

# COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS PTERIDOFITAS EN EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL MUNICIPIO DE TLANCHINOL, HIDALGO, MÉXICO

ERIKA ÁLVAREZ-ZÚÑIGA<sup>1</sup>, ARTURO SÁNCHEZ-GONZÁLEZ<sup>1, 4</sup>, LAURO LÓPEZ-MATA<sup>2</sup>  
Y JOSÉ DANIEL TEJERO-DÍEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México

<sup>2</sup>Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados

<sup>3</sup>Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>4</sup>Autor para la correspondencia: arturosg@uaeh.edu.mx

**Resumen:** El conocimiento sobre la riqueza y distribución de las especies de helechos y licopodios en el estado de Hidalgo, es escaso por lo que el objetivo principal de esta investigación fue realizar un inventario de las especies de Pteridofitas, conocer sus patrones de abundancia y los sustratos de crecimiento en el bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo. El estudio florístico se basó en la recolecta exhaustiva de ejemplares en 30 sitios y en la consulta de especímenes en los herbarios ENCB, FCME, HGOM, IZTA, MEXU y XAL. Para estimar la abundancia de las especies se establecieron 24 parcelas de muestreo de 400 m<sup>2</sup> cada una. Se identificaron 21 familias, 53 géneros, 130 especies y diez variedades. La completitud del inventario osciló entre 73.4 y 87%, de acuerdo con los estimadores de riqueza de especies Clench y ACE, respectivamente. Sólo el 19% de las especies presentó abundancias promedio mayores a cinco individuos/400 m<sup>2</sup>. La mayoría de las especies se desarrollan sobre suelo (58.1%) o son de hábito epífita (25.5%). Además, se citan 12 especies como nuevos registros para el estado de Hidalgo y cinco taxones que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Palabras clave:** bosque de montaña, helechos, licopodios, riqueza de especies.

**Abstract:** The knowledge on the species richness and distribution of Pteridophytes in the state of Hidalgo is scarce, so that the objective of this research was to carry out an inventory of Pteridophytes to get insights on its patterns of abundance and substrates of growth in the cloud forest of Tlanchinol, Hidalgo. The floristic study was based on an exhaustive field recollection of specimens from 30 localities as well as vouchers review at ENCB, FCME, HGOM, IZTA, MEXU, and XAL herbaria. Species abundances were estimated from sampling of 24 plots 400 m<sup>2</sup> each. In total 21 families, 53 genera, 130 species, and ten varieties were identified. The inventory completeness ranged from 73.4 to 87%, after Clench and ACE estimators, respectively. Only 19% of the species had abundances greater than five individuals /400 m<sup>2</sup>. Most species have a terrestrial life form, growing on forest floor (58.1%) or are epiphytes (25.5%). Twelve species are new records for the state of Hidalgo and five species are under protection by the Mexican Official Norm NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Key words:** ferns, lycophytes, mountain forest, species richness.

Los helechos y licopodios (Pteridofitas) son plantas vasculares que representan dos líneas filogenéticas divergentes. Sin embargo, comparten el mismo tipo de ciclo de vida, el cual se caracteriza por presentar dos fases alternantes independientes: la fase dominante es la esporófito, productora de esporas que diseminan el material genético producto de la meiosis y la fase gametofítica, inconspicua, es donde se desarrollan los gametos. Los helechos y licopodios son plantas herbáceas, perennes (con alguna excepción), carecen de crecimiento secundario (Moran, 2004), presentan una gran

variedad de tamaños, formas de crecimiento y se localizan en casi todos los tipos de vegetación en intervalos de altitud de entre 0 y 5,000 m; algunas especies tienen distribución cosmopolita (Kessler, 2010).

En México la mayor riqueza de especies de helechos y licopodios se encuentra en la zona ecológica templada húmeda (Tejero-Díez *et al.*, 2011), que incluye al bosque mesófilo de montaña (BMM) cuya riqueza florística por unidad de área, es la más elevada de todos los tipos de vegetación de México (Rzedowski, 1978; Villaseñor, 2010). En este tipo

de vegetación, los helechos y licopodios son un componente estructural importante en el sotobosque, donde desempeñan funciones ecológicas relevantes (Riba, 1998; Mehltreter, 2008).

El estado de Hidalgo ocupa el tercer lugar en México con mayor superficie de BMM (21,641 ha), el segundo es Chiapas con 27,526 ha y Oaxaca en primer sitio con 35,217 ha (Ortega-Escalona y Castillo-Campos, 1996; Luna-Vega *et al.*, 2000). Existen varios estudios sobre la flora vascular de los BMM de la entidad, en los cuales se incluyen inventarios parciales de helechos y licopodios: destaca el realizado en el municipio de Tlanchinol donde Luna-Vega *et al.* (1994) registran 43 especies; el del municipio de Tenango de Doria donde Alcántara-Ayala y Luna-Vega (1997) mencionan 39 especies; en Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, Mayorga-Saucedo *et al.* (1998) encontraron 32 especies; en Eloxochitlán y Tlahuelompa se enlistan 31 especies (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001) y en Monte Grande, Lolotla Ponce-Vargas *et al.* (2006) registraron 32 especies.

Recientemente en distintas regiones y tipos de vegetación del estado de Hidalgo, se han realizado inventarios florísticos, exclusivamente de helechos y licopodios, que indican que la riqueza de especies en ambos grupos de plantas, es más elevada de lo que se había mencionado en estudios previos. Por ejemplo, en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), Cuevas-Hernández (2008) encontró 76 especies; en el Parque Nacional Los Mármoles (PNM) Ramírez-Cruz *et al.* (2009) mencionan 71 especies y en el Parque Nacional El Chico (PNC) Serrano-Martínez (2010) identificó 62 especies. En los municipios con BMM de la entidad, en particular, se ha constatado que la riqueza de especies de Pteridofitas es todavía más alta, lo que se relaciona con los requerimientos ambientales (principalmente de humedad) de estos organismos: en el municipio de Tenango de Doria, Zúñiga-Salvatierra (2009) encontró 107 especies, en el de Calnali, Pérez-Cervantes (2009) registró 115 especies y en el de Zacualtipán de Ángeles, Pérez-Paredes *et al.* (2012) mencionan 125 especies.

De acuerdo con Luna-Vega *et al.* (1994, 2000) y León y Paniagua *et al.* (2010), el BMM del municipio de Tlanchinol, representa un área que debería de ser considerada prioritaria para la conservación por su elevada riqueza de especies de plantas y la presencia de elementos endémicos, por lo que es necesario frenar el disturbio provocado por las actividades humanas. Tomando en cuenta que sólo existe un artículo científico publicado sobre la flora del municipio de Tlanchinol, que incluye un inventario parcial de helechos y licopodios (Luna-Vega *et al.*, 1994) y que los estudios recientes realizados exclusivamente con Pteridofitas en los BMM del estado de Hidalgo, resaltan la presencia de un número elevado de especies; se planteó como hipótesis de trabajo que la composición taxonómica de los helechos y licopodios del BMM del municipio de Tlanchinol es mucho más elevada de lo que hasta ahora se conoce. Por ello, los

objetivos del presente estudio fueron: (1) contribuir al conocimiento florístico del BMM en el municipio de Tlanchinol, estado de Hidalgo, mediante el estudio de los helechos y licopodios y (2) aportar información sobre su abundancia, hábitos de crecimiento y amplitud de distribución en este tipo de vegetación.

## Materiales y métodos

**Zona de estudio.** El municipio de Tlanchinol se localiza en la porción Norte del estado de Hidalgo, limita al Norte con el estado de San Luis Potosí, al Sur con el municipio de Calnali, al Oeste con el municipio de Lolotla y al Este con los municipios de Huazalingo y Huejutla. Ocupa una superficie de aproximadamente 380 km<sup>2</sup>, que representa el 1.9% de la superficie estatal (Figura 1). Geográficamente se encuentra entre los paralelos 21° 00' y 21° 10' de latitud Norte y 98° 30' y 98° 35' de longitud Oeste, en una altitud promedio de 1,590 m (SEGOB, 1988; INEGI, 1996).

**Suelos.** Son derivados de rocas del Terciario, Cuaternario y Mesozoico, arcillosos y en un 60% de tipo litosol (SEGOB, 1988; INEGI, 1992).

**Orografía.** La superficie es abrupta en gran parte del municipio, con muchas barrancas, además de tener mesetas y valles, al Este presenta una planicie y al Oeste llanos con pendientes mayores a 10% (INEGI, 1996).

**Clima.** Predomina el clima templado, con temperatura promedio de 17.2 °C y precipitación pluvial de 2,156.2 mm por año, con período de lluvias principalmente en verano, de mayo a septiembre y menor proporción en invierno (SEGOB, 1988; INEGI, 2004; Pavón-Hernández y Meza-Sánchez, 2009).

**Hidrología.** Se encuentra dentro de la región del río Pánuco y la cuenca del río Moctezuma; cruzan al municipio los ríos Amajac, Quetzaltongo, Santa María, Tehuetlán y Xalpan (INEGI, 1996).

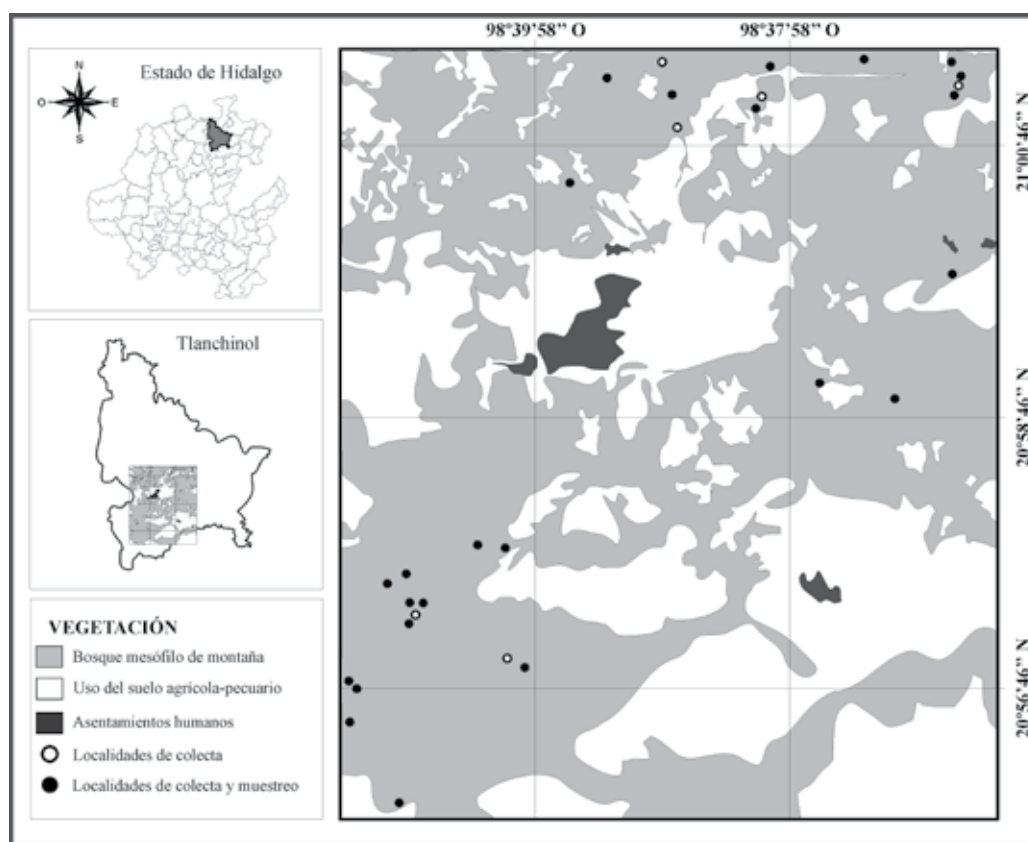
**Vegetación.** Se encuentra cubierto por masas forestales de BMM interrumpidas por terreno agropecuario. De acuerdo con Luna-Vega *et al.* (1994), Puig (1976) y Villavicencio-Nieto y Pérez-Escandón (2005) en el municipio de Tlanchinol las especies arbóreas comunes son: *Alnus acuminata*, *Bejaria aestuans*, *Clethra mexicana*, *Dalbergia palo-escrito*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia schiedeana*, *Pinus patula*, *Quercus eugenifolia* y *Q. sartorii*; en el estrato arbustivo sobresalen *Bocconia frutescens*, *Conostegia xalapensis*, *Decatropis bicolor* y *Miconia oligotricha*, entre otras. Asimismo se registra la presencia de helechos arborescentes del género *Cyathea*.

**Trabajo en campo.** Se realizaron ocho salidas de campo, entre marzo de 2009 y septiembre de 2010, en este lapso el trabajo en campo se dividió en dos actividades: (1) exploración y recolecta de ejemplares en 30 localidades y (2) estimación de la densidad de individuos por especie por medio

de unidades de muestreo de 400 m<sup>2</sup> (cuadros de 20 × 20 m) cada una, en 24 localidades representativas de los cambios físicos del ambiente y/o de la dominancia de las especies arbóreas del total de las localidades exploradas (Figura 1). Las localidades se pre-seleccionaron mediante cartas topográficas escala 1:50,000 y en el campo, el criterio final de selección de cada localidad fue con base en la altitud (para lo cual se utilizó un geo-posicionador), el tipo de vegetación (BMM) y la cobertura del dosel > 50%, verificada con un densitómetro esférico. El intervalo altitudinal donde se realizó el trabajo fluctuó entre 1,107 y 1,903 m. Para el muestreo de la Pteridoflora se seleccionaron sólo 24 de las 30 localidades donde previamente se llevó a cabo la recolección de ejemplares, por la elevada cantidad de tiempo que requiere el conteo de los individuos de cada especie; el tamaño de las parcelas de muestreo es el área mínima sugerida para el estudio comparativo de las Pteridofitas en bosques tropicales húmedos (Kessler, 2002; Watkins *et al.*, 2006). Las especies epifitas que se encontraban en las partes altas de los árboles se recolectaron mediante el uso de una garrocha o buscando árboles o ramas recientemente caídas; el conteo de los individuos cuando fue necesario, se realizó con binoculares (Kessler, 2002). Para la estimación de la densidad de individuos por especie, cada uno de los tallos aéreos se consideró como un individuo, independientemente

de que fueran o no clones (Watkins *et al.*, 2006). Debido a la complejidad y ambigüedad en la definición del BMM, el criterio para su identificación se basó principalmente en el reconocimiento de especies arbóreas y arbustivas típicas de este tipo de vegetación, en la abundancia de especies epifitas y en las condiciones físicas de humedad elevada y temperatura moderada en el sotobosque (Luna-Vega *et al.*, 1994; Villaseñor, 2010).

*Trabajo de laboratorio.* Para la determinación de las especies se utilizaron las claves dicotómicas de la obra de Mickel y Smith (2004) y en el caso del género *Elaphoglossum* se revisó el trabajo de Rojas-Alvarado (2003). Los ejemplares herborizados se incorporaron a la colección de los herbarios HGOM y MEXU. Además se revisaron las colecciones de los herbarios ENCB (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas), FCME (Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México), HGOM (Centro de Investigaciones Biológicas), IZTA (Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México), MEXU (Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México) y XAL (Instituto de Ecología, A.C.); y los listados florísticos de los estudios regionales enumerados en los antecedentes, con el objetivo de incorporar en el inventario a las especies no observadas en el presente trabajo.



**Figura 1.** Localización geográfica del municipio de Tlanchinol, estado de Hidalgo y posición de los sitios de colecta y muestreo

La amplitud de distribución de cada una de las especies en el área de estudio, se estimó por medio de su frecuencia relativa en las 30 localidades de recolecta (Magurran, 2004). El número promedio de individuos por especie en 400 m<sup>2</sup>, se calculó dividiendo el número total de individuos de cada especie entre el número total de parcelas de muestreo (24 parcelas, Apéndice 1). El porcentaje de completitud del inventario de especies se evaluó con los datos de abundancia de cada especie, utilizando el estimador no paramétrico ACE y el modelo asintótico de Clench (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Los análisis se realizaron con los programas de cálculo: EstimateS, versión 8.2 (Colwell, 2009) y STATISTICA (StatSoft Inc., 2004).

Además, se comparó la riqueza de especies del municipio de Tlanchinol, con la de otros tres municipios (Calnali, Tenango de Doria y Zacualtípán de Ángeles) y tres áreas naturales protegidas (PNC, PNM y RBBM) del estado de Hidalgo, que contaban con estudios florísticos enfocados exclusivamente a las Pteridofitas, utilizando el índice de biodiversidad taxonómica (IB):  $IB = S/Ln A$ , donde S = número de especies registradas y LnA = logaritmo natural del tamaño del área (Ponce *et al.*, 2002; Ramírez-Cruz *et al.*, 2009).

## Resultados

En el BMM del municipio de Tlanchinol se recolectaron y determinaron 416 ejemplares de helechos y licopodios, los cuales correspondieron, de acuerdo al sistema de clasificación de Smith *et al.* (2008) a 21 familias, 53 géneros, 130 especies y diez variedades (Cuadro 1 y Apéndice 1). Sólo nueve de las especies incluidas en el Apéndice 1, son producto de la revisión de ejemplares en los herbarios: *Ctenitis hemsleyana*, *Elaphoglossum guatemalense*, *E. petiolatum*, *E. seminudum*, *Lycopodium clavatum*, *L. thyoides*, *Polypodium polypodioides* var. *interjecta*, *P. subpetiolatum* y *Pteris pulchra*. Considerando la distribución de las especies que se señalan en la obra de Mickel y Smith (2004) y en trabajos recientes para el estado de Hidalgo (Ramírez-Cruz *et al.*, 2009; Ceja-Romero *et al.*, 2010; Pérez-Paredes *et al.*, 2012), se encontró que una de las especies de licopodios y 11 de las de helechos en el presente estudio, representan nuevos registros para el estado de Hidalgo. Además, es importante mencionar que cinco de las especies presentes en el BMM

**Cuadro 1.** Número de familias, géneros y especies de Pteridofitas en el BMM del municipio de Tlanchinol. \*Pérez-Paredes *et al.* (2011).

	Familias	Géneros	Especies
Polypodiophyta	19	49	115
Licopodiophyta	2	4	15
Total de taxones	21	53	130
Porcentaje con respecto al estado de Hidalgo*	70%	66.25%	35.91%

**Cuadro 2.** Número de géneros y especies por familia de helechos y licopodios del municipio de Tlanchinol, Hidalgo. \*Familias de licopodios

Familia	Géneros	Especies
Pteridaceae	10	19
Polypodiaceae	7	22
Dryopteridaceae	6	20
Dennstaedtiaceae	3	5
Gleicheniaceae	3	3
Blechnaceae	2	6
Cyatheaceae	2	2
Dicksoniaceae	2	2
Hymenophyllaceae	2	7
Lycopodiaceae *	3	4
Thelypteridaceae	2	8
Woodsiaceae	2	4
Aspleniaceae	1	10
Anemiaceae	1	1
Equisetaceae	1	1
Marattiaceae	1	1
Ophioglossaceae	1	1
Plagiogyriaceae	1	1
Psilotaceae	1	1
Selaginellaceae *	1	11
Tectariaceae	1	1

del municipio de Tlanchinol, están incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

De las 21 familias de helechos y licopodios registradas, las que poseen mayor número de géneros son Pteridaceae con diez, Polypodiaceae con siete, Dryopteridaceae con seis, y Dennstaedtiaceae y Gleicheniaceae con tres. Las familias con mayor número de especies fueron Polypodiaceae (22), Dryopteridaceae (20), Pteridaceae (19), Selaginellaceae (11) y Aspleniaceae (10) (Cuadro 2). Los géneros con mayor número de especies fueron *Polypodium* y *Selaginella* (11), *Asplenium* (10), *Elaphoglossum* (9), *Thelypteris* (7), *Adiantum* (5), *Pteris* (5), *Trichomanes* (4), *Ctenitis* (4), *Campyloneurum* (3) y *Blechnum* (3). Los sustratos más comunes en los que se recolectaron los ejemplares de helechos y licopodios fueron: sobre suelo (58.1%), epífitos (25.5%), rupícolas (16.3%) y sobre troncos y ramas caídas (2.4%).

Las especies con más amplia distribución en el municipio de Tlanchinol fueron *Asplenium auriculatum* y *Pteris orizabae* observadas en 63% de las localidades, *Asplenium monanthes* en 60%, *Polypodium plebeium* en 53%, *Pecluma alfredii* var. *cupreolepis* en 46%, *Elaphoglossum obscurum* y *E. sartorii* en 40%, *Trichomanes radicans* en 36% y *Campyloneurum xalapense* en 33%.

En las parcelas de muestreo sólo se recolectaron 78 especies, dentro de las cuales destacan las que además de tener amplia distribución, contienen un número elevado de indivi-

**Cuadro 3.** Índice de biodiversidad taxonómica (IB) en diferentes regiones del estado de Hidalgo donde se han realizado inventarios exclusivamente con Pteridofitas. Se incluyen datos del intervalo de altitud de cada área natural protegida y de cada municipio con bosque mesófilo de montaña. PNC = Parque Nacional El Chico; PNM = Parque Nacional los Mármoles; RBBM = Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán

Localidad	Altitud (m)	Área (ha)	No. de especies	IB
PNC, Hidalgo	2,282-2,982	2,739	62	7.83
PNM, Hidalgo	1,300-2,950	23,150	71	6.97
RBBM, Hidalgo	1,000-2,000	96,000	79	6.89
Calnali, Hidalgo	318-2,370	19,020	115	11.67
Tenango de Doria, Hidalgo	630-2,250	21,070	111	11.15
Tlanchinol, Hidalgo	1,107-1,900	38,000	130	12.33
Zacualtipán, Hidalgo	1,004-2,050	24,160	125	12.39

duos por unidad de área: *Asplenium sessilifolium* var. *sessilifolium*, *Elaphoglossum obscurum*, *E. sartorii*, *Pecluma alfredii* var. *cupreolepis* y *Polypodium plebeium* (Apéndice 1).

Los estimadores de la riqueza de especies utilizados, sugieren porcentajes satisfactorios de completitud del inventario. El estimador ACE indica que la riqueza podría incrementarse hasta 149 especies (87% de completitud), mientras que el modelo de Clench estimó que el número de especies podría ser hasta de 177 (73.4% de completitud).

Los valores del índice de biodiversidad taxonómica para los BMM de los municipios de Calnali, Tenango de Doria, Zacualtipán de Ángeles y Tlanchinol fluctuaron entre 11.15 y 12.39. En cambio en las áreas naturales protegidas (PNC, PNM y RBBM), donde las condiciones ambientales son menos benignas (menor precipitación pluvial, temperatura promedio anual elevada) y que poseen tipos de vegetación diferentes, los valores de IB fueron menores de ocho (Cuadro 3).

## Discusión

La lista de helechos y licopodios documentada por Luna-Vega *et al.* (1994) para el BMM del municipio de Tlanchinol fue de 15 familias, 28 géneros y 43 especies. Sin embargo, en el presente estudio se encontró que la riqueza de taxones es considerablemente mayor con 21 familias, 53 géneros, 130 especies y diez variedades; además de que 12 de las especies identificadas representan nuevos registros para el estado de Hidalgo.

Es importante mencionar que aunque el inventario florístico del presente estudio versó exclusivamente sobre Pteridofitas, no se encontraron en campo, ni en la revisión de ejemplares en los herbarios, cinco de las especies registradas por Luna-Vega *et al.* (1994): *Asplenium alatum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Campyloneurum tenuipes* Maxon, *Cyathea* aff. *divergens* Kunze, *Polypodium sanctae-rosae*

(Maxon) C.Ch. y *Pteris* aff. *propinqua* J.Agardh; y 19 de las especies incluidas en un estudio previo realizado por Franco-Hernández (2005): *Adiantum tenerum* Sw., *Anogramma leptophylla* (L.) Link, *Cheilanthes angustifolia* Kunth, *C. bonariensis* (Willd.) Proctor, *Cystopteris membranifolia* Mickel, *Dennstaedtia globulifera* (Poir.) Hieron., *Hypolepis blepharochlaena* Mickel & Beitel, *Mildella intramarginalis* (Kaulf. ex Link) Trevis., *Pecluma dispersa* (A.M.Evans) M.G.Price, *Phanerophlebia nobilis* (Schltdl. & Cham.) C. Presl, *Pityrogramma trifoliata* (L.) R.M.Tryon, *Polypodium conterminans* Liebm., *Polypodium hispidulum* Bartlett, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn in v.d. Decken var. *feeii* (W.Schaffn. ex Fée) Maxon ex Yunck., *Sticherus bifidus* (Willd.) Ching, *Sticherus palmatus* (W.Schaffn. ex E.Fourn.) Copel., *Thelypteris cinerea* (Sodirol) A.R.Sm., *Thelypteris resinifera* (Desv.) Proctor y *Woodsia mollis* (Kaulf.) J.Sm.

La consulta de ejemplares en los herbarios, permitió confirmar la presencia en el municipio de sólo seis de las especies mencionadas en los estudios previos. Con base en los resultados del trabajo en campo y de la revisión de herbarios, el BMM de Tlanchinol alberga 130 especies de helechos y licopodios, cifra que lo convierte en el municipio con mayor riqueza de especies de Pteridofitas del estado de Hidalgo (Pérez-Paredes *et al.*, 2011, 2012). Aun así, los dos estimadores de riqueza de especies utilizados indicaron que es necesario un mayor esfuerzo de recolecta para mejorar la completitud del inventario de la Pteridoflora del municipio de Tlanchinol. Por ello, es importante considerar que la completitud del inventario se incrementaría hasta 87% con el modelo de Clench y hasta 100% con el estimador ACE, si se lograra añadir los 24 taxones que se identificaron en los estudios de Luna-Vega *et al.* (1994) y Franco-Hernández (2005). Sin embargo, su presencia en el municipio sólo podrá corroborarse con trabajo de campo adicional y/o cuando los ejemplares botánicos de referencia sean depositados en los herbarios.

Nakamura y Soberón (2008) mencionan que la detección de especies para “completar” un inventario, depende directamente de su abundancia, del método de muestreo y de la experiencia del investigador. En el presente estudio se determinó que 81% de las especies de helechos y licopodios poseía una densidad promedio baja por unidad de área (menos de cinco individuos/400 m<sup>2</sup>); estos valores podrían afectar la estimación de los valores de riqueza esperada (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; González-Oreja *et al.*, 2010), particularmente con el modelo de Clench, donde la riqueza esperada se estimó en 177 especies. Este modelo predice que, conforme el inventario se va completando, se requiere de un esfuerzo de muestreo cada vez mayor para encontrar más especies (López-Gómez y Williams-Linera, 2006). Considerado los patrones de abundancia de los helechos y licopodios en el BMM de Tlanchinol (pocas especies abundantes y muchas especies raras) y los comentarios de Jiménez-Valverde y Hortal (2003) y González-Oreja *et al.*

(2010) para el modelo Clench, un mayor esfuerzo de muestreo aportaría realmente pocas especies al inventario y éstas serían escasas a nivel local o bien, podrían estar representadas por individuos provenientes de localidades o tipos de vegetación contiguos.

Es de llamar la atención, por la cantidad de trabajos y visitas de botánicos que ha habido en el municipio estudiado, que 12 de las especies de helechos y licopodios sean nuevos registros para Hidalgo; ocho son de amplia distribución en México y se encuentran en los estados colindantes. En cambio la distribución de las otras cuatro especies (*Asplenium barbaense*, *A. tuerckheimii*, *Hymenophyllum ectocarpon* y *Megalastrum atrogriseum*) se restringe a tres o menos entidades (Mickel y Smith, 2004), lo que probablemente se deba a la escasez de inventarios con Pteridofitas en otros estados de la República Mexicana.

Los estudios recientes sobre la riqueza de especies de helechos y licopodios en Hidalgo han aportado resultados sobresalientes; en el inventario de la Pteridoflora de la RBBM, Cuevas-Hernández (2008) menciona cinco nuevos registros, en el PNM Ramírez-Cruz *et al.* (2009) encontraron siete, y en el municipio de Zacualtipán de Ángeles se mencionan cuatro (Pérez-Paredes *et al.*, 2012). Considerando esta información y los 12 nuevos registros del presente estudio, la riqueza de Pteridofitas conocida para el estado de Hidalgo asciende hasta el momento a 362 especies.

Los géneros con mayor número de especies en el BMM de Tlanchinol (*Asplenium*, *Elaphoglossum*, *Polypodium*, *Selaginella* y *Thelypteris*) presentaron también alta riqueza en otros municipios de la entidad con el mismo tipo de vegetación (Pérez-Cervantes, 2009; Zúñiga-Salvatierra, 2009; Pérez-Paredes *et al.*, 2012). Estos cinco géneros representan el 37.2% del total de las especies en el área de estudio, por lo que constituyen una referente más para la caracterización del BMM; se reconoce que *Asplenium*, *Elaphoglossum* y *Polypodium* son propios de las zonas templadas de montaña, mientras que *Thelypteris* y *Selaginella* lo son de zonas más cálidas o tropicales (Tejero-Díez y Arreguín Sánchez, 2004; Tejero-Díez *et al.*, 2011).

El tipo de sustrato más común en el que se desarrollan los helechos y licopodios en el municipio de Tlanchinol fue el terrestre y después el epífita. Este resultado se debe principalmente a que son las dos formas de vida que predominan en las Pteridofitas a nivel mundial (Watkins *et al.*, 2006). En México, el sustrato de crecimiento más común es el terrestre (Pérez-García *et al.*, 1995); sin embargo, la forma de vida epífita en los helechos se incrementa en el ecosistema templado húmedo de montaña, de ahí su alta proporción en el BMM de Tlanchinol con respecto a otros tipos de vegetación (Rzedowski, 1978; Pérez-García *et al.*, 1995; Ramírez-Cruz *et al.*, 2009; Tejero-Díez *et al.*, 2011; Pérez-Paredes *et al.*, 2012).

En la relación especies-área, se considera que independientemente del grupo taxonómico o del tipo de ecosistema

de que se trate, el número de especies tiende a incrementarse conforme aumenta el tamaño del área (Whittaker *et al.*, 2001). Sin embargo, existen varios factores independientes de la relación especies/área, que son igualmente críticos y tienen también un alto poder explicativo de los patrones de riqueza de especies, tales como la productividad, la disponibilidad de energía (clima) y la heterogeneidad ambiental (Whittaker *et al.*, 2001; Triantis *et al.*, 2008). En el caso del BMM de Tlanchinol, el valor del índice de diversidad taxonómica fue de 12.33 especies de helechos y licopodios por ha, valor similar al que poseen los BMM de Calnali, Tenango de Doria y Zacualtipán de Ángeles (Pérez-Cervantes, 2009; Zúñiga-Salvatierra, 2009; Pérez-Paredes *et al.*, 2012), lo que se relaciona con la semejanza en las condiciones ambientales (clima templado húmedo) y fisiográficas que predominan en los cuatro municipios (Cuadro 3), idóneas para el desarrollo de las Pteridofitas (Moran, 2004; Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004; Watkins *et al.*, 2006; Ramírez-Cruz *et al.*, 2009; Sharpe *et al.*, 2010; Tejero-Díez *et al.*, 2011). Además de que está bien documentado que el BMM es el tipo de vegetación que posee la más elevada riqueza florística por unidad de área de todos los tipos de vegetación de México (Rzedowski, 1978; Villaseñor, 2010).

Por el contrario, en regiones con condiciones ambientales menos benignas para las Pteridofitas (menor humedad), como la RBBM, con climas que varían de seco-semicálidos a semiárido templados y en donde predomina el matorral xerófilo (Cuevas-Hernández, 2008); en el PNC y en el PNM, con clima templado-subhúmedo, donde se presentan bosques de coníferas y de encino (Ramírez-Cruz *et al.*, 2009; Serrano-Martínez, 2010), la diversidad taxonómica fue menor que en los BMM de la entidad.

Los resultados de estudios previos realizados en los BMM del estado de Hidalgo, sugerían que la riqueza de especies de helechos y licopodios era baja (Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006). Sin embargo, cuando los inventarios se realizan exclusivamente con Pteridofitas, el esfuerzo de muestreo es semejante y se refleja en resultados más confiables, menos contrastantes y susceptibles de comparación. Por ejemplo, el número de especies mencionadas recientemente por Pérez-Cervantes (2009) en el municipio de Calnali (115 especies), Zúñiga-Salvatierra (2009), en el municipio de Tenango de Doria (107 especies), Pérez-Paredes *et al.* (2012), en el municipio de Zacualtipán de Ángeles (126 especies) y en el presente trabajo (130 especies), permiten aseverar que los BMM de la entidad contienen una elevada riqueza de especies, comparable a la de otros municipios de México con BMM, como el de La Banderilla, Veracruz (22.21 km<sup>2</sup>), donde se encontraron 130 especies de Pteridofitas (Vázquez *et al.*, 2006), lo que se puede atribuir principalmente a la semejanza en las condiciones ambientales (tipo de vegetación, fisiografía y clima) y en menor medida a sesgos en el esfuerzo de muestreo.

Los BMM en el estado de Hidalgo no cuentan con planes de conservación y manejo, lo cual está provocando su deterioro a un ritmo alarmante (Luna-Vega *et al.*, 2000). En el caso específico del BMM del municipio de Tlanchinol, es urgente su protección, ya que posee un porcentaje elevado (35.9%) de las especies de helechos y licopodios presentes en la entidad; y cinco de las especies identificadas se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010): *Alsophila firma*, *Cyathea fulva*, *Dicksonia sellowiana*, *Marattia weinmannii-folia* (sujetas a protección especial) y *Psilotum complanatum* (amenazada). La información generada en el presente estudio, puede servir de referencia en los programas de conservación y manejo: por su importancia estructural en el sotobosque, un cambio evidente en la composición y la abundancia de las especies de helechos y licopodios en el BMM de Tlanchinol, puede ser un indicador de alteraciones en las condiciones ambientales, y por ende, en la calidad del hábitat (Salovaara *et al.*, 2004; Cárdenas *et al.*, 2007; Sharpe *et al.*, 2010).

### Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca de posgrado (259522) otorgada a la primera autora. Agradecemos a Juan Reyes Rivera por su ayuda en el trabajo de campo y a Ernesto Chanes Rodríguez por su apoyo en la revisión de los ejemplares en el herbario XAL. Esta investigación contó con apoyo económico para el trabajo en campo del proyecto FOMIX-Hidalgo, clave 95828 titulado "Diversidad Biológica del estado de Hidalgo" (segunda fase). Agradecemos los comentarios y sugerencias de Victoria Hernández-Hernández y de un(a) revisor(a) anónimo(a), los cuales contribuyeron a mejorar substancialmente el presente artículo.

### Literatura citada

- Alcántara-Ayala 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-Ayala O. y Luna-Vega I. 2001. Análisis florísticos de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botanica Mexicana* **54**:51-87.
- Cárdenas G.G., Halme J.K. y Tuomisto H. 2007. Riqueza y distribución ecológica de especies de Pteridofitas en la zona del río Yavarí-Mirín, Amazonía Peruana. *Biotropica* **39**:637-646.
- Ceja-Romero J., Mendoza-Ruiz A., López-Ferrari A.R., Espejo-Serna A., Pérez-García B. y García-Cruz J. 2010. Las epífitas vasculares del estado de Hidalgo, México: diversidad y distribución. *Acta Botanica Mexicana* **93**:1-39.
- Colwell R. 2009. EstimateS, v8.2 Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut, Connecticut. Disponible en línea: <viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS> (consultada el 2 de junio de 2011).
- Cuevas-Hernández H.A.L. 2008. Los helechos y licopodios de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo. 58 pp.
- Franco-Hernández P.F. 2005. Pteridoflora del bosque mesófilo de montaña de Tlanchinol, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 6. Huejutla, Hidalgo. 315 pp.
- González-Oreja J.A., de la Fuente-Díaz-Ordaz A.A., Hernández-Santín L., Buzo-Franco D. y Bonache-Regidor C. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation* **33**:31-45.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática]. 1992. Síntesis geográfica del estado de Hidalgo. INEGI, Aguascalientes.
- INEGI. 1996. Tlanchinol, estado de Hidalgo. INEGI, Aguascalientes.
- INEGI. 2004. Anuario estadístico. Hidalgo. I, II. INEGI, Aguascalientes.
- Jiménez-Valverde A. y Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* **8**:151-161.
- Kessler M. 2002. Range size and its ecological correlates among the pteridophytes of Carrasco National Park, Bolivia. *Global Ecology and Biogeography* **11**:89-102.
- Kessler M. 2010. Biogeography of ferns. En: Mehltreter K., Walker L.R. y Sharpe J.M. Eds. *Fern Ecology*, pp. 22-60, Cambridge University Press, Nueva York.
- León y Paniagua L., Luna-Vega I., Martínez-Morales M.A. y Tejero-Díez J. D. 2010. Huasteca Alta Hidalguense. En: CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad] Comp. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*, pp. 60-63, CONABIO, México, D.F.
- López-Gómez A.M. y Williams-Linera G. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **78**:7-15.
- Luna-Vega I., Ocegueda-Cruz S. y Alcántara-Ayala 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 Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **65**:31-62.
- Luna-Vega I., Alcántara-Ayala O., Morrone J.J. y Espinosa-Organista D. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. *Diversity and Distributions* **6**:137-143.
- Magurran A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Malden.
- Mayorga-Saucedo R., Luna-Vega I. y Alcántara-Ayala O. 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **63**:101-119.
- Mehltreter K. 2008. Phenology and habitat specificity of tropical ferns. En: Ranker T.A. y Hafler C.H. Eds. *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*, pp. 201-221, Cambridge University Press, Nueva York.
- Mickel J.T. y Smith A.R. 2004. *The Pteridophytes of Mexico*. Me-

- moirs of the New York Botanical Garden. New York Botanical Press, Nueva York.
- Moran R.C. 2004. *A Natural History of Ferns*. Timber Press, Portland.
- Nakamura M. y Soberón J. 2008. Use of approximate inference in an index of completeness of biological inventories. *Conservation Biology* **23**:469-474.
- Ortega-Escalona F. y Castillo-Campos G. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias* **43**:32-39.
- Pavón-Hernández N.P. y Meza-Sánchez M. 2009. *Cambio Climático en el Estado de Hidalgo: Clasificación y Tendencias Climáticas*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- Pérez-García B., Riba R. y Reyes-Jaramillo I. 1995. Helechos mexicanos: formas de crecimiento, hábitat y variantes edáficas. *Contactos* **11**:22-27.
- Pérez-Cervantes A. 2009. Helechos y licopodios del municipio de Calnali, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo. 97 pp.
- Pérez-Paredes M.G., Sánchez-González A. y Tejero-Díez J.D. 2012. Listado de licopodios y helechos del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, México. *Polibotánica* **33**:57-73.
- Pérez-Paredes M.G., Serrano-Martínez H., Álvarez-Zúñiga E. y Sánchez-González A. 2011. Riqueza de especies de helechos y licopodios en el estado de Hidalgo. *Herreriana, Revista de Divulgación de la Ciencia* **7**:5-7.
- Ponce M., Mehltreter K. y de la Sota E.R. 2002. Análisis biogeográfico de la diversidad pteridofítica en Argentina y Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural* **75**:703-717.
- Ponce-Vargas A., Luna-Vega I., Alcántara-Ayala O. y Ruiz-Jiménez C.A. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **77**:1177-1190.
- Puig H. 1976. *Végétation de la Huasteca*, Mexique. Mission Archeologique et Ethnologique Française au Mexique. México, D.F.
- Ramírez-Cruz S., Sánchez-González A. y Tejero-Díez D. 2009. La Pteridoflora del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **84**:35-44.
- Riba R. 1998. Pteridofitas mexicanas: distribución y endemismo. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Eds. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*, pp. 369-384, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- 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**:1-31.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- Salovaara K.J., Cárdenas G.G. y Tuomisto H. 2004. Forest classification in an Amazonian rainforest landscape using pteridophytes as indicator species. *Ecography* **27**:689-700.
- Secretaría de Gobernación y Centro Estatal de Estudios Municipales de Hidalgo. 1988. Los municipios de Hidalgo. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. Secretaría de Gobernación, México, D.F.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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, 30 de diciembre del 2010.
- Serrano-Martínez H. 2010. Las Pteridofitas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 70 pp.
- Sharpe J.M., Mehltreter K. y Walker L.R. 2010. Ecological importance of ferns. En: Mehltreter K., Walker L.R. y Sharpe J.M. Eds. *Fern Ecology*, pp. 1-21, Cambridge University Press, Cambridge.
- Smith A.R., Pryer K.M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H. y Wolf P.G. 2008. Fern classification. En: Ranker T.A. y C.H. Haufler. Eds. *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*, pp. 417-467, Cambridge University Press, Cambridge.
- StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Tejero-Díez J. D. y Arreguín-Sánchez M.L. 2004. Lista con anotaciones de los pteridófitos del estado de México, México. *Acta Botanica Mexicana* **69**:1-82.
- Tejero-Díez D., Torres-Díaz A., Mickel J.T., Mehltreter K.V. y Krömer T. 2011. Helechos y Licopodios. En: Cruz-Arango A., Lorea-Hernández F.G., Hernández-Ortiz V. y Morales-Mavil J.E. Eds. *La Biodiversidad en Veracruz, Estudio de Estado Volumen 2*, pp. 97-115, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Veracruz/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Triantis K.A., Nogués-Bravo D., Hortal J., Borges P.A.V., Aderssen H., Fernández-Palacios J.M., Araújo M.B. y Whittaker R.J. 2008. Measurements of area and the (island) species area relationship: new directions for an old pattern. *Oikos* **117**:1555-1559.
- Vázquez-Torres M., Campos-Jiménez J. y Cruz-Pérez A. 2006. Los helechos y plantas afines del bosque mesófilo de montaña de Banderilla, Veracruz, México. *Polibotánica* **22**:63-77.
- Villaseñor J.L. 2010. *El Bosque Húmedo de Montaña en México y sus Plantas Vasculares: Catálogo Florístico-Taxonomico*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Villavicencio-Nieto M.A. y Pérez-Escandón B.E. 2005. *Guía de la Flora Útil de la Huasteca y la Zona Otomí-Tephua, Hidalgo I*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- Watkins J.E., Cardelu C., Colwell R.K. y Moran R.C. 2006. Species richness and distribution of ferns along an elevation gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* **93**:73-83.
- Whittaker R.J., Willis K.J. y Field R. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* **28**:453-470.
- Zúñiga-Salvatierra J.R. 2009. Los helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 79 pp.

Recibido: 29 de septiembre de 2011

Aceptado: 17 de enero de 2012



**Apéndice 1.** Listado de especies de helechos y licopodios del BMM del municipio de Tlanchinol, estado de Hidalgo (nomenclatura con base en Smith *et al.*, 2008). \* = nuevos registros de especies para el estado de Hidalgo; \*\* = especies encontradas en herbarios; A = amenazada; Pr = sujeta a protección especial; E = epífita, R = rupícola, St = sobre tronco caído, T = terrestre. La densidad es el promedio de 24 parcelas de muestreo, se incluye la desviación estándar; el guión indica las especies que se recolectaron fuera de las parcelas de muestreo

Categoría taxonómica	Sustrato	Densidad/400 m <sup>2</sup>
<b>Anemiaceae</b>		
1. <i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	T, R	0.04±0.20
<b>Aspleniaceae</b>		
2. <i>Asplenium abscissum</i> Willd.	R, T	10.67±32.56
3. <i>A. auriculatum</i> Sw.	E, T, R	4.25±11.32
4. <i>A. barbaense</i> Hieron. *	E, R	0.04±0.20
5. <i>A. blepharophorum</i> Bertol.	T	0.04±0.20
6. <i>A. cuspidatum</i> Lam.	E, R	3.00±14.70
7. <i>A. miradoreense</i> Liebm. *	T	-
8. <i>A. monanthes</i> L.	T, R	3.96±14.67
9. <i>A. serra</i> Langsd. & Fisch.	T	0.08±0.41
10. <i>A. sessilifolium</i> Desv. var. <i>sessilifolium</i>	T	23.42±66.50
11. <i>A. tuerckheimii</i> Maxon *	T	0.37±1.84
<b>Blechnaceae</b>		
12. <i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.	T	10.75±41.59
13. <i>B. occidentale</i> L. *	T	1.58±4.01
14. <i>B. schiedeana</i> Hieron.	T	0.17±0.82
15. <i>Woodwardia martinezii</i> Maxon ex Weath.	T	-
16. <i>W. semicordata</i> Mickel & Beitel	T	1.75±4.11
17. <i>W. spinulosa</i> M.Martens & Galeotti	T	0.67±2.26
<b>Cyatheaceae</b>		
18. <i>Alsophila firma</i> (Baker) D.S.Conant Pr	T	2.00±6.32
19. <i>Cyathea fulva</i> Fée Pr	T	3.58±9.00
<b>Dennstaedtiaceae</b>		
20. <i>Dennstaedtia bipinnata</i> (Cav.) Maxon	T	1.29±3.90
21. <i>D. cicutaria</i> Hieron	T	0.79±2.47
22. <i>Hypolepis repens</i> (L.) C.Presl	T	0.42±1.18
23. <i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	T	2.00±9.18
24. <i>P. caudatum</i> Maxon	T	0.33±1.63
<b>Dicksoniaceae</b>		
25. <i>Dicksonia sellowiana</i> (Pr.) Hook. Pr	T	-
26. <i>Lophosoria quadripinnata</i> C.Chr.	T	12.42±17.59
<b>Dryopteridaceae</b>		
27. <i>Arachniodes denticulata</i> (Sw.) Ching	T	1.79±5.40
28. <i>Ctenitis erinacea</i> A.R.Sm.	T	0.46±2.25
29. <i>C. equestris</i> (Kunze) Ching var. <i>equestris</i>	T	-
30. <i>C. hemsleyana</i> (Baker ex Hemsl.) Copel. **	T	-
31. <i>C. melanosticta</i> (Kunze) Copel.	T	5.21±12.34
32. <i>Elaphoglossum erinaceum</i> T.Moore var. <i>erinaceum</i>	R	1.25±6.12
33. <i>E. glaucum</i> T.Moore	E	4.46±12.90

## Apéndice 1. Continuación

Categoría taxonómica	Sustrato	Densidad/400 m <sup>2</sup>
34. <i>E. guatemalense</i> (Klotzsch) T.Moore **	E	-
35. <i>E. obscurum</i> (Fourn.) C.Chr.	R	516±1413.97
36. <i>E. peltatum</i> (Sw.) Urb.	E, St	0.21±1.02
37. <i>E. petiolatum</i> (Sw.) Urb. **	E, T	-
38. <i>E. potosianum</i> Christ	R	0.21±1.02
39. <i>E. sartorii</i> (Liebm.) Mickel	T	630.70±1588.89
40. <i>E. seminudum</i> Mickel **	T	-
41. <i>Megalastrum atrogriseum</i> (C.Chr.) A.R.Sm. & R.C.Moran *	T	-
42. <i>Phanerophlebia gastonyi</i> Yatsk.	T	3.67±7.06
43. <i>P. juglandifolia</i> (Willd.) J.Sm.	T	1.33±3.86
44. <i>P. remotispora</i> Fourn.	T	-
45. <i>Polystichum distans</i> Fourn.	T	-
46. <i>P. ordinatum</i> Liebm.	T	1.83±7.77
<b>Equisetaceae</b>		
47. <i>Equisetum myriochaetum</i> Schldtl. & Cham.	T	-
<b>Gleicheniaceae</b>		
48. <i>Diplopterygium bancroftii</i> (Hook.) A.R.Sm.	T	1.25±6.12
49. <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching	T	-
50. <i>Sticherus underwoodianus</i> (Maxon) Nakai	T	-
<b>Hymenophyllaceae</b>		
51. <i>Hymenophyllum ectocarpon</i> Fée *	E	-
52. <i>H. crispum</i> Kunth	E	-
53. <i>H. polyanthos</i> Sw.	E	1.42±4.16
54. <i>Trichomanes capillaceum</i> L.	R	-
55. <i>T. hymenophylloides</i> Bosch	T	0.04±0.20
56. <i>T. radicans</i> Sw.	R	5.04±14.67
57. <i>T. reptans</i> Sw.	E, R	0.13±0.61
<b>Lycopodiaceae</b>		
58. <i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis.	T	-
59. <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic.Serm.	T	0.13±0.61
60. <i>Lycopodium clavatum</i> L. **	T	-
61. <i>Lycopodium thyoides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. **	T	-
<b>Marattiaceae</b>		
62. <i>Marattia weinmanniifolia</i> Liebm. Pr	T	1.67±4.20
<b>Ophioglossaceae</b>		
63. <i>Botrychium decompositum</i> M.Martens & Galeotti	T	0.92±4.49
<b>Plagiogyriaceae</b>		
64. <i>Plagiogyria pectinata</i> (Liemb.) Lellinger	T	1.96±5.49
<b>Polypodiaceae</b>		
65. <i>Campyloneurum angustifolium</i> Fée	E, R	4.29±10.81
66. <i>C. phyllitidis</i> C. Presl		-
67. <i>C. xalapense</i> Fée	E, R	7.38±29.50

## Apéndice 1. Continuación

Categoría taxonómica	Sustrato	Densidad/400 m <sup>2</sup>
68. <i>Lellingeria prionodes</i> (Mickel & Beitel) A.R.Sm. & R.C.Moran	E	0.29±1.08
69. <i>Melpomene leptostoma</i> (Fée) A.R.Sm. & R.C.Moran	E, St	0.83±4.08
70. <i>Pecluma alfredii</i> (Rosenst.) M.G.Price var. <i>cupreolepis</i> (A.M.Evans) A.R.Sm.	E	29.00±45.04
71. <i>P. plumula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.G.Price	E, R, T	-
72. <i>P. sursumcurrens</i> (Copel.) M.G.Price	E	-
73. <i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	E, T	2.58±7.41
74. <i>Pleopeltis crassinervata</i> T.Moore	E	9.29±18.04
75. <i>P. mexicana</i> (Fée) Mickel & Beitel	E	2.67±7.59
76a. <i>P. polylepis</i> T. Moore var. <i>interjecta</i> (Weath.) E.A.Hooper**	E	-
76b. <i>P. polylepis</i> T.Moore var. <i>polylepis</i>	E	0.71±2.12
77. <i>Polypodium fraternum</i> Cham. & Schltld.	E	2.17±4.97
78. <i>P. hartwegianum</i> Hook.	R	-
79. <i>P. lepidotrichum</i> (Fée) Maxon	E	1.75±4.83
80. <i>P. longepinnulatum</i> Fourn.	E	4.88±12.33
81. <i>P. plebeium</i> Schltld. & Cham.	E, T	3.96±43.44
82. <i>P. plesiosorum</i> Kunze	E, T	7.38±14.80
83a. <i>P. polypodioides</i> (L.) Watt var. <i>aciculare</i> Weath.	E	0.17±0.82
83b. <i>P. polypodioides</i> (L.) Watt var. <i>polypodioides</i>	E	2.29±10.21
84. <i>P. rhodopleuron</i> Kunze	E	10.29±18.36
85. <i>P. subpetiolatum</i> Hook. in Bentham **	E	-
86. <i>P. villagrani</i> Copel.	E	-
<b>Psilotaceae</b>		
87. <i>Psilotum complanatum</i> Sw. A	E, St	2.96±11.90
<b>Pteridaceae</b>		
88. <i>Adiantum andicola</i> Liebm.	T	1.46±3.24
89. <i>A. braunii</i> Mett. ex Kuhn	T	1.25±6.12
90. <i>A. capillus-veneris</i> L.	T	-
91. <i>A. concinnum</i> Willd. *	T	-
92. <i>A. poiretii</i> Wikstr.	T	-
93. <i>Aspidotis meifolia</i> (D.C.Eaton) Pic. Serm. *	T	-
94. <i>Cheilanthes farinosa</i> (Forssk.) Kaulf.	R	-
95. <i>C. notholaenoides</i> (Desv.) Maxon ex Weath.	R	-
96. <i>Llavea cordifolia</i> Lag.	T	-
97. <i>Mildella fallax</i> (M.Martens & Galeotti) G.L.Nesom	R	-
98. <i>Notholaena copelandii</i> C.C.Hall	R	-
99. <i>Pellaea ovata</i> Weath.	T	-
100. <i>Pityrogramma ebenea</i> (L.)	T	0.04±0.20
101. <i>Pteris longifolia</i> L. *	T	-
102. <i>P. muricella</i> Fée *	T	-
103. <i>P. orizabae</i> M.Martens & Galeotti	T	8.63±11.64
104. <i>P. pulchra</i> Schltld. & Cham. **	T	-
105. <i>P. quadriaurita</i> Retz.	T	-
106. <i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	E	0.92±1.89
<b>Selaginellaceae</b>		
107. <i>Selaginella arsenei</i> Weath.	E, R	0.33±1.63
108. <i>S. extensa</i> Underw.	E, T	-
109. <i>S. flexuosa</i> Spring	T	-

## Apéndice 1. Continuación

Categoría taxonómica	Sustrato	Densidad/400 m <sup>2</sup>
110. <i>S. hoffmanni</i> Hieron.	T	1.17±2.67
111. <i>S. lineolata</i> Mickel & Beitel	R, T	0.04±0.20
112. <i>S. pallescens</i> (C.Presl) Spring	R, T	1.21±3.44
113. <i>S. schiedeana</i> A.Braun *	T	-
114. <i>S. silvestris</i> Aspl.	T	0.21±1.02
115. <i>S. stellata</i> Spring	T	-
116. <i>S. tenella</i> (P.Beauv.) Spring	T	-
117. <i>S. wrightii</i> Hieron.	R	-
<b>Tectariaceae</b>		
118. <i>Tectaria heracleifolia</i> (Will.) Underw.	T	-
<b>Thelypteridaceae</b>		
119. <i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	T	-
120. <i>Thelypteris atrovirens</i> (C.Chr.) C.F.Reed	T	1.75±3.35
121. <i>T. dentata</i> (Forssk.) E.St.John *	T	0.04±0.20
122. <i>T. hispidula</i> (Decne.) C.F.Reed	T	-
123. <i>T. kunthii</i> (Desv.) C.V.Morton	T	0.04±0.20
124. <i>T. oligocarpa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ching	T	0.67±2.87
125. <i>T. ovata</i> R.P. St. John var. <i>lindheimeri</i> (C.Chr.) A.R.Sm.	T	-
126. <i>T. puberula</i> (Baker) C.V.Morton var. <i>puberula</i>	T	-
<b>Woodsiaceae</b>		
127. <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	T	0.04±0.20
128. <i>Diplazium franconis</i> Liebm.	T	0.75±2.56
129. <i>D. lonchophyllum</i> Kunze	T	2.54±4.86
130. <i>D. ternatum</i> Liebm.	T	1.75±7.75

**Apéndice 2.** Listado de especies de helechos y licopodios del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo. La nomenclatura de los taxones se basó en Smith *et al.* (2008).

**Anemiaceae.** *Anemia adiantifolia*, camino a Hueyapan, 21° 00' 45.49" N, 98° 40' 36.45" O, 1,234 m, Sánchez 4190 (HGOM; MEXU).

**Aspleniaceae.** *Asplenium abscissum*, cerro La Montaña, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Álvarez 396. *A. auriculatum*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Sánchez 4165. *A. barbaense*, La Virgen (La 82), 21° 01' 26" N, 98° 38' 05.0" O, 1,411 m, Álvarez 183. *A. blepharophorum*, terreno de Chachala, carretera a Quetzalzungo, bajo catedral, 20° 56' 54.9" N, 98° 41' 19" O, 1,463 m, Sánchez 4171. *A. cuspidatum*, montaña el Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.7" N, 98° 40' 48.8" O, 1,874 m, Álvarez 344. *A. miradoreense*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Sánchez 4181. *A. monanthes*, montaña el Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.7" N, 98° 40' 48.8" O, 1,874 m, *A. sessilifolium* var. *sessilifolium*, El Cantil, casetas, 20° 57' 38" N, 98° 41' 05.7" O, 1,567 m, Álvarez 438. *A. serra*, camino viejo Santa María, 21° 01' 03.35" N, 98° 39' 22.83" O, 1,395 m, Álvarez 272. *A. tuerckheimii*, cerro La Quebradora, 21° 01' 18.7" N, 98° 36' 35.9" O, 1,273 m, Sánchez 4193 (HGOM; MEXU).

**Blechnaceae.** *Blechnum appendiculatum*, La Virgen (La 82), 21° 01' 26" N, 98° 38' 05.0" O, 1,411 m, Álvarez 186. *B. schiedeanum*, La Virgen (La 82), 21° 01' 26" N, 98° 38' 05.0" O, 1,411 m, Sánchez 4166. *B. occidentale*, cerro La Quebradora, 21° 01' 18.7" N, 98° 36' 35.9" O, 1,273 m, Álvarez 180. *Woodwardia martinezii*, El Paraíso II, 20° 58' 59.1" N, 98° 37' 06.1" O, 1,445 m, Álvarez 533. *W. semicordata*, Km. 170 por la Virgen, 21° 01' 25.84" N, 98° 38' 09.62" O, 1,434 m, Álvarez 312. *W. spinulosa*, Casetas, parte alta, 20° 57' 40.30" N, 98° 40' 44.92" O, 1,685 m, Álvarez 468 (HGOM; MEXU).

**Cyatheaceae.** *Alsophila firma*, cerro La Quebradora, 21° 01' 18.7" N, 98° 36' 35.9" O, 1,273 m, Sánchez 4175. *Cyathea fulva*, cerro La Montaña, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Álvarez 393 (HGOM; MEXU).

**Dennstaedtiaceae.** *Dennstaedtia bipinnata*, cerro Cholchocatipa, 21° 03' 20.6" N, 98° 34' 26.2" O, 1,113 m, Álvarez 311. *D. cicutaria*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 166. *Hypolepis repens*, camino viejo Santa María, 21° 01' 03.35" N, 98° 39' 22.83" O, 1,395 m, Álvarez 281. *Pteridium arachnoideum*, camino a Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1,170 m, Álvarez 537. *P. caudatum*, camino Ixcualamatla, 21° 00' 08.39" N, 98° 39' 44.59" O, 1,476 m, Álvarez 287 (HGOM; MEXU).

**Dicksoniaceae.** *Dicksonia sellowiana*, La Quebradora, 21° 01' 18.7" N, 98° 36' 35.9" O, 1,273 m, Álvarez 192. *Lophosoria quadripinnata*, camino Ixcualamatla, 21° 00' 08.39" N, 98° 39' 44.59" O, 1,476 m, Álvarez 288 (HGOM; MEXU).

**Dryopteridaceae.** *Arachniodes denticulata*, por el camino de Lontla, 21° 00' 50.6" N, 98° 38' 43.2" O, 1,408 m, Álvarez 200. *Ctenitis erinacea*, El Cantil, casetas, 20° 57' 38" N, 98° 41' 05.7" O, 1,567 m, Álvarez 433. *C. equestris* var. *equestris*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 226. *Ctenitis hemsleyana* Luna 809 (FCME). *C. melanosticta*, bajo catedrales, 20° 56' 53" N, 98° 41' 17.1" O, 1,444 m, Álvarez 419. *Elaphoglossum erinaceum* var. *erinaceum*, Casetas, parte alta, El Cantil, 20° 57' 42.3" N, 98° 40' 56.5" O, 1,756 m, Álvarez 474. *E. glaucum*, cerro La Montaña, sobre el arroyo, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Álvarez 381. *E. guatemalense*, km 170-171 de la carretera federal 105, entre Tlanchinol y Tamazunchale, 20° 58' N, 98° 38' O, 1,200 m, 4 de noviembre 2000, Rojas 5431 (ENCB: MEXU). *E. obscurum*, terreno de Chachala, carretera a Quetzalzungo, bajo catedral, 20° 56' 54.9" N, 98° 41' 19" O, 1,463 m, Álvarez 412. *E. peltatum*, La Bomba, 20° 58' 59.1" N, 98° 37' 06.1" O, 1,445 m, Sánchez 4158. *E. petiolatum*, km 170-171 de la carretera federal 105, entre Tlanchinol y Tamazunchale, 20° 58' N, 98° 38' O, 1,200 m, 4 de noviembre 2000, Rojas 5432 (ENCB: MEXU). *E. potosi-anum*, montaña El Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.9" N, 98° 40' 55.3" O, 1,836 m, Álvarez 458. *E. sartorii*, montaña El Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.7" N, 98° 40' 48.8" O, 1,874 m, Álvarez 338. *E. seminudum*, a 4 km al E de Tlanchinol, camino a Apantlasol, 3 de septiembre 1997, E. Martínez S. 28469 (MEXU). *Megalastrum atrogriseum*, El Cantil, casetas, 20° 57' 38" N, 98° 41' 05.7" O, 1,567 m, Álvarez 440. *Phanerophlebia gastonyi*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 141. *P. juglandifolia*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 115. *P. remotispora*, camino Ixcualamatla, 21° 00' 08.39" N, 98° 39' 44.59" O, 1,476 m, Álvarez 294. *Polystichum distans*, por el camino de Lontla, 21° 00' 50.6" N, 98° 38' 43.2" O, 1,408 m, Álvarez 214. *P. ordinatum*, camino viejo Santa María, 21° 01' 03.35" N, 98° 39' 22.83" O, 1,395 m, Álvarez 269 (HGOM; MEXU).

**Apéndice 2.** Continuación

**Equisetaceae.** *Equisetum myriochaetum*, arriba de Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1170 m, Sánchez 4177 (HGOM; MEXU).

**Gleicheniaceae.** *Diplopterygium bancroftii*, arriba de Coatatlan, 20° 59' 48.3" N, 98° 36' 39.4" O, 1,407 m, Álvarez 446. *Gleichenella pectinata*, El Paraíso II, 20° 58' 59.1" N, 98° 37' 06.1" O, 1,445 m, Álvarez 525. *Sticherus underwoodianus*, camino a La Bomba, 20° 59' 5.3" N, 98° 37' 41.4" O, 1,440 m, Álvarez 442 (HGOM; MEXU).

**Hymenophyllaceae.** *Hymenophyllum ectocarpon*, casetas, parte alta, El Cantil, 20° 57' 42.3" N, 98° 40' 56.5" O, 1,756 m, Álvarez 491. *H. crispum*, casetas, parte alta, El Cantil, 20° 57' 42.3" N, 98° 40' 56.5" O, 1,756 m, Álvarez 495. *H. polyanthos*, cerro La Montaña, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Álvarez 377. *Trichomanes capillaceum*, casetas, parte alta, El Cantil, 20° 57' 42.3" N, 98° 40' 56.5" O, 1,756 m, Álvarez 498. *T. hymenophylloides*, cerro La Montaña, sobre el arroyo, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Álvarez 400. *T. radicans*, camino viejo Santa María, 21° 01' 03.35" N, 98° 39' 22.83" O, 1,395 m, Álvarez 271. *T. reptans*, casetas, parte alta, el Cantil, 20° 57' 42.3" N, 98° 40' 56.5" O, 1,756 m, Álvarez 496 (HGOM; MEXU).

**Lycopodiaceae.** *Huperzia reflexa*, El Paraíso II, 20° 58' 59.1" N, 98° 37' 06.1" O, 1,445 m, Álvarez 516. *Lycopodiella cernua*, arriba de Coatatlan, 20° 59' 48.3" N, 98° 36' 39.4" O, 1,407 m, Sánchez 4151 (HGOM; MEXU). *Lycopodium clavatum*, La Virgen, 1,500 m, 29 de octubre 1994, Sabina Lara (ENCB: FCME). *L. thyoides*, camino a Tierra Colorada, aproximadamente a 6 km al E de Tlanchinol, 20° 59' 99" N, 98° 36' 99" O, 1,580 m, 24 de agosto 1992, I. Luna Vega, S. Ocegueda 541 (FCME: MEXU).

**Marattiaceae.** *Marattia weinmanniifolia*, El Cantil, casetas, 20° 57' 38" N, 98° 41' 05.7" O, 1,567 m, Álvarez 439 (HGOM; MEXU).

**Ophioglossaceae.** *Botrychium decompositum*, terreno de Chachala, carretera a Quetzalongo, bajo catedral, 20° 56' 54.9" N, 98° 41' 19" O, 1,463 m, Álvarez 415 (HGOM; MEXU).

**Plagiogyriaceae.** *Plagiogyria pectinata*, montaña El Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.7" N, 98° 40' 48.8" O, 1,874 m, Álvarez 333 (HGOM; MEXU).

**Polypodiaceae.** *Campyloneurum angustifolium*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 124. *C. xalapense*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 144. *C. phyllitidis*, adelante de Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1,170 m, Álvarez 514. *Lellingeria prionodes*, cerro La Montaña, sobre el arroyo, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Álvarez 379. *Melpomene leptostoma*, por el camino de Lontla, 21° 00' 50.6" N, 98° 38' 43.2" O, 1,408 m, Álvarez 206. *Pecluma alfredii* var. *cupreolepis*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 156. *P. plumula*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 460. *P. sursumcurrens*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 245. *Phlebodium pseudoaureum*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 123. *Pleopeltis crassinervata*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 257. *P. mexicana*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 246. *P. polylepis* var. *interjecta*, Santa María, 2 km al SE, 21° 1' 53" N, 98° 38' 16" O, 1,200 m, 29 de junio 1998, Rafael Mayorga Saucedo, Othón Alcántara Ayala S 1218 (FCME). *P. polylepis* var. *polylepis*, montaña El Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.7" N, 98° 40' 48.8" O, 1,874 m, Álvarez 342. *Polypodium fraternum*, bajo las catedrales, 20° 56' 53" N, 98° 41' 17.1" O, 1,444 m, Sánchez 4195. *P. hartwegianum*, cerro La Montaña, 21° 01' 14.1" N, 98° 38' 52.5" O, 1,511 m, Sánchez 4200. *P. lepidotrichum*, por el camino de Lontla, 21° 0' 50.6" N, 98° 38' 43.2" O, 1,408 m, Álvarez 216. *P. longepinnulatum*, arriba de Coatatlan, 20° 59' 48.3" N, 98° 36' 39.4" O, 1,407 m, Sánchez 4174. *P. plebeium*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 244. *P. plesiosorum*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 153. *P. polypodioides* var. *aciculare*, camino Ixcualamatla, 21° 00' 08.39" N, 98° 39' 44.59" O, 1,476 m, Sánchez 4168. *P. polypodioides* var. *polypodioides*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 164. *P. rhodopleuron*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 224. *P. subpetiolatum*, las norias, 2 km al oeste de Tlanchinol, 1,500 m, 12 de septiembre 2000, Claudia Hernández 462. *P. villagrani*, cerro Cholchocatipa, 21° 03' 20.6" N, 98° 34' 26.2" O, 1,113 m, Álvarez 303. (HGOM; MEXU).

**Psilotaceae.** *Psilotum complanatum*, por el camino de Lontla, 21° 0' 50.6" N, 98° 38' 43.2" O, 1,408 m, Álvarez 197 (HGOM; MEXU).

**Apéndice 2.** Continuación

**Pteridaceae.** *Adiantum andicola*, bajo catedrales, cerro Quetzalongo, 20° 56' 47.98" N, 98° 41' 20.96" O, 1,388 m, Álvarez 365. *A. braunii*, camino Ixcualamatla, 21° 00' 03.5" N, 98° 39' 39.5" O, 1,476 m, Álvarez 296. *A. capillus-veneris*, parada La Virgen, entrada a San Cristóbal, 20° 57' 55.1" N, 98° 40' 23" O, 1,440 m, Álvarez 372. *A. poiretii*, casetas, parte alta, 20° 57' 39.96" N, 98° 40' 47.95" O, 1,685 m, Álvarez 463. *A. concinnum*, parada La Virgen, entrada a San Cristóbal, 20° 57' 55.1" N, 98° 40' 23" O, 1,440 m, Álvarez 367. *Aspidotis meifolia*, bajo catedrales, cerro Quetzalongo, 20° 56' 47.98" N, 98° 41' 20.96" O, 1,388 m, Álvarez 366. *Cheilanthes farinosa*, cerro Cholchocatipa, 21° 03' 20.6" N, 98° 34' 26.2" O, 1,113 m, Álvarez 318. *C. notholaenoides*, arriba de Coatlán, 20° 59' 48.4" N, 98° 36' 41.9" O, 1,406 m, Álvarez 534. *Llavea cordifolia*, La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,110 m, Sánchez 4173. *Mildella fallax*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 265. *Notholaena copelandii*, bajo catedrales, cerro Quetzalongo, 20° 56' 47.98" N, 98° 41' 20.96" O, 1,388 m, Álvarez 352. *Pellaea ovata*, arriba de Coatlán, 20° 59' 48.4" N, 98° 36' 41.9" O, 1,406 m, Álvarez 522. *Pityrogramma ebenea*, camino a Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1,170 m, Álvarez 538. *Pteris longifolia*, adelante de Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1,170 m, Álvarez 518. *P. muricella*, La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,110 m, Álvarez 511. *P. orizabae*, La Quebradora, parte baja, 21° 01' 27.9" N, 98° 36' 39.3" O, 1,107 m, Álvarez 403. *P. pulchra*, Chipoco, cerca de Otongo, 1,300 m, 1 de noviembre 1974, Rzedowski 32476 (ENCB). *P. quadriaurita*, arriba de Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1,170 m, Álvarez 517. *Vittaria graminifolia*, montaña El Cantil, San Cristóbal, casetas, 20° 57' 29.7" N, 98° 40' 48.8" O, 1,874 m, Álvarez 348 (HGOM; MEXU).

**Selaginellaceae.** *Selaginella arsenei*, camino Ixcualamatla, 21° 00' 08.39" N, 98° 39' 44.59" O, 1,476 m, Sánchez 4153. *S. extensa*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 142. *S. flexuosa*, Kilometro 170 por la Virgen, 21° 01' 4.27" N, 98° 38' 22.1" O, 1,434 m, Álvarez 315. *S. hoffmanni*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Álvarez 502. *S. lineolata*, casetas, parte alta, El Cantil, 20° 57' 42.3" N, 98° 40' 56.5" O, 1,756 m, Álvarez 489. *S. pallescens*, parada La Virgen, entrada a San Cristóbal, 20° 57' 55.1" N, 98° 40' 23" O, 1,440 m, Álvarez 375. *S. schiedeana*, La Virgen (La 82), 21° 01' 26" N, 98° 38' 05.0" O, 1,411 m, Álvarez 194. *S. silvestris*, parada de Lontla o rancho Temazate, 20° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 207. *S. stellata*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Sánchez 4155. *S. tenella*, cerro Cholchocatipa, 21° 03' 20.6" N, 98° 34' 26.2" O, 1,113 m, Álvarez 308. *S. wrightii*, cerro La Quebradora, 21° 01' 21.4" N, 98° 36' 35.2" O, 1,216 m, Sánchez 4157 (HGOM; MEXU).

**Tectariaceae.** *Tectaria heracleifolia*, camino a Toscalao, 20° 58' 43.8" N, 98° 43' 27.5" O, 1,170 m, Álvarez 536 (HGOM; MEXU).

**Thelypteridaceae.** *Macrothelypteris torresiana*, arriba de Coatlán, 20° 59' 48.4" N, 98° 36' 41.9" O, 1,406 m, Sánchez 4184. *Thelypteris atrovirens*, arriba de Coatlán, 20° 59' 48.3" N, 98° 36' 39.4" O, 1,407 m, Sánchez 4172. *T. dentata*, bajo catedrales, 20° 56' 53" N, 98° 41' 17.1" O, 1,444 m, Sánchez 4198. *T. hispidula*, cerro Cholchocatipa, 21° 03' 20.6" N, 98° 34' 26.2" O, 1,113 m, Sánchez 4164. *T. kunthii*, cajo catedrales, cerro Quetzalongo, 20° 56' 47.98" N, 98° 41' 20.96" O, 1,388 m, Álvarez 355. *T. oligocarpa*, Km. 170 por la Virgen, 21° 01' 25.84" N, 98° 38' 09.62" O, 1,434 m, Álvarez 205. *T. puberula* var. *puberula*, cerro La Quebradora, 21° 01' 18.7" N, 98° 36' 35.9" O, 1,273 m, Sánchez 4186. *T. ovata* var. *lindheimeri*, cerro La Quebradora, 21° 01' 13.1" N, 98° 36' 38.4" O, 1,312 m, Sánchez 4180 (HGOM; MEXU).

**Woodsiaceae.** *Cystopteris fragilis*, km. 170 por la Virgen, 21° 01' 25.84" N, 98° 38' 09.62" O, 1,434 m, Álvarez 316. *Diplazium franconis*, cerro La Quebradora, 21° 01' 21.4" N, 98° 36' 35.2" O, 1,216 m, Álvarez 236. *D. lonchophyllum*, El Cantil, casetas, 20° 57' 38" N, 98° 41' 05.7" O, 1,567 m, Álvarez 430. *D. ternatum*, parada Lontla o rancho Temazate, 21° 01' 43.56" N, 98° 38' 25.15" O, 1,500 m, Álvarez 220 (HGOM; MEXU).