

## Licopodios y helechos de la Sierra de Pénjamo, Guanajuato, México

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Victoria\*†, GONZÁLEZ-GARCÍA, Salvador Manuel y COLLI-MULL, Juan Gualberto

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao Km 12.5, CP 36821, Irapuato, Guanajuato, México*

Recibido Julio 7, 2016; Aceptado Septiembre 1, 2016

### Resumen

Área Natural protegida en el año 2012, es una zona constituida por Bosque tropical caducifolio, bosque de encino y bosque de galería. Los licopodios y helechos son plantas vasculares que crecen en bosque tropicales, y en el estado de Guanajuato aún existen regiones que explorar como es la Sierra de Pénjamo. El objetivo del estudio fue realizar el inventario de licopodios y helechos en la Sierra de Pénjamo. Para la recolecta de licopodios y helechos se siguió el método de transectos libres y para evaluar el esfuerzo de muestreo se aplicaron los estimadores Chao 2 y Jackknife 2. Se obtuvo la lista de 14 familias, 24 géneros y 54 especies, de las cuales tres son nuevos registros en Guanajuato *Pleopeltis furfuraceum*, *Pityrogramma calomelanos* y *Thelypteris ovata* var. *lindheimeri* y *Selaginella landii* para la Región del Bajío; y el taxón *Selaginella porphyrospora* se encuentra en la categoría de peligro de extinción.

**Bosque tropical caducifolio, bosque de encino, diversidad, Pteridaceae**

### Abstract

The Sierra de Pénjamo was declared a Natural Protected Area in 2012, this area has tropical deciduous forest, oak forest and gallery forest. The lycophytes and ferns are vascular plants growing in tropical forest, in the state of Guanajuato there are unexplored region such as Sierra of Penjamo. The objective was to make the inventory of lycophytes and fern in Sierra of Penjamo. The lycophytes and fern were collected by free transects, a record to evaluate the sampling effort with Estimates we were applied Chao 2 and Jackknife 2 method. It obtained a list of 14 families, 24 genera and 54 species, of which three species are new records in Guanajuato as *Pleopeltis furfuraceum*, *Pityrogramma calomelanos* and *Thelypteris ovata* var. *lindheimeri* and taxon *Selaginella landii* for Bajío Region; the specie *Selaginella porphyrospora* is in the category of endangered species.

**Diversity, Pteridaceae, Tropical deciduous forest, Quercus fores**

**Citación:** HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, Victoria, GONZÁLEZ-GARCÍA, Salvador Manuel y COLLI-MULL, Juan Gualberto. Licopodios y helechos de la Sierra de Pénjamo, Guanajuato, México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* 2016, 2-5: 44-50

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: vihernandez@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los licopodios y helechos están formados por 11,000 especies en el mundo (Sharpe et al., 2010), en México se tienen 1039 que representan el 9.44% del total de taxones (Martínez-Salas y Ramos, 2014; Villaseñor, 2016), la mayor diversidad y número de especies en el país se localizan hacia el sureste, siendo Oaxaca, Chiapas y Veracruz los estados con más de 500 y en las entidades del centro y norte de México la flora de helechos decrece debido a la escasa humedad, y referente a las especies endémicas en México se tienen 188 (Martínez-Salas y Ramos, 2014).

En Guanajuato los estudios florísticos de licopodios y helechos, iniciaron en la década de los 90's con el proyecto Flora del Bajío y regiones adyacentes (Díaz-Barriga y Palacios-Ríos, 1992; Rzedowski y Galván, 1996); pero en los últimos años el número de taxones ha aumentado a más de 125, con la exploración de regiones como son las Áreas naturales Protegidas (ANP) (Zamudio y Galván, 2012; Ceja-Romero et al., 2012; Gutiérrez y Solano, 2014; Hernández-Hernández et al., 2014, 2015). Sin embargo, aún son insuficientes los inventarios florístico de helechos en las ANP de Guanajuato, por ejemplo en la Sierra de Pénjamo (ANP) se reportan 24 especies de helechos (Guadián, 2012) y se tiene por primera vez el registro de *Psilotum nudum* para Guanajuato (Hernández-Hernández et al., 2014)

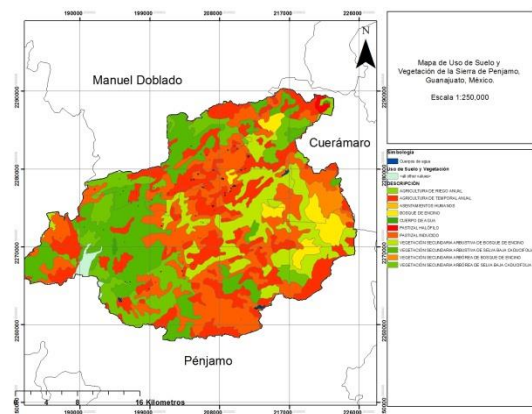
Por lo que, surgió el interés de realizar el listado en la Sierra de Pénjamo, pues se desconoce parcial o total el número de especies y asimismo contribuir al conocimiento de la diversidad de licopodios y helechos en el estado de Guanajuato.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La Sierra de Pénjamo se encuentra en la región del bajío, incluye los municipios de Pénjamo, Manuel Doblado y Cuerámaramo, se ubica al Sur-oeste del estado de Guanajuato entre las coordenadas 20° 24' 30'' y 20° 40' 00'' N y 101° 38' 12'' y 101° 57' 20'' O, a un gradiente altitudinal entre 1700 a 2480 msnm (Figura 1).

La Sierra presenta diferentes tipos de vegetación como son bosque de encino, bosque de pino, bosque tropical caducifolio, bosque de galería y pastizal (POGG, 2012; Guadián, 2012). La Sierra de Pénjamo se ubica en las Cuencas "Lerma-Salamanca" y Lerma-Chapala, el río Lerma recibe del río Turbio - Corralejo y Penjamo - Abasolo el escurrimiento de las corrientes de la Sierra, los climas en la Sierra son templado subhúmedo y tropical lluvioso (POGG, 2012; Guadián, 2012).



**Figura 1** Mapa de localización de la Sierra de Pénjamo, Gto.

### Trabajo de campo

Se realizaron salidas de campo mensuales durante el año 2013, por el método de transectos libres (Mostacedo y Fredericksen, 2000). La recolecta de los ejemplares botánicos fue en diferentes localidades de la Sierra, en las temporadas de lluvia y seca.

Para la recolecta de helechos deberían presentar soros, estas estructuras son un carácter importante para la identificación de las especies, el procesamiento del material botánico fue con la técnica de Lorea y Riba (1990).

### Determinación taxonómica

Para la identificación de los especímenes se usaron las claves dicotómicas de Mickel y Smith, (2004) y los glosarios para la terminología técnica (Pérez-García y Riba, 1990; Valencia et al., 2012); y además se consultó y revisó la colección del Herbario IEB del Instituto de Ecología - Bajío, Pátzcuaro, Michoacán para tener el mayor número de ejemplares registrados en la zona de estudio.

### Análisis estadísticos

Curvas de acumulación. El esfuerzo de muestreo de licopodios y helechos se calculó a través de las curvas de acumulación de especies, con los estimadores de diversidad Chao 2 y Jackknife 2, el análisis se realizó con el programa EstimateS 9.1.0 (Villarreal et al., 2006).

Se aplicaron índices para medir la diversidad y abundancia de especies en la Sierra. El Coeficientes de Similitud de Sørensen, mide la diversidad  $\beta$ , expresan el grado de incidencia de especies en dos muestras, tomando en cuenta el número de especies compartidas por dos sitios y el número de especies únicas en cada sitio (Moreno, 2001).

El Índice de Simpson es un índice de dominancia, que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Y el Índice Shannon-Wiener es un índice de equidad considera la abundancia de cada especie e indica que tan uniformes están distribuidas (Villarreal et al., 2016), para los análisis se usó el programa Species diversity and richness 3.02 (Moreno, 2001).

### Resultados

Se revisó e identificó un total de 162 ejemplares de licopodios y helechos para la Sierra de Pénjamo, que corresponden a 14 familias, 24 géneros, 46 especies, siete variedades y una subespecie. La familia Pteridaceae representa el 41.8% del total de especies con 23 taxones. Los géneros con mayor número de especies son Pleopeltis (7), Adiantum (5), Gagea, Myriopteris, Thelypteris y Selaginella con 4 taxones respectivamente (Tabla 1).

FAMILIA/Especie	BT C	BE	B G
<b>SELAGINELLACEAE</b>			
Selaginella landii		X	
Selaginella pallescens	X	X	X
Selaginella porphyrospora		X	
Selaginella rupincola	X		X
<b>ASPENIACEAE</b>			
Asplenium fibrillosum		X	
Asplenium monanthes	X		
Asplenium praemorsum		X	
<b>BLECHNACEAE</b>			
Blechnum appendiculatum	X	X	X
Woodwardia spinulosa		X	
<b>CYSTOPTERIDACEAE</b>			
Cystopteris fragilis	X		X
<b>DENNSTAEDTIACEAE</b>			
Pteridium caudatum	X	X	X
Pteridium feei		X	
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>			
Dryopteris maxonii	X		X
Dryopteris rossii		X	
<b>OSMUNDACEAE</b>			
Osmunda regalis var. spectabilis		X	

<b>POLYPODIACEAE</b>			
<i>Phlebodium pseudoaureum</i>	X	X	
<i>Pleopeltis cryptocarpa</i>	X		X
<i>Pleopeltis furfuracea</i>	X		X
<i>Pleopeltis mexicana</i>	X		
<i>Pleopeltis madrensis</i>	X		
<i>Pleopeltis plebeia</i>	X		
<i>Pleopeltis polypodioides</i> var. <i>acicularis</i>			X
<i>Pleopeltis thysanolepis</i>	X		X
Continuación de la Tabla 1			
<b>PSILOACEAE</b>			
<i>Psilotum nudum</i>		X	
<b>PTERIDACEAE</b>			
<i>Adiantum andicola</i>	X		X
<i>Adiantum braunii</i>		X	
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	X		X
<i>Adiantum concinnum</i>	X	X	
<i>Adiantum poiretii</i>	X	X	X
<i>Anogramma leptophylla</i>		X	
<i>Argyroschisma incana</i>		X	
<i>Astrolepis crassifolia</i>	X		
<i>Astrolepis sinuata</i>	X		X
<i>Bommeria pedata</i>	X	X	X
<i>Cheilanthes brachypus</i>	X	X	
<i>Cheilanthes lozanoi</i> var. <i>seemannii</i>	X	X	
<i>Gaga angustifolia</i>	X	X	
<i>Gaga chaerophylla</i>	X	X	
<i>Gaga hirsuta</i>	X		
<i>Gaga kaulfussii</i>	X	X	
<i>Myriopteris allosuroides</i>	X		
<i>Myriopteris aurea</i>	X	X	X
<i>Myriopteris cucullans</i>	X		X
<i>Myriopteris myriophylla</i>	X	X	X
<i>Pellaea ternifolia</i> subsp. <i>arizonica</i>	X	X	
<i>Pityrogramma calomelanos</i>		X	
<i>Pityrogramma ebenea</i>		X	
<b>TECTARIACEAE</b>			
<i>Tectaria heracleifolia</i>	X		X
<b>THELYPTERIDACEAE</b>			

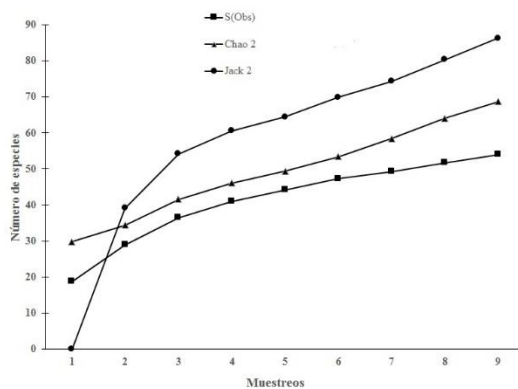
<i>Thelypteris cheilanthoides</i> var. <i>cheilanthoides</i>		X	
<i>Thelypteris oligocarpa</i>		X	
<i>Thelypteris ovata</i> var. <i>lindheimeri</i>	X		X
<i>Thelypteris puberula</i> var. <i>sonorensis</i>		X	
<b>WOODSIACEAE</b>			
<i>Athyrium arcuatum</i>		X	
<i>Woodsia mollis</i>	X		X
Total	35	34	21

**Tabla 1** Relación de familias, géneros y especies de la Sierra de Pénjamo (Sistema de clasificación de Smith et al., 2006). BTC= Bosque Tropical Caducifolio, BE= Bosque de Encino, BG= Bosque de Galería.

Las comunidades vegetales con mayor número de especies fueron el bosque tropical caducifolio con 35 y bosque de encino con 32. La forma de vida de los licopodios y helechos en la Sierra fueron las plantas rupícolas con 32 taxones, terrestres 23 y epífitas solo 5. Las especies de licopodios y helechos presente en tres tipos de vegetación en la Sierra son *Adiantum poiretii*, *Blechnum appendiculatum*, *Bommeria pedata*, *Myriopteris aurea*, *M. myriophylla*, *Pteridium caudatum* y *Selaginella pallescens*.

### Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies están por acercarse a la asíntota, el muestreo representa la riqueza de acuerdo a los estimadores Chao 2 el 80% y Jackknife el 63% (Gráfico 1).



**Gráfico 1** Curva de acumulación de especies de licopodios y helechos en la Sierra de Pénjamo

### Riqueza y abundancia de helechos y licofitas

El índice de Sørensen mostró mayor similitud entre el Bosque Tropical Caducifolio y Bosque de Galería con el 37.20%, y para el Bosque Tropical Caducifolio y Bosque de Encino con un 21.15%, son vegetaciones menos afines en la composición de florísticas de licopodios y helechos.

El índice de Simpson fue de 0.9637 con alta diversidad de especies de helechos y licopodios y el índice de dominancia fue el 0.03626 muestra que no existe un taxón dominante en los diferentes tipos de vegetación, sino que todos pueden encontrarse con la misma probabilidad en las localidades. Y el Índice de equidad de Shannon-Wiener fue de 3.554.

### Discusión

Las especies de licopodios y helechos encontrados en la Sierra de Pénjamo representan el 44% de los taxones registrados para el estado de Guanajuato (Zamudio y Galván-Villanueva, 2011). Guadían (2012) enlista 24 taxones en la Sierra de Pénjamo y se encontraron 54 con un aumento del 44%.

La familia Pteridaceae es la mejor representada en la Sierra con el 41.8%, y en México es la familia con mayor número de especies un total de 214 (Villaseñor, 2016).

Las comunidades vegetales con el mayor número de especies fueron el bosque tropical caducifolio con 35 y el Bosque de encino con 33; este último tipo de vegetación se tiene en la Sierra de Santa Rosa, Gto. 38 taxones de licopodios y helechos siendo la comunidad con la más alta cantidad de taxones (Hernández-Hernández et al., 2015). Sin embargo, la diversidad de helechos aún es baja al compararse con el Bosque mesófilo de montaña, debido a que está comunidad vegetal reporta el mayor número de especies de helechos por unidad de área, por presentar una elevada humedad atmosférica y una temperatura media anual entre los 12 y 23°C (Pérez-Paredes et al., 2012).

Se tienen cuatro nuevos registros de especies, *Pleopeltis furfuraceum*, *Pityrogramma calomelanos* y *Thelypteris ovata* var. *lindheimeri* para el estado de Guanajuato y *Selaginella landii* para la Región del Bajío, estos taxones no habían sido reportados en estudios previos realizados en la Flora del Bajío y regiones adyacentes, las Pteridofitas de México e inventarios florísticos regionales de Guanajuato (Díaz-Barriga y Palacios-Ríos, 1992; Martínez y Telléz – Valdéz, 2004; Mickel y Smith, 2004; Zamudio y Galván-Villanueva, 2011; Guadían, 2012; Hernández-Hernández et al., 2015).

De la lista de especies obtenida, solo *Selaginella porphyrospora* se encuentra en la categoría de peligro de extinción, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

El índice de Simpson mostró alta diversidad de especies de licopodios y helechos. La mayor riqueza del grupo se encontró en el Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque de encino, siendo mayor el número de especies en el Bosque Tropical Caducifolio.

Esta diferencia de riqueza de especies podría explicarse bajo un enfoque ecológico, similar a lo mostrado por Pianka (1966) indicando que la mayor riqueza de especies de diferentes grupos suelen encontrarse en los bosques tropicales.

Los helechos en Guanajuato con forma de vida epífita son escasos, Cejas et al., (2012) mencionan cuatro especies de la familia Polypodiaceae y en la Sierra de Pénjamo se encontraron cinco taxones diferentes *Phlebodium pseudoaureum*, *Pleopeltis cryptocarpa*, *Pleopeltis furfuracea*, *Pleopeltis polypodioides* var. *acicularis* y *Pleopeltis thyssanolepis*.

### Conclusión

El presente estudio es una contribución del inventario licopodios y helechos en la Sierra de Pénjamo, con el incremento de 44%, además se tienen tres nuevos registros para el estado y uno para el Bajío. Sin embargo, con base a los estimadores Chao 2 y Jackknife 2 aún falta realizar más recolectas para tener el listado completo en la Sierra.

### Agradecimientos

A Carlos Alberto González de la Procuraduría de Protección al ambiente por el apoyo durante las salidas de campo y Blanca García-Pérez por sus comentarios acertados.

### Referencias

Ceja-Romero, J., Espejo-Serna, A., García-Cruz, J., López-Ferrari, A.R., Mendoza-Ruiz A. y Pérez-García, B. (2012). Epífitas vasculares del Bajío y de Regiones adyacentes. Flora del Bajío y Regiones adyacentes, XXVIII, 1-53.

Díaz-Barriga, H. y Palacios-Rios, M. (1992). Lista preliminar de especies de pteridofitas de los Estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, III, 1-57.

Guadián, J. L. (2012). Flora y vegetación de la Sierra de Pénjamo, Guanajuato (México). Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. 147 pp.

Gutiérrez, J. y Solano, E. (2014). Afinidades florísticas y fitogeográficas de la vegetación del municipio de San José Iturbide, Guanajuato, México. Acta botánica Mexicana 107, 27-65.

Hernández-Hernández, V., Segovia-Ramírez, M.G. y Argüelles-Marmolejo, S. (2014). Un nuevo registro para Guanajuato: *Psilotum nudum* (Psilotaceae). Revista Mexicana de Biodiversidad 85, 610-612.

Hernández-Hernández, V., Larios-Patlán, H.B. y Colli-Mull, J.G. (2015). Diversidad de helechos y licofitas en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2, 401-408.

Lorea, H. F.G. y Riba, R. (1990). Guía para la recolección y preparación de ejemplares para herbario de pteridofitas. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México, 4 y 5.

Martínez-Cruz, J. y Téllez-Valdés, O. (2004). Listado florístico de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 74, 31-49.

Martínez-Salas, E. y Ramos, C.H. (2014). Biodiversidad de Pteridophyta en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85, 110-113.

Mickel, J.T. y Smith, A.R. (2004). The Pteridophytes of Mexico. Memoirs of the New York Botanical Garden 1115 pp.

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Pp. 1,26-32.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T.S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. El País. Bolivia.

Pérez-García, B. y Riba, R. 1990. Glosario para pteridophyta (Helechos y plantas afines). Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. 55 pp.

Pérez-Paredes, M.G., Sánchez-González, A. y Tejero-Diez, J.D. 2012. Listado de licopodios y helechos del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, México. Polibotánica 33, 57-73.

Pianka, E. R. (1966). Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. American Naturalist 100, 33-46.

POGG (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato). (2012). "Decreto gubernativo número 208, que declara como Área Natural Protegida en la categoría de área de uso sustentable, la zona denominada como "Sierra de Pénjamo, ubicada en los municipios de Cuerámara, Manuel Doblado y Pénjamo. 29 de Mayo del 2012. Gobierno del Estado de Guanajuato.

Rzedowski, J. y Galván, R. 1996. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes: Nota sobre la vegetación y la flora del noreste del estado de Guanajuato. Fascículo complementario XIV. 24 pp.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 2ª sección, 30 de diciembre de 2010.

Sharpe, J.M., Mehlreter, K. y Walker, L.R. (2010). Ecological importance of fern. En: Mehlreter K., Walker L.R. y Sharpe J.A. Eds. Fern Ecology. pp. 1-21. Cambridge University Press. Press. Cambridge.

Valencia, A.S., Martínez, G.M., Cruz, D.R., Jiménez, R.J. y Rodríguez, P.E.T. (2012). Glosario ilustrado de embriofitas. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. 119 pp.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87, 559-902.

Zamudio, S. y Galván-Villanueva, R. 2011. La diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo complementario XXVII. 103 pp.