



Biogeografía

Pteridofitas de las sierras El Sarnoso y Mapimí en Durango, México

Pteridophytes from El Sarnoso and Mapimí mountains in Durango, Mexico

Mireya Montelongo-Landeros, Jorge Arturo Alba-Avila, Ulises Romero-Méndez
y Cristina García-De la Peña *

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad s/n, Fraccionamiento Filadelfia, 35010 Gómez Palacio, Durango, México

Recibido el 8 de septiembre de 2014; aceptado el 14 de enero de 2015
Disponible en Internet el 26 de mayo de 2015

Resumen

Las pteridofitas han sido escasamente estudiadas en el norte de México, ya que existen sierras donde se desconocen las especies que habitan en ellas. En el presente estudio se determinaron las especies de pteridofitas de 2 sierras del estado de Durango, México (El Sarnoso y Mapimí), se calculó el índice de diversidad beta para comparar la diversidad de estas plantas en ambas áreas y se representó la ubicación de cada especie en mapas de distribución geográfica. Se registraron 28 especies distribuidas en 4 familias y 9 géneros. El coeficiente de similitud fue de 0.89, con 25 especies en la sierra El Sarnoso y 28 en la de Mapimí. Se destacó la presencia de la especie indicadora de impacto ambiental antropogénico *Pellaea ternifolia* var. *ternifolia* en áreas de extracción de material rocoso. Otras especies registradas fueron *Pleopeltis polypodioides* var. *michauxianum* (= *Polypodium polypodioides* var. *michauxianum*), *Adiantum capillus-veneris*, *Cheilanthes notholaenoides* y *Selaginella lepidophylla*. El conocimiento de estas especies puede marcar la pauta para comenzar a elaborar programas de conservación en ambas sierras, ya que si no se controla la extracción de materiales rocosos, el hábitat se irá degradando progresivamente, afectando la supervivencia de las especies de flora y fauna que habitan en ellas. Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Palabras clave: Helechos; Licofitas; Distribución; Diversidad beta; Conservación

Abstract

Pteridophytes have been inadequately studied in northern México, resulting in large, remote areas where the species of pteridophytes that inhabit them are unknown. We surveyed pteridophytes in 2 mountain areas in the state of Durango, México (El Sarnoso and Mapimí). We plotted location of each species or subspecies and then calculated beta diversity to compare between-area diversity for this group of plants. A total of 28 species grouped in 4 families and 9 genera were recorded. The coefficient of similarity was 0.89, with 25 species in El Sarnoso and 28 in Mapimí. An important finding was the presence of an indicator species of anthropogenic environmental impact, *Pellaea ternifolia* var. *ternifolia* in areas of rock extraction. Other recorded species were *Pleopeltis polypodioides* var. *michauxianum* (= *Polypodium polypodioides* var. *michauxianum*), *Adiantum capillus-veneris*, *Cheilanthes notholaenoides*, and *Selaginella lepidophylla*. Knowledge of regional biodiversity, including pteridophytes, can support the development of conservation programs in these mountains. Without effective conservation programs in place, and if the removal of rock materials is not controlled, the habitat of these mountains will decay progressively, affecting the survival of flora and fauna species that inhabit these areas.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Keywords: Ferns; Lycophytes; Distribution; Beta diversity; Conservation

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cristina.g.delapena@gmail.com (C. García-De la Peña).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

En la actualidad el alto grado de impacto antropogénico sobre la biodiversidad está desencadenando altas tasas de extinción de especies en lo que se considera como el sexto evento de extinciones masivas en la historia de la vida en el planeta (Dirzo y Raven, 2003). Esta crisis de la biodiversidad, que se manifiesta en una creciente degradación y agotamiento de los ecosistemas, ha promovido en las últimas décadas un creciente interés científico, social, económico y ético por encontrar estrategias y criterios científicos sobre los cuales basar la conservación de la biodiversidad (Halffter, 2000; Morrone, 2000; Novacek, 2008).

Las licofitas y los helechos son plantas vasculares que tradicionalmente se conocen como «pteridofitas», debido a que ambos grupos presentan reproducción por esporas (Schuettpelz y Pryer, 2008). Son plantas bioindicadoras que poseen características morfológicas, ciclos de vida y requerimientos de microhábitats que las predisponen a ser vulnerables a las alteraciones ambientales (Arcand y Ranker, 2008; De la Sota, 1973; Lindenmayer, Margules y Botkin, 2000; Moran, 1995; Page, 1985). Comparándolas con las angiospermas, este grupo de plantas posee patrones de distribución que están relacionados con factores abióticos, por ejemplo, dispersión anemocórica, y presentan relaciones coevolutivas a través de vectores bióticos (Barrington, 1993; Kessler, 2010; Moran, 2008). Además, su antigüedad, monofilia y estabilidad morfológica son indicadores para establecer patrones biogeográficos (Arana, Morrone,

Ponce y Oggero, 2011). Por otra parte, estas plantas se consideran extremadamente vulnerables a la extinción; sin embargo, la fragmentación del hábitat y la deforestación favorecen su diversidad, debido a que se establecen los nichos ecológicos que estas plantas requieren (Arcand y Ranker, 2008).

Las pteridofitas son plantas diversas, ya que se estima la existencia de 15,000 especies, de las cuales ya han sido descritas más de 12,000 (Moran, 2008). En México se han documentado 1,014 especies (10% de la diversidad mundial), de las cuales 188 (18%) son endémicas (Martínez-Salas y Ramos, 2014). En general, la alta diversidad y abundancia de las pteridofitas en nuestro país se debe a su ubicación geográfica, así como a su geología, relieve, tipos de suelo y sus múltiples tipos de vegetación (Riba, Pérez-García y Orozco-Segovia, 1993). En particular, las zonas áridas del norte de México se consideran especialmente importantes en plantas vasculares no solo por su diversidad, sino por el alto grado de endemismos (González-Medrano y Chiang-Cabrera, 1988; Mickel y Smith, 2004; Rzedowski, 1978). Sin embargo, a la fecha solo se han realizado inventarios de pteridofitas en algunas regiones de los estados del norte como Chihuahua (Estrada-Castrillón y Villarreal-Quintanilla, 2010; Knobloch y Correll, 1962), Sonora (Shreve y Wiggins, 1964), Nuevo León (Aguirre-Claverán, 1983), Coahuila (Alba-Ávila, 2011) y Durango en la Reserva de la Biosfera La Michilía (González-Elizondo, González-Elizondo y Cortés-Ortiz, 1993). En el estado de Durango existen sierras y cadenas montañosas donde se desconocen las especies de pteridofitas que habitan en

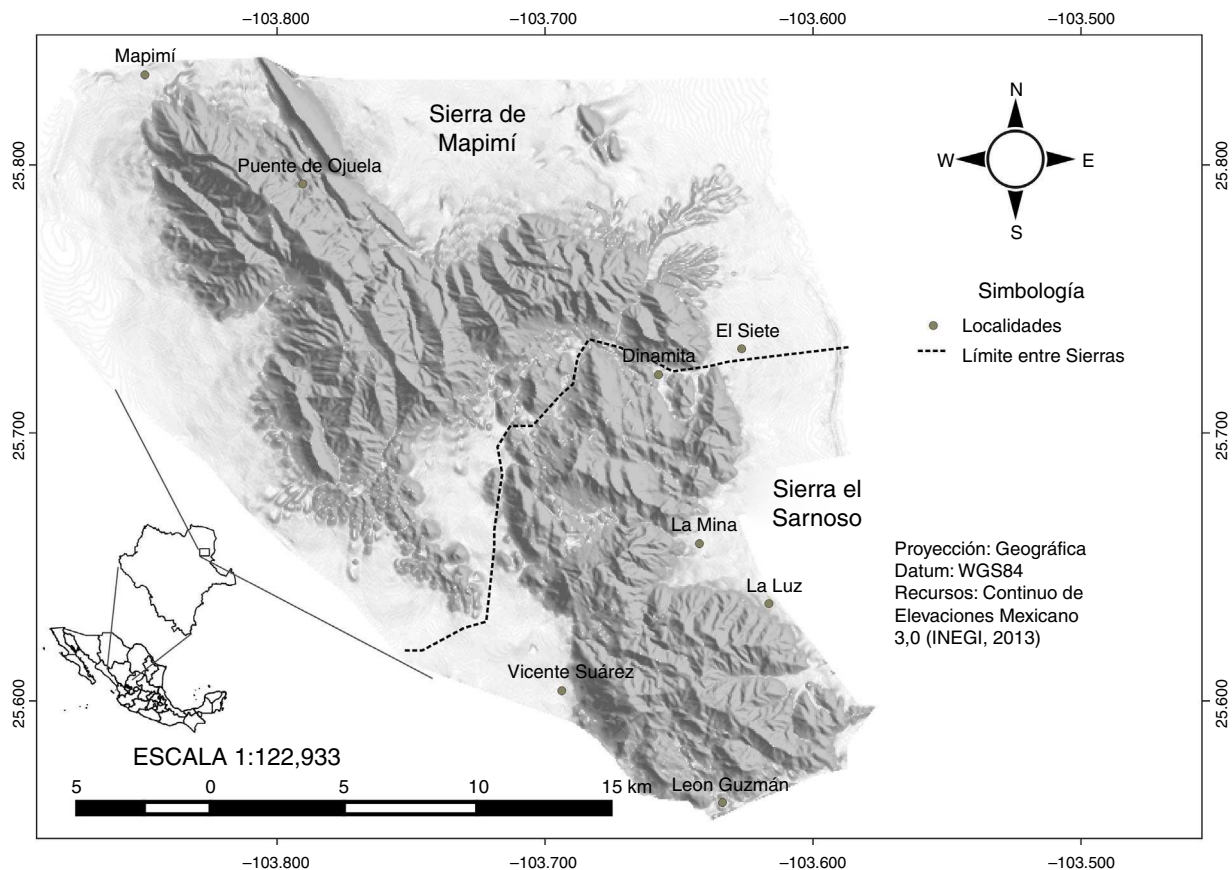


Figura 1. Localización geográfica de las áreas de estudio (sierras El Sarnoso y Mapimí).

Tabla 1
Listado de las pteridofitas de las sierras El Sarnoso y Mapimí (clasificación según Conabio, 2008) y herbarios de referencia donde fueron cotejadas y depositadas.

Familia	Género	Especie	Variedades	Herbario			
Selaginellaceae (Willken, 1854)	<i>Selaginella</i> (Beauv, 1805)	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. y Grev.) Spring, 1840		ENCB, UAAAN y CFNL			
		<i>Selaginella pilifera</i> (Braun, 1857)		ENCB, UAAAN y CFNL			
		<i>Selaginella rupincola</i> (Underw, 1898)		ENCB, UAAAN y CFNL			
Aspleniaceae (Newman, 1840)	<i>Asplenium</i> (L., 1753)	<i>Asplenium resiliens</i> (Kunze, 1844)		ENCB, UAAAN y CFNL			
Polypodiaceae (Bercht y. Presl, 1820)	<i>Polypodium</i> (L., 1753)	<i>Pleopeltis</i> (=Polypodium) <i>polypodioides</i> (Weath.) E. G. Andrews y Windham, 1993	<i>michauxianum</i> (L.) Watt., 1867	ENCB, UAAAN y CFNL			
Pteridaceae (Ching, 1982)	<i>Adiantum</i> (L., 1753)	<i>Adiantum capillus-veneris</i> (L., 1753)		ENCB, UAAAN y CFNL			
		<i>Argyrochosma</i> (J. Sm.) Windham, 1987	<i>Argyrochosma limitanea</i> (Maxon) Windham, 1987	<i>mexicana</i> (Maxon) Windham, 1987			
		<i>Astrolepis</i> (Benham y Windham, 1992)	<i>Astrolepis cochisensis</i> (Goodd.) D. M. Benham y Windham, 1992				
	<i>Cheilanthes</i> (Sw., 1806)	<i>Cheilanthes</i> (Sw., 1806)	<i>Cheilanthes eatonii</i> Baker, 1867		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes feei</i> (Moore, 1857)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes horridula</i> (Maxon, 1918)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes lindheimeri</i> (Hook, 1852)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes notholaenoides</i> (Desv.) Maxon ex Weath., 1936)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes tomentosa</i> (Link, 1833)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes villosa</i> (Davenp. ex Maxon, 1918)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes leucopoda</i> (Link, 1841)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Cheilanthes wrightii</i> (Hook., 1858)		ENCB, UAAAN y CFNL		
			<i>Notholaena</i> (R. Br., 1810)	<i>Notholaena</i> (R. Br., 1810)	<i>Notholaena aschenborniana</i> (Klotzsch, 1847)		ENCB, UAAAN y CFNL
					<i>Notholaena grayi</i> (Davenp., 1880)		ENCB, UAAAN y CFNL
					<i>Notholaena greggii</i> (Mett. ex Kuhn) Maxon, 1916		ENCB, UAAAN y CFNL
<i>Notholaena standleyi</i> (Maxon, 1915)		ENCB, UAAAN y CFNL					
<i>Notholaena sulphurea</i> (Cav.) J. Sm., 1854		ENCB, UAAAN y CFNL					

Tabla 1 (continuación)

Familia	Género	Especie	Variedades	Herbario
	<i>Pellaea</i> (Link, 1841)	<i>Pellaea atropurpurea</i> (L.) Link, 1841		ENCB, UAAAN y CFNL
		<i>Pellaea acordifolia</i> (Sessé y Moc.) A. R. Sm., 1980		ENCB, UAAAN y CFNL
		<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath., 1936		ENCB, UAAAN y CFNL
		<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link, 1841	<i>ternifolia</i> (Cav.) Link, 1841	ENCB, UAAAN y CFNL

ellas. Un ejemplo son las sierras El Sarnoso y Mapimí y sus alrededores, ya que debido a su importancia ecológica existen planes a medio plazo para proponer estas sierras como un área natural protegida estatal (Orona-Espino y Estrada-Rodríguez, 2012). En el presente estudio se determinaron las especies de este grupo de plantas, se calculó el índice de diversidad beta para comparar la diversidad entre ambas sierras y se representó la ubicación de cada especie o subespecie utilizando sistemas de distribución geográfica.

Materiales y métodos

Trabajo de campo

Las principales localidades en las que se llevó a cabo el muestreo de pteridofitas en la sierra de El Sarnoso fueron Dinamita, La Luz, León Guzmán y Mina; en la sierra de Mapimí se visitó Mapimí, Vicente Suárez, Puente de Ojuela y El Siete. Todas estas localidades fueron consideradas para la realización del estudio técnico justificativo de ambas sierras (Orona-Espino y Estrada-Rodríguez, 2012; fig. 1). Para cada localidad se realizaron 4 visitas en verano-otoño de 2012 y primavera-invierno de 2013. Se recorrieron 50 transectos de longitud y dirección variable, aproximadamente 3 ± 1 km, en donde se realizó una búsqueda exhaustiva de pteridofitas. Para cada individuo de pteridofita observado se registró su ubicación geográfica mediante GPS (Garmin 12XL) y se tomó fotografía. Se colectó un total de 84 individuos, los cuales se colocaron en una prensa botánica y se preservaron de acuerdo con la metodología propuesta por Arreguín-Sánchez en Lot y Chiang (1986).

Trabajo de laboratorio

La determinación taxonómica se basó en las claves de Mickel y Smith (2004). El cotejo de cada individuo se realizó con base en colecciones botánicas formales en los siguientes herbarios: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB); Departamento de Botánica, Herbario Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León (CFNL). Como acciones de intercambio institucional, se depositaron individuos de las especies recolectadas en los 3 herbarios antes mencionados. El arreglo taxonómico de las pteridofitas se basó en el Catálogo de Autoridades Taxonómicas de Helechos y Plantas Afines (pteridofitas) de México

(Conabio, 2008). Finalmente, los ejemplares fueron montados en láminas de papel bristol color blanco de 28 x 40 cm, se etiquetaron y guardaron en pliegos de papel manila color ámbar y fueron depositados en los herbarios ENCB, UAAAN y CFNL.

Análisis de datos

Para estimar la diversidad beta, riqueza específica comparada, de las pteridofitas de la sierra El Sarnoso y Mapimí, se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard debido a su confiabilidad en el análisis de datos de presencia/ausencia (Sánchez y López, 1988). Esta información también se representó mediante un dendrograma utilizando un análisis de conglomerados jerárquicos para agrupar las localidades según su similitud en cuanto a especies de pteridofitas. Finalmente, para realizar los mapas de distribución de las pteridofitas se empleó el programa ARCGIS 9.3.1. Se utilizó el polígono «El Sarnoso» (Romero-Méndez y Martínez-Ríos, 2009) para delimitar el área de mapeo. Se utilizaron puntos geográficos colectados mediante GPS de cada organismo y se importaron en formato de tablas al programa transformándolos en formato «shapefile», a los cuales se les aplicaron geoprocédimientos como el «Definition Query» para cada una de las especies. Para la elaboración de los mapas se utilizaron imágenes de satélite de World Imagery como fondo y se exportaron a imagen jpg.

Resultados

Se observó que la flora pteridológica de las sierras El Sarnoso y Mapimí está conformada por 4 familias, 9 géneros, 28 especies y 3 variedades (tabla 1). La familia con mayor número de especies fue Pteridaceae (22), seguida de Selaginellaceae (3 especies) y, por último, Polypodiaceae y Aspleniaceae. Los géneros que presentaron un mayor número de especies fueron *Cheilanthes*, *Pellaea* y *Notholaena*. En la figura 2

se ubican geográficamente las diferentes especies de pteridofitas encontradas en ambas sierras, y en la figura 3 se muestran imágenes de estas plantas.

El índice de similitud de Jaccard entre la sierra El Sarnoso (Dinamita, La Luz, León Guzmán y Mina) y la sierra de Mapimí (Mapimí, Vicente Suárez, Puente de Ojuela y El Siete) fue de 0.89, es decir, que comparten más del 50% de las especies de pteridofitas. La localidad que presentó mayor número de especies fue Puente de Ojuela (28) y la que mostró menos fue Vicente Suárez (11). Las 28 especies citadas en el presente

estudio se localizaron en la sierra de Mapimí, mientras que en la sierra El Sarnoso se localizaron 25 especies. En el cladograma obtenido mediante el análisis de conglomerados jerárquicos desarrollado a partir de la agrupación de especies por localidades, se observaron 7 grupos (fig. 4). Las localidades comprendidas por Dinamita y León Guzmán poseen una alta homogeneidad en cuanto a la diversidad de especies. Los tipos de vegetación presentes en estas localidades fueron el matorral desértico rosetófilo (MDR), el matorral desértico micrófilo (MDM) y el matorral

chaparral (MCH) de acuerdo con [Orona-Espino y Estrada-Rodríguez \(2012\)](#); por su parte las localidades de Mapimí y La Mina presentaron una homogeneidad media en cuanto a diversidad de peridofitas, encontrándose 3 tipos de vegetación en Mapimí (MDM, MDR y MCH) y solo 2 en La Mina (MDM y MDR). Finalmente, la localidad de Vicente Suárez y La Luz resultaron ser más heterogéneas en cuanto a la diversidad de especies que el resto de las localidades, registrándose solo el MDM en Vicente Suárez y MDR + MDM en la Luz ([tabla 2](#)).

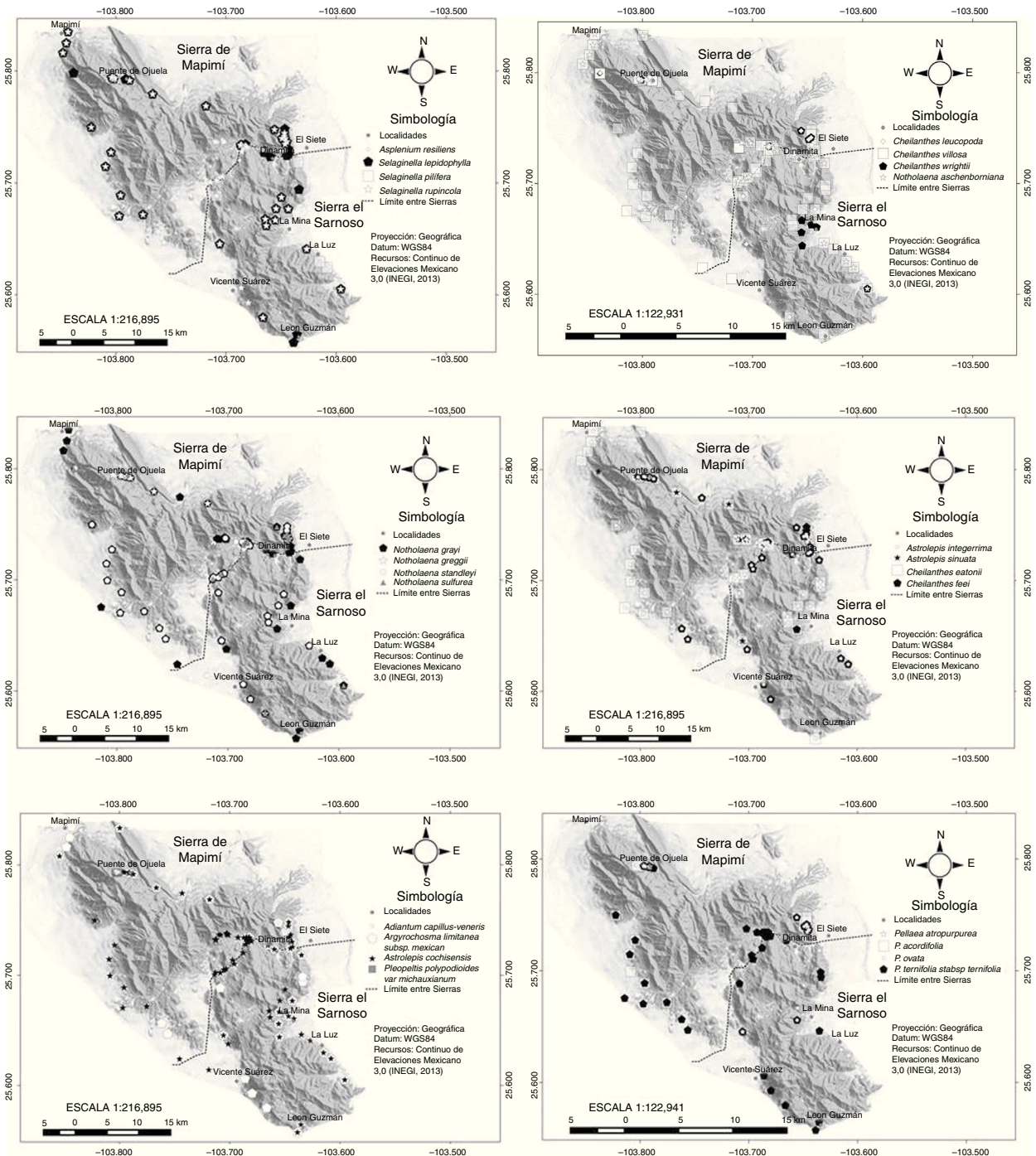


Figura 2. Ubicación geográfica de las especies de pteridofitas registradas en las sierras El Sarnoso y Mapimí, Durango, México.

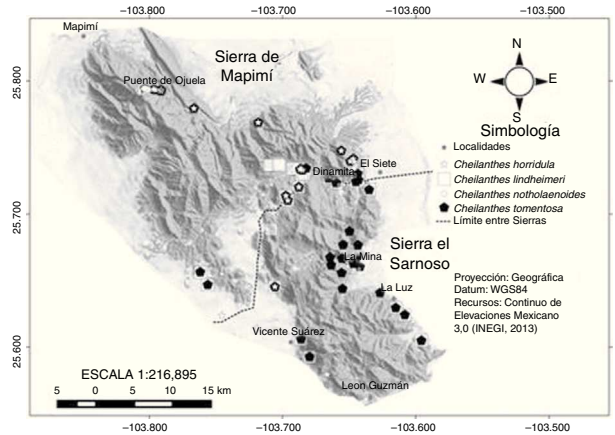


Figura 2. (continuación)

Discusión

Las especies indicadoras proveen información cuantitativa sobre el estado de grandes sistemas (Hunsaker y Carpenter, 1990). En el presente estudio se pudo observar que en las instalaciones de caleras y marmoleras en la sierra de El Sarnoso, cuyas actividades han provocado la pérdida del hábitat tras el desmonte

de la vegetación y la extracción de material como caliza y mármol, la planta *P. ternifolia* var. *ternifolia* actúa como pionera en la colonización de las áreas impactadas auxiliando en el inicio del proceso de sucesión vegetal primaria. Esto fue señalado por Rodríguez, Pacheco y Zavala-Hurtado (2008) en San Jerónimo Amanalco, Texcoco, Estado de México, quienes observaron bancos de esporas de esta especie en sitios modificados

Tabla 2
Especies de pteridofitas por localidad y tipo de vegetación en que se observaron.

Especies	L	M	Mi	PO	VS	S	D	LG	Tipo de vegetación
<i>Selaginella lepidophylla</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Selaginella pilifera</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	MDR, MDM
<i>Selaginella rupincola</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Asplenium resiliens</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Pleopeltis</i> (= <i>Polypodium</i>) <i>polypodioides</i> var. <i>michauxianum</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	MCH
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	MDR, MCH
<i>Argyrochosma limitanea</i> var. <i>mexicana</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	MDR, MDM
<i>Astrolepis cochisensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Astrolepis integerrima</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Astrolepis sinuata</i>	0	1	0	1	0	1	1	1	MDR, MCH
<i>Cheilanthes eatonii</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Cheilanthes feei</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Cheilanthes horridula</i>	0	1	0	1	0	1	1	1	MDR, MDM
<i>Cheilanthes lindheimeri</i>	1	0	1	1	0	0	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Cheilanthes notholaenoides</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	MCH
<i>Cheilanthes tomentosa</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Cheilanthes villosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	MDR, MCH
<i>Cheilanthes wrightii</i>	1	0	1	1	0	1	1	0	MDR, MDM, MCH
<i>Notholaena aschenborniana</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	MDR, MDM
<i>Notholaena grayi</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM
<i>Notholaena greggii</i>	0	1	0	1	0	1	1	1	MDR, MCH
<i>Notholaena standleyi</i>	0	1	1	0	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Notholaena sulphurea</i>	1	1	0	0	0	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Pellaea atropurpurea</i>	1	0	1	1	0	1	1	1	MDR, MDM, MCH
<i>Pellaea cordifolia</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	MDR, MDM, MCH
<i>Pellaea ovata</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	MDR, MCH
<i>Pellaea ternifolia</i> var. <i>ternifolia</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	MDR, MDM, MCH

Localidades (D : Dinamita; L : La Luz; LG : León Guzmán; M : Mapimí; Mi : Mina; PO : Puente de Ojuela; S : El Siete; VS : Vicente Suárez); 0 : ausente; 1 : presente; MCH : Matorral chaparral; MDM : Matorral desértico micrófilo; MDR : Matorral desértico rosetófilo.



Figura 3. Pteridofitas de las sierras El Sarnoso y Mapimí, Durango, México. 1) *Selaginella lepidophylla*; 2) *S. pilifera*; 3) *S. rupicola*; 4) *Asplenium resiliens*; 5) *Pleopeltis polypodioides* var. *michauxianum*; 6) *Adiantum capillus-veneris*; 7) *Argyroschisma limitanea* var. *mexicana*; 8) *Astrolepis cochisensis*; 9) *A. integerrima*; 10) *A. sinuata*; 11) *Cheilanthes eatonii*; 12) *C. feei*; 13) *C. horridula*; 14) *C. lindheimeri*; 15) *C. notholaenoides*; 16) *C. tomentosa*; 17) *C. villosa*; 18) *C. leucopoda*; 19) *C. wrightii*; 20) *Notholaena aschenborniana*; 21) *N. grayi*; 22) *N. greggii*; 23) *N. standleyi*; 24) *N. sulphurea*; 25) *Pellaea atropurpurea*; 26) *P. cordifolia*; 27) *P. ovata*; 28) *P. ternifolia* var. *ternifolia*.

drásticamente por desmonte, incendio y áreas de cultivo abandonadas. Encontrar esta especie en las sierras El Sarnoso y Mapimí es consecuencia de las actividades antropogénicas inmoderadas que van produciendo una degradación progresiva del ambiente.

Los géneros con mayor número de especies en el presente trabajo fueron *Cheilanthes* (9) y *Notholaena* (6). Estrada-Castrillón y Villarreal-Quintanilla (2010) encontraron en el centro del estado de Chihuahua a estos mismos géneros (19 y 9 especies, respectivamente) en tipos de vegetación de desierto (matorral xerófilo), bosque de encinos, pastizales y bosque de pino. En las sierras El Sarnoso y Mapimí se registró un total de 4 familias, 9 géneros, 28 especies y 3 variedades de pteridofitas. En la sierra de Jimulco, Torreón, Coahuila (ubicada a 28 km de las sierras El Sarnoso y Mapimí), Alba-Ávila (2011) registró 25 especies en vegetación de matorral (xerófilo, micrófilo y rose-tófilo), chaparral y bosque de pino-encino, un piso altitudinal de 3,120 m snm y un área de 625 km². Las sierras El Sarnoso y Mapimí presentan solo 3 tipos de vegetación (MDM, MDR y MCH) con elevaciones de 2,500 m snm y una superficie de 645.6 km² (Dgetenal, 1978). Hunsaker y Carpenter (1990) y Whittaker, Willis y Field (2001) consideran que el número de especies tiende a incrementar conforme aumenta el tamaño del área.

Las sierras El Sarnoso y Mapimí comparten el 89% de las especies de pteridofitas según la similitud de Jaccard (0.89). Aunque Mapimí mostró una mayor riqueza de especies (28) que El Sarnoso (25) es posible que estos números se incrementen si se amplía el esfuerzo de muestreo. La similitud de especies entre ambas sierras se debe a que hace 65 millones de años constituían una sola formación rocosa, pero debido a un evento geológico quedaron separadas por el surgimiento del Cañón de las Piedras Encimadas, formándose así microhábitats muy similares. Esto explica por qué este grupo de plantas ocupan nichos ecológicos relativamente limitados en microhábitats en zonas áridas (Smith et al., 2006).

La especie *Cheilanthes notholaenoides* fue registrada en pocas localidades; sin embargo, Ramírez-Cruz et al. (2009) la documentaron en el Parque Nacional Los Mármoles, estado de

Hidalgo como una especie de distribución amplia, registrándose en distintos tipos de bosques (encino, pino, pino-encino, tás-cate), matorral espinoso y vegetación secundaria. En el caso de las sierras El Sarnoso y Mapimí, esta especie se ha adaptado a crecer en grietas de las rocas donde se almacena el agua y existen los nutrientes necesarios para su desarrollo (Menéndez, Revilla, Bernard, Gotor y Fernández, 2006). La dispersión de sus esporas es anemocórica (por el viento), lo que facilita la colonización de otras áreas (Smith et al., 2006); además, algunas especies tienen frondas micrófilas, lo que les permite reducir la superficie de pérdida de agua (Blasco-Zumeta, 1998). Debido a que algunas especies de este grupo de plantas son indicadores de deterioro ambiental; por ejemplo, *P. ternifolia* var. *ternifolia*, es importante considerarlas para monitorizar áreas vulnerables al impacto antropogénico. Asimismo, pueden marcar la pauta para comenzar a elaborar programas de conservación, en este caso para las sierras El Sarnoso y Mapimí, debido a que si no se controla la extracción de materiales rocosos, en un futuro se irá degradando el hábitat de estas sierras, lo que a su vez afectará la supervivencia de las especies de flora y fauna que habitan en ellas.

Agradecimientos

A E. Estrada-Castillón, J. A. Villarreal-Quintanilla, N. A. Salas-Muro, M. Armendáriz-Herrera, M. A. Favila, J. Bautista por su ayuda en el trabajo de campo. A M. A. Zavalza-Ávila por su ayuda en la elaboración de mapas. A Arreguín-Sánchez (ENCB), J. A. Villarreal-Quintanilla (UAAAN) y A. E. Estrada-Castillón (CFNL) por su apoyo en los herbarios. A C. W. Barrows por su ayuda en la revisión del abstract. Esta investigación fue desarrollada bajo el permiso de colecta SGPA/DGVS/08589/12 emitido por la Semarnat. La presente investigación fue financiada por el municipio de Lerdo, Durango, y comprende una parte del macro proyecto «Estudio técnico justificativo para declarar área natural protegida a la sierra El Sarnoso, municipio de Lerdo, Durango, México» Clave DGO-2008-CO4-96172.

Referencias

- Aguirre-Claverán, R. (1983). Contribución al conocimiento de la pteridoflora del estado de Nuevo León, México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Alba-Ávila, J.A. (2011). Flora, vegetación y fitogeografía de la sierra de Jimulco, Coahuila, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Arana, M. D., Morrone, J. J., Ponce, M. y Oggero, A. J. (2011). Licofitas (Equisetopsida: Lycopodiidae) de las sierras centrales de Argentina: un enfoque panbiogeográfico. *Gayana Botánica*, 68, 14–21.
- Arcand, N. N. y Ranker, T. A. (2008). Conservation biology. En T. A. Ranker y C. H. Haufler (Eds.), *The biology and evolution of ferns and lycophytes* (pp. 257–283). New York: Cambridge University Press.
- Barrington, D. S. (1993). Ecological and historical factors in fern biogeography. *Journal of Biogeography*, 20, 275–280.
- Blasco-Zumeta, J. (1998). Ecología de los Monegros: la paciencia como estrategia de supervivencia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 23, 23–24.
- Comabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2008). *Catálogo de autoridades taxonómicas de helechos y plantas*

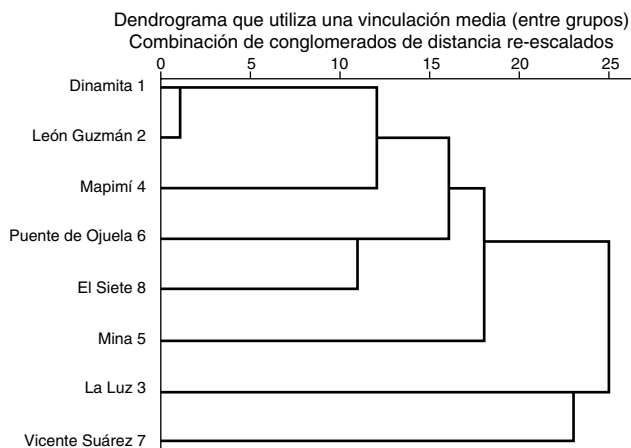


Figura 4. Cladograma que muestra la similitud y la distancia euclidiana entre las diferentes localidades de las sierras El Sarnoso y Mapimí con respecto al número de especies de pteridofitas.

- afines (Pteridophyta) de México. Base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- De la Sota, E. R. (1973). La distribución geográfica de las pteridofitas en el cono sur de América meridional. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 15(1), 23–34.
- Dgetenal (Dirección General de Estudios del Territorio Nacional) (1978). Cartas G13D14, G13D15, G13D24 y G13D25. Uso de suelo y vegetación, escala 1:50,000. México, D.F.: Dirección General de Estudios del Territorio Nacional.
- Dirzo, R. y Raven, P. H. (2003). Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 137–167.
- Estrada-Castrillón, E. y Villarreal-Quintanilla, J. A. (2010). Flora del centro del estado de Chihuahua, México. *Acta Botanica Mexicana*, 92, 51–118.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M. y Cortés-Ortiz, A. (1993). Vegetación de la Reserva de la Biosfera «La Michilia», Durango, México. *Acta Botanica Mexicana*, 22, 1–104.
- González-Medrano, F. y Chiang-Cabrera, F. (1988). *Diversidad florística y fitogeográfica de las zonas áridas del centro y sur de México. Simposio sobre diversidad biológica de México*. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Halffter, G. (2000). Medir la biodiversidad. En F. Martín-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (Eds.), *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000* (1) (pp. 11–18). Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, Monografías Tercer Milenio.
- Hunsaker, C. T. y Carpenter, D. E. (1990). *Environmental monitoring and assessment program: ecological indicators*. North Carolina: Environmental Protection Agency Office of Research and Development, Technical report.
- Kessler, M. (2010). Biogeography of ferns. En K. Mehltreter, L. R. Walker y J. M. Sharpe (Eds.), *Fern ecology* (pp. 22–60). Cambridge: Cambridge University Press.
- Knobloch, I. W. y Correll, J. S. (1962). *Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico*. Renner: Texas Research Foundation.
- Lindenmayer, D. B., Margules, C. R. y Botkin, D. B. (2000). Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*, 14(4), 941–950.
- Lot, A. y Chiang, F. (1986). *Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas y preparación de ejemplares botánicos*. México, D.F.: Consejo Nacional de Flora de México, A.C.
- Martínez-Salas, E. y Ramos, C. H. (2014). Biodiversidad de pteridophyta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 110–113.
- Menéndez, V., Revilla, M. A., Bernard, P., Gotor, V. y Fernández, H. (2006). Gibberellins and antheridiogen on sex in *Blechnum spicant* L. *Plant Cell Reports*, 25, 1104–1110.
- Mickel, J. T. y Smith, A. R. (2004). The pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 88, 1–1054.
- Moran, R. C. (1995). The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. En S. P. Churchill (Ed.), *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests* (pp. 359–363). New York: New York Botanical Garden.
- Moran, R. C. (2008). Diversity, biogeography and floristics. En T. A. Ranker y C. H. Haufler (Eds.), *The biology and evolution of ferns and lycophytes* (pp. 367–394). New York: Cambridge University Press.
- Morrone, J. J. (2000). La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. En F. Martín-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (Eds.), *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES* (1) (pp. 69–78). Zaragoza: SEA-CYTED-Instituto Humboldt, Monografías Tercer Milenio.
- Novacek, M. J. (2008). Engaging the public in biodiversity issues. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(Suppl. 1), 11571–11578.
- Orona-Espino, A. y Estrada-Rodríguez, J. L. (2012). *Estudio técnico justificativo de la sierra el Sarnoso, Durango, México: propuesta para el decreto de un área natural*. Saarbrücken: Editorial Académica Española. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.
- Page, C. N. (1985). Pteridophyte biology: the biology of amphibians of the plant world. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. *Biological Sciences*, 86B, 439–442.
- Ramírez-Cruz, S., Sánchez-González, A. y Tejero-Díez, D. (2009). La pteridoflora del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 84, 35–44.
- Riba, R., Pérez-García, B. y Orozco-Segovia, A. (1993). Las pteridofitas en la historia de las plantas de la Nueva España de Francisco Hernández, protomédico español. *Acta Botanica Mexicana*, 25, 27–48.
- Rodríguez-Romero, M. L., Pacheco, L. y Zavala-Hurtado, A. (2008). Pteridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, Edo. de México, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 641–656.
- Romero-Méndez, U. y Martínez-Ríos, J. J. (2009). *Estudio técnico justificativo El Sarnoso. Cartografía y sistemas de información geográfica. Descripción del medio ambiente*. Primer informe técnico. Gómez Palacio, Durango: Escuela Superior de Biología-Universidad Juárez del Estado de Durango, Conacyt.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.
- Sánchez, H. O. y López, O. G. (1988). A theoretical analysis of some indices of similarity applied to biogeography. *Folia Entomologica Mexicana*, 75, 114–143.
- Schuettpelz, E. y Pryer, K. M. (2008). Fern phylogeny. En T. A. Rankers y C. H. Haufler (Eds.), *Biology and evolution of ferns and Lycophytes* (pp. 395–416). Cambridge: Cambridge University Press.
- Shreve, F. y Wiggins, I. (1964). *Vegetation of the Sonoran Desert* (1) Stanford: Stanford University Press.
- 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.
- Whittaker, R. J., Willis, K. J. y Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, 28, 453–470.