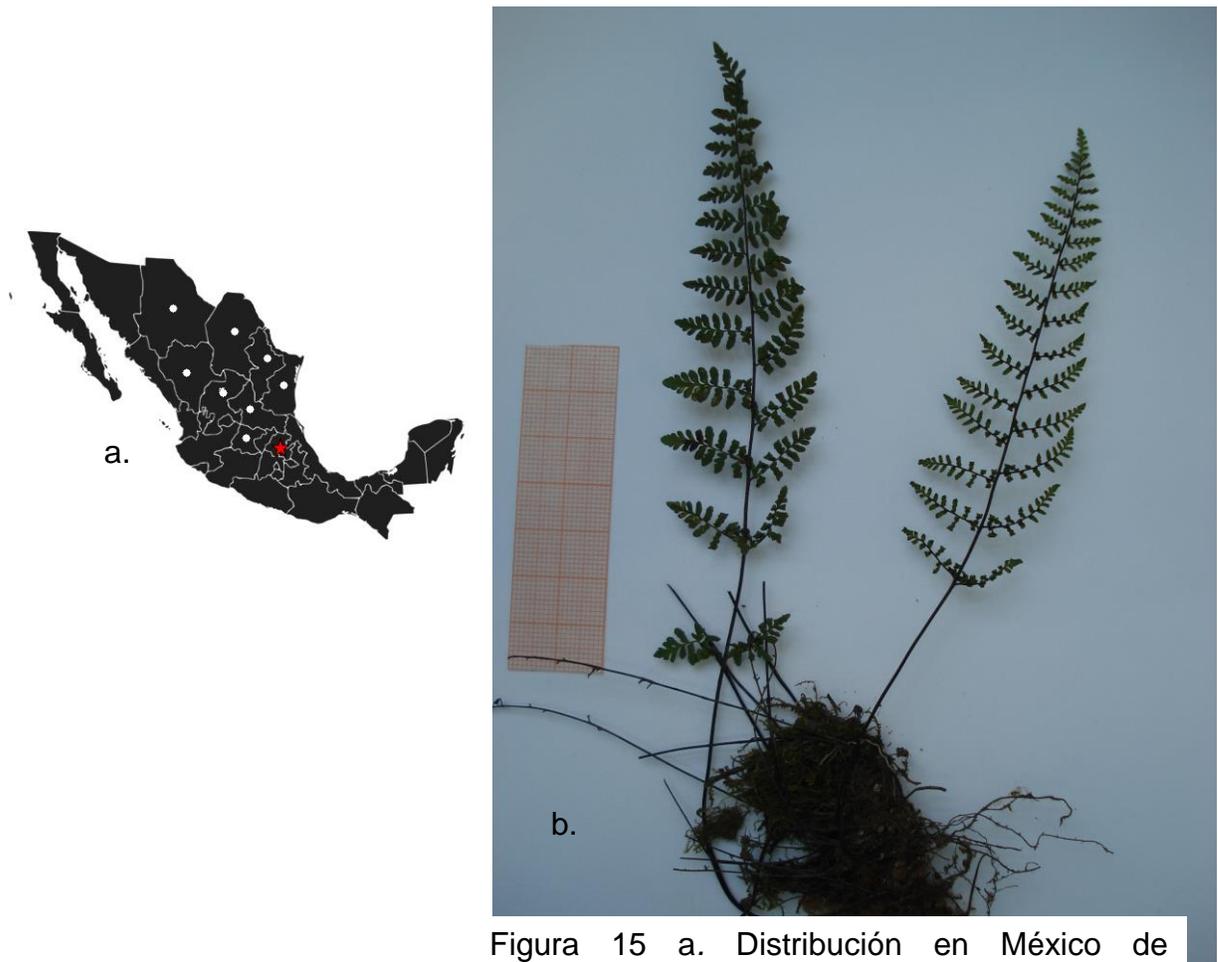


Figura 15 a. Distribución en México de *Cheilanthes horridula*. b. *Cheilanthes horridula*

Hemionitis palmata L.

Rizoma erecto de 2 a 3 mm de diámetro; **escamas del rizoma** lineares, de un solo color, café claro, de 4 a 5 mm de ancho por 0.8 mm de largo; **frondas** de 7 a 27 cm de largo, trepadoras, dimórficas, las estériles son bastante más cortas, separadas entre sí y con lóbulos redondeados, las frondas fértiles son dos veces más largas que las estériles; **estípites** desde 1/2 hasta 5/6 del tamaño total de la fronda, de 1.8 mm de diámetro, de color castaño, acanalados o aplanados adaxialmente, con escamas estrechas color café claro, con pelos aciculares y pelos glandulares cortos de 0.1 mm de largo; **láminas** palmadas con tres a cinco lóbulos acuminados, de 4.5 a 10 cm de ancho; **márgenes** crenulados, no curvados, con yemas en los senos; **venas** anidadas sin incluir venuletas, las cinco venas principales negras; la superficie adaxial y abaxial de la hoja pilosa, con pelos aciculares multicelulares, acoplados, algo curvados de 1 a 1.5 mm de largo; **soros** extendidos a lo largo de las venas; **esporas** ligeramente amarillo anaranjadas.

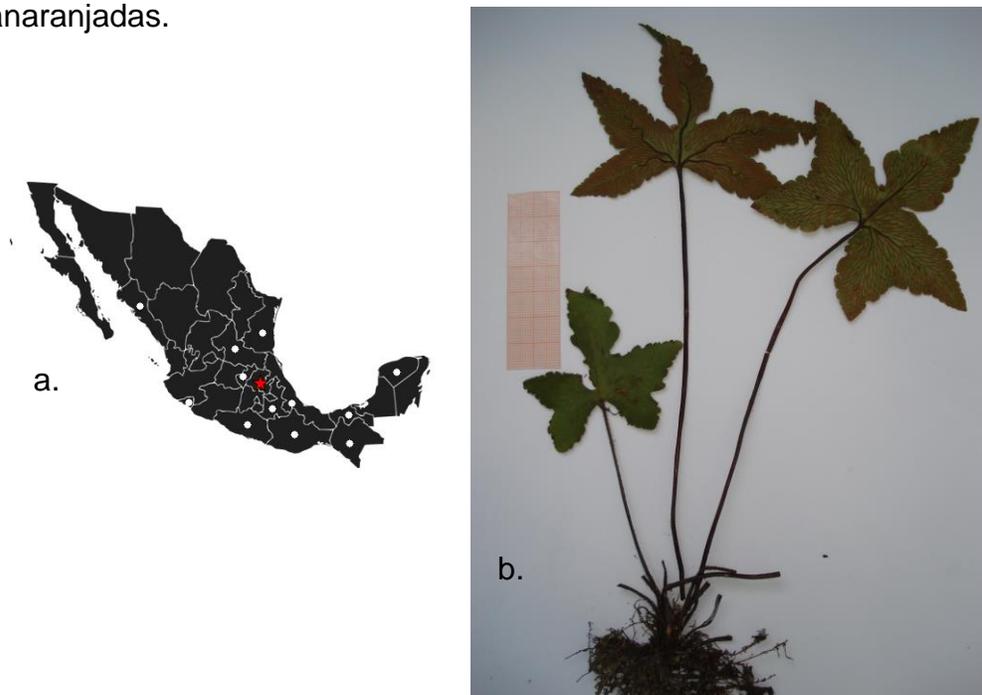


Figura 16 a. Distribución en México de *Hemionitis palmata*. b. *Hemionitis palmata*

***Hemionitis pinnatifida* Baker in Hooker & Baker**

Rizoma erecto, de 2 a 3 mm de diámetro; **escamas del rizoma** lineares, bicoloras, en la porción central presentan color café oscuro, con el margen café claro, llegan a ser de un solo color en la base del estípite; **frondas** de 4 a 7 cm de largo, trepadoras; **estípite** de un medio a dos tercios del tamaño total de la fronda, de 1 a 2 mm de diámetro, castaño, acanalado o aplanado adaxialmente, con escamas estrechas en la base, con pelos aciculares a capitados de 2 mm de largo; **láminas** profundamente lobadas, con 5-7 lóbulos, de 5 a 8 cm de ancho, el par de lóbulos basales presentan usualmente un lóbulo simple basiscópico; **lóbulos estériles** redondeados; **lóbulos fértiles** acuminados; **márgenes** crenulados, no curvados, con muchas yemas pequeñas en los senos; **venas** anidadas, las venas principales son de color negro; superficie **adaxial** y **abaxial** pilosa, con pelos aciculares de 1 a 1.5 mm de largo; **soros** a lo largo de las venas; **esporas** ligeramente amarillo-anaranjadas.

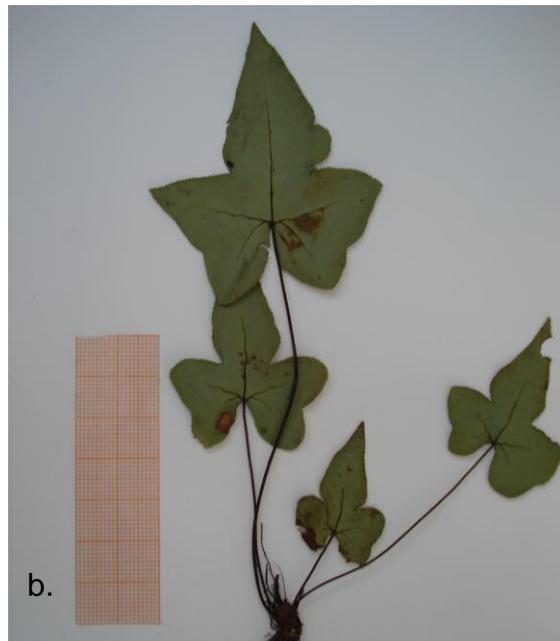


Figura 17 a. Distribución en México de *Hemionitis pinnatifida*. b. *Hemionitis pinnatifida*.

***Asplenium sphaerosporum* A. R. Sm.**

Frondas de 20 a 70 cm de largo; **estípites** de un tercio a un medio del tamaño total de la fronda; **láminas** deltado-lanceoladas con ápices acuminados, 2 pinnadas proximalmente, pinnado pinnatisectas distalmente, de 5 a 18 cm de ancho; **pinnas** de 12 a 25 pares o más, segmentos ovados, la mayoría adnados; **esporas** globosas, largas, café oscuro a negras, 32 por esporangio.



Figura 18 a. Distribución en México de *Asplenium sphaerosporum*. b. *Asplenium sphaerosporum*

***Asplenium insolitum* A. R. Sm.**

Raíz gruesa, fibrosa, no prolífera; **rizoma** corto, trepador; **escamas del rizoma** negras, clatradas, con paredes delgadas y lumina muy pequeña, de 1 a 2 mm de largo por 0.5 a 0.8 mm de ancho, enteras; **frondas escasas**, separadas entre sí 1 a 2 mm, de 35 a 45 cm de largo; **estípites** café-opacos de 16 cm de largo por 1.5 mm de ancho, de hasta un medio del tamaño total de la fronda, glabros o con pocas escamas en la base, adaxialmente alados, de 0.2 a 0.3 mm de ancho; **láminas** membranosas, deltadas, ligeramente reducidas en la base (1 ó 2 pares), ápices atenuados, hojas 2 pinnadas, de 18 a 25 cm de largo por 4 a 8 cm de ancho, no prolíferas; **raquis** café, opaco, glabro, alado, color verde, hasta de 0.2 a 0.3 mm de ancho; **pinnas** deltadas, de 15 a 20 pares, de 1.5 a 6 de largo por 1.5 a 5 cm de ancho, con un peciolo de hasta de 2 mm de largo, pinnulas flabeladas y 1 pinnadas, de 4 a 8 pares por pinna, de 5 a 9 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, basalmente cuneadas, apicalmente deltadas; **venas** de 1 a 2 veces divididas, hasta cuatro pares en la pinnula más larga, visibles en ambas superficies, los extremos escasamente evidentes abaxialmente; **indumento** abaxial con pelos en forma de clavo, color café de 0.1 mm de largo; **soros** de 1 a 5 en los últimos segmentos, en ambos lados de las venas principales; **indusio** blanco, de 1 a 25 mm de largo por 0.3 mm de ancho, márgenes suberosos a enteros; esporas reniformes.



Figura 19 a. Distribución en México de *Asplenium insolitum*. b. *Asplenium insolitum*

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

Escamas del rizoma de 2 a 3 mm de largo por 0.5 a 0.8 mm de ancho, ocasionalmente con margen denticulado; **frondas** largas, con peciolo de 15 a 20 cm de largo, hojas de 10 a 15 cm de largo; **estípite** color negro en la parte adaxial, el color continúa a lo largo de la parte proximal del raquis, pinnas gruesas, con venas oscuras; **indumento** esencialmente ausente sobre el estípite, raquis y venas de ambas superficies de la hoja y márgenes, puede haber pelos dispersos color café de 0.1 mm de largo sobre la superficie abaxial de la hoja; **indusio** de 4 a 11 mm de largo por 0.5 a 0.8 mm de ancho, con márgenes serosos, sin pelos.

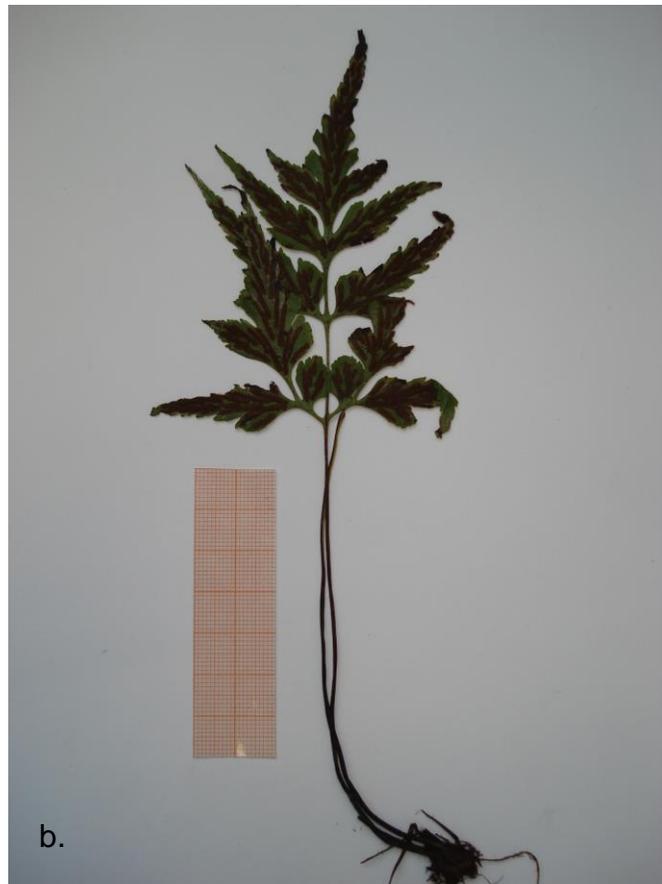


Figura 20 a. Distribución en México de *Asplenium minimum*. b. *Asplenium minimum*

***Cystopteris membranifolia* Mickel**

Rizoma largo rastrero, con escamas ovadas, dispersas, color café oscuro, de 2.5 a 3.5 mm de largo por 0.3 a 0.8 mm de ancho; **frondas** distantes de 14 a 28 cm de largo; **estípite** de 4 a 9 cm de largo, hasta un tercio del tamaño total de la fronda, verde a estraminoso; **láminas** pinnado pinnatifidas, membranosas de 1 a 2 células de grosor, glabras; **pinnas** de 2 a 3 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, deltado-lanceoladas, sésiles; **pinnulas** ampliamente oblongas a elípticas, con divisiones o hendiduras profundas, ápices obtusos, márgenes dentados; **segmentos** oblongos; **venas** terminando en dientes; **soros** redondos; **indusio** muy pequeño.

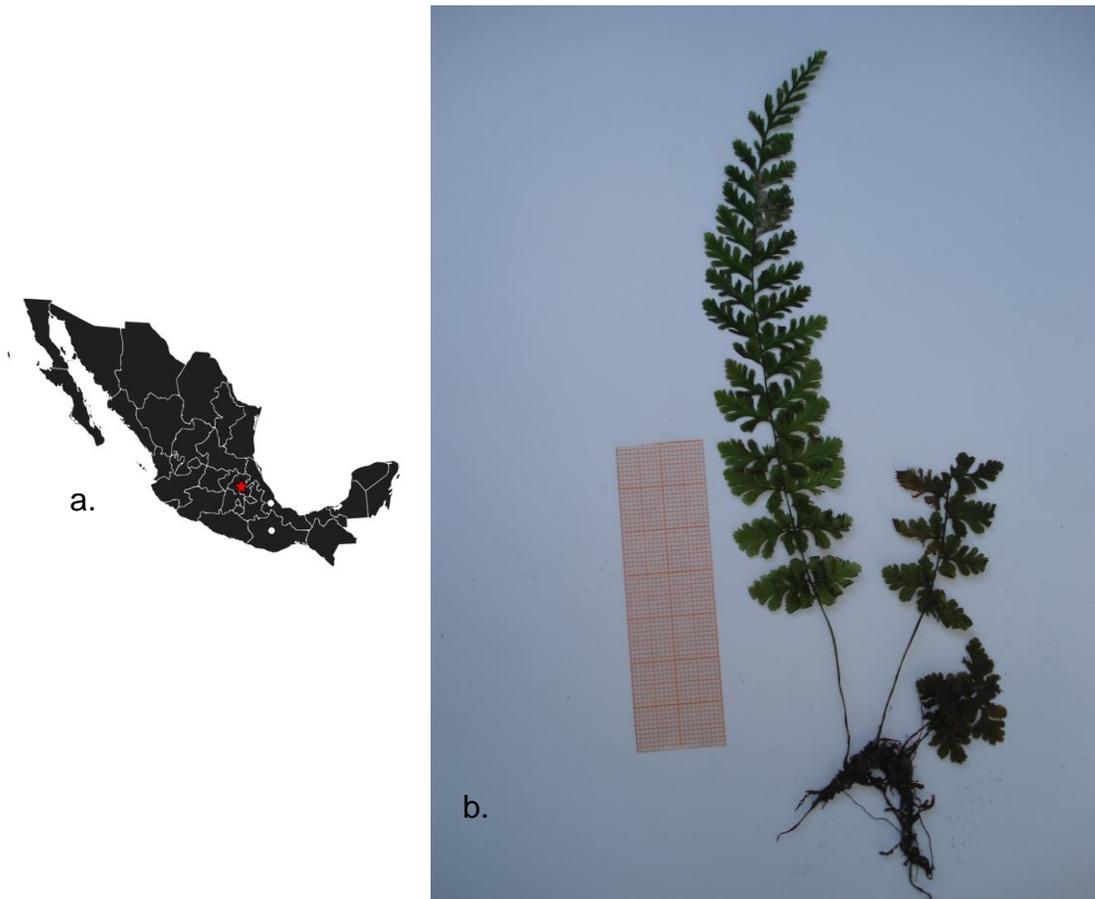


Figura 21 a. Distribución en México de *Cystopteris membranifolia*. b. *Cystopteris membranifolia*

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

Rizoma corto, trepador, firme; **frondas** de 60 a 150 cm de largo; **estípite** verde brillante cuando esta vivo y pálido cuando esta seco, hasta 70 cm de largo por 3 a 12 mm de ancho, en la base con estrechas escamas parecidas a pelos color castaño, el resto del estípite glabro o glabrescente: **láminas** de hasta 70 cm de largo por 50 cm de ancho profundamente bipinnado pinnatifidas, con 10 a 18 pares de pinnas libres, las proximales son más largas; la **pinnas** más largas, de 35 cm de largo por 17 cm de ancho, deltadas, adnadas hacia la costa alada; **pinnulas** oblicuas hacia la costa, reducidas en la parte proximal de la costa, las más largas de 2 a 8 cm de largo por 0.8 a 2.5 cm de ancho, segmentos profundamente lobados de 2.5 a 5 mm de ancho; **venas** en los segmentos más largos de 7 a 12 pares, la parte distal de cada vena engrosada; la **costa** y **costulas** cubiertas con escasos pelos pálidos y delgados, algunos de ellos son multicelulares de alrededor de 1 mm de largo; **el tejido laminar** abaxialmente con glándulas unicelulares; **soros** redondos; **indusio** muy pequeño y aparentemente ausente.



a.



b

Figura 22 a. Distribución en México de *Macrothelypteris torresiana*. b.

Macrothelypteris torresiana

***Woodwardia fimbriata* Sm. in Rees**

Rizoma firme, corto, trepador; **frondas** la mayoría erectas; **estípites** de hasta 72 cm de largo, con abundantes escamas en la base, escamas de color café o café-naranja; **láminas** pinnado pinnatifidas de 25 a 100 cm de largo, más anchas antes de la parte media, pinna distal sub-cordada en la base; **raquis** usualmente glabro o con escamas dispersas; **pinnas** de 8 a 24 pares, el par proximal distante con respecto a las demás, las pinnas basales y mediales de 15 a 25 cm de largo por 3.5 a 9 cm de ancho, pinnatifidas, asimétricas en la base por reducción de los lóbulos; **lóbulos** de la pinna ampliamente unidos en la base, estrechándose gradualmente en la parte distal, frecuentemente los márgenes de la pinna proximal crenados o profundamente divididos, lóbulos espinosos a lo largo del margen; **indumento** abaxialmente con escamas dispersas fibrosas de al menos 0.5 mm de largo sobre las costulas, venas y tejido de las hojas, también presenta escamas dispersas de color blanco, linear lanceoladas de hasta 2 mm de longitud a lo largo de la costa, estas a menudo son deciduas, la lamina abaxial a menudo cuenta con glándulas resinosa de color amarillo con un corto estípite; **soros** usualmente confinados a las areolas que forman las costulas, cortos y lineares, de 1 a 5 mm de largo, la mayoría de dos a cuatro veces más largos que anchos, rectos o curvos, inmersos dentro del tejido de la lamina; **indusio** cartilaginoso; 64 **esporas** por esporangio.

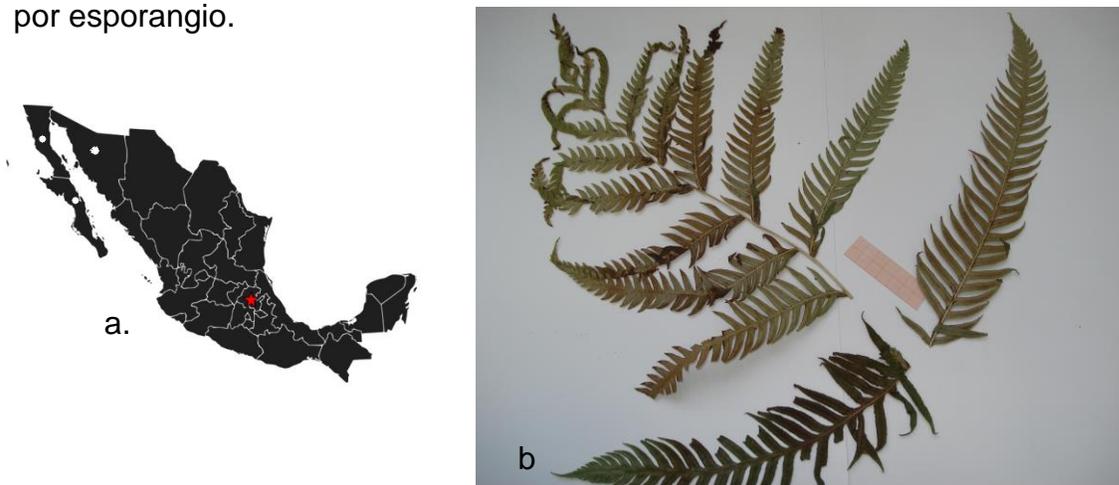


Figura 23 a. Distribución en México de *Woodwardia fimbriata*. b. pinnas de *Woodwardia fimbriata*

***Elaphoglossum pringlei* (Davenp.) C. Chr.**

Rizoma corto, trepador, compacto, horizontal, de 2 a 4 mm de diámetro; **escamas del rizoma** linear lanceoladas, color café oscuro, lustrosas enteras, hasta 2 mm de largo; **frondas** trepadoras, de 18 cm de largo por 0.5 a 3 cm de ancho; **filopodia** distintivos o indistintivos; **estípites** de 1/5 a 1/2 del tamaño total de la fronda, con escamas dispersas, lanceoladas y reducidas, apresadas, sub-esteladas; **láminas** estrechamente elípticas, papiráceas, bases cuneadas, ápices acuminados; **venas** oscuras, libres, simples o una vez divididas, de 0.6 a 1 mm de separación, formando un ángulo de 60 a 70° con respecto a la costa; **hidátodos** ausentes; **escamas de las hojas** en la superficie adaxial lanceoladas, con dientes marcados y en la superficie abaxial sub-esteladas; **frondas fértiles** más largas que las estériles, con un largo estípite de hasta dos tercios del tamaño total de la fronda, con láminas más estrechas que las de las frondas estériles, de 0.7 a 1.2 cm de ancho, escamas sobre la costa de la superficie abaxial, pero no entre esporangios.

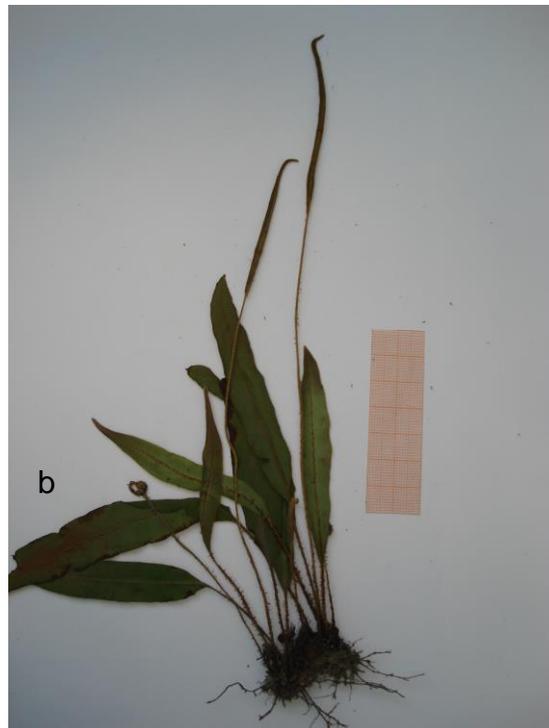


Figura 24 a. Distribución en México de *Elaphoglossum pringlei*. b. *Elaphoglossum pringlei*

***Elaphoglossum setosum* (Liebm.) T. Moore**

Rizoma corto, trepador de 1 a 2 mm de diámetro; **escamas del rizoma** lineares, con dientes cortos dispersos e irregulares, color café a naranja opaco, de 3 a 5 mm de largo; **frondas** trepadoras de 8 a 18 cm de largo por 0.8 a 1.5 cm de ancho; **filopodia** ausentes; **estípites** delgados, de un quinto a dos quintos del tamaño total de la fronda, cubiertos moderadamente con escamas delgadas, color naranja opaco, subuladas, de 2 a 3 mm de largo; **láminas** delgadas, estrechamente elípticas, bases cuneadas, ápices gradualmente acuminados; **venas** conspicuas, libres, la mayoría simples o una vez divididas, separadas entre sí de 1.5 a 2 mm, formando un ángulo de 40° con respecto a la costa; **hidátodos** conspicuos; **escamas de las hojas** subuladas de color naranja opaco, cubriendo moderada y uniformemente la superficie de la lamina, la superficie abaxial con más escamas; **fronda fértil** tan larga como la estéril pero más elíptica, de hasta 3 cm de largo y 1.1 cm de ancho, con ápice acuminado y estípite largo, de hasta tres cuartos del tamaño de la fronda, escamas entre esporangios abundantes.

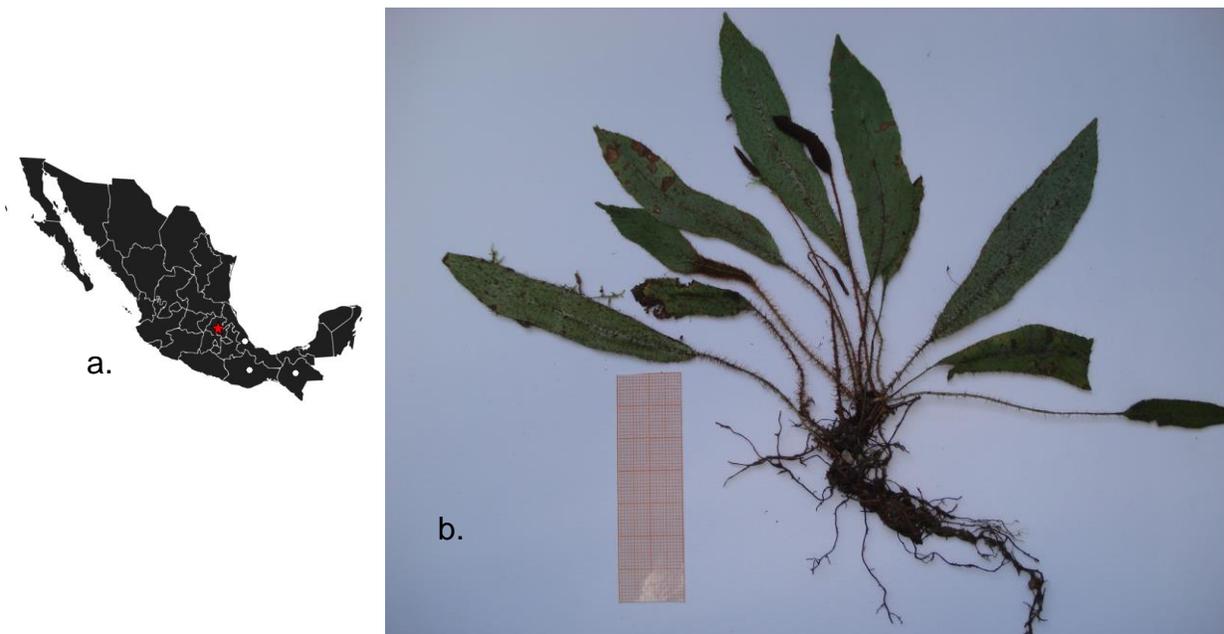


Figura 25 a. Distribución en México de *Elaphoglossum setosum*. b. *Elaphoglossum setosum*

Polypodium echinolepis Fée

Rizoma trepador, de 6 a 10 cm de diámetro; **escamas del rizoma** café anaranjado, deltadas, márgenes de la puntas rizados, débilmente pubescentes en la superficie externa, de 3 a 5 mm de largo por 1.5 a 2 mm de ancho; **frondas** de 30 a 85 cm de largo; **estípites** de un quinto a dos quintos del tamaño total de la fronda, de color pálido a ligeramente café, con pelos blancos dispersos a densos de 0.1 a 0.3 mm de largo; **márgenes de las hojas** serrulados, con pelos de 0.1 a 0.3 mm de largo; **venas** libres a anastomosadas casualmente; **soros** redondos, en una fila a cada lado de la costa; **esporangios** setosos, con pelos de 0.3 mm de largo.

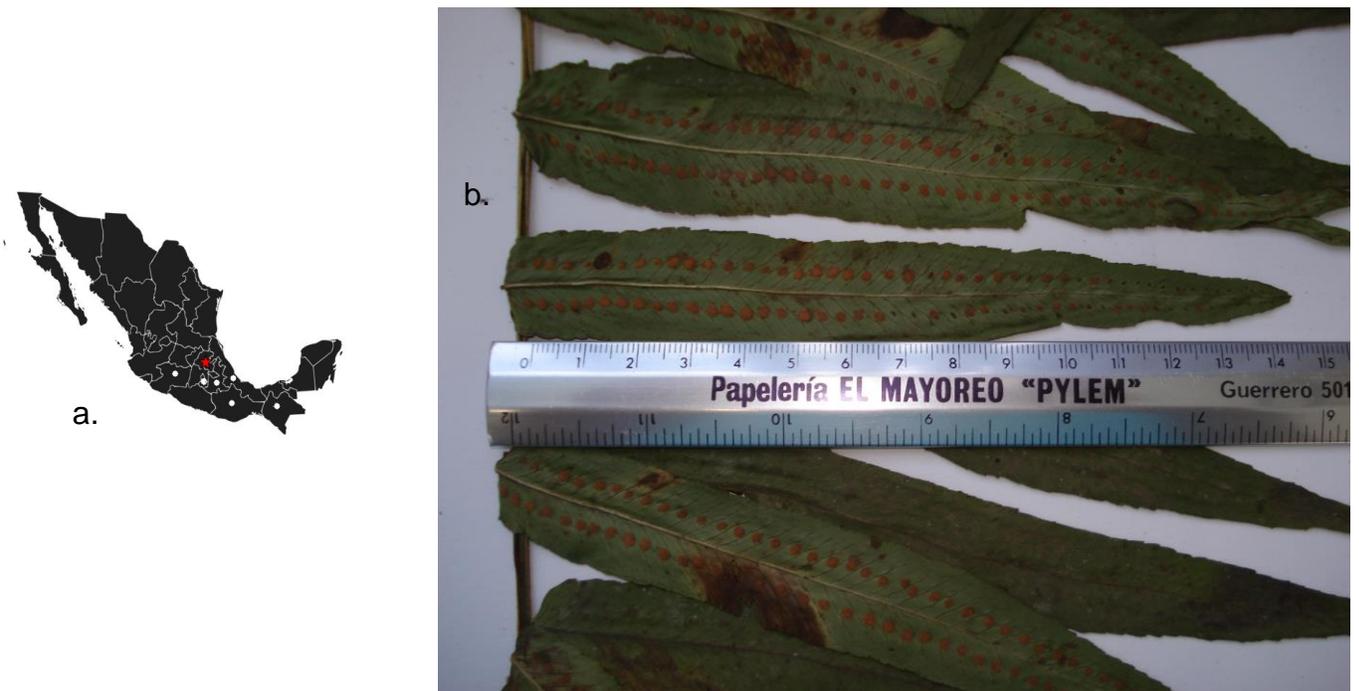


Figura 26 a. Distribución en México de *Polypodium echinolepis*.
b. pinnas de *Polypodium echinolepis*

***Campyloneurum tenuipes* Maxon**

Rizomas cortos, rastreros de 4 a 7 mm de diámetro, color café; **escamas del rizoma** abundantes, color café, linear-lanceoladas, cada una con un pelo en la punta y con la base peltada, de 5 a 8 mm de largo por 1 a 1.5 mm de ancho, clatradas; **frondas** de 30 a 80 cm de largo, trepadoras; **estípites** de 8 a 18 cm, de un tercio del tamaño total de la fronda; **láminas** gruesas, estrechamente elípticas a linear-oblongas, de 4 a 9 cm de ancho, base cuneada, ápices abruptamente estrechos y caudados; **puntos limosos** ausentes adaxialmente; **areolas** de 6 a 10 filas entre las venas medias y márgenes; **venas laterales principales** prominentes, venas secundarias regularmente anastomosadas; **soros** en series de 6 a 10 entre los márgenes de las hojas y las venas medias, cada soro en su misma areola.

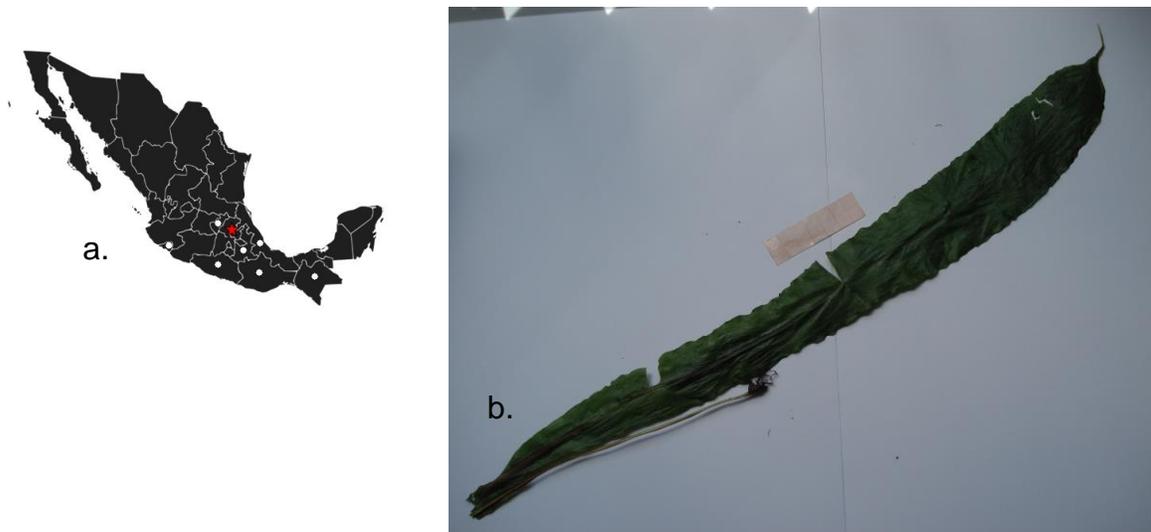


Figura 27 a. Distribución en México de *Campyloneurum tenuipes*. b. *Campyloneurum tenuipes*

***Terpsichore anfractuosa* (Kunze ex Klotzsch) B. León & A. R. Sm.**

Rizomas ascendentes proliferando mediante yemas radicales, plantas conectadas por raíces delgadas parecidas a un estolón (0.1 a 0.3 mm de ancho); **escamas del rizoma** clatradas de 0.5 a 0.8 mm de largo, enteras; **frondas** trepadoras; **estípites** de un décimo a un octavo del tamaño total de la fronda, de color gris oscuro a negro, muy estrechamente alado, con setas delgadas, color rojizo café, de 0.5 a 0.8 mm de largo; **laminas** pinnatisectas, linear-elípticas, ápices sub-caudados de 7 a 12 cm de largo por 0.8 a 1.4 cm de ancho; **raquis** abaxialmente con setas delgadas, rojizas de 0.5 a 0.8 mm de largo, también con muchos pelos de 0.1 mm de largo; **segmentos** oblongos a deltados, de 15 a 25 pares, los más largos de 7 a 9 mm por 2 a 2.5 mm, anchos en las bases, redondeado a acuminados en las puntas; **costa** y **venas** no fácilmente visibles; **hidátodos** no producen puntos limosos; **indumento** compuesto de pelos escasos, ramificados, recurvados, de 0.3 mm de largo sobre la superficie de la lamina abaxial, esencialmente glabro, excepto por pelos cortos sobre el raquis y pelos color café rojizo de 0.3 a 0.5 mm de largo sobre el margen en el tercio distal de la pinna; **costa** negra, venas oscuras, pinnadas; **soros** con muchos pelos rígidos color café-rojizo de 1 a 1.5 mm de largo; **esporangios** glabros; **esporas** globoso-tetraédricas.



Figura 28 a. Distribución en México de *Terpsichore anfractuosa*. B. *Terpsichore anfractuosa*

***Cochlidium serrulatum* (Sw) L. E. Bishop**

Rizomas ascendentes; **escamas del rizoma** naranja-café, de 1 a 1.3 mm de largo; **estípites** de hasta de 15 cm de largo, de color café oscuro muy marcado en la base, distalmente color verde, glabro; **láminas** dimórficas, las **hojas estériles** son cortas, profundamente pinnatifidas, de 10 a 20 mm de largo por 2 a 3 mm de ancho, segmentos 1 a 1.5 mm de largo; **hojas fértiles** son más largas, de 35 a 60 mm de largo, fértil en la parte media distal, estéril en la parte basal, de 25 a 35 mm de largo por 1 a 1.5 mm de ancho, los segmentos ascendiendo, deltados, de 0.8 a 1 mm de largo, con consistencia de papel, glabro, venas evidentes sobre ambos lados de la hojas; **hidátodos** ninguno o no claramente visible; **soro** sobre las venas no ramificadas apareciendo cerca de la costa.



Figura 29 a. Distribución en México de *Cochlidium serrulatum*. b. *Cochlidium serrulatum*

Análisis de la semejanza entre regiones del estado de Hidalgo

El análisis de agrupamiento, dividió a las cuatro regiones en dos grupos, de acuerdo a su semejanza en composición de especies. El primer grupo está integrado por el Parque Nacional Los Mármoles (PNM) y la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), con un índice de semejanza de Sørensen de 0.623; y el segundo grupo lo forman los bosques mesófilos de montaña de los municipios de Tenango de Doria y Calnali, con un índice de semejanza de Sørensen de 0.461.

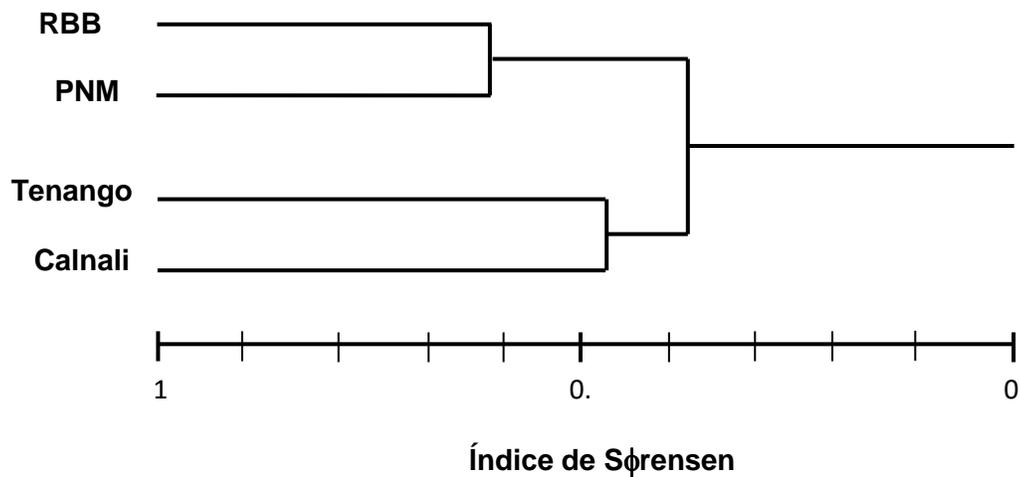


Figura 30. Dendrograma del análisis de agrupamiento que muestra las relaciones de semejanza en la composición de especies de helechos y licopodios de cuatro regiones del estado de Hidalgo.

En el Cuadro 7 se presentan datos sobre el número de especies compartidas y el grado de semejanza de la pteridoflora entre las cuatro regiones analizadas, que complementan la información de la Figura 30. Existe un alto número de especies compartidas entre las áreas naturales protegidas Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán y El Parque Nacional los Mármoles (grupo 1), y entre los BMM de Tenango de Doria y Calnali (grupo 2), pero ambos grupos presentan entre sí índices de semejanza bajos, lo cual implica tasas de recambio de especies (diversidad beta) altas.

Cuadro 7. Número de especies compartidas (parte superior de la matriz de datos) e índice de semejanza de Sørensen (parte inferior de la matriz), de las cuatro regiones analizadas. En letra negrita se señala el número de especies de cada región

	Tenango	Calnali	RBBM	PNM
Tenango	111	53	29	35
Calnali	0.47	115	23	23
RBBM	0.30	0.23	79	48
PNM	0.38	0.25	0.62	71

DISCUSIÓN

En el municipio de Tenango de Doria existe un estudio florístico previo, con una lista parcial de helechos y licopodios compuesta por 14 familias, 24 géneros y 39 especies (Alcántara y Luna, 1997). En el presente estudio, la exploración y recolección de ejemplares permitió detectar la presencia de más taxones (sin considerar a las especies mencionadas en el trabajo de Alcántara y Luna, 1997): 19 familias, 46 géneros, 111 especies y ocho variedades de helechos y licopodios. Además, se encontró que 20 especies y dos variedades (22 taxones) representan nuevos registros para el estado de Hidalgo.

A pesar de que el presente estudio incrementó sustancialmente el número de taxones, no se encontraron nueve de las especies de pteridofitas mencionadas por Alcántara y Luna (1997) para el municipio de Tenango de Doria: *Arachnoides denticulata*, *Asplenium auriculatum*, *Cyathea fulva*, *Elaphoglossum glaucum*, *Elaphoglossum sartorii*, *Lycopodium thyoides*, *Pharenophlebia macrosora*, *Polypodium fraternum* y *Pteris orizabae*. Las causas más probables son: (1) el esfuerzo de recolección de ejemplares no fue suficiente como para detectar la presencia de las especies antes mencionadas, (2) la identificación de las especies en el estudio de Alcántara y Luna (1997) es menos precisa, porque en el tiempo en que se realizó no había suficiente información y claves confiables, (3) las especies han desaparecido a causa de la perturbación del hábitat (durante los recorridos de campo se observó como grandes extensiones del BMM se han convertido en potreros, terrenos agrícolas, cafetales), entre otras causas.

Los resultados de los estudios realizados en los BMM de distintos municipios del estado de Hidalgo, sugerían que la riqueza de especies de helechos y licopodios era baja (Sánchez y Chávez, 1951; Luna *et al.*, 1994; Alcántara y Luna, 1997; Alcántara y Luna, 2001; Ponce-Vargas y Luna-Vega, 2006). Sin embargo, el número de especies recolectadas en el presente trabajo y en otro reciente (Pérez, 2009) en el municipio de Calnali (18 familias, 47 géneros y 115 especies de

pteridofitas), permiten aseverar que los BMM de la entidad contienen una alta riqueza de especies.

En otras regiones de México también se ha resaltado la alta riqueza de especies de helechos y licopodios que albergan los BMM, como en el caso de la Banderilla, Veracruz con 130 especies, 49 géneros y 24 familias (Vázquez *et al.*, 2006). Se estima que el estado de Querétaro posee alrededor de 50 géneros, 191 especies; y que el BMM es el tipo de vegetación con mayor riqueza de especies, con 32% (Arreguín *et al.*, 1996; Arreguín *et al.*, 2001).

El municipio de Tenango Doria posee una elevada riqueza de especies de helechos y licopodios, comparado con el Parque Nacional Los Mármoles (PNM) y la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM); lo que se puede atribuir a su diferente localización dentro de la Sierra Madre Oriental (SMO), que implica a su vez diferencias en topografía, clima, tipo de sustrato, entre otros factores. Las corrientes marinas cálidas que provienen del Golfo de México, al dirigirse hacia la barrera montañosa de la SMO (que presenta una orientación sureste-noroeste), se condensan y generan la lluvia necesaria para el mantenimiento de los manchones discontinuos de BMM presentes a lo largo de los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz (García, 1986; Alcántara y Luna, 1997; Martínez-Morales *et al.*, 2007). Los bosques mesófilos de montaña poseen las condiciones idóneas para el crecimiento y reproducción de las especies de helechos y licopodios, que se desarrollan preferentemente en climas templados húmedos en donde la precipitación y humedad son constantes (Rzedowski, 1978; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1996; Vázquez *et al.*, 2006).

En otras regiones del estado de Hidalgo donde las condiciones climáticas son menos benignas, la riqueza de especies de helechos y licopodios disminuye. Por ejemplo, en el PNM donde predominan climas de tipo templado-subhúmedo y semicálido subhúmedo, la riqueza fue de 71 especies (Ramírez, 2008); y en la RBBM, donde se presentan climas secos: seco-semicálido y semiseco o semiárido templado, se encontraron 79 especies de pteridofitas en un área

considerablemente extensa, de más de 96,000 ha (CONANP, 2003; Cuevas, 2008).

Los BMM de México se consideran como un tipo de vegetación en peligro de extinción, por su escasa extensión, distribución insular y la alarmante fragmentación y perturbación a la que ha sido sometido (Rzedowski, 1978; Acosta, 2004). Los bosques mesófilos del estado de Hidalgo no son la excepción debido principalmente a la agricultura, la deforestación, los asentamientos humanos y la ganadería (Luna *et al.*, 1994; Alcántara y Luna, 1997; Luna *et al.*, 2000; Alcántara y Luna, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006; Pérez, 2009). Los BMM del municipio de Tenango de Doria están siendo afectados notoriamente por las actividades humanas: en todos los sitios de recolección se observó algún grado de afectación del bosque por causas tales como la contaminación (con bolsas y botellas de plástico, latas de aluminio, papel y cartón), presencia de cultivos, extracción de madera, conversión a potreros y cafetales, entre otros (observación personal). El problema es muy serio ya que pone en peligro la supervivencia de las especies de helechos y licopodios y del ecosistema en cuestión.

La información generada en el presente estudio, sobre la composición de helechos y licopodios puede ser de utilidad para monitorear los cambios en la riqueza de especies del BMM de Tenango de Doria, pues este grupo de plantas es considerado como indicador de la calidad del hábitat, de cambios ambientales y representa además un componente importante de la estructura del sotobosque (Cuevas, 2008; Muñiz *et al.*, 2008; Ranker y Haulfler, 2008; Rodríguez *et al.*, 2008).

Para explicar la distribución general de las 22 especies que representan nuevos registros para el estado de Hidalgo, se dividió arbitrariamente a la República Mexicana en tres grandes regiones, fácilmente distinguibles: norte, centro y sur. Se eligió una clasificación simple en tres regiones, porque los datos disponibles sólo hacen referencia a la distribución de las especies a nivel estatal, sin considerar clima, fisiografía, localidad u otros datos específicos (Mickel y Smith, 2004). Después se incluyó a las especies en una o más de la tres regiones,

de acuerdo con los registros de su distribución estatal. Se reconocieron tres grupos de especies: el primero formado por especies que se consideraron de amplia distribución, por localizarse en las tres regiones en que se dividió México: *Adiantum concinnum*, *Anemia tomentosa* var. *mexicana*, *Asplenium minimum*, *Pteris longifolia* y *Hemionitis palmata*.

El segundo grupo lo constituyen especies de distribución más restringida, que se han recolectado en una o dos de las regiones en que se dividió a México y además en estados vecinos a Hidalgo: *Alsophila tryoniana*, *Asplenium sphaerosporum*, *Campyloneurum tenuipes*, *Cheilanthes horridula*, *Cochlidium serrulatum*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, *Cystopteris membranifolia*, *Elaphoglossum setosum*, *Macrothelypteris torresiana* y *Polypodium echinolepis*. El tercer grupo incluye especies de distribución restringida a una o dos regiones de México, pero que no se han recolectado en estados vecinos a Hidalgo: *Asplenium insolitum*, *Elaphoglossum pringlei*, *Hemionitis pinnatifida*, *Hymenophyllum ectocarpon*, *Pteris vittata*, *Terpsichore anfractuosa* y *Woowardia fimbriata*.

Por su distribución previa conocida, era muy probable que las especies incluidas en los dos primeros grupos se encontraran también en el estado de Hidalgo (amplia distribución y presencia en entidades colindantes). En contraste, la distribución disyunta de las especies que componen el tercer grupo puede tener varias explicaciones: (1) lo más probable es que estas especies se encuentren en estados vecinos a Hidalgo, pero todavía no hay suficientes estudios y especialistas en este grupo de plantas (Lira y Riba, 1993). Además, la mayoría de los estudios florísticos se han enfocado hacia las angiospermas y sólo incluyen listas parciales de pteridofitas (Luna *et al.*, 1994; Alcántara y Luna, 1997; Alcántara y Luna, 2001; Ponce-Vargas y Luna-Vega, 2006); (2) otra posibilidad es que décadas pasadas, la distribución de las especies fuese más amplia y que incluyera estados vecinos a Hidalgo, pero que la constante perturbación de los ecosistemas, producto principalmente de las actividades humanas, haya provocado una distribución actual, más restringida; (3) una tercera opción es la de que las

especies presenten una distribución natural disyunta (Espinosa-Organista *et al.*, 2002).

Las 11 familias con mayor número de géneros y de especies de helechos y licopodios en el presente estudio, han sido consistentemente mencionadas en diferentes estudios a nivel municipal, estatal y nacional.

A nivel municipal, el único estudio comparable por el área y esfuerzo de muestreo, realizado en el BMM del municipio de Calnali (Pérez, 2009), muestra un patrón taxonómico similar: las familias Athyriaceae, Blechnaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Lycopodiaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae y Thelypteridaceae, son las de mayor riqueza de géneros; y las familias Aspleniaceae, Athyriaceae, Blechnaceae, Dryopteridaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae, Schizaeaceae, Selaginellaceae y Thelypteridaceae, contienen la mayor riqueza de especies.

Las familias con mayor número de géneros en el municipio de Tenango de Doria (Dryopteridaceae, Grammitidaceae, Polypodiaceae y Pteridaceae), también son las más comunes en estudios florísticos realizados en BMM de los municipios de Tlanchinol, Molocotlán, Eloxochitlán, Tlahuelompa, y Lolotla (Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara y Luna-Vega, 1997; Mayorga *et al.*, 1998; Alcántara y Luna-Vega, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006). El mismo patrón se repite en otras regiones del estado de Hidalgo con clima y vegetación diferentes, como la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, donde predomina matorral xerófilo, bosque de enebro, bosque de pino-encino, pastizal y vegetación ribereña, y en el Parque Nacional Los Mármoles, donde predominan bosques templados subhúmedos y matorral xerófilo (Cuevas, 2008; Ramírez, 2008).

Las familias Aspleniaceae, Dryopteridaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae y Selaginellaceae y los géneros *Asplenium*, *Cheilanthes*, *Polypodium* y *Selaginella*, con mayor número de especies, también son los mejor representados en diferentes municipios o regiones de la entidad (Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara y Luna-Vega, 1997; Mayorga *et al.*, 1998; Alcántara y Luna-Vega, 2001; Ponce-

Vargas *et al.*, 2006; Ramírez, 2008) y a nivel estatal (Sánchez-González *et al.*, 2008).

A nivel nacional, las familias con mayor número de géneros en el presente estudio (Dryopteridaceae, Grammitidaceae, Polypodiaceae y Pteridaceae) también son las mejor representadas en el estado de Oaxaca. Con respecto a los géneros con mayor número de especies (*Adiantum*, *Asplenium*, *Campyloneurum*, *Cheilanthes*, *Elaphoglossum*, *Pleopeltis*, *Polypodium*, *Pteris*, *Selaginella* y *Thelypteris*), son también los más representativos en estados como Chihuahua, Estado de México, Guerrero, Oaxaca y Veracruz (Tejero-Díez y Mickel, 2004).

Los estudios sobre la riqueza y distribución de las especies de helechos y licopodios en el estado de Hidalgo, aunque escasos, han aportado resultados sobresalientes. Por ejemplo, en el inventario de la Pteridoflora del Parque Nacional Los Mármoles (Ramírez, 2008) y en el de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, se mencionan siete y cinco nuevos registros, respectivamente a nivel estatal. En un estudio reciente se estimó que la pteridoflora del estado de Hidalgo está compuesta por 306 especies (Sánchez-González *et al.*, 2008). Sin embargo, los resultados obtenidos en el municipio de Calnali con 34 nuevos registros y los del presente estudio con 22 nuevas distribuciones, adicionan 49 nuevos registros (ambos municipios comparten siete nuevos registros), para sumar en total 355 especies a nivel estatal, sin considerar taxones infra-específicos.

La presencia de nuevos registros en una región determinada, es importante porque permite hacer inferencias sobre el grado de conocimiento de una flora particular y puede utilizarse como referencia del estado de conservación de la vegetación (Zepeda *et al.*, 2008). Además, el conocimiento de la distribución de las especies y de la abundancia de sus poblaciones, es la base para establecer criterios para su protección y/o inclusión en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana.

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio y los del municipio de Calnali (Pérez, 2009), es posible sugerir hasta ahora que el estado de Hidalgo ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en riqueza de especies de

pteridofitas, con un total de 354 especies; sólo superado por Oaxaca con 690 especies, Chiapas con 650 y Veracruz con 508 especies (Riba, 1998). Como todavía falta por explorar más de la mitad del territorio hidalguense, la riqueza de especies de helechos y licopodios debe ser más elevada (Sánchez-González *et al.*, 2008). Como en México existen pocos especialistas en helechos y licopodios, es probable que el incremento en estudios específicos en este grupo de plantas en otras entidades, resulte también en nuevos registros que incrementan la riqueza de taxones conocida (Lira y Riba, 1993).

La vegetación es resultado de la acción de los factores ambientales, refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrimentos, así como los factores bióticos (Terradas, 2001). Es por ello que la elevada semejanza en la composición de especies entre la RBBM y el PNM puede relacionarse con las condiciones ambientales y los tipos de vegetación, relativamente parecidos en ambas regiones: matorral xerófilo, bosque de enebro, bosque de pino-encino, pastizal y vegetación ribereña en la RBBM (CONANP, 2003; Cuevas, 2008), y bosques de encino, pino, pino-encino, enebro y matorral xerófilo en el PNM (CONANP, 2003; Ramírez, 2008). Adicionalmente, por su localización geográfica contigua, ambas áreas naturales protegidas no presentan barreras geográficas evidentes que limiten la dispersión de las esporas de las pteridofitas (Figura 31), las cuales suelen recorrer grandes distancias por la acción del viento (Rodríguez *et al.*, 2008).

La distancia geográfica entre los municipios de Tenango de Doria y Calnali es mayor con respecto a la que separa a las otras dos regiones analizadas. Sin embargo, ambos municipios se localizan en la Sierra Madre Oriental, dentro de un corredor biológico continuo en el que se encuentran los últimos remanentes de BMM de los estados de Puebla, Hidalgo y Veracruz (Figura 31). Las especies de plantas no reconocen límites estatales (Rzedowski, 1978); como no existen barreras que impidan la dispersión de los helechos y licopodios entre ambos municipios a través del estado de Veracruz (Figura 31), es posible suponer que la semejanza en la composición de especies se relacione con las condiciones

ambientales imperantes (clima húmedo y fresco), que definen conjuntos de especies características de los BMM. El número de especies no compartido entre estos municipios es debido a que el BMM en el país se presenta con una distribución geográfica en forma de archipiélago, donde cada isla tiene una composición biótica característica, dependiendo de la altitud, latitud, humedad, clima y suelo propios de cada lugar (Ponce-Vargas *et al.*, 2006).

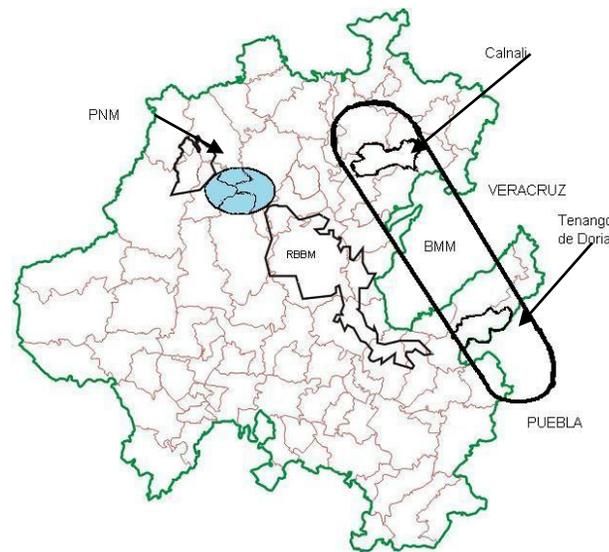


Figura 31. Localización geográfica de los BMM del estado de Hidalgo, del PNM, de la RBBM, de Calnali y Tenango de Doria (SEMARNAT, 2000).

De acuerdo con Pérez-García *et al.* (1995), las formas de crecimiento más comunes de las pteridofitas en diversos tipos de vegetación en México, son la terrestre y la epífita. En dos estudios recientes, uno en el Estado de México (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004) y otro en el estado de Hidalgo (Ramírez, 2008), se encontró que la mayoría de las especies fueron de hábitos terrestres. El clima templado sub-húmedo y el tipo de suelo que predomina en las regiones montañosas de ambos estados, favorece el hábito de crecimiento terrestre. En el BMM del municipio de Tenango de Doria se observó el mismo patrón: la mayoría de las especies presentaron hábito terrestre (58.5%) y en segundo lugar fueron epífitas (32.4%).

Se ha mencionado que en ecosistemas con clima húmedo, de estados como Veracruz y Oaxaca, las pteridofitas epifitas son más numerosas (Lira y Riba, 1984). En el municipio de Tenango de Doria, la mayoría de los sitios de recolección fueron pequeños parches de BMM, con humedad alta, lo que probablemente origina que los helechos y licopodios se desarrollen sin problema sobre tierra o sobre árboles. En contraste, en zonas áridas y semiáridas, donde el agua es escasa, las rocas suelen tener mayor incidencia de pteridofitas, como por ejemplo en la RBBM (Cuevas, 2008).

Con base en los resultados del presente trabajo, es posible sugerir que es importante y urgente la conservación y el manejo adecuado del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tenango de Doria, por las siguientes razones: (1) posee un alto porcentaje (36%) de las especies de helechos y licopodios presentes en el estado de Hidalgo; (2) en él se encuentran varias especies de distribución restringida como: *Alsophila tryoniana*, *Asplenium insolitum*, *Cochlidium serrulatum*, *Cystopteris membranifolia*, *Elaphoglossum pringlei*, *Elaphoglossum setosum*, *Hymenophyllum ectocarpon*, *Pteris vittata*, *Terpsichore anfractuosa* y *Woowardia fimbriata*; (3) posee cuatro especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059 (2002): *Alsophila firma*, *Campyloneurum phyllitidis*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Psilotum complanatum*; (4) aunque comparte un elevado número de especies con el BMM del municipio de Calnali (53), posee 59 especies diferentes, lo que implica una tasa de recambio de especies (complementariedad) de más de 50%; (5) los BMM del estado de Hidalgo contienen una alta riqueza de especies de helechos y licopodios y de otros grupos de plantas y seres vivos en general (Luna *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

- En el municipio de Tenango de Doria se encuentran 19 familias, cuatro subfamilias, 46 géneros, 111 especies y ocho variedades de helechos y licopodios.
- Las familias con mayor riqueza de géneros y especies en el municipio de Tenango de Doria fueron: Aspleniaceae, Blechnaceae, Dryopteridaceae, Grammitidaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae, Selaginellaceae y Thelypteridaceae.
- Los géneros con mayor número de especies en el municipio de Tenango de Doria fueron: *Adiantum*, *Asplenium*, *Cheilanthes*, *Polypodium* y *Selaginella*.
- Se mencionan 20 especies y dos variedades (22 taxones) de helechos como nuevos registros para el estado de Hidalgo, 12 presentan distribución restringida a cuatro o menos estados de la república mexicana.
- La semejanza en la composición de especies de pteridofitas fue más alta entre regiones cercanas, con condiciones ambientales y tipo de vegetación similares, como el PNM y la RBBM, y como en el caso de los BMM de Calnali y de Tenango de Doria.
- El sustrato de crecimiento preferido por los helechos y licopodios de Tenango de Doria fue el terrestre, seguido del epífita y el saxícola.
- A pesar del alto grado de perturbación, el BMM del municipio de Tenango de Doria posee el 36% de las especies de helechos y licopodios presentes en el estado de Hidalgo, con cuatro especies en alguna categoría de riesgo y siete especies de distribución restringida que no se encuentran en estados vecinos a Hidalgo, por lo que es importante establecer acciones para su manejo y conservación.

LITERATURA CITADA

- Acosta S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del noreste, centro y sur de México: un enfoque fenético, Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 75(1): 61-72.
- Alcántara A. O. y Luna-Vega I. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 68: 57-106.
- Alcántara A. O. y Luna-Vega I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. Acta Botánica Mexicana 54: 51-87.
- Arcand N.N. y Ranker T.A. 2008. Conservation biology. pp. 257-283 En: Ranker T.A. y Haufler C.H. (eds) Biology and evolution of ferns and licophytes. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Arreguín-Sánchez Ma. de la L., Fernández-Nava R., Rodríguez J.A. 1996. Pteridofitas en el estado de Querétaro, México y su ubicación ecológica. Polibotánica 3: 82-92
- Arreguín-Sánchez Ma. de la L., Fernández-Nava R., Palacios-Chávez R. y Quiroz-García D. L. 2001. Pteridoflora ilustrada del estado de Querétaro, México. Primera Edición. Secretaría de Educación Pública. 470 pp.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Distrito Federal. 847 pp.
- Colwell, R.K 2005. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 7.5.0 University of Connecticut. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimate>.

- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas). 2003. Programa de Manejo de Reserva de la Biosfera Barranca de Mezquitlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 89 pp.
- Cuevas H.A.L. 2008. Los helechos y selaginelas de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metzquitlán, Estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. 58 pp.
- Espinosa-Organista D., Morrone J. J., Llorente-Bousques J. y Flores-Villela O. 2002. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Primera edición. México, D.F. 133 pp.
- García E. 1986. Apuntes de Climatología. Offset Larios. Quinta edición. México, D.F. 155 pp.
- INEGI. 1995. Tenango de Doria Estado de Hidalgo Cuaderno estadístico Municipal. Gobierno del estado de Hidalgo, México. 95 pp.
- INEGI. 1999. Carta de uso de suelo y vegetación, 1:250000 F14-11
- Izco I., Barreno E., Brugués M., Costa M., Devesa J., Fernández F., Gallardo T., Limona X. L., Salvo E., Talavera S. y Valdés B. 1997. Botánica. McGraw-Hill, Madrid. 781 pp.
- Judd W. S., Campbell C.S., Kellogg E. A., Stevens P. E. y Donoghue M. J. 2002. Plant Systematics a phylogenetic approach. Segunda edición. U.S.A., Massachusetts. Pp. 569
- Lira, R. y Riba R. 1984. Aspectos fitogeográficos y ecológicos de la flora Pteridofita de la Sierra de Santa Marta, Veracruz, México. *Biótica* 9: 451-467.
- Lira R. y R. Riba. 1993. Las pteridofitas (helechos y plantas afines) de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural (volumen especial)* 44: 99-108.

- Lot A. y Chiang F. 1986. Manual de Herbario, Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. CNFM. pp. 142.
- Luna V.I., Alcántara A.O., Morrone J.J. y Espinosa O.D. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, México. *Diversity and Distributions*. 6: 137–143
- Luna-Vega I., Ocegueda C. S. y Alcántara A. O. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, Serie Botánica*. 65: 31-62.
- Martínez-Morales, M.A., Ortiz-Pulido, R., de la Barreda, B., Zuria, I.L. Bravo-Cadena, J. y Valencia-Herverth, J. 2007. Hidalgo. En Ortiz-Pulido, R., Navarro-Singüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. y Peterson, T.A. (Eds.), *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo. México. pp. 49-95.
- Mayorga, R., I. Luna Y O. Alcántara, 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63: 101-119.
- McCune B. y J.B. Grace. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. 300 pp.
- Mickel J. T. y Beitel J. M. 1988. Pteridophyte flora of Oaxaca, Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 46: 1-568.
- Mickel J.T. y Smith A.R. 2004. *The Pteridophytes of Mexico*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. New York Botanical Garden Press, Nueva York, Volumen 88. 1054 pp.
- Moreno N. 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, México, 300 pp.

- Muñiz D.M.E., Mendoza-Ruiz A. y Pérez-García B. 2007. Usos de los helechos y plantas afines. *Etnobiología* 5: 117-125.
- Navarrete H., León B., Gonzales J., Avilés D. K., Salazar L. J., Medallo F., Alban J. y Ollagard B. 2006. Helechos. *Botánica económica de los Andes Centrales*. Editores: M. Morales R., B. Ollagard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. La Paz. 385-411
- Ortega F. y G. Castillo. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias*. 43: 32-39
- Pavón, N.P. y Meza-Sánchez, M. En prensa. Cambio Climático en el estado de Hidalgo: clasificación y tendencias climáticas.
- Pérez C.A. 2009. Los helechos y licopodios del municipio de Calnali estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.
- Pérez-García B., Riba R. y Reyes J. I. 1995. Helechos mexicanos: formas de crecimiento, hábitat y variantes edáficas. *Contactos* 11: 22-27.
- Ponce-Vargas A., Luna-Vega I., Alcántara-Ayala O. y Ruíz-Jiménez C. A. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:177-190.
- Prado J. y Windisch P. G. 2000. The genus *Pteris* L. (Pteridaceae) in Brazil. *Boletín del Instituto Botánico* 13: 103-199.
- Pryer K. M., Schuettpelz E., Wolf P. G., Schneider H., Smith A. R. y Cranfill R. 2004. Phylogeny and Evolution of Ferns (Monilophytes) with a focus on the early Leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany* 91: 1582-1598.
- Ramírez C. S. 2008. La Pteridoflora del Parque Nacional los Mármoles, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Estado del Hidalgo. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. 66 pp.

- Ramírez C. S. y Sánchez-González A. 2007. Las Pteridofitas del estado de Hidalgo. *Herreriana, Revista de Divulgación de la Ciencia* 3: 1-2.
- Ranker T.A. y Haufler C.H. 2008. *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*. Reino Unido, 480 pp.
- Riba y Pérez G. B. 1994. Perspectivas en el estudio de las Pteridofitas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55: 129-135
- Riba R., Pacheco L., Valdés A. y Sandoval Y. 1996. Pteridoflora del estado de Morelos, México. Lista de familias, géneros y especies. *Acta Botánica Mexicana* 37: 45-65.
- Riba R. 1998. Pteridofitas mexicanas: distribución y endemismo. pp.369-384. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. (eds), *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Rodríguez R.L., Pacheco L. y Zavala H.J.A. 2008. Pteridofitas indicadoras de la alteración ambiental en el Bosque templado de San Jerónima Amanalco, Texcoco, México. *Rev. Biol. Trop.* 56 (2): 641-656
- Rojas-Alvarado A. F. 2003. New taxa, new records and redefined Concepts in the *Elaphoglossum* sect. *Elaphoglossum* subsec. *Pachyglossa* (Lomariopsidaceae) from Mexico and Central America. *Revista de Biología Tropical*. 51: 1-32.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, Distrito Federal. 432 pp.
- Sánchez M. H. y Chávez C. 1951. Breves notas sobre las pteridofitas de la barranca de Omitlán, Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 12: 28-36.
- Sánchez-González A., Álvarez Z.E., Palacios S.M.A y Cuevas H.A.L. 2008. Datos preliminares sobre la flora vascular del estado de Hidalgo. *Herreriana, Revista de Divulgación de la Ciencia*. 4: 6-8

- Sánchez-González A. y González L. M. 2007. Técnicas de recolecta de plantas y herborización. pp. 123-133. En: Contreras Ramos A., Cuevas Cardona C., Goyenechea, I. e Iturbe, U. (eds.). La Sistemática, Base del Conocimiento de la Biodiversidad. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- SEMARNAT [Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2007. Vegetación y uso de suelo 2000, Estado de Hidalgo, México.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 2a Sección, 6 de marzo de 2002.
- Smith A. R., Pryer K. M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H. y Wolf P. G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxonomy* 55: 705-731.
- Smith A. R., Pryer K. M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H. y Wolf P. G. 2008. Fern classification. pp 417-465. En: Ranker T.A. y Haufler C.H. (eds) *Biology and evolution of ferns and licophytes*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Sousa S. M. y S. Zárate. 1988. Glosario para Spermatophyta, español inglés. Flora Mesoamericana, IBUNAM, México, 88 pp.
- Tejero-Díez D. J. 2007. La riqueza florística del estado de México: licopodios y helechos. *Adumbrationes Ad Summae Editionem* 27: 1-32.
- Tejero-Díez D. J. y Arreguín-Sánchez Ma. de la L. 2004. Lista con anotaciones de los Pteridófitos del estado de México, México. *Acta Botánica Mexicana* 69: 1-82.
- Tejero-Díez D. J. y Mickel J. T. 2004. Pteridofitas. pp. 121-139. En: A. J. García-Mendoza, Ordóñez M. J. y Briones-Salas M. (eds.) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México - Fondo

Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza - World Wildlife Found, México.

Tejero-Díez D. J. y Pacheco L. 2004. Notas taxonómicas y de distribución en *Polypodium plesiosorum* y *P. rhodopleuron* (Polypodiaceae: Pteridophyta). Anales del instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Botánica 75: 11-37.

Terradas J., 2001. Ecología de la Vegetación. Primera edición. Omega. España. 760 pp.

Vázquez R. Ma. de los A., Meléndez C. Ma. y Arreguín S. Ma. de la L. 2005. Estudio etnobotánico de *Selaginella lepidophylla* (Hook. et Grev.) Spring (Selaginellaceae-Pteridophyta) en San José Xicohténcatl municipio de Huamantla, Tlaxcala, México. Polibotánica 19: 105-115.

Vázquez T. M., Campos J.J. y Cruz P. A. 2006. Los helechos y plantas afines del bosque mesófilo de montaña de Banderilla, Veracruz, México. Polibotánica. 22: 63-77.

Villaseñor J.L. 2003 Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia 28: 160-167.

Zepeda C., Monroy-Vilchis O., Velázquez-Montes E. y Rodríguez-Soto C. 2008. Primer registro de *Cyathea fulva* (Cyatheaceae, Polypodiopsida) en el Estado de México. Boletín de la sociedad Botánica de México 83: 93-96.

APÉNDICE

Lista de taxones de helechos y licopodios presentes en el municipio de Tenango de Doria, Hidalgo.

Categoría taxonómica	Sustrato	No. de colecta
LYCOPODIOPHYTA		
LYCOPODIOPSIDA		
Lycopodiaceae		
1. <i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis.	1,3	101
2. <i>Lycopodium clavatum</i> L.	1	227;293
SELAGINELLOPSIDA		
Selaginellaceae		
3. <i>Selaginella delicatissima</i> Linden ex A. Braun	1	257
4. <i>Selaginella extensa</i> Underw.	2,3	303; 292
5. <i>Selaginella harrisii</i> Underw & Hieron. in Urban	1	274;273
6. <i>Selaginella lineolata</i> Mickel & Beitel	1,3	295; 300;302;312
7. <i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring in Martius	1,3	334;311;335
8. <i>Selaginella polyptera</i> Valdespino	1,3	238;32
9. <i>Selaginella silvestris</i> Asplund	1	224
10. <i>Selaginella subrugosa</i> Mickel & Beitel	1	290
POLYPODIOPHYTA		
EQUISETOPSIDA		
Equisetaceae		
11. <i>Equisetum myriochaetum</i> Schltld. & Cham.	1	297;15;2
POLYPODIOPSIDA		
POLYPODIALES		
Aspleniaceae		
12. <i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.	2,3	59;211
13. <i>Asplenium hallbergii</i> Mickel & Beitel	1	140
14. <i>Asplenium insolitum</i> A. R. Sm.	1	270;114
15. <i>Asplenium minimum</i> M. Martens & Galeotti	1,3	297;290
16. <i>Asplenium monanthes</i> L. *	1,3	69;268
17. <i>Asplenium sessilifolium</i> Desv. var. <i>sessilifolium</i>	1,3	110;111;113;264; 272;244;218;538;217
18. <i>Asplenium sphaerosporum</i> A. R. Sm.	1,2	109;115
19. <i>Holodictyum ghiesbreghtii</i> (E. Fourn) Maxon		336
Athyriaceae		
20. <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	1	252; 254 ;230

Categoría taxonómica	Sustrato	No. de colecta
21. <i>Cystopteris membranifolia</i> Mickel	1	271
22. <i>Diplazium lonchophyllum</i> Kunze	1	315;309
Blechnaceae		
23. <i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.*	1	114; 116;117; 11;55;54;52;203;255
24. <i>Blechnum falciforme</i> (Liebm.) C. Chr.	1	112
25. <i>Woodwardia fimbriata</i> Sm. in Rees	1	91
26. <i>Woodwardia semicordata</i> Mickel & Beitel	1	118
27. <i>Woodwardia spinulosa</i> M. Martens & Galeotti	1	65
Cyatheaceae		
28. <i>Alsophila firma</i> (Baker) D. S. Conant	1	324
29. <i>Alsophila tryoniana</i> (Gastony) D. S. Conant	1	104
30. <i>Cyathea divergens</i> Kunze var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R. M. Tryon	1	235
Dennstaedtiaceae		
31. <i>Dennstaedtia cicutaria</i> (Sw.) T. Moore	1	285
32. <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn in v. d. Decken var. <i>feeii</i> (W. Schaff ex Fée) Maxon ex Yunck. *	1	68;105
Dryopteridaceae		
33. <i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	1	56
34. <i>Elaphoglossum mesoamericanum</i> Mickel.	1	352
35. <i>Elaphoglossum obscurum</i> (E. Fourn.) C. Chr.	3	119
36. <i>Elaphoglossum petiolatum</i> (Sw.) Urb. *	1,2	120;261;275;117;206;59
37. <i>Elaphoglossum pringlei</i> (Davenp.) C. Chr.	1	206
38. <i>Elaphoglossum setosum</i> (Liebm.) T. Moore	2	276
39. <i>Lomariopsis mexicana</i> Holttum	2	50
40. <i>Phanerophlebia nobilis</i> (Schltdl. & Cham.) C. Presl	1	256;300
41. <i>Phanerophlebia remotispora</i> E. Fourn.	1,3	9
42. <i>Polystichum distans</i> E. Fourn.	1	241;247;243
43. <i>Polystichum ordinatum</i> (Kunze) Liebm.	1	139
44. <i>Tectaria heracleifolia</i> (Willd.) Underw.	1	5; 18; 21; 19
Gleicheniaceae		
45. <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching	3	205;201
Grammitidaceae		
46. <i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L. E. Bishop	2,3	236
47. <i>Lellingeria prionodes</i> (Mickel & Beitel) A. R. Sm. & R. C. Moran	2	137
48. <i>Melpomene leptostoma</i> (Fée) A. R. Sm. & R. C. Moran	2	138
49. <i>Melpomene moniliformes</i> (Lag. ex Sw.) A. R. Sm. & R. C. Moran	1	250
50. <i>Terpsichore anfractuosa</i> (Kunze ex Klotzsch) B. León & A. R. Sm.	2	232

Categoría taxonómica	Sustrato	No. de colecta
Hymenophyllaceae		
51. <i>Hymenophyllum ectocarpon</i> Fée	2	233
Lophosoriaceae		
52. <i>Lophosoria quadripinnata</i> (J. F. Gmel) C. Chr.	2	51
Polypodiaceae		
53. <i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée	2,3	226;223;219
54. <i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	2,3	8;133;242
55. <i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	2,3	6
56. <i>Campyloneurum tenuipes</i> Maxon	1,2,3	349
57. <i>Campyloneurum xalapense</i> Fée	2,3	37;26
58. <i>Pecluma plumula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. G. Price	1,2,3	299;331;293
59. <i>Phlebodium areolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Sm.	1,2,3	136
60. <i>Pleopeltis crassinervata</i> (Fée) T. Moore	2	17; 27; 25; 29; 44;236
61. <i>Pleopeltis fallax</i> (Schltdl. & Cham.) Mickel & Beitel	2	7
62. <i>Pleopeltis mexicana</i> (Fée) Mickel & Beitel *	2,3	73;221;208
63. <i>Pleopeltis polylepis</i> var. <i>polypepis</i> (Roemer ex Kunze) T. Moore*	2,3	61;64;72;532;533;78;213;246;212
64. <i>Polypodium echinolepis</i> Fée	2	24
65. <i>Polypodium furfuraceum</i> Schltdl. & Cham.	2	10; 42; 287;288;301; 292
66. <i>Polypodium hartwegianum</i> Hook. in Bentham	1,2,3	102
67. <i>Polypodium lepidotrichum</i> (Fée) Maxon	2	296
68. <i>Polypodium longepinnulatum</i> E. Fourn.	2	52;245;249;259;253;260;210
69. <i>Polypodium martensii</i> Mett.	2	61
70. <i>Polypodium plebeium</i> Schltdl. & Cham.*	1,2	123;124;126; 60; 28; 35; 289;258;294;207;281;282
71. <i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	1,2,3	132
72. <i>Polypodium polypodioides</i> (L.) Watt var. <i>aciculare</i> Weath.	2,3	286;130;43; 58; 56;23
72. <i>Polypodium polypodioides</i> (L.) Watt var. <i>polypodioides</i>	2	23; 286;291;305
73. <i>Polypodium puberulum</i> Schltdl. & Cham	2	40
74. <i>Polypodium rhodopleuron</i> Kunze	2	215;248
75. <i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook. in Bentham	2	22; 34;310
76. <i>Polypodium villagranii</i> Copel.	2	125;20;214
Pteridaceae		
77. <i>Adiantum andicola</i> Liebm.	1	251;4; 49;12
78. <i>Adiantum braunii</i> Mett. ex Kuhn.	1	516
79. <i>Adiantum capillus-veneris</i> L. *	1,2	58;319
80. <i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1	46;294;296; 327;320
81. <i>Adiantum tenerum</i> Sw.	1	1; 341;297;70
82. <i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	3	333; 330
83. <i>Cheilanthes cucullans</i> Fée	3	38;33
84. <i>Cheilanthes horridula</i> Maxon	3	22
85. <i>Cheilanthes kaulfussii</i> Kunze	3	209
86. <i>Cheilanthes notholaenoides</i> (Desv.) Maxon ex Weath.	3	332;337

Categoría taxonómica	Sustrato	No. de colecta
87. <i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fée	3	53
88. <i>Doryopteris palmata</i> (Willd.) J. Sm.	3	36
89. <i>Hemionitis palmata</i> L.	1,3	45;47
90. <i>Hemionitis pinnatifida</i> Baker in Hoker & Baker Syn.	1,3	39
91. <i>Llavea cordifolia</i> Lag.	1,3	304
92. <i>Mildella fallax</i> (M. Martens & Galeotti) Nesom*	3	216; 283; 520; 30 ; 107
93. <i>Mildella intramarginalis</i> (Kaulf. ex Link) Trevis.	3	204;202; 108
94. <i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath.	3	279
95. <i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	1,3	328;344;346
96. <i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R. M. Tryon	1,3	14;329
97. <i>Pteris cretica</i> L.	1	200
99. <i>Pteris longifolia</i> L.	1	343;308
99. <i>Pteris pulchra</i> Schltld. & Cham.	1	312
100. <i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	1	48;251;351
101. <i>Pteris vittata</i> L.	1	106
Thelypteridaceae		
102. <i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	1	66;316;345;323
103. <i>Thelypteris cheilanthoides</i> (Kunze) Proctor var. <i>cheilanthoides</i> *	1	67;347
104. <i>Thelypteris concinna</i> sub. <i>amauropelta</i> Fée.	1	322
105. <i>Thelypteris oligocarpa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ching	1	284
106. <i>Thelypteris pilosula</i> (Klotzsch & H. Karst. ex Mett.) R. M. Tryon	1	1, 50
Schizaeaceae		
107. <i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	1	339;325;298;338
108. <i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	1	3; 348
109. <i>Anemia tomentosa</i> (Sav.) Sw. var. <i>mexicana</i> (C. Presl) Mickel	1	103
PSILOTOPSISIDA		
Ophioglossaceae		
110. <i>Botrychum schaffneri</i> Underw.	1	102
Psilotaceae		
111. <i>Psilotum complanatum</i> Sw.	1,2,3	228

Clasificación de Polypodiophyta, con base a Smith *et al.* (2006). Todas las especies mencionadas en el apéndice fueron recolectadas en bosque mesófilo de montaña, y sólo diez también se recolectaron en bosque de pino-encino (*). Sustrato de crecimiento: Terrestre 1; Epífita 2; Roca 3. Los ejemplares se encuentran depositados en el herbario del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, bajo la numeración del autor de esta tesis (José Ramón Zúñiga Salvatierra).

GLOSARIO

Tomado de Flora Mesoamericana (Sousa y Zárate, 1988) y Glosario Botánico Ilustrado (Moreno, 1984).

Abaxial: El lado de un órgano más alejado del eje o centro del eje, porción dorsal.

Acanalado, da: Canaliculado, que presenta canales.

Acicular: En forma de aguja, de forma larga, muy delgada y puntiaguda.

Acuminado: Atenuado hasta terminar en un ápice puntiagudo.

Adaxial: el lado o porción que está hacia el eje central, porción ventral.

Adnado, da: Órganos diferentes o partes de órganos diferentes unidos integralmente.

Alado, da: Con ala o alas.

Anastomosado, da: Entretejido, se dice de la nerviación de hojas marcadas por nervaduras cruzadas formando una red; ocasionalmente las nervaduras ramificadas confluyen sólo en el margen.

Apical: Relativo al ápice o que se halla en él. Se opone a basal.

Ápice: Parte terminal de un órgano. La punta o terminación distal, en sentido geométrico u orgánico.

Aréola: Espacio abierto formado por nervaduras que se anastomosan.

Arista: Terminado en una punta aguda, corta y flexible, de origen laminar.

Articulado, da: Con empalmes o uniones, provisto de nudos o juntas, o lugares donde la separación puede ocurrir naturalmente.

Ascendente: Levantándose; proyectado de una manera algo oblicua o indirectamente hacia arriba.

Aurícula: Que semeja una orejita, como las proyecciones en la base de alguna hojas y pétalos.

Axila: Ángulo superior que forma la base de una hoja, pinna u otro segmento, con el eje en que se inserta. Fondo del ángulo superior formado por un pecíolo o estípite con el tallo o eje que lo soporta; aplicado también al ángulo entre las ramas y eje caulinar o rama con rama.

Basal: Propio de la base, opuesto a apical.

Basiscópico, ca: Orientado hacia la base o parte inferior.

Bicoloro, ra: De dos colores.

Bipinnado, da: Cuando la lámina foliar esta dos veces pinnada, lámina foliar pinnada, cuyas pinnas a su vez son pinnadas; se prefiere emplear 2-pinnado.

Clatrado, a: Con aspecto de celosía o reja, a menudo con aperturas en la superficie.

Costa: Nervadura o costilla media de una pinna; menos comúnmente el raquis de una hoja pinnado-compuesta.

Crenado, da: Con el borde festonado. Someramente dentado, con dientes curvos u obtusos, ondeando.

Crenulado, da: Con el borde festonado, pero con festones pequeños. Diminutivo de crenado.

Cuneado, da: Cuneiforme, en forma de cuña. Triangular, con la parte angosta en el punto de inserción, como las bases de las hojas.

Deltado, da: Cuyo contorno recuerda a una letra delta, triángulo isósceles de base estrecha.

Denticulado, da: Que tiene dientecillos, fina o diminutamente dentado.

Dimórfico, a: Que tiene dos formas, como frondas fértiles y estériles distintas.

Elíptico, ca: De contorno oval, que esta angostado y redondeado en los extremos, y más ancho en o cerca de la mitad.

Entero, ra: Con un margen continuo, no dentado de modo alguno; completo (puede o no ser ciliado).

Erecto, ta: En posición vertical o próximo a la vertical.

Eroso, sa: Irregularmente dentado o con apariencia de roído. Se dice de un margen cuando parece como erosionado o mordisqueado, de modo que los dientes sean muy pequeños para ser orlado o muy irregulares para ser dentados.

Escama: Nombre dado a tricomas laminares o brácteas adpresas y regularmente secas.

Espina: Órgano endurecido y puntiagudo; puede ser de origen foliar o caulinar.

Espora: Cuerpo reproductivo simple, generalmente constituido por una sola células, capaz de desarrollarse en adulto sin ocurrir fusión alguna.

Esporangio: Estructura unicelular o multicelular en donde son producidas las esporas.

Estéril: Carente de órganos sexuales funcionales.

Estípite: Cualquier estructura prolongada de soporte; a menudo se aplica al pecíolo de los helechos o al tallo de los helechos.

Estolón: Vástago que se inclina al suelo y produce raíces; más comúnmente, tallo horizontal, delgado, con entrenudo largos, en o debajo de la superficie del suelo, que da origen a una nueva planta en su extremo.

Falcado, da: De forma más o menos aplanada y curva, como una hoz.

Fértil: Por reproducción, que produce y multiplica; opuesto a estéril.

Glabrescente: Casi glabro; que se vuelve glabro con la madurez o la edad.

Glabro, bra: Desprovisto de escamas o tricomas.

Glándula: Célula u órgano capaz de acumular o de expeler una secreción; frecuentemente usado para prominencias epidérmicas externas y cavidades secretoras internas.

Hidatodo: Extremo agrandado de una nervadura; estructura epidérmica que supuestamente contribuye a la secreción o exudación de agua.

Indumento: Conjunto de tricomas, glándulas, farina, escamas; que recubre la superficie de los diversos órganos de la planta.

Indusio: Estructura que protege a los esporangios cuando éstos están agrupados en soros, de forma característica para cada género.

Laciniado, s: Con incisiones paralelas, formando segmentos largos, angostos.

Lanceolado, da: Con forma de punta de lanza, más largo que ancho, que se ensancha por encima y se adelgaza hacia el ápice.

Libre: No adnado o adherido a otros órganos de otra serie, en ocasiones la palabra se usa en el sentido distinto, como las nervaduras no unidas.

Lóbulo: División redondeada de la lámina.

Lustroso: Brilloso.

Membranoso, sa: Semejante a una membrana de textura apergaminada.

Oblicuo, cua: Asimétrico, inclinado o desviado de la horizontal, como la base de las hojas donde un lado de la lámina es más inferior que el otro.

Oblongo, ga: Más largo que ancho y con los lados casi paralelos en la mayor parte de su extensión.

Obovado, da: De forma ovada, pero con la parte ancha en el ápice en forma de huevo, con el ápice más amplio que la base. El inverso de ovado, la mitad terminal más ancha que la basal.

Obtuso: Con márgenes de rectos a cóncavos que forman un ángulo terminal mayor de 90°

Ovado, da: Con contorno de huevo bidimensional. Aovado, de contorno en sección longitudinal similar al de un huevo de gallina, el extremo más ancho por debajo de la parte media.

Palmada: Con todos los folíolos originándose en un solo punto.

Paráfisos: Cualquier tricoma generalmente engrosado en el ápice, entremezclado con los esporangios.

Pecíolo: Pedicelo de la hoja. Eje de la hoja que la une con el tallo o la base foliar.

Pelo: Apéndice superficial que consiste de una sola célula o una hilera de células o, si es más de una hilera de células, entonces es redondeado en corte transversal.

Peltado, a: Con el pecíolo o soporte unido a la porción más o menos central de la lámina.

Pinna: División primaria o foliolo de una hoja pinnada. Segmento primario o de primer orden de la lámina de una hoja de helecho.

Pinnuleta: División secundaria de una hoja pinnada. Segmento secundario o de segundo orden de la lámina de una hoja de helecho.

Pinnado, da: con la lámina foliar dividida en pinnas.

Pinnatífido, da: Hoja, pinna o segmento de otro orden con bordes hendidos sin llegar hasta el raquis, costa o cóstula.

Pinnatisecto, ta: Cuando una hoja o cualquier órgano foliáceo de nervadura pinnada, esta tan profundamente dividida que los segmentos resultantes alcanzan la nervadura media, quedando adnatos. Hendido hasta la nervadura media de manera pinnada.

Pínnula: Segmento secundario de una lámina (segmento primario de una pinna) a su vez dividido o no. Folíolo o pinna secundaria en una hoja dos-pinnada o pinnada decompuesta.

Prolífera: Que presentan la formación de yemas dentro del mismo ejemplar, que dan lugar a un nuevo individuo.

Proximal: Se aplica al extremo de un órgano más cercano al punto de origen o basal. Se opone a distal.

Raquis: Eje primario de una lámina pinnada o más dividida, eje portador de folíolos en una hoja compuesta.

Rastrero, ra: Postrado, se aplica al tallo horizontal que crece sobre el suelo y forma raíces en los nudos.

Reniforme: De forma de riñón o de contorno parecido al de un riñón.

Rizoma: Tallo por lo común horizontal, subterráneo.

Segmento: Una de las partes de un órgano, como una hoja, rizoma; dividido pero no verdaderamente opuesto.

Serrado, da: Con dientes en el margen. Dícese de un margen provisto de dientecillos a modo de una sierra, con los dientes apuntando hacia adelante.

Seta: Tricoma algo rígido y no muy corto, cerda; extensión parecida a un tricoma procedente de la nervadura media.

Seno, s: Concavidad, hendidura entre dos segmentos de una hoja.

Setoso: Con setas: tricomas muy rígidos y puntiagudos, como cerdas largas.

Soro: Agregado de esporangios.

Subulado, a: Atenuado con un ápice agudo, angostamente triangular.

Trepador: Que crece sobre otras plantas, especialmente sobre troncos de árbol, estando por lo común enraizada en el suelo.

Tricoma: Se refiere en un sentido estricto a pelo, en sentido amplio se refiere a indumento.

Yema: Bulbilo, estructura de propagación vegetativa.