

# Helechos y licopodios



Daniel Tejero-Díez  
Alin Torres-Díaz  
John Mickel  
Klaus Mehltreter  
Thorsten Krömer

## INTRODUCCIÓN

Los licopodios y helechos son parte de las plantas verdes continentales con embrión (PLANTAE); se distinguen por su ciclo de vida, compuesto de dos fases (plantas) pluricelulares, cada una con independencia ecológica y diferente morfología, número cromosómico y función reproductora (Moran, 2004). Aunque licopodios y helechos comparten este ciclo biológico y la presencia de tejidos vasculares en la fase esporófito (fase que comúnmente observamos o conocemos como helecho, el cual produce esporas para su multiplicación), ambos grupos son líneas evolutivas divergentes (Pryer *et al.*, 2001); por lo anterior, en este trabajo se les denomina como pteridobiontes (pteris= helecho + bionte= entidad de vida: organismos con ciclo de vida diplobionte). Los helechos y licopodios son parte importante del dosel arbóreo y del sotobosque, principalmente en la zona montañosa húmeda, donde tienen un papel sobresaliente en el balance hídrico (Ambrose, 2004). En la mayoría de las

comunidades vegetales son un componente de la estructura, por lo que conocer la diversidad, distribución y dinámica de sus poblaciones es fundamental para entender los procesos de sucesión y restauración (Hill y Silander Jr., 2001; Paciencia y Prado, 2005). Son considerados buenos indicadores de los cambios ambientales en los bosques por su sensibilidad (sobre todo en la planta gametófito, donde se lleva a cabo la reproducción sexual) a los parámetros microclimáticos y edáficos (Page, 1979b).

En adición a los servicios ambientales que representan en sus hábitats, el ser humano le ha dado usos a algunas especies como plantas medicinales, ceremoniales, de ornato, elaboración de artesanías, como sustrato, etc. (Lira y Riba, 1993; Fernández y Ramos, 2001; Pérez-García *et al.*, 1995; Navarro y Avendaño, 2007; Tejero-Díez, 2007).

Se reconocen entre 9 700 a 10 200 especies pteridobiontes en el mundo (Flora of North America, Editorial Committee, 1993). El 75 % de las especies se distribuye en las montañas tropicales de dos gran-

des regiones; una en América entre el sureste de México, Las Antillas, Centroamérica y Los Andes de Venezuela a Bolivia y otro en el Viejo Mundo, en el Sureste de Asia y Malasia. Las zonas templadas de ambos hemisferios y África tienen relativamente pocas especies (Tryon, 1986). México posee 1 010 especies de pteridobiontes (Mickel y Smith, 2004) y aproximadamente 1 200 si se considera a las provincias fitogeográficas que traspasan las fronteras políticas (Megaméxico 3, según Rzedowski 1991a) las cuales incluyen las zonas áridas del sur de los EUA (parte de Arizona y Texas) hasta los bosques estacionales en el norte de Nicaragua.

#### LA PTERIDOFLORA EN VERACRUZ

En Veracruz, con base en la obra de Mickel y Smith (2004), nuevas especies recién descritas (Rojas-Alvarado, 2003; Krömer *et al.*, 2007) y una revisión puntual en los herbarios MEXU, NY, UAMIZ y XAL para confirmar la correcta determinación y presencia de ciertas especies mencionadas en trabajos taxonómicos anteriores (Gregory y Riba, 1979; Riba, 1981; Palacios-Rios y Riba, 1983; Palacios-Rios, 1987a, b; Palacios-Rios, 1990a, b; Pacheco y Riba, 1991; Palacios-Rios, 1992b), existen 562 taxa (557 especies, tres variedades y dos híbridos; híbridos dudosos no fueron incluidos) (apéndice VIII.6), que corresponden al 55.5 % de las especies pteridobiontes de México. Si se acepta que Veracruz contiene 7 490 especies de fanerógamas (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), entonces los pteridobiontes representan el 6.9 % de la flora de plantas vasculares en esta entidad.

Los 562 taxa registrados (cuadro 1) se agrupan en 107 géneros y 33 familias. El 59 % de las especies pertenecen a 14 géneros con más de 9 especies. De estos géneros, los más representativos (con 5 % o más de las especies) son: *Asplenium* (8 %), *Thelypteris* (8 %), *Selaginella* (6 %), *Elaphoglossum* (5 %) y *Polypodium* (5 %). Si estas cifras se comparan con las citadas para México (figura 1) y con las de otras

pteridofloras (Knobloch y Correll, 1962; Díaz-Barriga y Palacios-Rios, 1992; Mickel, 1992; Riba *et al.*, 1996; Lorea-Hernández y Velázquez-Montes, 1998 y Tejero-Díez, 2007) se pueden observar diferencias en la posición relativa entre los géneros y la presencia o ausencia de éstos, lo cual permite hacer algunas inferencias ecológicas. En primer lugar, tanto el número de los géneros más grandes, como el número de especies en cada género es elevado en Veracruz, mientras que en el resto de los estados desciende con respecto a la latitud y estacionalidad climática que presentan. Tal hecho está correlacionado con el clima marcadamente húmedo de buena parte del territorio de Veracruz y la casi ausencia de zonas semiáridas a áridas (de acuerdo a conceptos y mapas de García, 2004). El orden en que se encuentran los géneros mejor representados, aunado a su afinidad ecológico-climática pone de manifiesto la representatividad de las zonas bioclimáticas del estado (correlación entre distribución de vegetación y temperatura de acuerdo a Gómez-Pompa, 1978) propicias para el establecimiento de estas plantas; así, *Thelypteris* y una parte de *Selaginella* (las heterófilas no rosetadas) contienen especies con afinidad al clima cálido a semicálido húmedo, con preferencias a sitios perturbados tanto ruderales como riparios, zona ecológica común en Veracruz ubicada en la zona de baja (menores a los 700 msnm) y media montaña (entre 700 y 1 600 msnm). Por otra parte, especies de géneros como *Asplenium* y *Polypodium* (así como la mayoría de los géneros con menos de 5 % de especies) tienen afinidad más o menos marcada por los climas semicálidos y templados húmedos de media montaña. Las especies de *Elaphoglossum* se ven favorecidas por sitios más frescos y húmedos de alta montaña (arriba de los 1 600 msnm). En Veracruz, géneros como *Cheilanthes*, *Notholaena*, *Pellaea* y otros propios de las zonas subhúmeda (cálida y templada) y semiárida de México, están pobremente representados (de acuerdo a Tejero-Díez 1998, *Cheilanthes* aparece en el primer lugar en regiones como el Estado de México, Chihuahua o Nueva Galicia).

CUADRO 1. Datos de la pteridoflora de México (Mickel y Smith, 2004) que muestra las diferencias de géneros y especies con respecto a la de Veracruz (Smith *et al.*, 2006).

TAXA SUPERIORES	GÉNEROS EN MÉXICO	ESPECIES MÉXICO	GÉNEROS VERACRUZ	ESPECIES VERACRUZ
LYCOPODIOPHYTA				
LYCOPODIALES				
Lycopodiaceae	3	20	3	12
SELAGINELLALES				
Selaginellaceae	1	80	1	33
ISOETALES				
Isoetaceae	1	6	0	0
POLYPODIOPHYTA				
OPHIOGLOSSALES				
Ophioglossaceae	2	14	2	6
Psilotaceae	1	2	1	2
MARATTIALES				
Marattiaceae	2	6	2	5
EQUISETALES				
Equisetaceae	1	3	1	2+2
OSMUNDALES				
Osmundaceae	1	2	1	2
HYMENOPHYLLALES				
Hymenophyllaceae	2	48	2	34
GLEICHENIALES				
Gleicheniaceae	4	7	4	7
SCHIZAEALES				
Anemiaceae	1	20	1	10
Lygodiaceae	1	3	1	3
Schizaeaceae	2	3	1	1
CYATHEALES				
Cibotaceae	1	2	1	1
Culcitaceae	1	1	0	0
Plagiogyriaceae	1	1	1	1
Metaxyaceae	1	1	0	0
Cyatheaceae	3	14	3	13
Dicksoniaceae	2	2	2	2
SALVINIALES				
Marsileaceae	2	8	1	4
Salviniaceae	2	4	2	3
POLYPODIALES				
Lindsaeaceae	4	9	3	6
Saccolomataceae	1	2	1	2
Lomariopsidaceae	3	12	3	11
Dennstaedtiaceae	4	22	4	12
Pteridaceae	30	218	24	99
Aspleniaceae	4	89	4	47
Tectariaceae	1	7	1	5
Thelypteridaceae	2	71	2	46
Woodsiaceae	5	42	5	23
Onocleaceae	1	1	0	0
Blechnaceae	2	19	2	14
Dryopteridaceae	14	141	13	75
Oleandraceae	1	1	1	1
Polypodiaceae	17	129	14	78
TOTALES	124	1 010	107	562

## RIQUEZA PTERIDOFLORÍSTICA

Aplicando el índice de biodiversidad taxonómica (IB), definido por el número de especies dividido entre el logaritmo natural del área en km<sup>2</sup> (Squeo *et al.*, 1998; Ponce *et al.*, 2002), la pteridoflora de Veracruz presenta un IB de 50.3 especies por km<sup>2</sup>; ocupa el tercer lugar entre los estados mexicanos, sólo superado por Oaxaca y Chiapas (cuadro 2).

Esta diferencia se debe a que los dos últimos estados tienen vertientes montañosas que miran a ambos océanos, lo que les da mayor posibilidad de variación ambiental. Sin embargo, hay que considerar que el IB expuesto debe ser un poco más alto dado que probablemente los 562 taxa mencionados sólo equivalen al 90 % de la pteridoflora estatal. Algunos estudios de áreas importantes (Gómez-Pompa, 1966; Ramos Álvarez y González Medrano, 1972 y Hietz y Hietz-Seifert, 1994), no consideraron a los licopodios y helechos y aún falta exploración botánica regional; como ejemplo, se puede observar que en la región de Los Tuxtlas, donde ya existían trabajos florísticos (Lira y Riba, 1984; Ibarra-Manríquez y Sinaca Colín, 1999; Riba y Pérez-García, 1997), Krömer *et al.* (2007) describieron una especie y reportaron tres nuevos registros de helechos.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS PTERIDOBIONTES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN

A partir de la localización política, geográfica y de hábitat de los licopodios y helechos reportada en las obras de Orozco y Lot-Helgueras (1976), Riba y Pérez-García (1979), Ortega (1981), Vargas Ajuria (1982), Lira y Riba (1984), Narave (1985), Gutiérrez y Zolá (1987), Zolá (1987), Castillo-Campos (1991), Lot-Helgueras (1991), Palacios-Ríos (1992a), Riba y Pérez-García (1997), Zamora y Castillo-Campos (1997), Ibarra-Manríquez y Sinaca Colín (1999), Vázquez Torres (2005) y

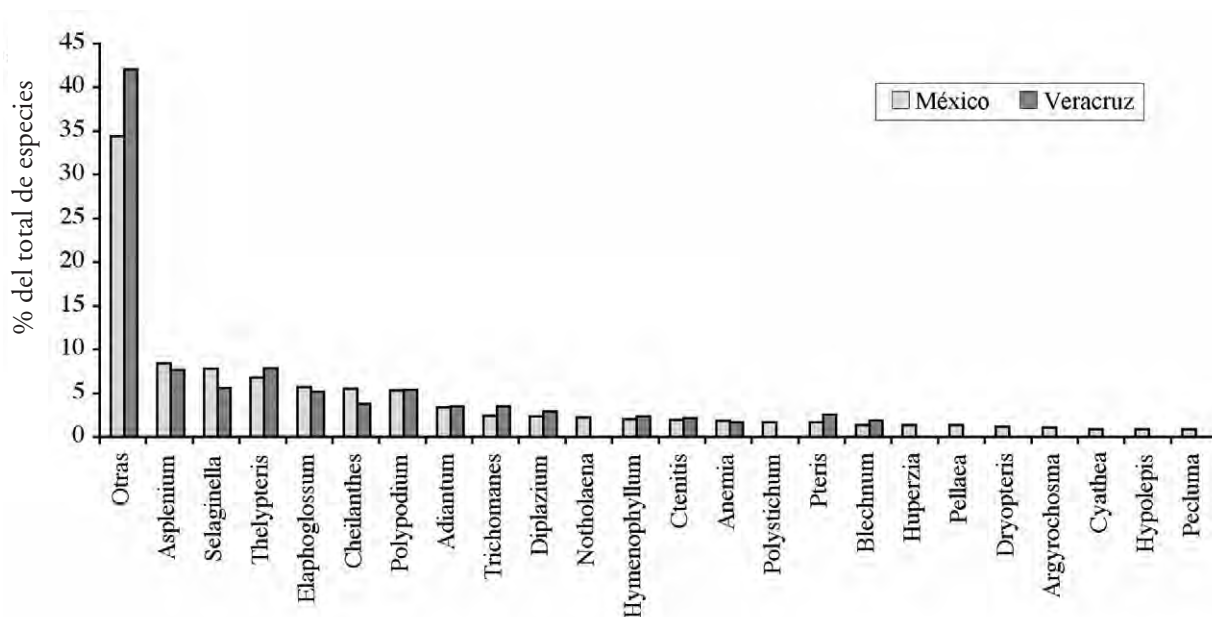


FIGURA 1. Representatividad de los géneros con 10 o más especies en Veracruz y México.

CUADRO 2. Riqueza de la pteridoflora en diferentes regiones de Norteamérica, México y El Salvador, expresado como número de especies y por el índice de biodiversidad taxonómica IB

TERRITORIOS (DE NORTE A SUR).	ÁREA (km <sup>2</sup> )	NÚMERO TAXA	IB	REFERENCIA
Norte América al norte de México	2 150 000	441	26.1	FNA Ed. Comm., 1993
Baja California	143 000	71	6.0	Wiggins, 1980
Chihuahua	245 000	126	10.2	Knoblok y Correll, 1962
Nuevo León	64 210	99	9.0	Aguirre y Arreguín, 1988
Nueva Galicia	125 000	281	24.0	Mickel, 1992
Guanajuato	38 768	70	6.6	Díaz y Palacios Rios,1992
Michoacán	58 200	214	19.5	Díaz y Palacios Rios,1992
Querétaro	11 978	175	18.6	Arreguín <i>et al.</i> , 2001
Veracruz	71 735	561	50.2	Presente trabajo
Edo. de México	21 196	253	25.1	Tejero-Díez, 2007
Morelos	4 968	173	20.3	Riba <i>et al.</i> , 1996
Guerrero	64 586	373	33.7	Velázquez y Lorea, 1988
Oaxaca	93 136	626	54.7	Tejero-Díez y Mickel, 2004
Chiapas	74 211	609	54.3	Smith, 1981
El Salvador	21 000	395	39.7	Monterrosa S., 2008

Carreño Rocabado (2006), se realizó un análisis preliminar de la distribución de estas plantas en los diferentes tipos de vegetación (según criterio de Rzedowski, 1978) (figura 2), considerando además la forma de vida de Raunkiaer (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

a) El bosque mesófilo de montaña (bosques caducifolios según Gómez-Pompa, 1978) alberga 369 especies de los pteridobiontes de Veracruz. Esta magnitud, semejante al de otras localidades con igual tipo de vegetación en México (Riba 1993; Tejero-Díez y Mickel, 2004; Tejero-Díez 2007), es notable si además consideramos que la comunidad vegetal apenas rebasa el 9 % del territorio de Veracruz y se encuentra sumamente fraccionada y degradada debido a cultivos de café y a la práctica ganadera (Carreño Rocabado, 2006). En este tipo de vegetación habita la mayor cantidad de especies epífitas, generalmente de los géneros *Asplenium*, *Elaphoglossum*, *Huperzia*, *Hymenophyllum*, *Pecluma*, *Pleopeltis* y *Polypodium*. Por otra parte, en el sotobosque destacan especies arborescentes de la familia Cyatheaceae (fanerófitos) de hojas perennes o caducas (Mehlreter y García Franco 2008) de gran lon-

gitud, que forman en ocasiones, bosquecillos en las cañadas más húmedas (Gómez-Pompa 1966). Son comunes a nivel del suelo especies de tallo corto, corpulento (caméfitos como: *Blechnum*, *Ctenitis*, *Diplazium*, *Dryopteris* y *Polystichum*), y con rizoma corto semienterrado (hemicriptófitos como *Adiantum*, *Asplenium* y *Thelypteris*).

b) En el bosque tropical perennifolio y subperennifolio (selvas altas y medianas según Gómez-Pompa, 1978) se presenta el segundo contingente más diverso de pteridobiontes (296 spp.), la mayor parte de los cuales se comparten con el bosque mesófilo de montaña con el cual existe una transición continua (ecotono) basado en un gradiente altitudinal (la diversidad y abundancia de pteridobiontes disminuye drásticamente a menor altitud). En este tipo de vegetación son pocas las epífitas, pero se encuentran especies de los géneros *Campyloneuron*, *Polypodium* y *Serpocaulon* (figura 3) (Polypodiaceae), además de *Trichomanes* y *Lomariopsis*, esta última una pseudo-liana escaladora (hemiepífitas). El sotobosque no es tan rico en especies como el bosque mesófilo de montaña, pero se encuentran algunas de gran porte (caméfitos caulescentes y fanerófitos escaposos) y hojas grandes; al lado

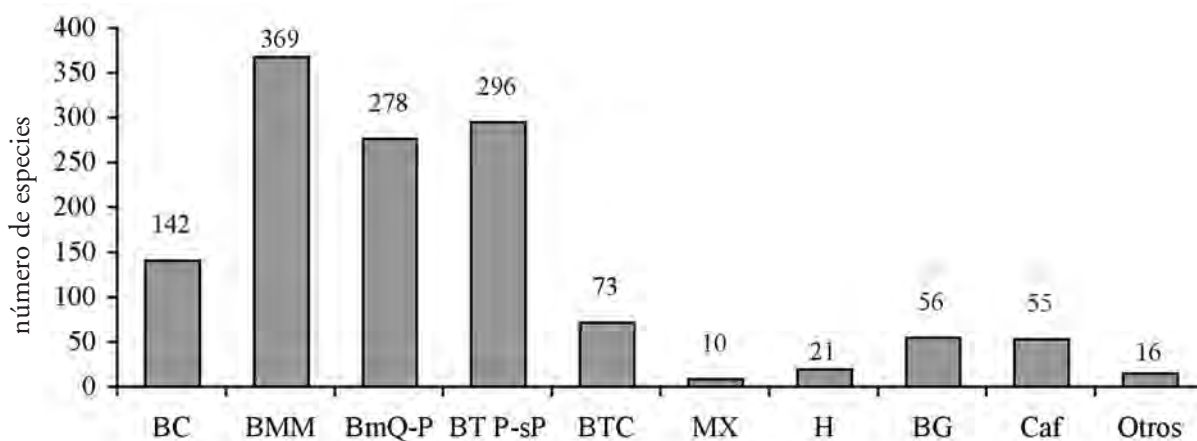


FIGURA 2. Número de pteridobiontes del estado de Veracruz de acuerdo a los tipos de vegetación. BC = Bosque coníferas; BMM = Bosque mesófilo de montaña, BmQ-P = Bosque mixto encino pino, BT P-sP = Bosque tropical perennifolio y subperennifolio, BTC = Bosque tropical caducifolio, MX = Matorral xerófilo, H = Hidrófilo; BG = Bosque de galería; Caf = Cafetales y Otros.



de los arroyos dominan especies de *Dennstaedtia* y del género *Pteris* y *Cyathea* (figura 4) en sitios umbrófilos. Géneros con especies de menor tamaño (hemicriptófitos) y con un buen número de representantes en el sotobosque son: *Anemia*, *Adiantum*, *Bolbitis*, *Danaea*, *Lindsaea*, *Tectaria* y *Thelypteris*. En los sitios abiertos se encuentran bien representados especies de licopodios y selaginelas con propagación vegetativa, los cuales conviven con especies de *Pityrogramma* y *Sticherus*. *Lygodium*, un helecho de hoja trepadora, puede tener altos índices de importancia.



FIGURA 3. *Serpocaulon triseriale* en la base de troncos de *Platanus* en Río Blanco. Es una especie protegida por la NOM-059, de amplia distribución en bosque tropical perennifolio e incluso favorecida cuando se utilizan cercas vivas en los límites de las propiedades (Foto: Fco. López Martínez, noviembre de 2007. Río Blanco ca. de Orizaba).



FIGURA 4. Helecho arborescente (*Cyathea* sp.) en bordes del bosque tropical perennifolio en la cuenca alta del río Uxpanapa. Las especies de este orden taxonómico se encuentran protegidas por la NOM-059 (Foto: Francisco López Martínez, Noviembre 2007. Ca. Playa Vicente).

c) En los bosque mixtos de *Quercus* con *Pinus* (encino-pino) y/o latifoliados (bosques de hoja ancha según Gómez-Pompa, 1978) de afinidad mesófila, se encuentra el tercer grupo más grande de especies de helechos (278 spp.). Al igual que en el caso anterior, la mayor parte de las especies se comparte por transición continua con las del bosque mesófilo de montaña. Muchos de los árboles de esta vegetación son excelentes forófitos para los pteridobiontes y albergan algunas especies epífitas, generalmente de los géneros de *Huperzia*, *Pleopeltis*, *Polypodium* y *Terpsichore*. La marcada estacionalidad climática de esta comunidad vegetal limita y selecciona a los helechos del sotobosque, los cuales tienen un porte herbáceo, como son los hemicriptófitos y criptófitos con hojas perennes o caducas, pertenecientes a los géneros: *Adiantum*, *Asplenium*, *Astrolepis*, *Botrychium*, *Cheilanthes*, *Dryopteris*, *Elaphoglossum* y *Pellaea*. En este ambiente, *Pteridium* puede volverse una maleza en sitios perturbados (figura 5).

d) En el bosque de coníferas (bosques de aciculifolios y escuamifolios según Gómez-Pompa, 1978) los pteridobiontes están relativamente bien representados (142 spp.), pero su diversidad y abundancia disminuyen a mayor altitud. En este tipo de bosques, las condi-



FIGURA 5. *Pteridium aquilinum* en áreas taladas (y sometidas con fuego) en la sierra de Zongolica (Foto: Francisco López Martínez, noviembre 2007. Entre Orizaba y Zongolica).

ciones templadas y la sequía estacional limitan el crecimiento de helechos en el sotobosque y la repulsión de las coníferas a las epífitas limita esta forma biológica. Por lo tanto, la pteridoflora se reparte según el piso altitudinal y crece principalmente en sitios húmedos de cañadas y arroyos, roqueríos de distinta índole y viarias en taludes de tierra. La mayor cantidad de especies provienen de las áreas de transición con el bosque mesófilo de montaña o los bosques mixtos. Aquí, las formas biológicas dominantes son las hemicriptófitas y criptófitas representadas por especies como *Adiantum andicola*, *Asplenium castaneum*, *A. monanthes*, *Cheilanthes bonariensis*, *C. kaulfussii*, *C. microphylla*, *C. pyramidalis*, *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris cinnamomea*, *D. pseudofilix-mas* (helecho macho), *Elaphoglossum* spp., *Mildella intramarginalis*, *Phanerophlebia remotispora*, *Pleopeltis polylepis*, *Polypodium hartwegianum*, *P. martensii*, *P. plesiosorum*, *P. subpetiolatum*, *Pteridium aquilinum* (Pesma), *Thelypteris pilosula* y *Woodwardia spinulosa*.

e) El resto de los tipos de vegetación terrestre tienen pocos pteridobiontes. El bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (selva baja caducifolia y subcaducifolia), ya escasamente representada en Veracruz, presenta 73 especies. Muy pocas son epí-

fitas tales como *Microgramma nitida* y *Phlebodium decumanum* y la mayoría hemicriptófitas (rupícolas y terrestres) y caméfitos estoloníferos como: *Adiantopsis radiata*, *Adiantum braunii*, *A. concinnum*, *A. petiolatum*, *A. pulverulentum*, *A. trapeziforme*, *Anemia* spp., *Asplenium pumilum*, *Blechnum occidentale*, *Bolbitis portoricensis*, *Cheilanthes skinneri*, *Cheiloplecton rigidum*, *Hemionitis palmata*, *Lygodium heterodoxum*, *L. venustum*, *Pityrogramma trifoliata*, *Thelypteris* spp. y *Selaginella* spp. Los bosques de galería representados por *Platanus*, *Taxodium*, *Salix* y/o *Ficus*, de altitudes medias y bajas, presentan 56 especies, la mayoría son procedentes del bosque de *Platanus* y suelen compartirse con las del bosque mesófilo de montaña. Los árboles de este tipo de vegetación son malos forófitos y, debido a las oscilaciones anuales en el nivel del agua, solamente sobreviven en el sotobosque especies de *Thelypteris*. El cafetal es un agroecosistema que conserva fundamentalmente las epífitas pertenecientes al bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio, ambientes naturales sustituidos por este cultivo (Carreño-Rocabado, 2006; Mehlreter, 2008). Si bien, el matorral xerófilo ocupa una mínima porción en Veracruz, conserva una pteridoflora de 20-30 especies dada la heterogeneidad topo-edáfica existente en esta área. Aquí, los autores de este estudio han colectado a *Argyrochosma incana*, *Astrolepis integerrima*, *Cheilanthes* spp., *Selaginella pallezensis*, *S. peruviana* y *S. rupicola*.

f) Los humedales y el bosque tropical de inundación están ampliamente representados en la zona costera del estado de Veracruz y en lagos o lagunetas de la zona de montaña. Sus 21 especies de pteridobiontes son espectaculares tanto por sus explosiones invasivas como por su rara forma biológica entre los helechos. Destacan en la zona costera *Acrostichum aureum* y *A. danaeifolium* que son hidrófitos caulescentes que crecen en el área pantanosa externa de manglares y en bordos ruderales (Mehlreter y Palacios-Rios, 2003). *Azolla microphylla* y *Salvinia auriculata* son hidrófitos flotadores estoloníferos que



invaden y tapizan por completo reservorios de agua cerca de zonas habitadas y de sistemas agrícolas. *Marsilea* spp. son anfibia rizomatosas de hoja flotante que medran en charcas poco profundas. Los pantanos de los deltas de los ríos Pánuco y Papaloapan combinan una vegetación hidrófila con bosque tropical de inundación y palmares; en estos últimos hábitats se pueden observar especies peculiares como *Lygodium venustum* hemicriptófito con hojas

escandentes (Mehltreter, 2006) y *Phlebodium decumanum* y *Microgramma nitida* como epífitos. Por otra parte *Blechnum serrulatum*, *Pityrogramma trifoliata* y *Thelypteris interrupta* se hallan en sitios encharcados cercanos a ríos en la zona cálido-subhúmeda. Finalmente, existen algunas lagunetas de clima templado que soportan helechales de *Osmunda regalis*, el cual presenta un elevado índice de importancia en la parte pantanosa.

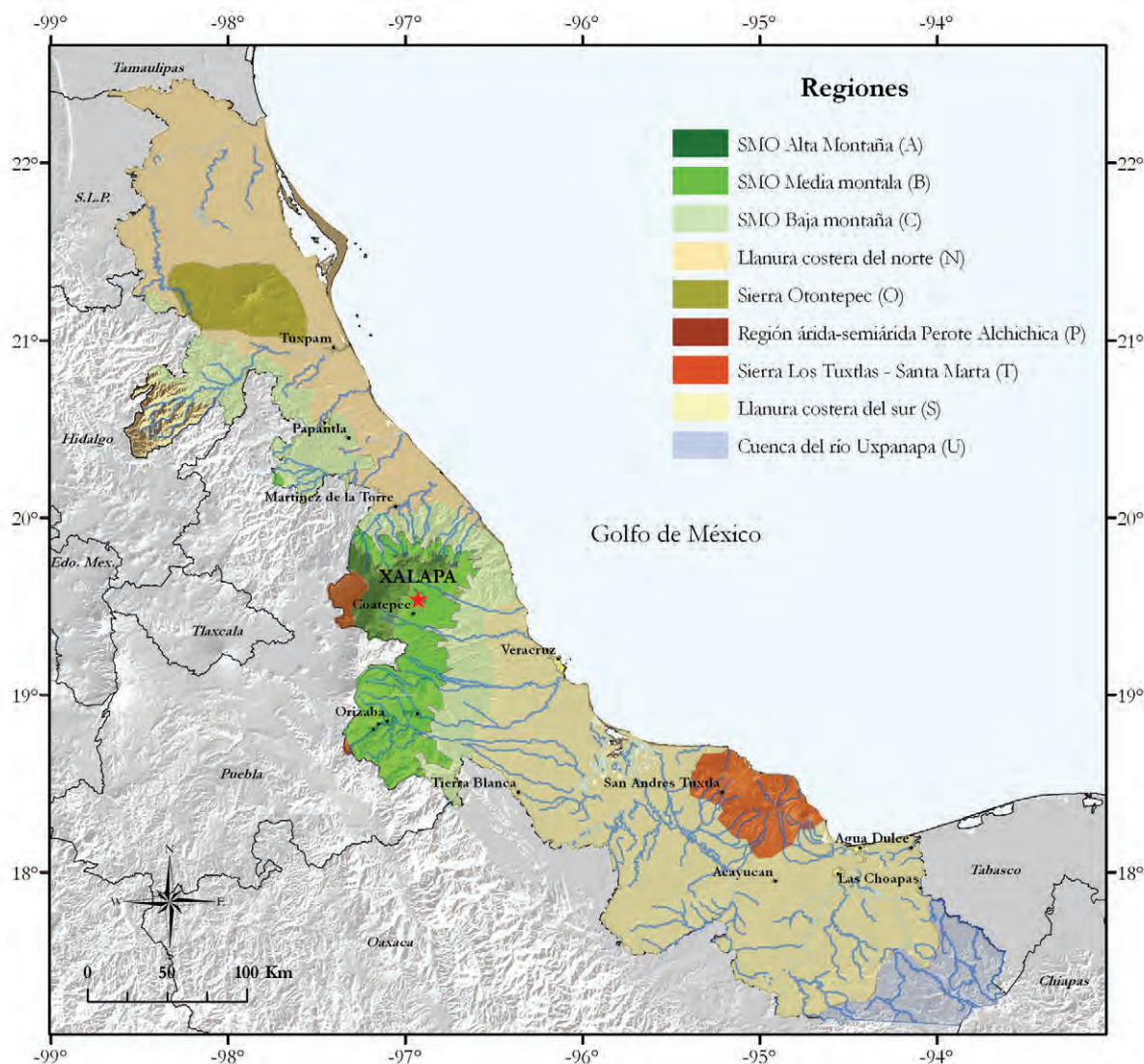


FIGURA 6. División del estado de Veracruz en regiones operativas seleccionadas con base al relieve, clima y vegetación.



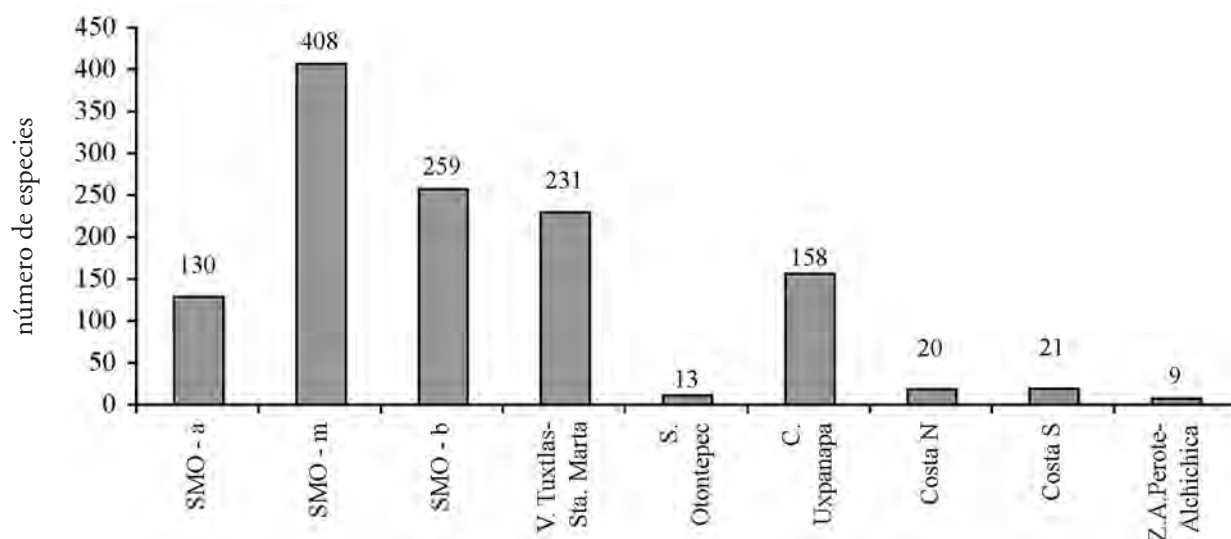


FIGURA 7. Distribución de la pteridoflora por región natural (SMO Sierra Madre Oriental). a= alta, m= media, b= baja.

En términos generales, los licopodios y helechos abundan en la orilla de los arroyos, ríos y cascadas, en las paredes de orientación norte de los cañones y cañadas y sólo ocasionalmente son dominantes en los diferentes tipos de vegetación.

Si se divide al estado de Veracruz en nueve regiones topográficas delimitadas por el clima y vegetación (apéndice VIII.6 y figuras 6 y 7), podemos indicar que la región montañosa (de la Sierra Madre Oriental + Eje Volcánico Transversal) es la más diversa con 61 % de las especies. En esta región, la franja topo-vegetacional entre los 700 y 1 600 msnm, de las sierras de Orizaba y de Teziutlán o Chiconquiaco y la región de Huayacocotla, con cobertura de bosques mesófilos y ecotonos con comunidades adyacentes, albergan el 31 % de la pteridoflora. Las zonas menores a los 700 msnm contienen el 20 % de las especies, mientras que las partes superiores a los 1 600 msnm presentan el 10 % de la pteridoflora. En la región montañosa de Los Tuxtlas, con los volcanes Santa Marta y San Martín, se halla el 17.5 % de las especies y en la cuenca del río Uxpanapa el 12 %. Las zonas costeras norte y

sur, las regiones cálido-subhúmedas (sierra de Otontepec), así como la zona árida y semiárida de Perote-Alchichica presentan un bajo porcentaje de pteridobiontes. En resumen, la diversidad de pteridobiontes en Veracruz, se concentra en una estrecha franja altitudinal en las montañas que tienen influencia de los vientos alisios provenientes del Golfo de México, fenómeno propio de México (Rzedowski, 1978; Riba, 1993; Toledo, 1994).

Aplicando la clasificación de formas de vida de Raunkiaer (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) junto con los hábitos de Page (1979a), las tres formas biológicas de licopodios y helechos con mayor éxito ecológico en Veracruz son hemicriptófitos, epífitos y caméfitos. Lo anterior, es un indicativo de los grandes rasgos climáticos del estado (figura 8). La predominancia de plantas hemicriptófitas (37 %) sugiere un clima subhúmedo que evidentemente abarca las zonas bajas costeras y parte de la Sierra Madre Oriental; sin embargo, esta forma biológica es menos frecuente que en las sierras del interior del país (alrededor del 57 % según Tejero-Díez y Arreguín Sánchez, 2004). La presencia de un elevado

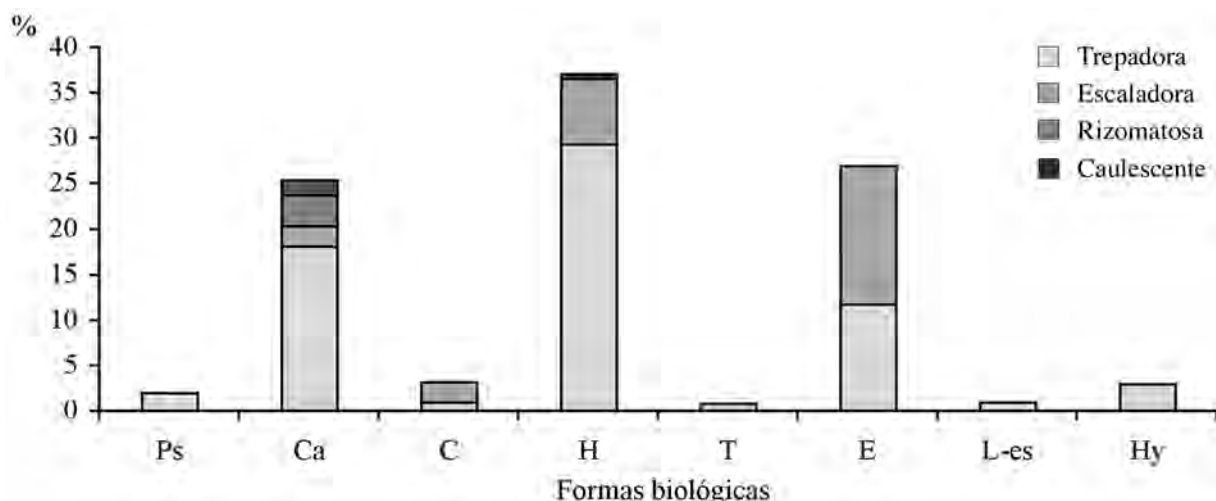


FIGURA 8. Espectro de formas biológicas de licopodios y helechos del estado de Veracruz. Acrónimos: E= Epífita, T = Teroftita, C= riptofita, H= Hemicriptófito, Ca= Caméfito, Ps= Fanerofito escaposo, L= Liana, es = Escaladora, Hy= Hidrofito, caul= Caulescente, riz= Rizomatosa, trep = Trepadora

número de especies epífitas (27 %), junto con la de caméfitos (25.5 %), demuestran la influencia del clima marcadamente húmedo (Page, 1979a), al menos de una fracción del territorio del estado que corresponde a la franja del bosque mesófilo de montaña (Rzedowski 1996). Este espectro de formas biológicas singulariza al estado con respecto a las regiones montañosas continentales u oceánicas de la cuenca del Pacífico del país, donde el epifitismo se encuentra entre el 5 al 15 % y los caméfitos no alcanzan el 5 % (Tejero-Díez, 1998).

#### ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PTERIDOBIONTES

La conservación de especies de la pteridoflora de Veracruz ha sido evaluada desde distintas perspectivas: empíricamente (Palacios-Ríos, 1992a), a partir de la distribución o conservación de endemismos (Castillo-Campos *et al.*, 2005) o por monitoreo de extinción de endémicos (Sosa *et al.*, 1998). De los helechos enlistados en el **apéndice VIII.6**,

24 se encuentran en la Norma Oficial Mexicana 059 (Semarnat, 2002) (figuras 3 y 4). Sin embargo, esta norma requiere ser actualizada, porque contiene especies sin necesidad de protección, *e.g.* *Selaginella porphyrospora* de amplia distribución y considerada ruderal y rupícola o *Nephrolepis cordifolia*, planta introducida, ornamental, que puede tener potencial de convertirse en plaga en ciertos ambientes según anotaciones en la etiqueta del ejemplar Acosta 42 en UAMIZ, pero no incluye muchas especies realmente amenazadas. Por ello, se elaboró un índice de estado de conservación y se evaluaron las especies de Veracruz para realizar una propuesta de reubicación de las especies identificadas como Sin problema (S), Vulnerables (V), Amenazadas (A) o en Peligro de Extinción (E). Este índice siguió en lo posible las sugerencias del anexo normativo 1 de la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2002):

1) *La abundancia relativa* (figura 9): evaluada a partir de intervalos de frecuencia del conjunto de las referencias de colecta (a sabiendas del sesgo que

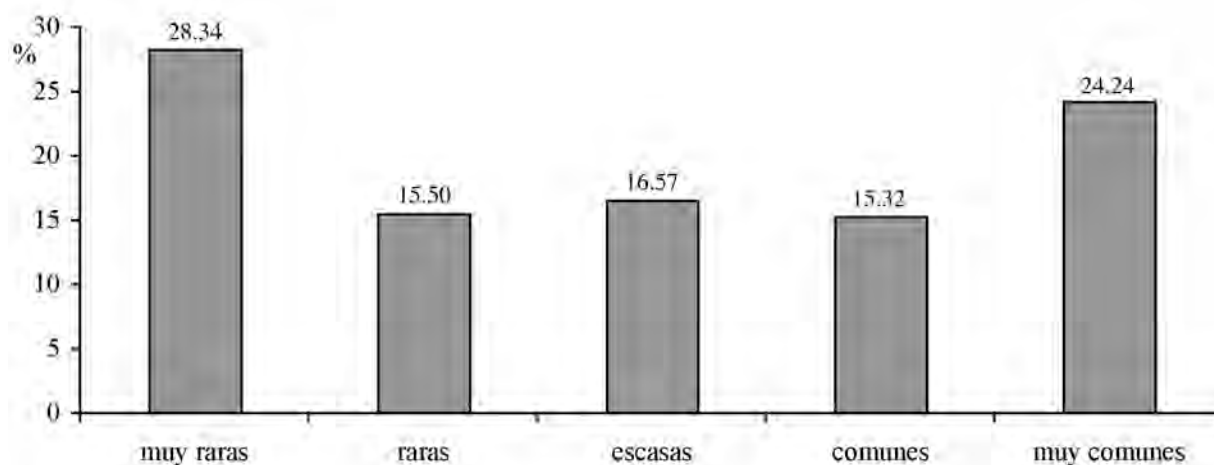


FIGURA 9. Abundancia relativa de especies con diferentes frecuencias de colecta.

estas pueden tener) que Palacios-Ríos (1992a) recopila para cada taxón. Se consideraron 5 intervalos subjetivos con los siguientes valores: a) 1 a 3 colectas= 5; b) 4 a 6 colectas= 4; c) 7-10 colectas= 3; d) 11 a 15 colectas= 2; e) 16 o más colectas= 1.

2) *Distribución por regiones ambientales* (véase apéndice VIII.6): aunque no todas las regiones biológicas del estado de Veracruz han sido estudiadas botánicamente con igualdad de detalle, este apartado permite obtener valores de frecuencia. Con ello, se puede suponer que a mayor ocupación de regiones por parte de las especies, más generalistas serían éstas. Se consideraron intervalos estadísticos con los siguientes valores: a) 1 a 3 regiones= 3; b) 4 a 6 regiones= 2; c) 7 a 10 regiones= 1.

3) *Evaluación fitogeográfica* (figura 10). Según la distribución geográfica conocida de cada especie (Mickel y Smith, 2004), se consideraron los siguientes valores: a) Endémicas locales (o regionales de Veracruz)= 4; b) Endémicas restringidas a una parte de alguna de las provincias fitogeográficas ligada a Veracruz= 3; c) Plantas propias de mega-México 2 (ó 1) = 2, y d) Plantas de amplia distribución (mega-México 3 o más)= 1 (Rzedowski, 1991 a y b).

En total, seis especies (*Asplenium venturae*, *Cibotium schiedei*, *Selaginella orizabensis*, *Thelypteris lanosa*, *T. rachiflexuosa* y *T. tuxtensis*) son exclusivas de Veracruz, dos de ellas en la zona de Los Tuxtlas y el resto en la zona semicálida-cálida de la Sierra Madre Oriental. Estos resultados difieren de los 15 taxa reportados por Castillo-Campos *et al.* (2005), básicamente por errores nomenclaturales o por considerar híbridos. Este número de endémicos es inferior al de otras regiones del país como Oaxaca (Tejero y Mickel, 2004) o el noroccidente (Mickel, 1992) e indica que el estado no es un lugar significativo de origen de la pteridoflora. Sin embargo, 34 especies son restringidas a un área muy estrecha de alguna de las provincias florísticas mexicanas que incluye parte de Veracruz, como son: la región de la cuenca del río Uxpanapa (Veracruz, Oaxaca y Chiapas), un sitio de refugio cenozoico (Wendt, 1989) y, en segundo término, la zona correspondiente a la Sierra Madre Oriental.

4) *Vulnerabilidad biológica*: de acuerdo al potencial de sobrevivir mediante métodos vegetativos o no y al hábito epífita o terrestre/acuático (dado que el primero es mucho más exclusivo que los segundos) de cada especie, se consideraron tres estados

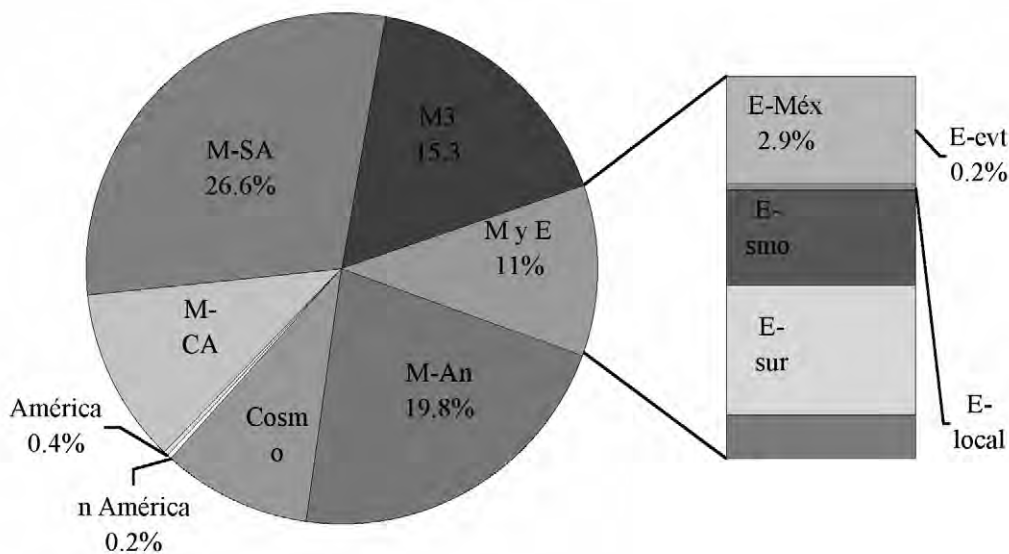


FIGURA 10. Proporción porcentual de las afinidades geográficas de las especies de licopodios y helechos de Veracruz. Cos= Cosmopolita, n= Norteamérica, M= México, M3= Megaméxico 3, An= Antillas, CA= Centroamérica, SA= Sudamérica, E= Endémico. (r= restringida, v= amplia distribución, pero en México solo en Veracruz, evt= Eje Volcánico Transversal, smo= Sierra Madre Oriental, sur= región Veracruz-Chiapas-Oaxaca, l= locales a Veracruz).

con los siguientes valores: a) epífitos sin multiplicación vegetativa= 3; b) epífitos rizomatosos o plantas terrestres (o acuáticas) sin multiplicación vegetativa= 2, y c) plantas terrestres o acuáticas con multiplicación vegetativa= 1 (ver apéndice VIII.6).

No se evaluó la presión que la modificación del medio ejerce sobre un taxa tal como el anexo normativo 1 de la NOM-059 (Semarnat, 2002) dicta, debido a la dificultad de sopesar esta variable en un estado donde la regla es el cambio de uso de suelo (Guzmán y Castillo-Campos, 1989).

La suma de los valores asignados a las anteriores cuatro categorías determina el estado de conservación de las especies en Veracruz, donde 4= sin problemas de sobrevivencia a 15= la máxima vulnerabilidad (apéndice VIII.6 y figura 11). El resultado aparece apabullante: el 87 % de las especies (489 de 562) pudieran estar en uno de los tres posibles estados de alerta. Ello debido a la sensibilidad ambiental de estos

organismos (Page, 1979b), que los hace exclusivos de distintos microhábitats. De éstas, 28 especies se encuentran en peligro de extinción. Una especie, *Alsophila salvinii*, coincide con la NOM-059. Además, *Asplenium venturiae*, *Selaginella orizabensis* y *Thelypteris venturiae*, podrían considerarse como extintas en el estado de Veracruz por no haberse colectado nuevamente en los últimos 50 años.

### CONCLUSIONES

La pteridoflora de Veracruz consta de 562 taxa que lo convierte en el tercer estado con mayor riqueza de especies. Esta dotación de licopodios y helechos es debida al vasto gradiente altitudinal de la vertiente de barlovento de la Sierra Madre Oriental-Faja Transvolcánica, que va de los 5 000 msnm (Pico de Orizaba) hasta la zona costera, donde exis-



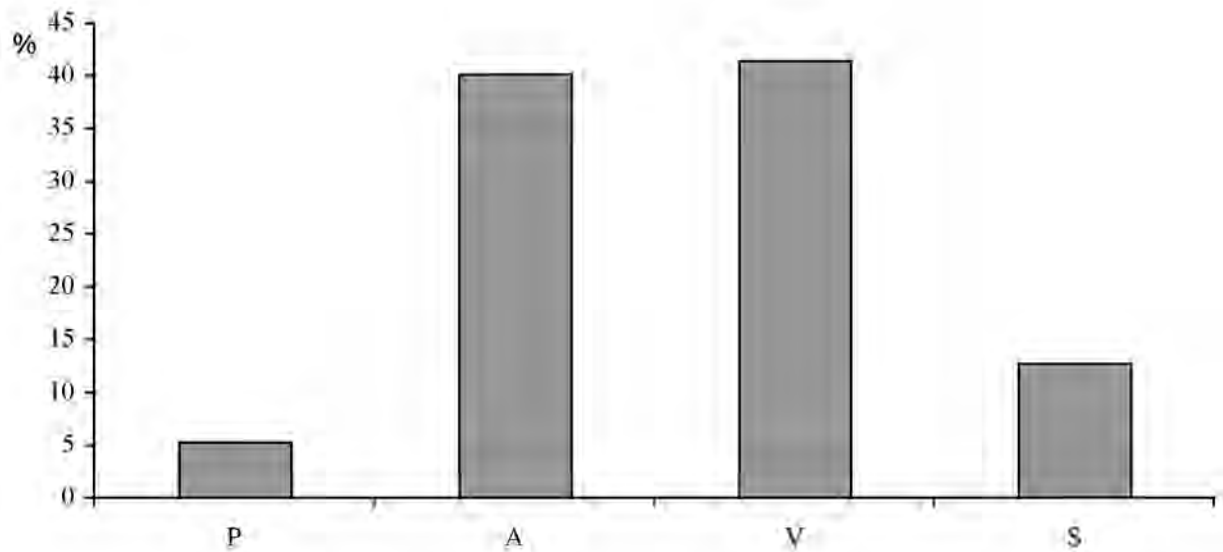


FIGURA 11. Porcentaje de especies en alguno de los estados de conservación de especies (P= peligro de extinción; A= amenazadas; V= vulnerables; S= sin problemas).

ten amplios deltas riparios. Es una región del país donde prácticamente se desarrollan todas las zonas ecológicas terrestres. La mayor cantidad de las especies (ca. 60 %) se encuentra en la franja húmeda de esta sierra, entre los 700 y 1 600 msnm, área que desgraciadamente tiene una alta densidad de población, la cual ejerce un impacto muy grande sobre los bosques húmedos. La especial sensibilidad de los pteridobiontes a los microambientes, permite explicar que aproximadamente el 87 % de las especies se encuentre potencialmente en alguna de las categorías de vulnerabilidad, con fatales consecuencias biológicas por el intenso cambio de uso de suelo en la entidad federativa. Las regiones clave para la conservación de los pteridobiontes son aquellas ubicadas en la franja media de la Sierra Madre Oriental con bosque mesófilo de montaña y las comunidades aledañas de bosque tropical perennifolio y bosque templado de latifolios (la cuenca del río Sedeño, la sierra de Chiconquiaco, la sierra de Zongolica, la región de Huatusco, el gradiente del Pico de Ori-

zaba y la región de Huayacocotla), los volcanes de Santa Marta y San Martín y la región de la cuenca del río Uxpanapa.

El estado de Veracruz tiene un largo historial de botánicos que han colectado helechos y licopodios (Palacios-Ríos, 1992a), sin embargo, estas colectas se han realizado generalmente en forma desorganizada y selectiva a ciertos grupos. Es evidente, después de una revisión bibliográfica, que son muy pocos trabajos regionales dedicados a este grupo de plantas; entre las regiones menos exploradas, se encuentran la zona montañosa del norte del estado (región de Huayacocotla), las regiones áridas y semiáridas y, las partes altas de las montañas, sobre todo en la sierra Tantima y Pico de Orizaba. De los numerosos municipios de la zona montañosa húmeda del centro de Veracruz, que son los que contienen la mayor diversidad de pteridobiontes, sólo Banderillas (Vázquez-Torres, 2005) ha sido estudiado con profundidad en la florística de este grupo de plantas.

A pesar de que los helechos y lycopodios son considerados excelentes indicadores ambientales, el entendimiento sobre la ecología y su respuesta a la conversión y pérdida de cobertura vegetal es muy limitada (Paciencia y Prado, 2005). Estudios realizados sobre la diversidad de helechos en hábitats conservados y secundarios, señalan que las especies características de los bosques disminuyen con relación al grado de perturbación de los mismos (Paciencia y Prado, 2004), incluso en aquellos sitios donde hay un manejo agroforestal (ya sea de goma, café o cacao bajo sombra) (Carreño Rocabado, 2006; Beukema y van-Noordwijk, 2004; Paciencia y Prado, 2005). Pocas especies de helechos soportan el cambio de uso de suelo de forestal a agropecuario o urbano, aspecto que en Veracruz es definitivamente una de las principales amenazas a este grupo de plantas; en ambientes afectados por una tala y transformación agronómica, con fuego de por medio, *Pteridium* suele favorecerse cuando el suelo es aún primario, pero éste puede ser eliminado con el uso reiterado de la tierra. En cambio, una maleza difícil de erradicar es *Salvinia*, que se favorece en los humedales donde se

descarga residuos nitrogenados y fosfatados producto de la actividad agronómica (figura 12).

Los helechos tienen una larga tradición en la historia de la humanidad, ya que han formado parte de leyendas y cuentos en muchas sociedades, además de que han servido como plantas medicinales, colorantes, ceremoniales, de fibras, saborizantes e incluso como alimento de emergencia (Wile May, 1978). En México, los diferentes trabajos dedicados a recopilar floras útiles regionales, generalmente sólo mencionan muy pocas especies de pteridobiontes. En trabajos etnobotánicos bien elaborados, los helechos y lycopodios suelen representar menos del 10 % de la flora útil (Soto y Sousa, 1995; Fernández y Ramos, 2001; Cedano *et al.*, 2006; Navarro y Avendaño, 2007). Aparentemente, en nuestro país, no hay una gran tradición étnica en el uso de este grupo de plantas; probablemente una cincuentena de especies mexicanas podría tener un uso comercial relevante (figura 13), fundamentalmente como ornamentales de maceta o de follaje (especialmente especies de la familia Cyatheaceae, y otras pertenecientes al género *Adiantum*, *Asplenium*, *Polystichum*,



FIGURA 12. Acercamiento en un bordo de agua ruderal con *Salvinia auriculata* y *Pistia stratiotes* entre Cosamaloapan y Tlactotalpan. Son dos malezas acuáticas favorecidas por contaminantes de origen agropecuario (Foto: D. Tejero-Díez, noviembre 2007. laguna Chalpa, ca. de Cosamaloapan).



FIGURA 13. *Adiantopsis radiata* es una de las especies con gran potencial ornamental; tanto de maceta, como follaje y en artesanías. (Foto D. Tejero-Díez, noviembre 2007. Banderilla, Jalapa).

*Lycopodium*, etc.) y agronómico (tal como *Azolla*). De muchas de éstas, se sabe que ya existen cultivos comerciales o bien se venden en un mercadeo informal en nuestro país, que socava el recurso natural dada la extracción de ejemplares del medio, tal como el maquique (Rendón-Correa y Fernández-Nava, 2007). Sin embargo, en Veracruz, prácticamente no existen reportes al respecto; en la recopilación de plantas útiles de la región de Uxpanapa que Caballero *et al.* (1978) llevaron a cabo, no mencionan a ninguna especie de este grupo de plantas. En el estudio de Navarro y Avendaño (2007) sólo mencionan una docena de especies pteridobiontes útiles en el municipio de Astacinga y solamente una Unidad de Manejo Ambiental (UMA-La Flor de Catemaco) dedica espacio al cultivo de helechos para su comercialización, especies que, por cierto, son introducidas.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a Blanca Pérez-García y Aniceto Mendoza-Ruíz, de la Universidad Autónoma Metropolitana, por la pronta respuesta en la revisión de ejemplares del herbario UAMIZ, la donación de literatura y la revisión del manuscrito. Raymundo Montoya de la FES-Iztacala, quien formó el mapa de regiones ecológicas de Veracruz. Claudia Tejero y J. Canek Ledesma ayudaron en la búsqueda de material bibliográfico y de herbario, respectivamente.

#### LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, R. y M. L. Arreguín, 1988, Claves de familias, géneros, especies y variedades de Pteridófitas del estado de Nuevo León, México, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 29: 29-41.
- AMBROSE, A.R., 2004, *Water-holding capacity of canopy soil mats and effects on microclimates in an old-growth redwood forest: A report to Save-the-Redwoods League*, M.S. Thesis, Humboldt State University, Arcata, CA., 95 pp.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, M.L., R. Fernández-Nava, R. Palacios-Chávez y D.L. Quiroz-García, 2001, *Pteridoflora ilustrada del estado de Querétaro, México*, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, 470 pp.
- BEUKEMA, H. y M. Van-Noordwijk, 2004, Terrestrial Pteridophytes as Indicators of Forest-Like Environment in Rubber Production Systems in the Lowlands, Sumatra, *Agricultural Ecosystems and Environment* 104: 63-73.
- CABALLERO, J., V. M. Toledo, A. Argueta. E. Aguirre, P. Rojas y J. Viccon, 1978, Estudio botánico y ecológico de la región del río Uxpanapa, Ver. México No. 8. Flora útil o el uso tradicional de las plantas, *Biótica* 3(2) 103-144
- CARREÑO ROCABADO, I.G., 2006, *Evaluación de los cafetales bajo sombra y fragmentos de bosque adyacentes como hábitats para conservar la diversidad de los helechos en el Estado de Veracruz, México*, tesis maestría en Ciencias, Instituto de Ecología, Xalapa, 120 pp.
- CASTILLO-CAMPOS, G., 1991, *Vegetación y flora del municipio de Xalapa*, Programa del Hombre y la Biosfera (MAB, UNESCO), Instituto de Ecología y H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz, 148 pp.
- CASTILLO-CAMPOS G., M.E. Medina Abreo, P.D. Dávila Aranda y J.A. Zavala Hurtado, 2005, Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México, *Acta Botánica de México* 73: 19-57.
- CEDANO MALDONADO, M., L. Villaseñor Ibarra y H.G. Ponce Curiel, 2006, Avances sobre el uso actual de las pteridofitas en la zona metropolitana de Guadalajara, Avances en la Investigación Científica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (<http://www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/botanica/60.htm>).
- DÍAZ-BARRIGA, H. y M. Palacios-Rios, 1992, Listado preliminar de especies de pteridófitas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro, en J. Rzedowski, J. y G. Calderón (eds.), *Flora del Bajío y de*

- Regiones Adyacentes*, fascículo complementario III. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Mich., 57 pp.
- FERNÁNDEZ, R. y D. Ramos, 2001, Notas sobre plantas medicinales del estado de Querétaro, México, *Polibotánica* 12:1-39
- FLORA of North America Editorial Committee (FNA), 1993, *Flora of North America North of Mexico*, vol. 2. *Pteridophytes and gymnosperms*, Oxford University Press, Oxford, 475 pp.
- GALLARDO-PÉREZ, J.C., M.L. Esparza-Aguilar y A. Gómez-Campos, 2006, Importancia etnobotánica de una planta vascular sin semilla en México: *Equisetum*, *Polibotánica* 21: 61-74.
- GARCÍA, E., 2004, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Instituto de Geografía serie libros núm. 6, UNAM, México 90 pp. y disco compacto de datos.
- GÓMEZ-POMPA, A., 1966, *Estudios Botánicos en la región de Misantla, Veracruz*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, 173 pp.
- , 1978. *Ecología de la vegetación del Estado de Veracruz*. Compañía editorial Continental, e Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, México, 91 pp.
- GREGORY, D. y R. Riba, 1979, *Selaginellaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 6: 1-35.
- GUTIÉRREZ B., C. y M.G. Zolá, 1987, Hidrófitas de Nevería, Veracruz, México, *Biótica* 12(1): 21-34.
- GUZMÁN, G.S. y G. Castillo-Campos, 1989, Uso del suelo en Veracruz, *Extensión* 32: 31-35.
- HIETZ, P. y U. Hietz-Seifert, 1994, *Epífitas de Veracruz*, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., 236 pp.
- HILL, J.D. y J.A. Silander-Jr., 2001, Distribution and dynamics of two ferns: *Dennstaedtia punctilobula* (Dennstaedtiaceae) and *Thelypteris noveboracensis* (Thelypteridaceae) in a northeast mixed hardwoods-hemlock forest, *American Journal of Botany* 88: 894-902
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G. y S. Sinaca Colín, 1999, Lista florística comentada de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 43(1-2): 25-115
- KNOBLOCH, I.W. y D.S. Correll, 1962, *Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico*, Texas Research Found, Renner, Texas, 198 pp.
- KRÖMER, T., A. Acebey y A.R. Smith, 2007, *Thelypteris tuxtliensis* (Thelypteridaceae), a new species in subgenus *Goniopteris* from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico, *American Fern Journal* 97(3): 136-139.
- LIRA, R. y R. Riba, 1984, Aspectos fitogeográficos y ecológicos de la flora Pteridofita de la Sierra de Santa Marta, Veracruz, México, *Biótica* 9(4): 451-467.
- , 1993. Las Pteridofitas (helechos y plantas afines) de México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* (volumen especial) 44: 99-108.
- LOREA-HERNÁNDEZ, F. y E. Velázquez-Montes, 1998, Pteridófitas. Lista de los taxa y su distribución geográfica en la entidad. In: N. Diego-Pérez y R. Ma. Fonseca (eds.). *Estudios florísticos en Guerrero No. 9*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 83 pp.
- LOT-HELGUERAS, A., 1991, *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 226 pp.
- MEHLTRETER, K. y M. Palacios-Rios, 2003, Phenological studies on *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico, *Journal of Tropical Ecology* 9(2): 155-162.
- MEHLTRETER, K., 2006, Leaf phenology of the climbing fern *Lygodium venustum* in a semideciduous lowland forest on the Gulf of México, *American Fern Journal* 96(1): 21-30.
- MEHLTRETER, K. y J. G. García-Franco, 2008, Leaf phenology and trunk growth of the deciduous tree fern *Alsophila firma* in a Mexican lower montane forest, *American Fern Journal* (en prensa).
- MEHLTRETER, K., 2008, Helechos, en R.H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación*, Instituto Nacional de Ecología (INE), México (en prensa).
- MICKEL, J.T., 1992, Pteridophytes, en R. McVaugh, W.R. Anderson (ed.), *Flora Novo-Galiciana*, 17: 120-467.



- MICKEL, J.T. y A.R. Smith, 2004, The Pteridophytes of Mexico, *Memories of the Botanical Garden of New York* 88: 1-1054
- MONTERROSA Salomón, J. y A. Monro, 2008, An annotated checklist to the Monilophytes and Lycophytes of El Salvador, *The Fern* 18(4) 120-215.
- MORAN R., C., 2004, *An natural history of ferns*, Timber Press, Portland, 301 pp.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y H. Ellenberg, 1974, *Aims and methods of vegetation ecology*. J. Wiley, Nueva York, 547 pp.
- NARAVE Flores, H., 1985, La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México, *Biótica* 10(1): 35-57.
- NAVARRO, L.C. y S. Avendaño, 2007, Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México, *Polibotánica* 14: 67-84
- OROZCO, A. y Lot-Helgueras, A., 1976, La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz, *Biótica* 1(1): 1-44.
- ORTEGA, O. R., 1981, Vegetación y flora de una corriente de lava (malpaís) al noreste del Cofre de Perote, Ver., *Biótica* 6(1):57-97
- PACHECO, L. y R. Riba, 1991, *Hymenophyllaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 63: 1-54.
- PACIENCIA, M.L.B. y J. Prado, 2004, Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlantica da Regiao de Una, Sul de Bahia, Brasil, *Revista Brasileira de Botânica* 27: 641-653.
- PACIENCIA, M.L.B. y J. Prado, 2005, Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil, *Plant Ecology* 180: 87-104.
- PAGE, C.N., 1979a, The diversity of ferns: An ecological perspective, en A.F. Dyer (ed.), *The experimental biology of ferns*, Academic Press, Londres, pp. 10-56.
- PAGE, C.N., 1979b, Experimental aspects of fern ecology, en A.F. Dyer (ed.), *The experimental biology of ferns*, Academic Press, Londres, pp. 552-589.
- PALACIOS-RIOS, M. y R. Riba, 1983, Helechos de Veracruz: *Adiantum* (Pteridaceae), *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 44: 43-62.
- PALACIOS-RIOS, M., 1987a, Notas de herbario XAL. XI. Nuevos registros de Pteridofitas para Veracruz, México, *Biótica* 12(4): 297-299.
- , 1987b, *Psilotaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz*. 55: 1-6.
- , 1990a, New Pteridophyte Records for the State of Veracruz, Mexico, *American Fern Journal* 80(1): 29-32.
- , 1990b, *Osmundaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 61: 1-7.
- , 1992a, *Las Pteridofitas del estado de Veracruz, México*, tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 374 pp.
- , 1992b, *Dicksoniaceae, Equisetaceae, Gleicheniaceae, Lindsaeaceae, Parkeriaceae, Plagiogyriaceae, Vittariaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 69: 1-96.
- PÉREZ-GARCÍA, B., R. Riba y J.I. Reyes, 1995, Helechos mexicanos: formas de crecimiento, hábitat y variantes edáficas, *Contactos* 11: 22-27.
- PONCE, M., K. Mehlreter y E.R. de la Sota, 2002, Análisis biogeográfico de la diversidad pteridoflorística en Argentina y Chile continental, *Revista Chilena de Historia Natural* 75(4): 703-717.
- PRYER, K.M., H. Schneider, A. Smith, R. Cranfill, P.G. Wolf, J.S. Hunt y S.D. Sipes, 2001, Horsetails and ferns are a monophyletic group relative to seed plants, *Nature* 409: 618-621.
- RAMOS Álvarez, C.H. y F. González Medrano, 1972, La vegetación de la zona árida veracruzana, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM 43, Serie Botánica 1: 77-100.
- RENDÓN-CORREA, A. y R. Fernández-Nava, 2007, Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morelos, México, *Polibotánica* 23: 121-165
- RIBA, R. y B. Pérez-García, 1979, Estudio Botánico y Ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Veracruz. N° 9 Pteridofitas, *Biótica* 4(3): 135-139.
- , 1997, Pteridofitas, en E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt (eds.), *Historia natural de los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 175-181.

- RIBA, R., 1981, *Cyatheaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 17: 1-42.
- , 1993, Mexican pteridophytes: distribution and endemism, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 379-395.
- RIBA, R., L. Pacheco, A. Valdés y Y. Sandoval, 1996, Pteridoflora del estado de Morelos. Lista de familias, géneros y especies, *Acta Botánica de México* 37: 45-65.
- ROJAS-ALVARADO, A.F., 2003, New taxa, records and redefined concepts in the *Elaphoglossum* sect. *Elaphoglossum* subsect. *Pachyglossa* (Lomariopsidaceae) from Mexico and Central America, *Revista de Biología Tropical* 51(1): 1-32.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- , J. 1991a, Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, *Acta Botánica de México* 14: 3-21.
- , 1991b, El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica de México* 15: 47-64.
- , 1996, Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica de México* 35: 25-44.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-59-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial* (6 marzo), 5 pp.
- SMITH, A.R., 1981, *Pteridophytes*, en D.E. Breedlove (ed.), *Flora of Chiapas*, parte 2, California Academy of Sciences, San Francisco, 370 pp.
- SMITH, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider y P.G. Wolf, 2006, A classification for extant ferns, *Taxon* 55(3): 705-731.
- SOSA, V. y A. Gómez-Pompa (comp.), 1994, *Lista florística. Flora de Veracruz*, Fascículo 82, Instituto de Ecología/Universidad de California, Xalapa, Ver., 245 pp.
- SOSA, V., A.P. Vovides y G. Castillo-Campos, 1998, Monitoring endemic plants extinction in Veracruz, Mexico, *Biodiversity and Conservation* 7: 1521-1527.
- SOTO N., J.C. y M. Sousa, 1995, *Plantas Medicinales de la Cuenca del río Balsas*, Cuadernos 25, Instituto de Biología, UNAM, 198 pp.
- SQUEO F., L. Cavers, G. Arancio, J. Novoa, O. Matthei, C. Marticorena, R. Rodríguez, M.T.K. Arroyo, y M. Muñoz, 1998, Biodiversidad vegetal de Antofagasta, *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 571-591.
- TEJERO-DÍEZ, J.D., 1998, *Pteridoflora del occidente del estado de México*, México, tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 142 pp.
- TEJERO-DÍEZ, J.D. y J.T. Mickel, 2004, Las Pteridofitas, en A.J. García Mendoza, M.J. Ordóñez Díaz y M.A. Briones Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y WWF, México, pp. 121-139.
- TEJERO-DÍEZ, J.D. y Ma. de la Luz Arreguín Sánchez, 2004, Lista con anotaciones de los pteridófitos del Estado de México, México, *Acta Botánica de México*, 68: 1-82.
- TEJERO-DÍEZ, J.D., 2007, La riqueza florística del Estado de México: lycopodios y helechos, *Adumbraciones ad summae editione* (Biblioteca digital del Real Jardín Botánico de Madrid) 27: 1-32.
- TOLEDO, V.M., 1994, La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación de los noventas, *Ciencias* 34: 43-59.
- TRYON, R.M., 1986, The biogeography of species, with special reference to ferns, *Botanical Review* 52(2): 117-155.
- VARGAS AJURIA, Y.A., 1982, *Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque mesófilo de montaña en Huayacocotla*, Ver., tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 105 pp.
- VÁZQUEZ Torres, M., 2005, *Helechos y plantas afines: una mirada desde el municipio de Banderilla*, Edi-

- tora del Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, 426 pp.
- WENDT, T. 1989, Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencias de refugios florísticos cenozoicos, *Anales de Instituto de Biología de México, serie Botánica*, 58: 29-54.
- WIGGINS, I.L., 1980, *Flora of Baja California*, Stanford University Press, Stanford, 1 025 pp.
- WILE May, L. 1978, The economic uses and associated folklore of ferns and fern allies, *The Botanical Review* 44(4): 491-519.
- ZAMORA, C.P. y G. Castillo-Campos, 1997, *Vegetación y flora del municipio de Tlaxiahuacan, Veracruz*, Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 88 pp.
- ZOLÁ, M.G., 1987, *La vegetación de Xalapa, Veracruz*, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, 555 pp., 7 mapas.