

RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE HELECHOS Y LICÓFITOS EN EL GRADIENTE ALTITUDINAL DEL COFRE DE PEROTE, CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

CÉSAR I. CARVAJAL-HERNÁNDEZ¹ Y THORSTEN KRÖMER

Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

¹Autor para la correspondencia: cesar.carvajalh@gmail.com

Resumen: Se presenta el listado de las especies de helechos y licófitos registrados a lo largo del gradiente altitudinal (20-3,500 m s.n.m.) del Cofre de Perote, Veracruz, abarcando ambientes contrastantes y bosques con diferentes grados de perturbación, así como vegetación azonal. Se establecieron 15 a 25 parcelas de 20 × 20 m en ocho pisos altitudinales, separados por 500 m de altitud. En cada parcela, se registraron las especies terrestres y epífitas del sotobosque (hasta una altura aproximada de 8 m). En 135 parcelas, se registraron 140 especies y cuatro variedades de helechos (22 familias, 59 géneros), así como 11 especies de licófitos (dos familias, tres géneros), representando el 27,5 % de la pteridoflora de Veracruz. Dos especies del género *Elaphoglossum* (*E. pallidum*, *E. squarrosum*) y *Polystichum muricatum*, registradas a 2,500 m, son nuevos registros para el estado. El número de especies es contrastante en diferentes pisos altitudinales del gradiente y en las elevaciones medias con bosque mesófilo de montaña entre 1,500 y 2,500 m se presentan los valores máximos de riqueza. En los extremos superior e inferior del gradiente, caracterizado por bosque de coníferas y selva mediana subcaducifolia respectivamente, el número de especies disminuye. Se destaca la riqueza del bosque mesófilo y la pérdida de especies del mismo cuando existe una perturbación de origen antrópico. Además, la vegetación azonal en cañadas y al lado de ríos representa un reservorio importante de la pteridoflora, lo que resalta su valor para la conservación.

Palabras clave: bosque de *Pinus-Quercus*, bosque mesófilo de montaña, inventario florístico, perturbación antrópica, pteridoflora.

Abstract: We present a list of ferns and lycophytes recorded along the elevational gradient (20-3,500 m a.s.l.) at the Cofre de Perote, Veracruz, including contrasting environments with different degrees of forest disturbance as well as azonal vegetation. We established 15-25 plots of 20 × 20 m each at eight elevational steps separated by 500 m in elevation. In each plot we recorded all terrestrial and epiphytic understory species (up to a height of 8 m). In the 135 plots, we found 140 species and four varieties of ferns (22 families, 58 genera) and 11 species of lycophytes (two families, three genera), representing 27.5 % of the pteridophytes of Veracruz. Two species of the genus *Elaphoglossum* (*E. pallidum*, *E. squarrosum*) and *Polystichum muricatum*, found at 2,500 m are new state records. The number of species is contrasting at different elevational steps of the gradient and mid-elevations with humid montane forest between 1,500 and 2,500 m showed maximum richness values. At the upper and lower ends of the gradient, characterized by coniferous forest and deciduous forest, respectively, the number of species decreased. The richness of the humid montane forest and its loss of species caused by anthropogenic disturbance are noteworthy. Furthermore, the azonal vegetation at ravines and riversides represents an important reservoir for the pteridophyte flora, which highlights its conservation value.

Key words: anthropogenic disturbance, floristic inventory, humid montane forest, *Pinus-Quercus* forest, pteridophyte flora.

La falta de conocimiento sobre las especies de plantas que habitan en determinadas regiones de México, es una necesidad urgente de atender (Magaña y Villaseñor, 2002). Veracruz, además de ser uno de los tres estados más biodiversos de México, es una de las entidades del país donde se han realizado grandes esfuerzos por conocer su flora, reflejados en los avances de la Flora de Veracruz (Gómez-Pompa, 2010). Sin embargo estos trabajos aún distan mu-

cho de ser concluyentes, debido a la falta de tratamientos y actualizaciones taxonómicas de diversas familias. Este es el caso de los helechos y licófitos, de los cuales solo se han publicado nueve de las 28 familias que están representadas en Veracruz (obs. pers.). Además una parte sustancial de esta información es desactualizada debido a que se publicaron en las décadas de 1980 y 1990.

Actualmente se estima que en Veracruz existen cerca de

7,800 especies de plantas vasculares (Castillo-Campos *et al.*, 2011), de las cuales 564 especies corresponden a helechos y licófitos (Tejero-Díez *et al.*, 2011; Krömer *et al.*, 2015); esto representa el 55 % de la pteridoflora de México y lo coloca en el tercer estado con mayor riqueza de especies de este grupo, solo después de Oaxaca y Chiapas (Mickel y Smith, 2004). Sin embargo, muchas de estas especies en Veracruz son consideradas como raras y amenazadas por factores antrópicos, ya que algunas sólo se registran de pocas y/o antiguas colectas y el conocimiento de su distribución es fragmentario (Tejero-Díez *et al.*, 2011; Krömer *et al.*, 2013a; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014; Acebey *et al.*, 2015; Armenta-Montero *et al.*, 2015).

La alta riqueza de especies registradas en Veracruz es producto de una gran heterogeneidad ambiental, originada por una topografía accidentada, un amplio intervalo altitudinal (desde el nivel del mar hasta más de 5,000 m) y la confluencia de una amplia variedad de climas y suelos (Soto-Esparza y Geissert, 2011). Estas condiciones permiten la presencia de diferentes tipos de vegetación, desde los fríos y secos en zonas de alta montaña hasta los cálidos-húmedos en zonas bajas.

Un gradiente altitudinal de Veracruz que permite observar dichos cambios en el clima y la vegetación es el que inicia en la llanura costera del centro del estado y termina en las partes altas del Cofre de Perote en dirección este. El contraste en la vegetación de este gradiente ha sido reconocido incluso desde Alexander von Humboldt en 1804, quien lo cita señalando lo siguiente: “En ninguna parte se deja ver mejor el admirable orden con que las diferentes asociaciones de vegetales van sucediéndose, unas arriba de las otras, que cuando uno va subiendo desde Veracruz hacia la meseta de Perote (...) en el espacio de pocas horas, recorre el hombre de ciencia toda la escala de vegetación” (von Humboldt, 1822; Zamudio y Butanda, 1999).

Dos siglos después, la vegetación natural a lo largo del gradiente del Cofre de Perote se encuentra reducida drásticamente y en la actualidad solo se encuentran fragmentos aislados de la vegetación original (Ellis *et al.*, 2011). Esta situación ha sido motivo para que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad designara dos sitios prioritarios para la conservación en la zona, el primero corresponde a la parte alta de la cuenca del río La Antigua, la cual es una zona con bosque mesófilo de montaña de prioridad crítica para su conservación, debido a las amenazas provocadas por las actividades antropogénicas (CONABIO, 2010). El segundo se encuentra en la zona baja del gradiente y forma parte de la cuenca del río Actopan, con fragmentos aislados de encinares tropicales, los cuales constituyen remanentes del Pleistoceno de origen boreal que sustituyeron la vegetación tropical durante las últimas glaciaciones (Arriaga *et al.*, 2000).

Algunas zonas de este gradiente altitudinal han sido estudiadas desde diferentes aspectos botánicos y éstas cuen-

tan con listados florísticos locales que incluyen especies de helechos y licófitos (p. ej. Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Gómez-Díaz, 2010; Hernández-Rojas, 2010; Salazar-Rodríguez, 2010), aunque en su mayoría, se trata de tesis que no han sido publicadas. A pesar de esos esfuerzos particulares, no existen trabajos que aborden inventarios florísticos realizados a través de un muestreo sistemático que incluya un área tan amplia y heterogénea. Tampoco existe un listado completo y actualizado para estos importantes grupos, los cuales en conjunto conforman el segundo más diverso de las plantas vasculares (Kreft *et al.*, 2010) y se sabe que alcanza su mayor riqueza y abundancia en regiones húmedo montañosas del Neotrópico (Moran *et al.*, 1995; Kluge y Kessler, 2005; Watkins *et al.*, 2006a; Kessler *et al.*, 2011a; Salazar *et al.*, 2015).

En México se han realizado pocos estudios que documenten la riqueza de la flora vascular o de grupos específicos en gradientes de altitud (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Vázquez y Givnish, 1998; Campos-Salas, 2011; Krömer *et al.*, 2013b). Sin embargo, estos no se realizaron en gradientes completos (desde el nivel del mar hasta las zonas altas y frías de las montañas) y además solo la tesis de Campos-Salas (2011) se centra en el estudio de helechos y licófitos. Ante ese vacío de conocimiento florístico, en el presente trabajo se incluye el listado de especies de estos grupos registradas a lo largo del gradiente altitudinal del Cofre de Perote, ubicado en el centro de Veracruz, abarcando ambientes y composición florística contrastantes a lo largo de las distintas elevaciones. Además se documentan las especies en vegetación con perturbación de origen antrópico en cada piso altitudinal estudiado. El objetivo de este trabajo es actualizar el conocimiento de la pteridoflora de Veracruz en una región fuertemente antropizada, pero de gran importancia ecológica, razones que la convierten en prioritaria para su conservación.

Materiales y métodos

Área de estudio. El gradiente altitudinal estudiado se encuentra en la región central del estado de Veracruz. El intervalo de altitud tiene como límite superior la ladera alta del Cofre de Perote en 3,500 m (19° 31' 10" N -97° 09' 27" O), mientras que el extremo inferior se localiza en el nivel del mar, específicamente en el Centro de Investigaciones Costeras “La Mancha” (19° 36' 02" N -96° 22' 36" O), perteneciente al Instituto de Ecología, A.C. (Figura 1). En la descripción geomorfológica de Veracruz, Geissert y Enríquez (2011) ubican a la zona como parte del Cinturón Neovolcánico Transversal y la caracterizan de la siguiente forma: “las montañas de laderas abruptas presentes en la parte alta del gradiente (superior a 1,400 m) están formadas por acumulaciones de andesita/basalto y flujos piroclásticos del Terciario; en el resto del transecto, se encuentran pequeños lomeríos formados por rocas volcánicas, paleogénicas a cuaternarias; en el extremo inferior se encuentra una plani-

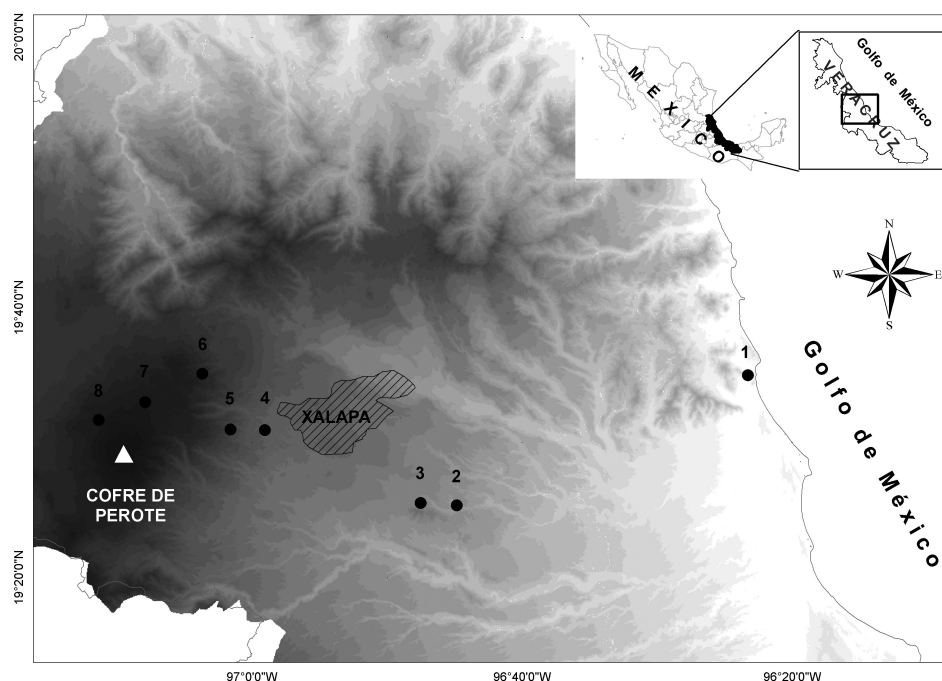


Figura 1. Ubicación de los ocho sitios de estudio a lo largo del gradiente altitudinal en la vertiente del Golfo de México, centro del estado de Veracruz, México. Localidades de estudio: 1. La Mancha (20 m); 2. Palmarejo (500 m); 3. Chavarrillo (1,000 m); 4. Los Capulines (1,500 m); 5. El Zapotal (2,000 m); 6. El Encinal (2,500 m); 7. Los Pescados (3,000 m); 8. El Conejo (3,500 m).

cie formada por acumulaciones fluviales y lagunas costeras como la de La Mancha”.

A lo largo del gradiente de estudio las condiciones climáticas muestran una gama muy amplia, (Soto-Esparza y Giddings, 2011). La temperatura media anual tiene una disminución lineal con el aumento de la altitud, mientras que la precipitación anual es mayor en las partes medias y disminuye en los extremos del gradiente (Comisión Nacional del Agua, 2010) (Tabla 2). Basados en la clasificación de Miranda y Hernández-X. (1963), a lo largo del gradiente se encuentran seis diferentes tipos de vegetación natural: (i) bosque de *Abies* (3,600-3,500 m), (ii) bosque de *Pinus* (3,500-2,800 m), (iii) bosque de *Pinus-Quercus* (2,800-2,400 m), (iv) bosque mesófilo de montaña (2,400-1,300 m), (v) encinares tropicales (1,300-500 m) y (vi) selva mediana subcaducifolia (500 m hasta el nivel del mar). Estos tipos de vegetación forman parte de un mosaico paisajístico que comprende fragmentos aislados de vegetación natural o bosque maduro (BM), zonas con vegetación azonal (VA) en cañadas y al lado de ríos (vegetación ribereña), así como sitios con diferentes grados de perturbación antrópica, como son el bosque perturbado (BP), el cual es un ambiente sometido a tala parcial, impacto por animales (cabras, borregos, vacas), eliminación del sotobosque, etc., y la vegetación secundaria (VS), que comprende bosques secundarios en etapas intermedias de sucesión (15-25 años).

Trabajo de campo. El muestreo de los helechos y licófitos se realizó entre los meses de febrero del 2012 y enero del

2014. A lo largo del transecto se establecieron de 15 a 25 parcelas no permanentes de 20 × 20 m (Kessler y Bach, 1999) en cada uno de los ocho sitios de estudio ubicados en diferentes pisos altitudinales, separados por 500 m de altitud (20-500 m, 500-1,000 m, 1,000-1,500 m, 1,500-2,000 m, 2,000-2,500 m, 2,500-3,000 m, 3,000-3,500 m, 3,500-3,600 m; Figura 1). Para simplificar, en el texto, se menciona solo el límite altitudinal inferior de cada piso. En cada una de las elevaciones y en los diferentes tipos de vegetación presentes en los pisos altitudinales, las parcelas fueron distribuidas por igual en diferentes ambientes naturales y derivados de la acción humana, es decir, se establecieron cinco en bosque maduro, cinco en bosque perturbado y cinco en zonas con vegetación secundaria. Además en los pisos de 500 m, 1,500 m y 2,000 m existen cañadas y vegetación ribereña donde también se estableció la misma cantidad de parcelas por ambiente, en el resto de los pisos altitudinales estudiados no se encuentra esta vegetación azonal.

En cada una de las parcelas se registró la presencia/ausencia de las especies terrestres y además las epífitas del sotobosque, es decir las plantas que crecen sobre los troncos de los árboles grandes y en árboles jóvenes o arbustos hasta una altura aproximada de 8 m (Krömer *et al.*, 2007), las cuales fueron colectadas mediante una garrocha. La colecta de muestras botánicas se realizó en cada piso altitudinal y de acuerdo a Lot y Chiang (1986). Los ejemplares fueron identificados con base en Mickel y Smith (2004), comparaciones con ejemplares de herbario, y la consulta a especialistas (ver agradecimientos). La clasificación taxonómica

Tabla 1. Familias y géneros de helechos y licófitos con mayor representatividad a lo largo del gradiente altitudinal del Cofre de Perote, centro de Veracruz, México.

Familia	No. de especies	%	Género	No de especies	%
Polypodiaceae	33	21.3	<i>Asplenium</i>	12	7.7
Dryopteridaceae	24	15.5	<i>Elaphoglossum</i>	11	7.1
Pteridaceae	20	12.9	<i>Pleopeltis</i>	9	5.8
Aspleniaceae	13	8.4	<i>Blechnum</i>	8	5.2
Hymenophyllaceae	11	7.1	<i>Polypodium</i>	8	5.2
Blechnaceae	8	5.2	<i>Hymenophyllum</i>	6	3.9
Dennstaedtiaceae	7	4.5	<i>Selaginella</i>	6	3.9
Thelypteridaceae	6	3.9	<i>Thelypteris</i>	5	3.2
Woodsiaceae	6	3.9	<i>Adiantum</i>	5	3.2
Lycopodiaceae	5	3.2	<i>Diplazium</i>	4	2.6

se realizó de acuerdo a Mickel y Smith (2004) y Smith *et al.* (2006), las actualizaciones nomenclaturales se uniformizaron según los siguientes autores: Ranker *et al.* (2004), Ebihara *et al.* (2006), Kessler *et al.* (2011b), Li *et al.* (2012), Øllgaard (2012), Grusz y Windham (2013) y Smith y Tejero-Díez (2014). Los duplicados fueron depositados en el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología de la UNAM, así como parcialmente en los herbarios de la Universidad Veracruzana (CIB), de la Universidad de California (UC), Berkeley, E.E. UU y/o del Instituto de Ecología, A.C. (XAL).

Análisis de datos. Se presenta un listado de especies que incluye datos referentes al rango altitudinal, hábito (terrestre, epífita, rupícola y escandente) y tipo de vegetación donde fueron registradas (Apéndice 1). Se señalan también las especies que se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, los nuevos registros para el estado y las especies endémicas de Veracruz y/o México, así como el número de parcelas en las cuales fue encontrado cada taxón. Se utilizó el estimador Chao2 obtenido en el programa Es-

timateS 9.1.0 (Colwell, 2013) para conocer el número total de especies estimadas en cada piso altitudinal.

Resultados

En total, para las 135 parcelas muestreadas a lo largo del gradiente altitudinal, se registraron 140 especies y cuatro variedades de helechos agrupadas en 59 géneros y 22 familias, así como 11 especies de licófitos distribuidas en tres géneros y dos familias (Apéndice 1). Los géneros con un mayor número de especies fueron: *Asplenium* L. (12 spp.), *Elaphoglossum* Schott ex J.Sm. (11 spp.) y *Pleopeltis* Humb. & Bonp. ex. Willd (9 spp.). La familia Polypodiaceae es la más rica con 33 especies, seguida de Dryopteridaceae (24) y Pteridaceae (20) (Tabla 1). Se registraron 79 especies terrestres y 65 epífitas, siete rupícolas, dos terrestres o rupícolas, una terrestre o epífita y una escandente. Dos especies del género *Elaphoglossum* —*Elaphoglossum pallidum* C. Chr. y *Elaphoglossum squarrosus* (Kl.) T. Moore— y *Polystichum muricatum* L. Fée son nuevos registros para el

Tabla 2. Riqueza de especies de helechos y licófitos por piso altitudinal (Alt) y tipo de vegetación (TV): selva mediana subcaducifolia (SMS), encinar tropical (ET), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), bosque de *Pinus* (BP) y bosque de *Abies* (BA), en diferentes ambientes naturales y derivados de la acción antrópica: bosque maduro (BM), bosque perturbado (BP), vegetación secundaria (VS) y vegetación azonal (VA; ríparia y cañadas). Se indica el número de especies totales, de epífitas (Epi) y terrestres (Ter), así como la riqueza estimada (Est) por Chao2 y el porcentaje que representan las especies observadas con respecto a las estimadas (%). Se presentan datos de temperatura (T) y precipitación anual (Prec).

Sitio (No. de parcelas)	Alt (m)	TV	T (°C)	Prec (mm)	BM	BP	VS	No de especies			
								VA	Total (Epi/Ter)	Est (Chao2)	%
La Mancha (15)	20	SMS	25	800	3	3	3	—	4 (2/2)	4	100
Palmarejo (15)	500	SMS/ET	21	900	11	7	7	26	28 (5/20)	35.5	78
Chavarrillo (15)	1,000	ET	21	900	7	7	8	—	14 (8/6)	21.3	65
Los Capulines (25)	1,500	BMM	19	1,800	44	23	22	44	66 (34/32)	67.6	97
El Zapotal (15)	2,000	BMM	18	1,800	46	35	29	—	62 (31/30)	73.5	84
El Encinal (20)	2,500	BPQ	12	1,900	39	35	32	31	46 (24/21)	46.7	98
Los Pescados (15)	3,000	BP	10	800	7	6	6	—	9 (3/6)	9	100
El Conejo (15)	3,500	BA	9	800	4	3	7	—	7 (1/6)	7	100

estado de Veracruz, las cuales se registraron en el bosque de *Pinus-Quercus* a una elevación de 2,500 m. De la lista total de especies, nueve están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas en su mayoría (7 spp.) se encontraban en el bosque mesófilo de montaña y la vegetación de *Pinus-Quercus*, de las cuales cinco corresponden a helechos arborescentes. Los valores del estimador Chao2 muestran que se tiene entre el 77 y 100 % de las especies estimadas en cada uno de los pisos altitudinales, sin embargo en el piso de 1,000 m se obtuvo apenas el 62 % (Tabla 2).

La riqueza de especies fue contrastante en diferentes pisos altitudinales del gradiente, ya que en elevaciones medias (1,500 a 2,500 m) se presentaron los valores máximos, mientras que los extremos superior e inferior del gradiente contienen muy pocas especies. Los tipos de vegetación con mayor registro de helechos y licófitos fueron el bosque mesófilo de montaña (con 96 especies), seguido del bosque de *Pinus-Quercus* (46 spp.) y la selva mediana subcaducifolia presente a 500 m (28 spp.). En la zona que se encuentra cercana al nivel del mar, así como en las partes altas del Cofre de Perote, la riqueza disminuyó hasta un 98 y 96 % respectivamente (Tabla 2).

Con respecto a la relación de especies epífitas y terrestres a lo largo del gradiente altitudinal, se observó que en las elevaciones medias de 1,000 a 2,500 m, la proporción de estas se mantiene entre el 47 y 52 % en relación a la riqueza de cada piso altitudinal, mientras que hacia los extremos del gradiente, los helechos y licófitos epífitos disminuyeron fuertemente; sin embargo, en La Mancha (20 m) esta proporción se encontró en un 50 %, aunque en base de un número de especies muy reducido (Tabla 2). Los bosques maduros en las elevaciones medias fueron los ambientes con la mayor cantidad de especies en comparación con la vegetación derivada de la acción antrópica, mientras que en los extremos del gradiente los valores de riqueza fueron similares en bosques naturales y perturbados. Se destaca el hecho de que en los pisos donde existe vegetación azonal, la cantidad de especies registradas fue mayor si se compara con el resto de los ambientes, incluso con el bosque maduro (Tabla 2).

Discusión

Riqueza de especies. La riqueza de 155 taxa registrados en este trabajo, representa el 27,5 % de los helechos y licófitos de Veracruz (Tejero-Díez *et al.*, 2011; Krömer *et al.*, 2015) y el 15 % de las especies de México (Mickel y Smith, 2004, Tejero-Díez *et al.*, 2014). Considerando que esta riqueza se registró en una superficie de muestra pequeña, el gradiente altitudinal estudiado resguarda una importante proporción de la pteridoflora del país. Los valores de las especies observadas son cercanos a las estimadas por Chao2 (en general más del 80 %), lo cual indica un muestreo satisfactorio (Tabla 2), únicamente en el encinar tropical (500 y 1,000 m) se

Tabla 3. Riqueza de especies de helechos y licófitos registrada en gradientes altitudinales ubicados en diferentes regiones del Neotrópico, indicando su rango altitudinal y latitud.

Región, País	Elevación (m)	Latitud	No de especies	Autores
Parque Nacional Carrasco, Bolivia	300-3,950	17° 26' S	473	Kessler <i>et al.</i> , 1999
Yungas de La Paz, Bolivia	350-4,000	16° 13' S	264 (solo epífitas)	Krömer <i>et al.</i> , 2005
Napo, Ecuador	400-4,000	0° 20' S	350	Salazar <i>et al.</i> , 2015
Pichincha, Ecuador	450-3,600	0° 09' N	319	Salazar <i>et al.</i> , 2015
La Selva-Volcán Barva, Costa Rica	30-2,300	10°08' N	246	Watkins <i>et al.</i> , 2006a
Braulio Carrillo-La Selva y Cerro de la Muerte, Costa Rica	70-3,400	10° 24' N	484	Kluge y Kessler, 2005
Centro de Veracruz, México	20-3,500	19° 31' N	155	Este estudio

obtuvieron valores por debajo del 80 % de las especies estimadas, debido al alto número de taxa únicos y duplicados. Estos bajos valores pueden explicarse por la homogeneidad de microambientes y la poca disponibilidad de nichos en el encinar tropical, lo que limita la presencia de especies (Kluge y Kessler, 2011), caso contrario a lo que sucede en el bosque mesófilo de montaña, en donde el estimador indica que las especies observadas representan más del 80 % de las estimadas.

Campos-Salas (2011) registra para un gradiente altitudinal de 1,500-3,700 m ubicado en el estado de México una riqueza de 125 helechos y licófitos, cifra que coincide con el número de especies registradas en el presente estudio en esa franja altitudinal (126 especies entre 1,500 y 3,500 m). Krömer *et al.* (2013b), en un gradiente altitudinal de 140-1,650 m en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, registraron 108 especies y no incluyeron vegetación perturbada; esta riqueza es mayor si se compara con la registrada en el presente estudio (99 especies entre 20 m y 1,500 m). Esto debido a que Los Tuxtlas es un área con una elevada precipitación (> 4,000 mm) y humedad ambiental, factores que favorecen una alta riqueza de helechos (Krömer *et al.*, 2013b; Acebey *et al.*, 2015). Por otro lado, Hietz y Hietz-Seifert (1995) registraron 33 especies de helechos epífitos en árboles mayores a 10 cm de diámetro que fueron muestreados en fragmentos de bosque natural, ubicados entre los 720-2,370 m en el mismo gradiente altitudinal del presente estudio; sin embargo, dicha riqueza epifítica es menor a la registrada en este trabajo (61 spp.) entre 500-2,500 m, lo que confirma la importancia del sotobosque como hábitat para los helechos epífitos (Krömer *et al.*, 2007).

Los datos de la alta riqueza de especies presentados, muestran la importancia de este gradiente por su gran aporte

a la pteridoflora a nivel regional. Sin embargo, si contrastamos estos datos con otras zonas del Neotrópico cercanas al Ecuador resultan notablemente menores (Tabla 3). Esto coincide con el gradiente de diversidad latitudinal, en el cual el número de especies de helechos y licófitos por unidad de área aumenta conforme se acerca al Ecuador y se aleja de los polos (Moran, 2008; Salazar *et al.*, 2015), aunque los estudios realizados en Bolivia entre 14-16° de latitud Sur demuestran la extraordinaria riqueza de los bosques húmedos de los Andes (Krömer *et al.*, 2005; Kessler *et al.*, 2011a).

En el presente estudio, se observó que las elevaciones medias (1,500-2,500 m) son las zonas con mayor riqueza de especies, situación que coincide con lo reportado en otros países Neotropicales (Salazar *et al.*, 2015). En esta franja altitudinal, se encuentra el bosque mesófilo de montaña el cual es el tipo de vegetación más diverso por unidad de superficie en México y en el cual los helechos y licófitos son un componente conspicuo (Rzedowski, 1996; Tejero-Díez *et al.*, 2014). En este tipo de vegetación predominan las condiciones climáticas de temperaturas templadas y alta humedad ambiental que favorecen el desarrollo de una gran riqueza de helechos (Kluge *et al.*, 2006; Watkins *et al.*, 2006a; Salazar *et al.*, 2015). De acuerdo a Tejero-Díez *et al.* (2011) el bosque de *Pinus-Quercus* es otro tipo de vegetación con alta riqueza de helechos en Veracruz, y en concordancia en este estudio fue el segundo más diverso. Por otro lado, los bosques de coníferas y los encinares tropicales fueron los tipos de vegetación con menor número de especies, esto se debe a que la sequía estacional y los climas cálido-secos en la parte baja y fríos en la parte alta del gradiente limitan la presencia de helechos (Tejero-Díez *et al.*, 2011), ya que en estos extremos del gradiente sobreviven únicamente las especies que desarrollan estrategias fisiológicas como la tolerancia a la desecación, poiquilohidría o fotoinhibición a través del desarrollo de escamas y tricomas (Watkins *et al.*, 2006b; Hietz, 2010).

El componente epifítico representa casi el 50 % de la riqueza total registrada, sin embargo su proporción cambia de acuerdo a la altitud. En la franja media del gradiente (1,000-2,500 m), las epífitas están representadas con cerca del 50 % del total de especies registradas en cada piso altitudinal, mientras que los valores decrecen en los extremos del gradiente. Esto coincide con los resultados obtenidos en la región de Los Tuxtlas por Acebey *et al.* (2015), en donde la riqueza de especies terrestres es mayor en las selvas tropicales de las zonas bajas y las epífitas son más numerosas en el bosque mesófilo de montaña de elevación media. Lo anterior indica que las condiciones de sequía y temperaturas extremas presentes en los límites superior e inferior del gradiente, limitan a los helechos y licófitos en general y específicamente a los epífitos (Kessler, 2001b; Krömer *et al.*, 2005).

Riqueza por tipo de hábitat. Los ambientes con bosque maduro entre los 1,500-2,500 m, contienen la mayor cantidad

de especies, mientras que el bosque perturbado y las zonas con vegetación secundaria de esta franja muestran valores más bajos. Lo anterior indica que las modificaciones en la estructura de los bosques húmedos causados por la acción humana afectan de manera considerable a las especies de helechos y licófitos, ya que al existir cambios en el microclima y fisonomía del bosque como producto de la perturbación (Barthlott *et al.*, 2001; Krömer y Gradstein, 2003; Köster *et al.*, 2009), la riqueza de éstas se pierde desde el 40 hasta el 70 %. Esta pérdida pudiera deberse a la vulnerabilidad de las especies higrófilas y umbrófilas que habitan principalmente en el sotobosque de los bosques maduros en relación al microclima más seco y caliente causado por la mayor entrada de luz en los ambientes antropizados (Acebey *et al.*, 2003; Paciencia y Prado, 2005; Krömer *et al.*, 2007; Larrea y Werner, 2010; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014). Sin embargo, en los pisos altitudinales de 1,000 y 3,500 m, la vegetación secundaria contiene una riqueza similar a la del bosque maduro, debido a la presencia de especies adaptadas a condiciones extremas de sequía y temperatura, las cuales no se ven afectadas por la perturbación (Hietz, 2010). Como ejemplos de lo anterior se destacan las especies de *Adiantum* L., *Anemia* Sw. y *Myriopteris* Fée en 1,000 m, los cuales son comunes en bosques secos y presentan rizomas subterráneos capaces de sobrevivir al fuego; por otro lado, en 3,500 m se encuentran especies de *Pleopeltis* y *Polystichum* Roth, que como estrategia adaptativa crecen sobre o entre rocas y presentan escamas y abundantes tricomas que les permiten tolerar altos niveles de radiación (Hietz, 2010).

En la vegetación azonal (cañadas y al lado de ríos), la riqueza de helechos y licófitos encontrada es similar a la de los bosques maduros, incluso en ocasiones es mayor. Para el caso del piso de 500 m, la riqueza registrada en vegetación ribereña fue el doble de la que se observó en selva mediana subcaducifolia y encinar tropical maduro, destacándose que la mayoría de las especies adicionales son terrestres o rupícolas. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Kessler (2001a) en Bolivia y por Kluge y Kessler (2011) en Costa Rica, donde registran una mayor riqueza de especies en las orillas de ríos y confirman la preferencia de los helechos por habitar en zonas con influencia de agua y humedad ambiental alta.

Nuevos registros y conservación. A pesar de que el estado de Veracruz en el pasado y recientemente ha sido motivo de diferentes estudios sobre la riqueza y distribución de helechos y licófitos (p. ej., Lira y Riba, 1984; Palacios-Ríos, 1992; Tejero-Díez *et al.*, 2011; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014; Acebey *et al.*, 2015), aún es posible aportar nuevas contribuciones a la pteridoflora del estado. Los tres nuevos registros del presente estudio pertenecen a los géneros *Elaeophoglossum* y *Polystichum*, los cuales fueron encontrados en el bosque de *Pinus-Quercus* en la franja altitudinal de 2,500 m. El primero de ellos, *E. pallidum* se distribuye en

bosque mesófilo y bosque de *Pinus-Quercus* en cinco estados (Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Morelos); el segundo, *E. squarrosus* estaba registrado en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero y México, en bosques húmedos montañosos, mientras que *Polystichum muricatum* se tenía reportado en los estados de Oaxaca y Chiapas en altitudes menores (1,350-1,850 m). El hallazgo de estas especies en Veracruz, aumenta el número de taxa de helechos y licófitos registrados y confirmados a 564 (Krömer *et al.*, 2015) y reafirma la necesidad de continuar con la elaboración de inventarios florísticos en general y estudios de la pteridoflora en particular, sobre todo en zonas poco exploradas como la Sierra de Huayacocotla y la Sierra de Otontepec al norte del estado, así como en zonas con cañadas que por su difícil acceso han sido poco estudiadas.

El gran número de especies de helechos y licófitos registrado, confirma que la región montañosa del centro de Veracruz es una de las de mayor riqueza de estos grupos en el estado (Tejero-Díez *et al.*, 2011). Además se documenta la disminución de especies en ambientes sometidos a perturbación antrópica y la alta riqueza de helechos en vegetación azonal. Debido a que todos los tipos de vegetación natural presentes a lo largo del gradiente altitudinal se encuentran fuertemente alterados (Ellis *et al.*, 2011), la situación de muchos helechos y licófitos en la zona es vulnerable, sobre todo de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de Veracruz (*Asplenium venturae* A.R.Sm. y *Cibotium schiedei* Schltdl. & Cham.), las cuales son de distribución restringida en el centro del estado. Sumado a estas, se encuentran las especies de Hymenophyllaceae, *Phlegmariurus* (Herter) Holub y helechos gramitoides que se encuentran principalmente en el bosque mesófilo y se ha demostrado su vulnerabilidad cuando existen cambios en el ambiente provocados por las actividades antrópicas (Tejero-Díez *et al.*, 2011; Gehrig-Downie *et al.*, 2012; Krömer *et al.*, 2013a, Armenta-Montero *et al.*, 2015). Sin embargo, la vegetación azonal representa un reservorio importante de la pteridoflora, por lo tanto la conservación de fragmentos de estos ambientes en Veracruz y México, puede y debería considerarse en futuros planes de conservación.

Agradecimientos

Agradecemos a Jorge Gómez-Díaz, Valeria Guzmán-Jacob y Samaria Armenta-Montero por su apoyo en campo, a esta última se agradece además la realización del mapa. A Amparo R. Acebey, Juan C. López-Acosta y Michael Kessler por sus comentarios útiles para el enriquecimiento del documento. Al Instituto de Ecología, A.C. por su autorización para realizar el muestreo en "La Mancha". A Alan R. Smith (UC-Berkeley) y Robin C. Moran (NY Botanical Garden) por la corroboración de las identificaciones del material de herbario. A los dos revisores anónimos por las sugerencias

que permitieron mejoras sustanciales del manuscrito. Al CONACyT por la beca (No. 224291) otorgada al primer autor.

Literatura citada

- Acebey A., Gradstein S.R. y Krömer T. 2003. Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* **19**:9-18.
- Acebey A.R., Krömer T., Vázquez-Torres M. y Tejero-Díez J.D. 2015. Helechos y licófitos de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Botanical Sciences* **93**:313-344.
- Armenta-Montero S., Carvajal-Hernández C., Ellis E.A. y Krömer T. 2015. Distribution and conservation status of *Phlegmariurus* (Lycopodiaceae) in the state of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science* **8**:114-137
- Arriaga L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L. y Loa E. Coord. 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F. <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tsureste.html>> (consultado el 25 febrero 2014).
- Barthlott W., Schmit-Neuerburg V., Nieder J. y Engwald S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* **152**:145-156.
- Campos-Salas N. 2011. Diversidad y distribución de helechos y licopodios en la cuenca alta del río Chiquihuitero, Coatepec Harinas, México, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, México. 75 pp.
- Carvajal-Hernández C., Krömer T. y Vázquez-Torres M. 2014. Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados, en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **85**:491-501.
- Castillo-Campos G., Avendaño-Reyes S. y Medina-Abreo M.E. 2011. Flora y vegetación. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I*, pp. 163-179, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. <<http://purl.oclc.org/estimates>> (consultado el 22 de enero de 2014).
- Comisión Nacional del Agua. 2010. Normales climatológicas por estación. <http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75>. (consultado el 17 de octubre de 2012).
- CONABIO. 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Ebihara A., Dubuisson J.-Y., Iwatsuki K., Hennequin S. e Ito M. 2006. A taxonomic revision of Hymenophyllaceae. *Blumea* **51**:221-280.
- Ellis E.A., Martínez-Bello M. y Monroy-Ibarra R. 2011. Focos rojos para la conservación de la biodiversidad. En: Comisión

- Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I*, pp. 351-367, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Gehrig-Downie C., Marquardt J., Obregón A., Bendix J. y Gradstein S.R. 2012. Diversity and vertical distribution of filmy ferns as a tool for identifying the novel forest type "tropical lowland cloud forest". *Ecotropica* **18**:35-44.
- Geissert-Kientz D. y Enríquez-Fernández E. 2011. Geomorfología. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I*, pp. 53-68, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Gómez-Díaz J.A. 2010. Comparación florística de epífitas vasculares entre un bosque mesófilo de montaña y un acahual en el municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 117 pp.
- Gómez-Pompa A. 2010. Programa Flora de Veracruz. En: Gómez-Pompa A., Krömer T. y Castro-Cortés R. Coord. *Atlas de la Flora de Veracruz: Un Patrimonio Natural en Peligro*, pp. 43-56, Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, Xalapa, México.
- Grusz A.L. y Windham M.D. 2013. Toward a monophyletic *Cheilanthes*: The resurrection and recircumscription of *Myriopteris* (Pteridaceae). *Phytokeys* **32**:49-64.
- Hernández-Rojas A.C. 2010. Diversidad de helechos en bosques mesófilos con diferente dominancia arbórea en el centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz. 84 pp.
- Hietz P. y Hietz-Seifert U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* **6**:487-498.
- Hietz P. 2010. Fern adaptations to xeric environments. En: Mehltreter K., Walker L.R. y Sharpe J.M. Eds. *Fern Ecology*, pp. 140-176, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kessler M. y Bach K. 1999. Using indicator groups for vegetation classification in species-rich Neotropical forests. *Phytocoenologia* **29**:485-502.
- Kessler M., Smith A.R. y González J. 1999. Inventario de pteridofitos en un transecto altitudinal en el Parque Nacional Carrasco, dpto, Cochabamba, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* **2**:227-250.
- Kessler M. 2001a. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* **10**:1897-1920.
- Kessler M. 2001b. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* **10**:1473-1495.
- Kessler M., Kluge J., Hemp A. y Ohlemüller R. 2011a. A global comparative analysis of elevational species richness patterns of ferns. *Global Ecology and Biogeography* **20**:868-880.
- Kessler M., Moguel-Velázquez A.L., Sundue M. y Labiak P.H. 2011b. *Alansmia*, a new genus of grammitid ferns (Polypodiaceae) segregated from *Terpsichore*. *Brittonia* **63**:233-244.
- Kluge J. y Kessler M. 2005. Inventory of pteridophytes along an elevational transect in Braulio Carrillo National Park, La Selva Biological Station and Cerro de la Muerte, Costa Rica. *Brenesia* **63/64**:11-34.
- Kluge J., Kessler M. y Dunn R.R. 2006. What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints, climate and species pool effects for pteridophytes on an elevational gradient in Costa Rica. *Global Ecology and Biogeography* **15**:358-371.
- Kluge J. y Kessler M. 2011. Influence of niche characteristics and forest type on fern species richness, abundance and plant size along an elevational gradient in Costa Rica. *Plant Ecology* **212**:1109-1121.
- Köster N., Friedrich K., Nieder J. y Barthlott W. 2009. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* **23**:911-919.
- Krömer T. y Gradstein S.R. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* **24**:190-195.
- Krömer T., Kessler M., Gradstein S.R. y Acebey A. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* **32**:1799-1809.
- Krömer T., Kessler M. y Gradstein S.R. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* **189**:261-278.
- Krömer T., Acebey A.R. y Smith A.R. 2013a. Taxonomic update, distribution and conservation status of grammitid ferns (Polypodiaceae, Polypodiopsida) in Veracruz State, Mexico. *Phytotaxa* **82**:29-44.
- Krömer T., Acebey A., Kluge J. y Kessler M. 2013b. Effects of altitude and climate in determining elevational plant species richness patterns: A case study from Los Tuxtlas, Mexico. *Flora* **208**:197-210.
- Krömer T., Carvajal-Hernández C., Acebey A.R. y Smith A.R. 2015. A decade of new pteridophyte records for the State of Veracruz, Mexico. *American Fern Journal* **105**:162-175.
- Kreft H., Jetz W., Mutke J. y Barthlott W. 2010. Contrasting environmental and regional effects on global pteridophyte and seed plant diversity. *Ecography* **33**:408-419.
- Larrea M.L. y Werner F.A. 2010. Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management* **260**:1950-1955.
- Li F.-W. Pryer K.M. y Windham M.D. 2012. Gaga, a new fern genus segregated from *Cheilanthes* (Pteridaceae). *Systematic Botany* **37**:845-860.
- Lira R. y Riba R. 1984. Aspectos fitogeográficos y ecológicos de la flora pteridofítica de la sierra de Santa Marta, Veracruz, México. *Biótica* **9**:451-467.
- Lot A. y Chiang F. 1986. *Manual de Herbario. Administración y Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México, D.F.
- Magaña P. y Villaseñor J.L. 2002. La flora de México ¿Se podrá conocer completamente? *Ciencias* **66**:24-26.
- Mickel J. y Smith A.R. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **88**: 1-1054.
- Miranda F. y Hernández-X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**:29-178.
- Moran R.C. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on Neotropical montane forests. En Churchill

- S.P., Balslev H., Forero E. y Luteyn J.L. Eds. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. Proceedings of a Symposium*, The New York Botanical Garden, 21-26 June 1993. pp. 359-363, The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Moran R.C. 2008. Diversity, biogeography, and floristics. En: Ranker T.A. y Haufler C.H. Eds. *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*, pp 367-394, Cambridge University Press, Nueva York.
- Øllgaard B. 2012. New combinations in Neotropical Lycopodiaceae. *Phytotaxa* **57**:10-22.
- Paciencia M.L.B. y Prado J. 2005. Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology* **180**:87-104.
- Palacios-Ríos M. 1992. Las pteridofitas del Estado de Veracruz. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 364 pp.
- Ranker T.A., Smith A.R., Parris B.S., Geiger J.M.O., Haufler C.H., Straub S.C.K. y Schneider H. 2004. Phylogeny and evolution of grammitid ferns (Grammitidaceae): A case of rampant morphological homoplasy. *Taxon* **53**:415-428.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* **35**:25-44.
- Salazar-Rodríguez J.L. 2010. Holoepífitas vasculares del bosque mesófilo de montaña del municipio de Acajete, Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 42 pp.
- Salazar L., Homeier J., Kessler M., Abrahamczyk S., Lehnert M., Krömer T. y Kluge J. 2015. Diversity patterns of ferns along elevation in Andean tropical forests. *Plant Ecology and Diversity* **8**:13-24.
- Smith A.R., Pryer K.M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H. y Wolf P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* **55**:705-731.
- Smith A.R. y Tejero-Díez J.D. 2014. *Pleopeltis* (Polypodiaceae), a redefinition of the genus and nomenclatural novelties. *Botanical Sciences* **92**:43-58.
- Soto-Esparza M. y Geissert K.D. 2011. Geografía. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I*, pp. 31-34, 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.
- Soto-Esparza M. y Giddings-Berger L.E. 2011. Clima. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I*, pp. 35-52, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Tejero-Díez D., Torres-Díaz A., Mickel J.T., Mehltreter V.K. y Krömer T. 2011. Helechos y licopodios. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen II*, 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.
- Tejero-Díez J.D., Torres-Díaz A.N. y Gual-Díaz M. 2014. Licopodios y helechos en el bosque mesófilo de montaña de México. En: Gual-Díaz M. y Rendón-Correa A. Comp. *Bosques Mesófilos de Montaña de México. Diversidad, Ecología y Manejo*. pp. 197-220. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- Vázquez G.J.A. y Givnish T.J. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* **86**:999-1020.
- von Humboldt A. 1822 (2004). *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*. Porrúa. México, D.F. <<https://archive.org/details/ensayopoliticos00arnagoog>> (consultado el 20 de febrero de 2014)
- Watkins Jr. J.E., Cardelús C., Colwell R.K. y Moran R.C. 2006a. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* **93**:73-83.
- Watkins Jr. J.E., Kawahara A.Y., Leicht, S.A., Auld J.R., Bicksler A.J. y Kaiser K. 2006b. Fern laminar scales protect against photoinhibition from excess light. *American Fern Journal* **96**:83-92.
- Zamudio G. y Butanda A. 1999. Humboldt y la botánica americana. *Ciencias* **62**:55-56.

Recibido: 16 de junio de 2014

Aceptado: 17 de agosto de 2014

Apéndice 1. Relación de especies de helechos y licófitos registradas a lo largo del gradiente altitudinal del Cofre de Perote, centro de Veracruz, México. Colector: César I. Carvajal-Hernández (CICH); Herbario: MEXU: Instituto de Biología, UNAM; UC: Universidad de California-Berkeley; CIB: Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana y XAL: Instituto de Ecología, A.C.; Hábito (T: terrestre; E: epífito; R: rupícola; ES: escandente); Vegetación: tipo de vegetación (BA: bosque de *Abies*; BP: bosque de *Pinus*; BPQ: bosque de *Pinus-Quercus*; BMM: bosque mesófilo de montaña; ET: bosque tropical de *Quercus* o encinar tropical; SMS: selva mediana subcaducifolia); No.: número de parcelas donde la especie fue registrada; Observaciones (EV: endémica a Veracruz; EM: endémica a México; NR: nuevo registro para Veracruz; Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2010: P: en peligro; Pr: sujeta a protección especial; A: amenazada).

Familia/Especie (ejemplar de referencia, herbario)	Hábito	Elevación (m s.n.m.)	Vegetación	No.	Observaciones
EQUISETOPSIDAE					
LYCOPODIIDAE (Licófitos)					
LYCOPODIACEAE					
<i>Lycopodium clavatum</i> L. (CICH 357 MEXU)	T	2,500	BPQ	6	
<i>Lycopodium thyoides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (CICH 401 MEXU, UC)	T	2,500	BPQ	1	
<i>Phlegmariurus linifolius</i> (L.) B.Øllg. (CICH 795 CIB)	E	2,000	BMM	1	
<i>Phlegmariurus pringlei</i> (Underw. & F.E.Lloyd) B.Øllg. (CICH 355 MEXU; CICH 434 MEXU, UC)	E	1,500, 2,500	BMM, BPQ	1	
<i>Phlegmariurus taxifolius</i> (Sw.) Á.Löve & D.Löve (CICH 353 MEXU, UC; CICH 433 MEXU, UC)	E	1,500, 2,500	BMM, BPQ	8	
SELAGINELLACEAE					
<i>Selaginella harrisii</i> Underw. & Hieron. (CICH 506 MEXU, UC)	T	500	SMS	1	
<i>Selaginella hoffmannii</i> Hieron (CICH 530 CIB)	T	500	SMS	1	
<i>Selaginella stellata</i> Spring (CICH 430 MEXU, UC; CICH 659 MEXU)	T	1,500, 2,000	BMM	31	
<i>Selaginella stenophylla</i> A.Braun (CICH 501 MEXU, UC)	T	500	SMS	3	
<i>Selaginella silvestris</i> Aspl. (CICH 351 MEXU, UC)	T	2,500	BPQ	3	
<i>Selaginella pallescens</i> (C.Presl) Spring (CICH 538 CIB)	T	500	SMS	6	
POLYPODIIDAE (Helechos)					
ANEMIACEAE					
<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw. (CICH485 CIB, CICH536 MEXU)	T	500, 1,000	SMS, ET	10	
ASPLENIACEAE					
<i>Asplenium auriculatum</i> Sw. (CICH 439 MEXU, UC, CICH 641 CIB)	E	1,500, 2,000	BMM	5	
<i>Asplenium blepharophorum</i> Bertol. (CICH366 MEXU)	T	2,500	BPQ	6	
<i>Asplenium castaneum</i> Schldl. & Cham. (CICH 509 MEXU, CIB)	T	3,500	BA	3	
<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam. (CICH 443 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	1	
<i>Asplenium hallbergii</i> Mickel & Beitel (CICH 511 MEXU)	T	3000, 3,500	BA	10	
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze (CICH 449 MEXU, UC, CICH670 MEXU)	E	1,500, 2,000	BMM	20	
<i>Asplenium miradorensis</i> Liebm. (CICH 482 MEXU)	T	1,500	BMM	2	
<i>Asplenium monanthes</i> L. (CICH 336 MEXU, UC; CICH 438 MEXU, UC)	T	1,500, 2,000, 2,500, 3,500	BMM, BPQ, BP, BA	29	
<i>Asplenium riparium</i> Liebm. (CICH 674 MEXU, UC)	T y R	2,000	BMM	4	
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch. (CICH 460 MEXU, CICH 643 MEXU)	T y E	1,500, 2,000	BMM	7	
<i>Asplenium sessilifolium</i> Desv var. <i>sessilifolium</i> (CICH 335 MEXU, UC)	T y R	2,500	BPQ	3	
<i>Asplenium venturiae</i> A.R.Sm. (CICH 645 MEXU)	T	2,000	BMM	1	EV
<i>Schaffneria nigripes</i> Fée (CICH 555 MEXU, CIB)	R	500	SMS	1	
BLECHNACEAE					
<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd. (CICH 444 MEXU; CICH 638 MEXU)	T	1,500, 2,000	BMM	16	
<i>Blechnum falciforme</i> (Liebm.) C.Chr. (CICH 362 MEXU, CIB; CICH 649 CIB)	T	2,000, 2,500	BMM, BPQ	12	
<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C.V.Morton & Lellinger (CICH 450 MEXU; CICH 672 CIB)	E	1,500, 2,000	BMM	5	
<i>Blechnum gracile</i> Kaulf. (CICH 540 MEXU, CIB)	R	500	SMS	1	

Apéndice 1. Continuación

Familia/Especie (ejemplar de referencia, herbario)	Hábito	Elevación (m s.n.m.)	Vegetación	No.	Observaciones
<i>Blechnum occidentale</i> L.(CICH 818 CIB)	T	500	SMS	3	
<i>Blechnum schiedeanum</i> Hieron. (CICH 414 MEXU)	T	1,500	BMM	13	
<i>Blechnum stoloniferum</i> Mett. (CICH 354 MEXU, UC; CICH 671 MEXU, CIB)	T	2,000, 2,500	BMM, BPQ	20	
<i>Blechnum wardiae</i> Mickel & Beitel (CICH 478 MEXU, UC; CICH 656 MEXU, CIB)	T	1,500, 2,000	BMM	6	
CIBOTIACEAE					
<i>Cibotium schiedei</i> Schltdl. & Cham. (CICH 630 MEXU, CIB)	T	2,000	BMM	6	EV, P
CYATHEACEAE					
<i>Alsophila firma</i> (Baker) D.S.Conant (CICH 411 MEXU, UC)	T	1,500, 2,000	BMM	20	Pr
<i>Cyathea bicrenata</i> Liebm. (CICH 481MEXU, UC)	T	1,500	BMM	6	Pr
<i>Cyathea tuerckheimii</i> Maxon (CICH 410 MEXU, UC)	T	1,500, 2,000	BMM	29	Pr
<i>Cyathea fulva</i> (M.Martens & Galeotti) Fée (CICH 369 CIB)	T	2,500	BPQ	7	Pr
DENNSTAEDTIACEAE					
<i>Dennstaedtia cicutaria</i> (Sw.) T.Moore (CICH 531 CIB)	T	500	SMS	1	
<i>Dennstaedtia cornuta</i> (Kaulf.) Mett. (CICH 480 MEXU, UC; CICH 699 CIB)	T	1,500, 2,000	BMM	5	
<i>Hypolepis blepharochlaena</i> Mickel & Beitel (CICH 349 MEXU, CIB)	T	2,500	BPQ	5	
<i>Hypolepis repens</i> (L.) C.Presl (CICH 465 CIB, CICH 751 CIB)	T	1,500, 2,000	BMM	10	
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>feeii</i> (W.Schaffn. ex Fée) (CICH 464 MEXU)	T	1,500, 2,000	BMM	6	
<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon (CICH 486 MEXU)	T	1,000	ET	1	
DICKSONIACEAE					
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F.Gmel.) C.Chr. (CICH 363 MEXU, CIB; CICH 413 MEXU; CICH 634 CIB)	T	1,500, 2,000, 2,500	BMM, BPQ	33	
DRYOPTERIDACEAE					
<i>Arachniodes denticulata</i> (Sw.) Ching (CICH 345 MEXU, UC CIB; CICH 605 MEXU, CIB)	T	2,000, 2,500	BMM, BPQ	32	
<i>Bolbitis portoricensis</i> (Spreng.) Hennipman (CICH 552 MEXU)	T	500	SMS	1	
<i>Megalastrum pulverulentum</i> (Poir.) A.R.Sm. & R.C.Moran (CICH 425 UC, CIB)	T	1,500	BMM	5	
<i>Ctenitis hemsleyana</i> (Baker) Copel. (CICH 606 MEXU, CIB)	T	2,000	BMM	10	
<i>Ctenitis</i> (C.Chr.) C.Chr. sp. (CICH 314 MEXU)	T	1,500	BMM	1	
<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl. (CICH 340 MEXU, UC, CIB)	T	2,000, 2,500, 3,000	BMM, BPQ, BP	30	
<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T.Moore (CICH 640 CIB)	R	2,000	BMM	2	
<i>Elaphoglossum glaucum</i> T.Moore (CICH 386 MEXU, UC, CIB)	E	2,500	BPQ	4	
<i>Elaphoglossum lonchophyllum</i> (Fée) T.Moore (CICH 431 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	3	
<i>Elaphoglossum muscosum</i> (Sw.) T.Moore (CICH 678 CIB)	E	2,000	BMM	2	
<i>Elaphoglossum pallidum</i> C. Chr. (CICH 387 MEXU, UC; CICH 673 CIB)	E	2,000, 2,500	BMM, BPQ	3	NR
<i>Elaphoglossum peltatum</i> (Sw.) Urb. (CICH 422, MEXU, UC, CIB)	E	1,500, 2,000	BMM	11	
<i>Elaphoglossum pringlei</i> (Davenp.) C.Chr. (CICH 675 MEXU, CIB)	E	2,000	BMM	2	
<i>Elaphoglossum sartorii</i> (Liebm.) Mickel (CICH 389 MEXU, UC)	E	1,500, 2,000, 2,500	BMM, BPQ	13	
<i>Elaphoglossum squamipes</i> (Hook.) T.Moore (CICH 352 MEXU, UC, CIB)	E	2,500	BPQ	2	
<i>Elaphoglossum squarrosus</i> (Klotzsch) T.Moore (CICH 385 MEXU, UC, CIB)	R	2,500	BPQ	2	NR
<i>Elaphoglossum vestitum</i> (Schltdl. & Cham.) T.Moore (CICH 428 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	16	EM
<i>Phanerophlebia macrosora</i> (Baker) Underw. (CICH 348 MEXU, UC, CIB)	T	2,000	BMM	5	
<i>Phanerophlebia</i> C. Presl. sp. (CICH 801 CIB)	T	2,500	BPQ	1	

Apéndice 1. Continuación

Familia/Especie (ejemplar de referencia, herbario)	Hábito	Elevación (m s.n.m.)	Vegetación	No.	Observaciones
<i>Polystichum distans</i> E.Fourn. (CICH 332 MEXU, UC)	T	2,500	BPQ	3	
<i>Polystichum hartwegii</i> (Klotzsch) Hieron. (CICH 344 MEXU, UC; CICH 442 MEXU, UC)	T	1,500, 2,500	BMM, BPQ	31	
<i>Polystichum muricatum</i> (L.) Fée (CICH 344 MEXU, UC)	T	2,500	BPQ	3	NR
<i>Polystichum speciosissimum</i> (A.Braun ex Kunze) Copel. (CICH 392 MEXU, CIB)	T	3,000, 3,500	BP, BA	5	
<i>Polystichum</i> Roth sp. (CICH 631 CIB)	T	2,000	BMM	1	
GLEICHENIACEAE					
<i>Sticherus palmatus</i> (W.Schaffn. ex E.Fourn.) Copel. (CICH 429 MEXU, CIB; CICH 752 CIB)	T	1,500, 2,000	BMM	10	
HYMENOPHYLLACEAE					
<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C.Presl (CICH 484 MEXU, UC; CICH 658 MEXU, CIB)	E	1,500, 2,000	BMM	13	
<i>Hymenophyllum crispum</i> Kunth (CICH 735 CIB)	E	2,000	BMM	1	
<i>Hymenophyllum fucooides</i> (Sw.) Sw. (CICH 376 MEXU, UC; CICH 646 MEXU, CIB)	E	2,000, 2,500	BMM, BPQ	18	
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> Bosch (CICH 650 CIB)	E	2,000	BMM	2	
<i>Hymenophyllum tegularis</i> (Desv.) Proctor & Lourteig (CICH 359 MEXU, UC; CICH 660 MEXU)	E	2,000, 2,500	BMM, BPQ	8	
<i>Hymenophyllum trapezoidale</i> Liebm. (CICH 403 MEXU, UC)	E	2,500	BPQ	5	
<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm. (CICH 343 MEXU, UC)	E	2,500	BPQ	2	
<i>Polyphlebium capillaceum</i> (L.) Ebihara & Dubuisson (CICH 432 MEXU, UC; CICH 623 MEXU)	E	1,500, 2,000	BMM	16	
<i>Polyphlebium hymenophylloides</i> (Bosch) Ebihara & Dubuisson (CICH 662 CIB; CICH 663 CIB)	E	2,000	BMM	4	
<i>Polyphlebium pyxidiferum</i> (L.) Ebihara & Dubuisson (CICH 453 MEXU)	E	1,500	BMM	4	
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel. (CICH 405 MEXU, UC; CICH 657 MEXU)	E	2,000, 2,500	BMM, BPQ	4	
LINDSAEACEAE					
<i>Lonchitis hirsuta</i> L. (CICH 520 MEXU, CIB)	T	500	SMS	1	
LYGODIACEAE					
<i>Lygodium venustum</i> Sw. (CICH 701 CIB)	ES	20	SMS	9	
MARATTIACEAE					
<i>Marattia laxa</i> Kunze (CICH 412 MEXU, UC; CICH 635 CIB)	T	1,500, 2,000	BMM	25	Pr
OPHIOGLOSSACEAE					
<i>Botrychium decompositum</i> M.Martens & Galeotti (CICH 458 MEXU, UC)	T	1,500	BMM	1	
<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw. (CICH 451 MEXU, UC; CICH 628 CIB)	T	1,500, 2,000	BMM	2	
PLAGIOGYRIACEAE					
<i>Plagiogyria pectinata</i> (Liebm.) Lellinger (CICH 333 MEXU, UC)	T	2,500	BPQ	18	
POLYPODIACEAE					
<i>Alansmia cultrata</i> (Willd.) Moguel & M.Kessler (CICH 326 XAL, CICH 951 CIB)	E	1,500, 2,000	BMM	2	
<i>Campyloneurum amphostenon</i> Fée (CICH 346 MEXU, UC)	E	2,000, 2,500	BMM, BPQ	17	
<i>Campyloneurum angustifolium</i> Fée (CICH 368 MEXU, UC; CICH 454 MEXU, UC)	E	1,500, 2,500	BMM, BP	10	
<i>Campyloneurum phyllitidis</i> C.Presl (CICH 733 CIB; CICH 518 MEXU)	E	500, 1,000	SMS, ET	14	A
<i>Cochlidium linearifolium</i> (Desv.) Maxon ex C.Chr. (CICH 371 MEXU, CIB)	E	2,500	BPQ	3	
<i>Melpomene leptostoma</i> (Fée) A.R.Sm. & R.C.Moran (CICH 328 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	1	

Apéndice 1. Continuación

Familia/Especie (ejemplar de referencia, herbario)	Hábito	Elevación (m s.n.m.)	Vegetación	No.	Observaciones
<i>Melpomene pilosissima</i> (M.Martens & Galeotti) A.R.Sm. & R.C.Moran (CICH 329 MEXU, UC; CICH 372 MEXU, UC)	E	1,500, 2,500	BMM, BPQ	9	
<i>Melpomene xiphopteroides</i> (Liebm.) A.R.Sm. & R.C.Moran (CICH 665 MEXU)	E	1,500, 2,000	BMM	5	
<i>Microgramma nitida</i> (J.Sm.) A.R.Sm. (CICH 487 MEXU, UC)	E	20, 500, 1,000	SMS, ET	9	
<i>Pecluma atra</i> (A.M.Evans) M.G.Price (CICH 532 CIB; CICH 498 MEXU, UC)	E	500, 1,000	SMS, ET	6	
<i>Pecluma divaricata</i> (E.Fourn.) Mickel & Beitel (CICH 489 CIB)	E	1,000	ET	8	
<i>Pecluma sursumcurrens</i> (Copel.) M.G.Price (CICH 435 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	18	
<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger (CICH 419 MEXU)	E	1,000, 1,500, 2,000	ET, BMM	37	
<i>Pleopeltis angusta</i> var. <i>stenoloma</i> (Fée) Farw. (CICH 416 MEXU)	E	1,500	BMM	22	
<i>Pleopeltis crassinervata</i> (Fée) T.Moore (CICH 423 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	17	
<i>Pleopeltis furfuracea</i> (Schltdl. & Cham.) A.R.Sm. & Tejero (CICH 457 MEXU)	E	500, 1,000, 1,500	SMS, ET, BMM	22	
<i>Pleopeltis lepidotricha</i> (Fée) A.R.Sm. & Tejero (CICH 456 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	5	
<i>Pleopeltis mexicana</i> (Fée) Mickel & Beitel (CICH 318 MEXU, UC)	E	1,500, 2,000	BMM	5	
<i>Pleopeltis plebeia</i> (Schltdl. & Cham.) A.R.Sm. & Tejero (CICH 338 MEXU)	E	1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500	BMM, BPQ, BP, BA	68	
<i>Pleopeltis polylepis</i> var. <i>interjecta</i> (Weath.) E.A.Hooper (CICH 648 MEXU)	E	2,000, 2,500, 3,500	BMM, BPQ, BA	24	
<i>Pleopeltis polylepis</i> var. <i>polylepis</i> (Roem. ex Kunze) T. Moore (CICH 395 MEXU, UC)	E	3,000	BP	15	
<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) E.G.Andrews & Windham (CICH 681 MEXU, UC)	E	20, 2,000	SMS, BMM	8	
<i>Polypodium californicum</i> Kaulf. (CICH 719 CIB)	R	3,500	BA	1	
<i>Polypodium conterminans</i> E.Fourn. (CICH 653 MEXU)	E	2,000	BMM	17	
<i>Polypodium hartwegianum</i> Hook. (CICH 370 MEXU, UC)	E	3,000	BPQ, BP	3	
<i>Polypodium longepinnulatum</i> E.Fourn. (CICH 322 MEXU, UC)	E	1,500, 2,000	BMM	3	
<i>Polypodium martensii</i> Mett. (CICH 397 MEXU, UC)	E	2,500	BPQ	19	
<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze (CICH 342 MEXU)	E	2,500	BPQ	14	
<i>Polypodium puberulum</i> Schltdl. & Cham. (CICH 463 MEXU)	E	1,500, 2,000, 2,500	BMM, BPQ	17	
<i>Polypodium rhodopleuron</i> Kunze (CICH 437 MEXU)	E	1,500	BMM	4	
<i>Serpocaulon falcaria</i> (Kunze) A.R.Sm. (CICH 426 MEXU, UC)	E	1,500, 2,000	BMM	22	
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R.Sm. (CICH 493 MEXU, UC)	E	500, 1,000	SMS, ET	8	A
<i>Terpsichore asplenifolia</i> (L.) A.R.Sm. (CICH 448 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	6	
PSILOACEAE					
<i>Psilotum complanatum</i> Sw. (CICH 415 MEXU, UC)	E	1,500, 2,000	BMM	13	A
PTERIDACEAE					
<i>Adiantum andicola</i> Liebm. (CICH 455 MEXU; CICH 527 MEXU)	T	500, 1,500	ET, BMM	18	
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L. (CICH 522 CIB, 669 MEXU)	T	500, 2,000	ET, BMM	9	
<i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (CICH 537 MEXU)	T y R	500	ET	2	
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr. (CICH 313 MEXU)	T	1,500	BMM	1	
<i>Adiantum tenerum</i> (CICH 491 MEXU, UC)	T	1,000	ET	9	
<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link (CICH 500 MEXU)	R	500	SMS	3	
<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) D.M.Benham & Windham (CICH 516 CIB)	R	3,000	BP	1	

Apéndice 1. Continuación

Familia/Especie (ejemplar de referencia, herbario)	Hábito	Elevación (m s.n.m.)	Vegetación	No.	Observaciones
<i>Gaga marginata</i> (Kunth) F.W.Li & Windham (CICH 384 MEXU, UC)	T	2,500	BPQ	2	
<i>Hemionitis palmata</i> L. (CICH 490 MEXU)	T	1,000	ET	1	
<i>Myriopteris lendigera</i> (Cav.) J.Sm. (CICH 393 MEXU, UC)	T	3,000	BP	1	
<i>Myriopteris microphylla</i> (Sw.) Grusz & Windham (CICH 499 MEXU, UC)	T	500, 1,000	SMS, ET	11	
<i>Pityrogramma dealbata</i> (C.Presl) Domin (CICH 534 MEXU)	T	500	SMS	1	
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) J.Sm. (CICH 446 MEXU, UC)	E	1,500	BMM	2	
<i>Pteris longifolia</i> L. (CICH 539 CIB)	T	500	SMS	1	
<i>Pteris muricata</i> Hook. (CICH 479 MEXU; CICH 612 MEXU)	T	1,500, 2,000	BMM	7	
<i>Pteris orizabae</i> M.Martens & Galeotti (CICH 383 MEXU, UC)	T	1,500, 2,500	BMM, BPQ	13	
<i>Pteris podophylla</i> Sw. (CICH 445 MEXU)	T	1,500	BMM	4	
<i>Scoliosorus ensiformis</i> (Hook.) T.Moore (CICH 331 MEXU, UC)	E	2,000, 2,500	BMM, BPQ	13	
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf. (CICH 320 MEXU; CICH 337 MEXU)	E	1,500, 2,000, 2,500	BMM, BPQ	29	
<i>Vittaria</i> Sm sp. (CICH 802 CIB)	E	1,000	ET	1	
SACCOLOMATACEAE					
<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett. (CICH 316 MEXU)	T	1,500	BMM	5	
TECTARIACEAE					
<i>Tectaria heracleifolia</i> (Willd.) Underw. (CICH 494 MEXU, UC; CICH 519 MEXU)	T	500, 1,000	SMS, ET	15	
THELYPTERIDACEAE					
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching (CICH 521 MEXU)	T	500	SMS	4	
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E.P.St.John (CICH 462 MEXU, UC)	T	1,500	BMM	4	
<i>Thelypteris kunthii</i> (Desv.) C.V.Morton (CICH 524 MEXU)	T	500	SMS	5	
<i>Thelypteris melanochlaena</i> (C.Chr.) C.F.Reed (CICH 461 MEXU, UC)	T	500, 1,500	SMS, BMM	10	
<i>Thelypteris rudis</i> (Kunze) Proctor (CICH 315 MEXU; CICH 360 MEXU)	T	1,500, 2,000, 2,500	BMM, BPQ	8	
<i>Thelypteris</i> Adans sp. (CICH 700 CIB)	T	20	SMS	5	
WOODSIACEAE					
<i>Athyrium arcuatum</i> Liebm. (CICH 380 MEXU, UC)	T	2,500	BMM	9	
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh. (CICH 377 CIB; CICH 394 MEXU)	T	2,500, 3,000	BPQ, BP	15	
<i>Diplazium donnell-smithii</i> Christ (CICH 441 MEXU, UC)	T	1,500	BMM	2	
<i>Diplazium franconis</i> Liebm. (CICH 436 MEXU, UC; CICH 523 MEXU)	T	500, 1,500, 2,000	SMS, BMM	16	
<i>Diplazium striatum</i> (L.) C.Presl (CICH 685 MEXU)	T	2,000	BMM	4	
<i>Diplazium ternatum</i> Liebm. (CICH 323 MEXU, UC; CICH 639 MEXU, UC)	T	2,000, 2,500	BMM, BPQ	12	