



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

**Helechos y lycopodios del Parque Nacional El Chico,  
Estado de Hidalgo, México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A :**

**Héctor Serrano Martínez**

**Director de tesis: Dr. Arturo Sánchez González**

*La esperanza es un árbol en flor que se balancea dulcemente al  
soplo de las ilusiones*

*(Anónimo)*

## DEDICATORIAS

Les dedico el presente trabajo a mis familiares, catedráticos, amigos y compañeros por brindarme su amistad, amor, apoyo, cariño y su tiempo.

Principalmente a mi madre Dolores Martínez Rivera, por todo el sacrificio por educarme y por todo el amor que me ha dado siempre, porque este esfuerzo es por tí mamá.

A mis hermanos Luis Rey, Guillermo y Miguel por todo su apoyo, respeto y tolerancia.

A mis hermanas Cristina, Catalina, Isela y Georgina por cuidarme en mi pequeñez.

A tí Horte, por esperar con ansia tanto tiempo la culminación de mi carrera.

A Dany Pao, mi princesita hermosa, que eres la inspiración de mi vida.

A mis cuñadas y cuñados, pero en especial a Clemente Reyes M., por darme ese apoyo que solo un padre puede hacerlo.

A mi padrastro Félix Muñoz B. por enseñarme a forjarme como un hombre honesto y trabajador.

A mis sobrinos y sobrinas para que este trabajo les sirva de aliento para seguir estudiando.

A mis pequeños José Antonio y Eduardo los quiero mucho.

A María Guadalupe Pérez P., por ser mi amiga de la carrera y laboratorio, gracias por tu amistad, cariño y alegría.

A mis amigos de la vida Juan Mendoza L., Roosevelt Rodríguez A., Juan Bautista C. Julio C. Avante G., Rafael González V., Miguel A. Martínez C.

A Sirelda Cornejo G. por tu sincera amistad y cariño, gracias amiga mía.

A la Dra. María Teresa Pulido S. por darme la motivación requerida y brindarme el gusto por este maravilloso grupo de plantas.

A la Dra. Katia Adriana González R. por darme los consejos recibidos y por aclarar mis dudas durante mi estancia en la licenciatura.

A todos mis amigos de la carrera.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Arturo Sánchez González por darme la oportunidad de trabajar con él en la realización de esta tesis, por su apoyo, paciencia, ánimo y conocimientos que conllevaron a la culminación de este trabajo.

A mis revisores de tesis: Quím. Blanca Estela Pérez Escandón, M. en C. Manuel González Ledesma, Dra. Ana Laura López Escamilla, M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto, Dra. Maritza López Herrera y Dra. María Teresa Pulido Silva que con sus observaciones y comentarios contribuyeron a enriquecer el presente trabajo.

Al Dr. J. Daniel Tejero Díez por su apoyo en la identificación de ejemplares y en la verificación de los nuevos registros.

A las autoridades del Parque Nacional El Chico, por las facilidades y apoyo para realizar las recolectas de ejemplares en campo.

A los Biólogos Gilberto Mendoza M., Jorge A. Santiago B., Osiel Barrera H., por su apoyo en el trabajo de campo.

A la Bióloga María Guadalupe Pérez Paredes por su ayuda en campo y en la identificación de ejemplares de pteridofitas.

A la Bióloga Aylé G. Pintado P. por su apoyo en la elaboración de mapas.

La realización del presente trabajo contó con el apoyo del proyecto **Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo (segunda fase) FOMIX-CONACyT-HIDALGO 2008-95828.**

<b>CONTENIDO GENERAL</b>	<b>Página</b>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	4
Estudios de helechos y licopodios realizados en México.....	4
Estudios con pteridofitas realizados en el estado de Hidalgo.....	5
Importancia de los helechos y licopodios.....	7
Índices de Biodiversidad y Complementariedad.....	9
El Parque Nacional El Chico (PNC).....	10
OBJETIVOS.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos particulares.....	12
ZONA DE ESTUDIO.....	13
MÉTODO.....	20
Trabajo de campo.....	20
Trabajo de laboratorio.....	22
Clasificación de los tipos de vegetación presentes en el PNC.....	23
Estimación del índice de diversidad taxonómica.....	24
Complementariedad entre tres Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado de Hidalgo.....	25
RESULTADOS.....	26
Listado de especies de helechos y licopodios.....	26

Nuevos registros de helechos y licopodios para el estado de Hidalgo.....	30
Descripción de los nuevos registros de pteridofitas para el estado de Hidalgo.....	30
Patrón de distribución de especies de pteridofitas por tipo de vegetación....	34
Sustratos de crecimiento de helechos y licopodios.....	35
Tipos de vegetación con base en la composición de especies de pteridofitas.....	36
Riqueza de especies por unidad de área en el PNC y en otras regiones.....	37
Índice de complementariedad entre ANP del estado de Hidalgo.....	38
DISCUSIÓN.....	40
CONCLUSIONES.....	48
LITERATURA CITADA.....	49
Anexo 1. Lista de especies de pteridofitas presentes en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo.....	58
Anexo 2. Glosario.....	62

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Datos generales de las localidades de recolecta de ejemplares de pteridofitas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo.....	26
Cuadro 2. Taxones de helechos y licopodios presentes en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo.....	28
Cuadro 3. Número de géneros y especies por familia de pteridofitas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo.....	29
Cuadro 4. Especies de helechos y licopodios que representan nuevos registros para el estado de Hidalgo y su distribución previa en México.....	30
Cuadro 5. Distribución de pteridofitas, por categorías taxonómicas en los siete tipos de vegetación del Parque Nacional El Chico, Hidalgo.....	34
Cuadro 6. Comparación fisiográfica y de riqueza de helechos y licopodios entre cinco regiones del estado de Hidalgo.....	37
Cuadro 7. Número de especies compartidas, riqueza de especies y porcentaje de complementariedad de pteridofitas en tres ANP del estado de Hidalgo.....	38
Cuadro 8. Porcentaje de complementariedad y riqueza de familias y géneros de pteridofitas en tres ANP del estado de Hidalgo.....	39

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Área de estudio.....	13
Figura 2. Elevaciones rocosas características del PNC.....	14
Figura 3. Río El Milagro, dentro del PNC.....	15
Figura 4. Bosque de <i>Abies religiosa</i> en el Parque Nacional El Chico....	17
Figura 5. Sitios de recolección de pteridofitas en el PNC, Hidalgo.....	20
Figura 6. Recolección de helechos y licopodios en campo.....	21
Figura 7. Ejemplares prensados de pteridofitas.....	22
Figura 8. Ejemplar completo de <i>Polypodium martensii</i> .....	22
Figura 9. Ejemplares de helechos y licopodios en secadora.....	23
Figura 10. Identificación de ejemplares de pteridofitas	23
Figura 11a. Distribución de <i>Asplenium fibrillosum</i> .....	31
Figura 12a. Distribución de <i>Elaphoglossum monicae</i> .....	32
Figura 13a. Distribución de <i>Melpomene pilosissima</i> .....	33
Figura 14. Sustrato de crecimiento de las especies de helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Hidalgo.....	35
Figura 15. Dendrograma que muestra las relaciones jerárquicas de semejanza entre los tipos de vegetación .....	36



## RESUMEN

El Parque Nacional El Chico (PNC), a pesar de ser la primera área natural protegida de México y América Latina y albergar uno de los bosques relictos de oyamel con mayor extensión territorial que existen en el Valle de México, no cuenta con un inventario florístico completo. Los helechos y licopodios (pteridofitas) son un grupo de plantas importante a nivel ecológico, se les considera colonizadoras y formadoras de suelo, indicadoras de la calidad del hábitat y del grado de conservación de los ecosistemas, además son utilizadas directamente por el hombre. En el estado de Hidalgo se han realizado pocos estudios enfocados particularmente a este grupo de plantas, por lo que los objetivos del presente trabajo fueron: realizar un inventario de especies de helechos y licopodios del PNC, conocer su sustrato de crecimiento y tipo de vegetación preferido, y estimar la complementariedad en especies de pteridofitas del PNC y otras áreas naturales protegidas del estado de Hidalgo. Durante el trabajo en campo se recolectaron 315 ejemplares de pteridofitas en 17 diferentes localidades del parque. En laboratorio se identificaron once familias, cuatro subfamilias, 24 géneros y 57 especies de helechos; y una familia, un género y cinco especies de licopodios. Las especies: *Asplenium fibrillosum*, *Elaphoglossum monicae* y *Melpomene pilosissima* representan nuevos registros para el estado de Hidalgo. La riqueza de especies de pteridofitas del PNC fue alta, comparada con la de otras regiones de mayor extensión territorial, y el porcentaje de complementariedad fue de más de 50% entre el Parque Nacional Los Mármoles, la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán y el PNC.

## **INTRODUCCIÓN**

Las pteridofitas, también conocidas como helechos y plantas afines, son un grupo de plantas que se distinguen porque en vez de flores y frutos poseen estructuras reproductoras denominadas soros, las cuales en lugar de formar semillas producen esporas que están contenidas en esporangios; también se distinguen por el tipo de crecimiento de las frondas, que conforme se desarrollan forman una estructura denominada cayado o circinio, y por la presencia de un tallo rastrero llamado rizoma (Palacios-Ríos, 2006).

Las pteridofitas han sido incluidas recientemente en dos divisiones, con base en estudios de caracteres morfológicos y moleculares. La división Lycopodiophyta, incluye a las clases Lycopodiopsida, Isoetopsida y Selaginellopsida, que se caracterizan por tener hojas microfilas, llamadas también licofilas. La división Polypodiophyta, incluye a las clases Equisetopsida, Marattiopsida, Polypodiopsida y Psilotopsida, que poseen una vascularización distintiva, en donde el protoxilema está confinado a lóbulos incluidos en el xilema (Pryer *et al.*, 2004 y Smith *et al.*, 2008).

Se estima que los helechos y licopodios de la República Mexicana, están incluidos en 110 géneros, cerca de 1,008 especies y 16 variedades o subespecies, sumando un total de 1,024 taxones (Mickel y Smith, 2004).

Por su localización geográfica y fisiografía, México tiene una gran variedad de ecosistemas que sustentan una enorme biodiversidad (Rzedowski, 1978; Toledo 1988). Sin embargo, el conocimiento de su riqueza florística es insuficiente, pues todavía existe un gran número de especies sin describir; menos de la mitad

de los estados que componen la República Mexicana cuentan con un listado representativo de especies (Villaseñor, 2003).

Las áreas naturales protegidas (ANP) permiten conservar la biodiversidad y suministran servicios ambientales, México cuenta actualmente con cerca de 22.7 millones de hectáreas de ANP. Sin embargo, los decretos no son respetados, por lo que la diversidad biológica está disminuyendo de manera alarmante a causa de la deforestación, erosión, contaminación del suelo, incendios forestales frecuentes y perturbación antropogénica (CONANP, 2005).

Hidalgo cuenta con 11 ANP de carácter federal, estatal o municipal, las cuales cubren solamente 122,324 hectáreas (lo que representa el 5.85% de la superficie total estatal). Las cuatro ANP federales de la entidad son: Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Parque Nacional Los Mármoles, Parque Nacional El Chico y Parque Nacional Tula (SEANPH, 2004). En Hidalgo se inició la protección oficial de los recursos forestales de México, con la creación de la reserva forestal El Chico, en el año de 1898. Ahora como Parque Nacional, El Chico (PNC) es una área de gran belleza escénica y de gran importancia biológica, al albergar uno de los bosques relictos de oyamel de mayor extensión territorial que existen en la cuenca del Valle de México (CONANP, 2005).

A pesar de ello, en los diferentes tipos de vegetación presentes en el PNC se presentan problemas de talas clandestinas, extracción de tierra de monte, sobrepastoreo, asentamientos humanos, incendios forestales provocados y cacería furtiva, entre otros (Vargas, 1984). La finalidad del presente trabajo fue aportar datos sobre la composición de familias, géneros y especies de pteridofitas y

conocer el patrón de distribución de las especies en los diferentes tipos de vegetación del Parque Nacional El Chico.

## **ANTECEDENTES**

### **Estudios de helechos y lycopodios realizados en México**

Los helechos y lycopodios han sido ampliamente estudiados en México desde el siglo XVI (Lira y Riba, 1993); recientemente destacan los siguientes trabajos:

A nivel estatal, para el estado de Morelos se enlistan 158 especies y 15 variedades de pteridofitas (Riba *et al.*, 1996); en el estado de Querétaro se mencionan 175 especies y 12 variedades de pteridofitas (Arreguín *et al.*, 1996); en la flora pteridológica del estado de Oaxaca, se mencionan 627 especies y 16 taxones sub-específicos (Tejero-Díez y Mickel, 2004); en Veracruz se tienen 506 especies (Williams-Linera *et al.*, 2005); para el Estado de México se han reconocido entre 248 y 253 especies y taxones sub-específicos de pteridofitas (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004; Tejero-Díez, 2007).

A nivel regional sobresalen los estudios sobre las pteridofitas de la cuenca del río Balsas (Gómez y Arreguín, 2004), del Valle de México (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004; Arreguín-Sánchez *et al.*, 2009); y a nivel local el de las pteridofitas del municipio de Tlatlauquitepec en Puebla, en donde encontraron 66 especies (Cerón-Carpio *et al.*, 2006) y el de los bosques mesófilos de la Banderilla, Veracruz, en donde mencionan 130 especies (Vázquez *et al.*, 2006).

A nivel nacional la publicación de la obra “La pteridofitas de México”, es de

especial importancia, pues en ella se describen e ilustran 1,008 especies y 16 taxones infra-específicos o subespecies, 40 de los cuales son nuevos registros para el país (Mickel y Smith, 2004).

Existen además diversas publicaciones realizadas en taxones particulares, como por ejemplo en algunas familias para el estado de Veracruz: Selaginellaceae (Gregory y Riba, 1979), Cyatheaceae, Hymenophyllaceae (Riba y Pérez, 1994), Psilotaceae, Osmundaceae y Marattiaceae (Palacios-Rios, 1987), y el estudio etnobotánico de *Selaginella lepidophylla* del municipio de Huamantla, Tlaxcala (Vázquez *et al.*, 2005).

Destaca también la revisión de la familia Dryopteridaceae (Riba y Pérez, 1994), del género *Pteris* (Prado y Windisch, 2000), las notas taxonómicas y de distribución de las especies de *Polypodium plesiosorum* y *P. rhodopleuron* (Tejero-Díez y Pacheco, 2004a); y el estudio de las especies relacionadas con *Polypodium colpodes* (Tejero-Díez y Pacheco, 2004b).

### **Estudios con pteridofitas realizados en el estado de Hidalgo**

Algunos estudios se refieren a la flora vascular en general, principalmente en los bosques mesófilos de montaña de la entidad, en donde mencionan listados parciales de pteridofitas. En Tlanchinol se mencionan 43 especies de pteridofitas (Luna-Vega *et al.*, 1994); en Tenango de Doria, 39 especies (Alcántara y Luna-Vega, 1997); en Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, 32 especies (Mayorga *et al.*, 1998); en Eloxochitlán y Tlahuelompa, 31 especies (Alcántara y Luna-Vega, 2001); y en Monte Grande, Lolotla 32 especies (Ponce-Vargas *et al.*, 2006).

La mayoría de los trabajos que se refieren en particular a la composición de especies de pteridofitas en el estado de Hidalgo son recientes y se indican a continuación:

- Barranca de Omitlán: 10 familias, 22 géneros y 52 especies (Sánchez-Mejorada y Chávez, 1951).
- Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán: 10 familias, 27 géneros, 79 especies, 5 variedades y 2 híbridos (Cuevas, 2008).
- Parque Nacional Los Mármoles: 12 familias, 29 géneros y 71 especies (Ramírez *et al.*, 2009).
- Municipio de Tenango de Doria: 19 familias, cuatro subfamilias, 46 géneros, 111 especies y ocho variedades (Zúñiga, 2009)
- Municipio de Calnali: 18 familias, 47 géneros, tres subgéneros, 115 especies, 13 variedades y cuatro híbridos (Pérez, 2009).
- Municipio de Zacualtipán de Ángeles: 21 familias, 51 géneros y 124 especies (Pérez, 2010).

Destaca también el estudio de la Pteridoflora del Valle de México (que incluye una porción del estado de Hidalgo), en donde identificaron 18 familias, 40 géneros y 113 especies de pteridofitas, de las cuales 26 fueron recolectadas en el Parque Nacional El Chico (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004).

## **Importancia de los helechos y licopodios**

Se ha documentado ampliamente el uso de este grupo de plantas en distintas regiones del planeta. Por ejemplo, en Australia se recolectan y se consumen los esporocarpos y las hojas del helecho acuático *Marsilea drummondii* (Muñiz *et al.*, 2007), en la India algunas tribus utilizan a las pteridofitas como plantas medicinales (Thulsi *et al.*, 2007).

En América del Sur, específicamente en Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, más de 200 especies de pteridofitas son utilizadas como alimento, forraje, cosméticos, medicinales, usos ambientales y sociales (Navarrete *et al.*, 2006; Looser y Rodriguez, 2004).

En México el uso de plantas medicinales constituye una tradición que se ha mantenido desde tiempos prehispánicos (Riba y Pérez-García, 1993). En el Estado de México, algunas etnias utilizan a *Selaginella lepidophylla* y *S. pallescens* como remedio para el dolor de riñón y dolor de pecho; los rizomas de algunas especies del género *Polypodium* se usan para problemas estomacales; el rizoma de *Athyrium arcuatum* y *A. bourgaei* (helecho macho) se emplea como vermífugo. La recolección de pteridofitas como alimento alternativo es poco común, debido a que suelen tener sustancias tóxicas y carcinogénicas. Sin embargo, en algunos estados de la República Mexicana las especies de *Marsilea mollis*, *Marattia weinmannifolia*, *Diplazium lonchophyllum*, *Adiantum capillus-veneris* y *Polypodium vulgare* son consumidas como alimento alternativo (Muñiz *et al.*, 2007; Tejero-Diez, 2007).

Las especies *Equisetum hyemale*, *E. myriochaetum* y *E. arvense* se emplean para limpiar las articulaciones del ácido úrico, nivelar el colesterol, triglicéridos, arteriosclerosis, angina de pecho, hemorragias y diabetes (Gallardo-Pérez *et al.*, 2006); y en *Equisetum arvense*, utilizado como diurético, se han encontrado principios activos (Rebuelta *et al.*, 1978).

En San José Xicohténcatl municipio de Huamantla, Tlaxcala, *Selaginella lepidophylla* es empleada para diversos problemas urinarios y para disolver cálculos biliares (Vázquez-Ramírez *et al.*, 2005).

Las raíces adventicias de algunos helechos arborescentes son utilizadas como sustrato de diversas plantas como las orquídeas y bromelias, o para la elaboración de diferentes artesanías (Palacios-Ríos, 2006). Algunas especies del género *Azolla* son utilizadas en México y en otros países como fertilizantes (abono natural) en arrozales (Pérez-García *et al.*, 1995), la asociación simbiótica entre algunas especies del género *Azolla* y la cianobacteria *Anabaena* sp. se debe a la alta capacidad fijadora de nitrógeno por parte de la cianobacteria (Montaño, 2005).

Desde el punto de vista económico, destaca el gran atractivo visual que tienen las hojas y tallos de las pteridofitas, que hacen que sean muy codiciadas para arreglos florales, en especial se utilizan los géneros *Adiantum*, *Asplenium*, *Campyloneurum*, *Diplazium*, *Dryopteris*, *Lophosoria*, *Nephrolepis*, *Pellaea*, *Polystichum*, *Selaginella* y *Thelypteris* (Muñiz *et al.*, 2007; Tejero-Diez, 2007). En el caso específico de *Rumohra adiantiformis*, sus hojas son exportadas a distintos países de Europa y Estados Unidos para arreglos florales (Muñiz *et al.*, 2007).



Los helechos y licopodios participan en la regeneración de bosques en áreas perturbadas y se consideran indicadores de la calidad del hábitat, de condiciones edáficas, de la presencia de otros grupos de plantas, del grado de conservación de los ecosistemas (Riba, 1998). La sensibilidad de las pteridofitas a cambios ambientales se debe principalmente a las condiciones eco-fisiológicas específicas de su ciclo de vida en la fase de gametofito (Tejero-Diez, 2007). La riqueza de especies de pteridofitas depende del estado de conservación que guardan los ecosistemas donde se reproducen, por lo que su supervivencia y permanencia está relacionada con la actividad humana (Arcand y Ranker, 2008).

### **Índices de Biodiversidad y Complementariedad**

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un sitio dado (Moreno, 2001). La diversidad taxonómica en cambio, se utiliza con la finalidad de comparar la riqueza de especies encontrada en diferentes sitios (Squeo *et al.*, 1998; Ponce *et al.*, 2002)

Por otra parte, el índice de complementariedad representa el grado de disimilitud en la composición de taxones entre sitios. El valor del índice fluctúa desde cero, cuando los sitios son idénticos en composición de familias, géneros o especies; hasta uno, cuando la composición de taxones es completamente distinta entre sitios (Colwell y Coddington, 1994).

Esta forma de analizar la diversidad biológica entre sitios, resulta muy conveniente en el contexto actual, ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales. El propósito del uso de la complementariedad es el de

encontrar la combinación con el menor número de sitios que incluya la mayoría o la totalidad de especies de una región (Rodríguez *et al.*, 2003).

## **El Parque Nacional El Chico**

El Parque Nacional El Chico posee uno de los principales bosques relictos de oyamel de la cuenca del Valle de México, lo que realza su importancia biológica, reconocida desde el año 1898, cuando se decretó como zona de reserva forestal, por lo que se considera la primera área natural protegida en México y América Latina (CONANP, 2005).

Los principales tipos de vegetación presentes en el PNC se incluyen dentro de la zona ecológica templada sub-húmeda de México (*sensu* Toledo y Ordoñez, 1998), que es característica de las regiones montañosas. La vegetación típica de esta zona ecológica son los bosques de encino, pino, pino-encino, oyamel y cedro (Challenger, 1998), que se desarrollan en un clima marcadamente estacional, al tener inviernos fríos y con lluvias de escasas a insignificantes, mientras que los veranos son cálidos y húmedos. México es considerado como el centro primario de diversidad en cuanto a pinos y encinos, que son dos de los géneros más representativos y económicamente importantes entre los árboles de clima templado. Estos dos géneros dominan el dosel de los principales tipos de bosque de esta zona ecológica y aunque la diversidad del dosel de los bosques de pino y encino es relativamente baja (particularmente porque predominan coníferas), en cambio el estudio del sotobosque revela que la diversidad de especies herbáceas y arbustos suele ser muy alta (Rzedowski, 2006). Por lo general, una hectárea de

bosque de oyamel, pino o encino tiene típicamente menor riqueza de especies que una hectárea de selva húmeda, de selva subhúmeda o de bosque mesófilo de montaña (Challenger, 1998). En el dosel de los bosques de oyamel de México predomina el género *Abies*, y se desarrollan generalmente dentro de los límites altitudinales de 2,400 a 3,600 m, como fragmentos aislados (relictos) dentro de áreas más extensas donde dominan los bosques de pino y encino.

Actualmente, la flora y vegetación del PNC están siendo sometidas a una fuerte presión, a causa de diversas actividades humanas como el turismo, la agricultura, tala clandestina, extracción de plantas y tierra, sobrepastoreo, los incendios forestales, entre otras. La vegetación del parque realiza importantes funciones ecológicas, además de la riqueza biológica que alberga, es una zona de captación pluvial y de recarga de acuíferos, que mantiene el equilibrio hidrológico regional al aportar agua a las cuencas del Valle de México y del Pánuco, y coadyuva a la regulación y estabilidad climática (CONANP, 2005).

Existen algunos estudios sobre la flora vascular del PNC; en dos de ellos se le incluye dentro de inventarios más amplios realizados en el Valle de México (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2001) y en la Sierra de Pachuca (Barrios-Rodríguez y Medina-Cota, 1996); otro estudio se refiere a la flora de fanerógamas del PNC (Hernández, 1995). Sin embargo, en ninguno de los trabajos mencionados se hace referencia a las pteridofitas.

Arreguín-Sánchez *et al.* (2004), en su estudio sobre la “Pteridoflora del Valle de México”, incluyen un inventario parcial de 26 especies de pteridofitas para el PNC.

Los helechos y licopodios forman parte importante de la estructura de las comunidades vegetales, y se consideran indicadores de la calidad del hábitat por su sensibilidad a los cambios ambientales. En el PNC, todavía no se ha realizado un inventario detallado de las especies de pteridofitas, ni se conoce con exactitud su riqueza y distribución dentro de los diferentes tipos de vegetación de esta ANP, por ello, los objetivos del presente trabajo fueron:

### **Objetivo general**

- Realizar un inventario de las familias, géneros y especies de helechos y licopodios presentes en el Parque Nacional el Chico, Hidalgo.

### **Objetivos particulares**

- Conocer la semejanza entre los distintos tipos de vegetación del Parque Nacional El Chico, con base en la composición de especies de pteridofitas.
- Identificar el tipo de sustrato preferido para el desarrollo de los helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, estado de Hidalgo.
- Estimar el índice de biodiversidad taxonómica entre regiones fisiográficas: Parque Nacional Los Mármoles (PNM), Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), Barranca de Omitlán, Valle de México y el PNC.
- Evaluar la complementariedad de tres áreas naturales protegidas del estado de Hidalgo (PNM, RBBM y el PNC), con base en la composición de especies de pteridofitas.

## ZONA DE ESTUDIO

El PNC se localiza entre las coordenadas 20°10'10"-20°13'25" latitud Norte y 98°41'50"-98°46'02" longitud Oeste; su extensión territorial es de aproximadamente 2,739 ha. Se encuentra enclavado dentro del sector centro Sur-Oriente de la República Mexicana, que corresponde al extremo occidental del sistema orográfico Sierra de Pachuca, incluido en la porción austral de la Faja Volcánica Transmexicana. Territorialmente el PNC se localiza dentro de las jurisdicciones municipales de Mineral del Chico (en su mayor proporción), Pachuca y una mínima parte de Mineral de Monte (CONANP, 2005), (Fig. 1).

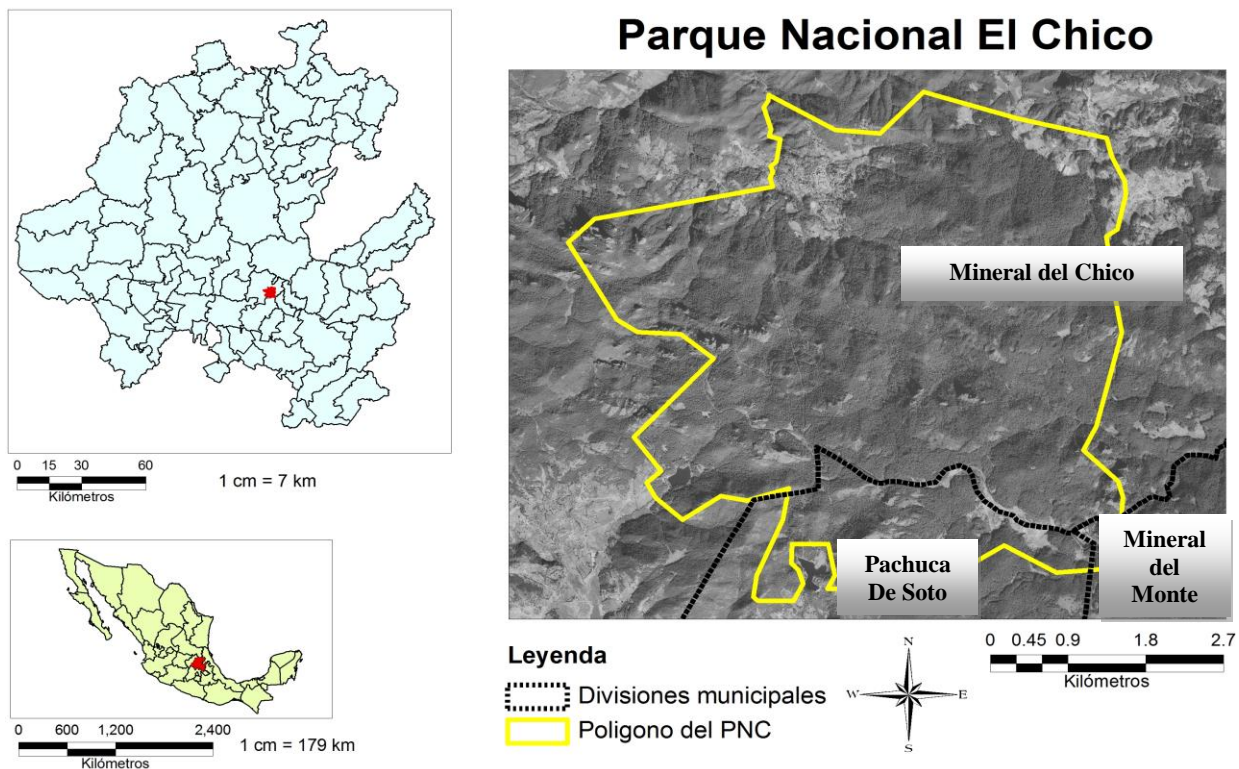


Figura 1. Área de estudio. Parque Nacional El Chico.

**Geología física.** El relieve actual del Parque constituye un alineamiento Este-Oeste, edificado por la actividad volcánica del terciario, con afloramiento de material rocoso de las formaciones Vizcaína, Cerezo y Zumate, pertenecientes al grupo Pachuca; son de carácter lenticular, conformadas por derrames lávicos, brecha y conglomerados volcánicos, toba y arenisca tobácea, inter-estratificadas en proporciones variables tanto vertical como lateralmente (CONANP, 2005).

**Fisiografía.** Pertenece a la Faja Volcánica Transmexicana; a nivel local se encuentra dentro de la Sierra de Pachuca, que es una cordillera escarpada en la que sobresalen numerosos cerros que por la acción del viento y del agua han dado origen a figuras caprichosas, destacando las conocidas con los nombres de Las Monjas, La Muela, El Conejo, Las Goteras y otras más, que los habitantes de la región han nombrado de acuerdo a la figura que aparentan. Se presentan grandes elevaciones rocosas (Fig. 2), en altitudes que fluctúan de 2,500 a 3,090 m (CONANP, 2005).



Figura 2. Elevaciones rocosas características del PNC



**Edafología.** El origen volcánico terciario, el nivel altitudinal, la morfología del relieve, los procesos actuales y las condiciones templado-húmedas, han provocado gran homogeneidad en los suelos, recientes y poco transformados, existen cuatro tipos: cambisol húmico, feozem háplico, leptosol y regosol (CONANP, 2005).

**Hidrología.** El PNC tiene especial relevancia hidrológica por el macizo montañoso que comprende, el cual constituye una mínima fracción del parteaguas que separa a los sistemas hidrológicos de las cuencas del Río Pánuco y del Valle de México, presenta cinco pequeñas sub-cuencas: Los Arroyos, Los Cedros, Los Otates, Las Piletas, Agua Fría y río El Milagro (Fig. 3); y la presa El Cedral (CONANP, 2005).

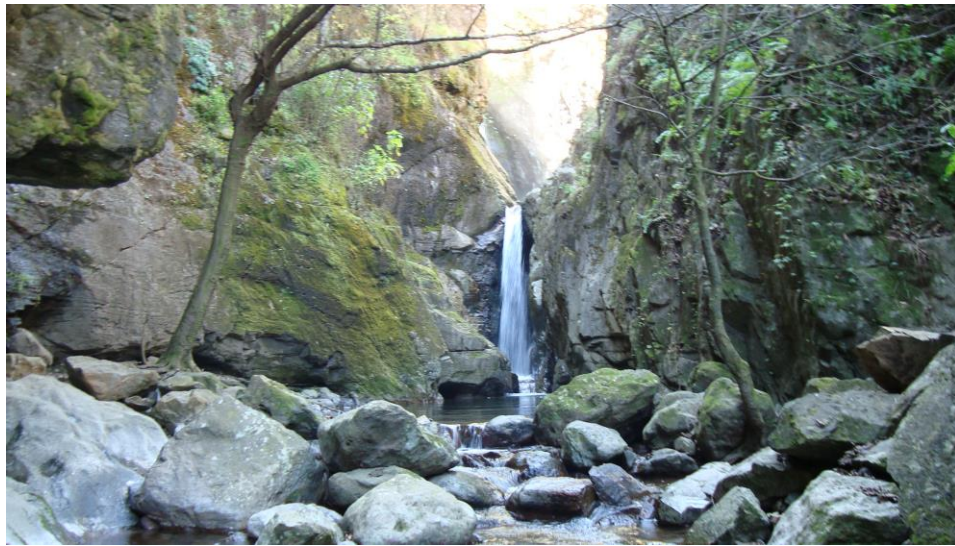


Figura 3. Río El Milagro, dentro del PNC

**Clima.** De acuerdo con García (1988), el clima del PNC se clasifica como Cb(m)(w)(i)gw”, es decir: semifrío, temperatura media anual entre 5 y 12 °C, y la del mes más frío entre -3 y 18 °C; templado húmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco < 40 mm, porcentaje de lluvia invernal < 5 de la anual; temperatura del mes más cálido < 22 °C, con poca oscilación térmica (5-7 °C). La precipitación promedio anual es de 1,479.5 mm y la temperatura promedio de 14.8 °C. La época de lluvias ocurre de mayo a noviembre, con presencia de canícula en julio. El mes más húmedo es septiembre y el mes más seco es diciembre (Pavón y Meza, 2009).

**Flora.** Está compuesta de 545 especies, de las cuales 12 son de gimnospermas y 533 de angiospermas (423 especies de dicotiledóneas y 110 de monocotiledóneas), incluidas en 264 géneros y 73 familias. Las familias con mayor número de especies son: Apiaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Fagaceae, Lamiaceae, Orchidaceae, Poaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, y Solanaceae (CONANP, 2005).



**Principales tipos de vegetación.** Producto de la interacción física de los factores altimétrico, geomorfológico, climático y edáfico del PNC, la respuesta biótica se traduce en la presencia de los siguientes tipos de vegetación, de acuerdo con la CONANP (2005), (Fig. 4):



Figura 4. Bosque de *Abies religiosa* en el Parque Nacional El Chico

**Bosque de oyamel.** Ocupa la mayor superficie dentro del PNC. Su amplia cobertura tipifica a la vegetación del área, con 1,725 ha., que equivalen a 62.9% respecto del área total; se distribuye desde los 2,600 a los 3,086 m. Predominan los árboles de *Abies religiosa*, de alturas de 20 a 40 m, constituyendo una cobertura densa y siempre verde.

**Bosque de encino.** El dosel es dominado por una o varias especies del género *Quercus*, comprende 108.7 ha, que corresponden al 3.97% del total del Parque; se distribuye en forma de manchones, entre los cuales destacan los más grandes al Noroeste, cerca del poblado de Mineral del Chico.

**Bosque de encino-oyamel.** Esta es una comunidad particularmente importante en el PNC, por su composición florística y por su extensión, cubre aproximadamente 289.03 ha., que equivale al 10.55% del total de la superficie del parque, en dos áreas principales, la más grande hacia el Norte y la segunda al Oeste. Las especies dominantes son *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, *Quercus glabrescens* y *Abies religiosa*, en menor proporción.

**Bosque de oyamel-encino.** Se distribuye en una superficie de 107.6 ha, equivalente al 3.93% de la superficie total del parque. Las especies dominantes son: *Abies religiosa*, *Quercus affinis*, *Quercus glabrescens* y *Quercus crassifolia*.

**Bosque de pino.** Este tipo de comunidad es escasa, sólo existe un área en la parte Sureste en una superficie de 51.1 ha, constituyendo el 1.87% del área total. La especie de pino más común en este bosque es *Pinus rudis*, con algunos individuos de *P. teocote* y en algunos sitios *P. patula* y *P. montezumae*.

**Bosque de encino-pino.** Se distribuye en una pequeña porción localizada al Norte del Parque y al Noreste del poblado de Mineral del Chico. Ocupa 61.49 ha., aproximadamente el 2.25% con respecto a la superficie total del parque. Las especies dominantes son *Quercus crassifolia*, *Pinus teocote*, *Q. affinis*, *Pinus greggii*, *Q. laurina* e *Ilex toluicana*.

**Bosque de pino-encino.** Esta comunidad vegetal mixta ocupa 23.88 ha., equivalente al 0.87% respecto al parque. Se encuentra sólo en el extremo Suroeste del parque, a un costado de la presa Jaramillo. Las especies arbóreas dominantes son *Pinus rudis* y *Quercus* sp., dentro de esta comunidad sobrevive una población de *Pseudotsuga macrolepis* (oyamel colorado).

**Bosque de cedro.** El bosque de *Cupressus* es el menos abundante en el parque; se restringe al extremo Suroeste, adyacente a la presa El Cedral, ocupando 31.75 ha. (1.16%). Su desarrollo lo favorece el relieve suave y moderado, cubierto por suelo profundo, abundante materia orgánica y buen drenaje. Prácticamente, el bosque tiene un solo estrato arbóreo de *Cupressus lusitanica*, asociado en algunos sitios con *Abies religiosa*, *Quercus rugosa* y *Q. laurina*.

**Bosque de táscate o tlaxcal.** El bosque de *Juniperus monticola* es por lo común muy abierto y bajo (3 a 5 m), cubre una superficie de 127.9 ha. (4.67%), distribuido en manchones adyacentes a los valles, en zonas que corresponden a la parte Sur del parque, en el interior del bosque de oyamel.

**Pastizal.** Su fisonomía está dada por el predominio de gramíneas, de los géneros *Agrostis*, *Bouteloua*, *Deschampsia*, *Muhlenbergia* y *Trisetum*; se encuentra en los valles intermontanos y terrenos poco inclinados de la parte alta del parque, rodeado del bosque de oyamel. Se distribuye en 59.79 ha, equivalentes al 2.18% de la superficie del Área Natural Protegida.

**Bosque de galería.** Es muy heterogéneo, tanto fisonómica como estructuralmente, comprende árboles de hoja perenne o caduca. Los géneros dominantes en el dosel de este tipo de vegetación son *Alnus*, *Cupressus*, *Prunus* y *Quercus*. En el estrato arbustivo dominan especies del género *Bacharis* (Rzedowski, 2006).

## MÉTODO

### Trabajo de campo

Consistió en la exploración y recolecta exhaustiva de ejemplares de helechos y licopodios en diferentes localidades y tipos de vegetación del Parque Nacional El Chico, Hidalgo (Fig. 5).

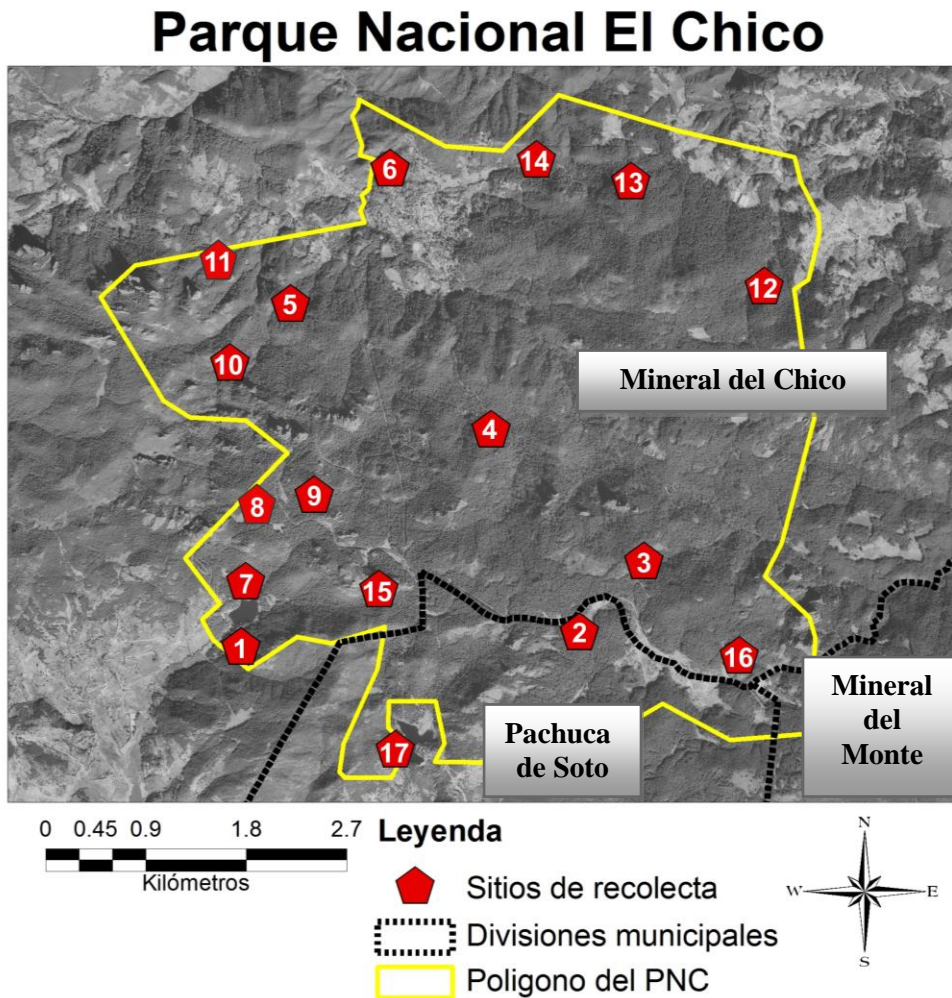


Figura 5. Sitios de recolección de pteridofitas en el PNC, Hidalgo

*Helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

Se realizaron 17 salidas al campo, durante los años 2008 (tres salidas), 2009 (diez) y 2010 (cuatro), en distintas localidades. La recolección de ejemplares se realizó en sitios con poco disturbio (lejos de caminos principales o secundarios, ausencia de huellas de ganado, terrenos de cultivo y centros recreativos), y se consideró suficiente cuando los ejemplares observados en cada sitio pertenecían reiterativamente a las mismas especies de helechos y licopodios.

Se recolectaron ejemplares completos, con esporangios, ápice y base del pedúnculo y rizoma, que son características muy importantes para la identificación a nivel de especie (Fig. 6). Además se tomaron datos como número de colecta, colector, fecha de colecta, sustrato, altitud, latitud y longitud, tipo de vegetación, entre otros (Sánchez-González y González, 2007).



Figura 6. Recolección de helechos y licopodios en campo



Para el prensado de los ejemplares se utilizaron periódicos y cartones corrugados y una prensa botánica (Fig. 7), a los ejemplares se les eliminó el exceso de sustrato como tierra, musgo u otros materiales y se eligieron los mejores individuos (Fig. 8), que no presentaran daño físico por insectos u hongos; para el prensado de las frondas, se dispusieron de manera que mostraran las caras dorsal y ventral (Sánchez-González y González, 2007).



Figura 7. Ejemplares prensados de pteridofitas



Figura 8. Ejemplar completo de *Polypodium martensii* Mett.

### **Trabajo de laboratorio**

Los ejemplares se colocaron en una secadora convencional (Fig. 9) en el Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas (HGOM), aproximadamente por dos días, dependiendo del grado de hidratación de los ejemplares recolectados, posteriormente se procedió a identificar el material ya seco hasta nivel de especie (Fig. 10), con base en las claves taxonómicas de Mickel y Smith (2004).



Figura 9. Ejemplares de helechos y licopodios en secadora



Figura 10. Identificación de ejemplares de pteridofitas

Los ejemplares identificados se montaron en cartulinas de papel bond de buena calidad y libres de ácido de 29 x 40 cm. Se colocó una etiqueta con datos estándar del espécimen en la parte inferior izquierda de cada cartulina (Lot y Chiang, 1986).

### **Clasificación de los tipos de vegetación presentes en el PNC.**

En el programa de manejo del PNC (CONANP, 2005) se mencionan 10 diferentes tipos de vegetación. Sin embargo, durante los recorridos de campo en 17 diferentes localidades, sólo se identificaron siete tipos de vegetación (definidos en el presente estudio de forma cualitativa, con base en las especies dominantes en el dosel).

Para conocer la semejanza entre los siete tipos de vegetación identificados, con base en la composición de especies de pteridofitas, se utilizó el análisis de agrupamiento.

Como primer paso se estimó la matriz de semejanza entre los siete tipos de vegetación, utilizando el índice de Sørensen. Después, se eligió como método de

unión de grupos, el promedio entre grupos (McCune y Grace, 2002). El análisis se realizó con el programa de cálculo PAST versión 1.89 (Hammer *et al.*, 2001).

Para definir el número de grupos en el dendrograma, se eligió un nivel de corte (de manera cualitativa) que considerara un compromiso entre la pérdida de información y la simplificación de un número de unidades ambientales (que incluían uno o más tipos de vegetación) interpretables desde un punto de vista natural (McCune y Grace, 2002).

**Estimación del índice de diversidad taxonómica (IB).** Con la finalidad de comparar la riqueza florística encontrada en el PNC con otras ANP se usó el índice de diversidad taxonómica (IB), el cual está definido como el número de especies dividido entre el logaritmo natural del área:

$$IB = \frac{S}{\ln A}$$

Donde S es igual al número de especies registradas y A es el tamaño del área, generalmente en hectáreas (Squeo *et al.*, 1998; Ponce *et al.*, 2002).



**Complementariedad entre las ANP del estado de Hidalgo.** Para estimar el grado de complementariedad en la composición de especies de pteridofitas entre las tres ANP del estado de Hidalgo (PNC, PNM y RBBM) se utilizó el índice de complementariedad (IC) de Colwell y Coddington (1994), con la fórmula:

$$IC_{AB} = \frac{a + b - 2c}{a + b - c}$$

Donde a: número de especies en el área A; b: número de especies en el área B; c: número de especies en común entre ambas áreas. El valor de complementariedad fluctúa entre 0 y 1. Cuando los sitios son idénticos en la composición de especies el valor es 0, y cuando la complementariedad es total (ninguna especie es compartida entre las áreas) el valor es de 1 (Colwell y Coddington, 1994; Moreno, 2001). La complementariedad puede representarse también en porcentaje, tomando valores de entre 0 y 100%. El número de especies compartidas se obtuvo con el programa de cálculo Estimates versión 7.5 (Colwell, 2005).

## RESULTADOS

### Listado florístico de las especies de helechos y licopodios

De las 17 diferentes localidades (cuadro 1) del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, se recolectaron un total de 315 ejemplares de pteridofitas, las cuales corresponden a 12 familias, 25 géneros y 62 especies (Cuadro 2; Anexo 1). De las seis especies identificadas de helechos y licopodios, tres representan nuevos registros para el estado de Hidalgo.

Cuadro 1. Datos generales de las localidades de recolecta de ejemplares de helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Hidalgo

Localidad	Coordenadas	Altitud	Tipo de vegetación
1. La Estanzuela	20°10'53.17"N; 98°44'34.38"O	2,901	Bosque de oyamel ( <i>Abies religiosa</i> ) abierto, con individuos de <i>Quercus crassifolia</i> y <i>Quercus microphylla</i> .
2. Campamento Los Cedros	20°10'56.0"N; 98°43'03.3"O	2,976	Bosque de oyamel, muy perturbado.
3. Camino a Peña del Cuervo	20°11'28.4"N; 98°42'33.8"O	2,885	Bosque de oyamel abierto, con alta riqueza de especies arbustivas.
4. Peña del Cuervo	20°11'12.55"N; 98°42'43.31"O	2,982	Bosque de oyamel muy perturbado, con manchones de <i>Juniperus monticola</i> en la periferia.
5. Los Corrales	20°11'55.5"N; 98°43'30.5"O	2,674	Bosque de oyamel, con pocos individuos de <i>Quercus laeta</i> , <i>Arbutus xalapensis</i> y <i>Prunus serotina</i> , con varias especies arbustivas: <i>Ribes ciliatum</i> , <i>Roldana angulifolia</i> .
6. Río El Milagro	20°13'12.3"N; 98°44'01.6"O	2,282	Bosque de galería: en los márgenes del río se presentan <i>Alnus</i> sp., <i>Quercus</i> sp. y <i>Prunus serotina</i> .

*Helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

Continuación Cuadro 1

<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Altitud</b>	<b>Tipo de vegetación</b>
7. Presa El Cedral	20°11'02.6"N; 98°44'59.1"O	2,662	Bosque mixto cedro ( <i>Cupressus benthamii</i> ) oyamel, perturbado.
8. Diego Mateo	20°11'37.9"N; 98°44'33.0"O	2,933	Bosque de oyamel-encino, en los alrededores cabañas y áreas para acampar.
9. Tlaxcalita	20°11'54.7"N; 98°44'56.7"O	2,856	Bosque de oyamel-encino, sitio cercano a la carretera principal.
10. Peña Las Monjas	20°12'32.6"N; 98°44'32.5"O	2,490	Bosque de encino
11. El Puente	20°13'0.48"N; 98°44'21.5"O	2,310	Bosque de encino, pendientes muy elevadas.
12. Pueblo de Carboneras	20°12'50.4"N; 98°42'18.4"O	2,632	Bosque de encino-oyamel, cerca de la carretera, perturbado (ganado bovino).
13. Los Zorrillos	20°13'08.4"N; 98°42'47.2"O	2,540	Bosque de encino-oyamel, se recolectaron los ejemplares en un arroyo.
14. Barrio La Compañía	20°10'56.0"N; 98°43'00.7"O	2,498	Bosque de encino, con pocos individuos de <i>Pinus</i> sp.
15. Las Ventanas	20°11'08.7"N; 98°44'05.2"O	2,930	Bosque de oyamel muy perturbado (ecoturismo).
16. Pueblo Nuevo	20°10'23.4"N; 98°41'50.2"O	2,961	Bosque de oyamel.
17. Presa Jaramillo	20°10'17.37"N; 98°44'00.41"O	2,877	Bosque de encino abierto, domina <i>Quercus crassifolia</i> y <i>Q. microphylla</i> . Presencia de escasos individuos de <i>Pinus</i> sp.

*Helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

Los ejemplares recolectados pertenecen a 12 familias, 25 géneros y 62 especies, lo cual representa el 67% de familias, el 63% de géneros y el 52% de especies del porcentaje total de la composición de taxones para el Valle de México que es de 30 familias, 40 géneros y 113 especies; el 40% de familias, 40% de géneros y el 16% de especies encontrados en el PNC representan el porcentaje total de la composición de taxones con respecto al estado de Hidalgo que es de 30 familias, 81 géneros y 362 especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Taxones de helechos y licopodios presentes en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo

	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>
Taxones presentes en el PNC	12	25	62
Porcentaje con respecto al Valle de México (Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> , 2004)	18 (67%)	40 (63%)	113 (52%)
Porcentaje con respecto al estado de Hidalgo (Sánchez-González <i>et al.</i> , datos no publicados)	30 (40%)	81 (40%)	362 (16%)

Entre paréntesis se indica el porcentaje de taxones

Las familias de helechos y licopodios con mayor número de géneros fueron Pteridaceae con nueve, Athyriaceae y Dryopteridaceae con tres y Polypodiaceae con dos, las familias restantes presentaron un género.

*Helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

Las familias con mayor número de especies de pteridofitas fueron Pteridaceae con 18, Polypodiaceae con 10, Dryopteridaceae con ocho, Aspleniaceae con seis, Selaginellaceae con cinco, Athyriaceae con tres y las restantes con una o dos especies (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de géneros y especies por familia de pteridofitas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo

<b>Familia</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>
Aspleniaceae	1	6
Athyriaceae	3	3
Blechnaceae	1	2
Dennstaedtiaceae	1	1
Dryopteridaceae	3	8
Equisetaceae	1	1
Grammitidaceae	1	2
Ophioglossaceae	1	2
Polypodiaceae	2	10
Pteridaceae	9	18
Selaginellaceae*	1	5
Thelypteridaceae	1	2

\* Familias que pertenecen a la división Lycopodiophyta (Licopodios)

## **Nuevos registros de helechos y licopodios para el estado de Hidalgo**

De las especies identificadas, tres representan nuevos registros para el estado de Hidalgo (Fig. 12, 13 y 14), y poseen amplia distribución en otras entidades de la República Mexicana, en el Cuadro 4 se indica la distribución de cada especie, por estado, de acuerdo con Mickel y Smith (2004) y Arreguín-Sánchez *et al.* (2004).

Cuadro 4. Especies de helechos que representan nuevos registros para el estado de Hidalgo y su distribución previa en México

<b>Especie</b>	<b>Distribución en la Republica Mexicana</b>
<i>Asplenium fibrillosum</i> Pringle & Davenp.	Aguascalientes, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos y Querétaro.
<i>Elaphoglossum monicae</i> Mickel in McVaugh	Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos, Sinaloa y Veracruz.
<i>Melpomene pilosissima</i> (M Martens & Galeotti) A. R. Sm. & R. C. Moran	Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Veracruz.

## **Descripción de los nuevos registros para el estado de Hidalgo**

Las siguientes descripciones se basan en la obra de Mickel y Smith (2004), y se incluyen datos adicionales de los ejemplares recolectados en el presente estudio, se indican entre paréntesis, que amplían el intervalo de variación de las características morfológicas de las especies.

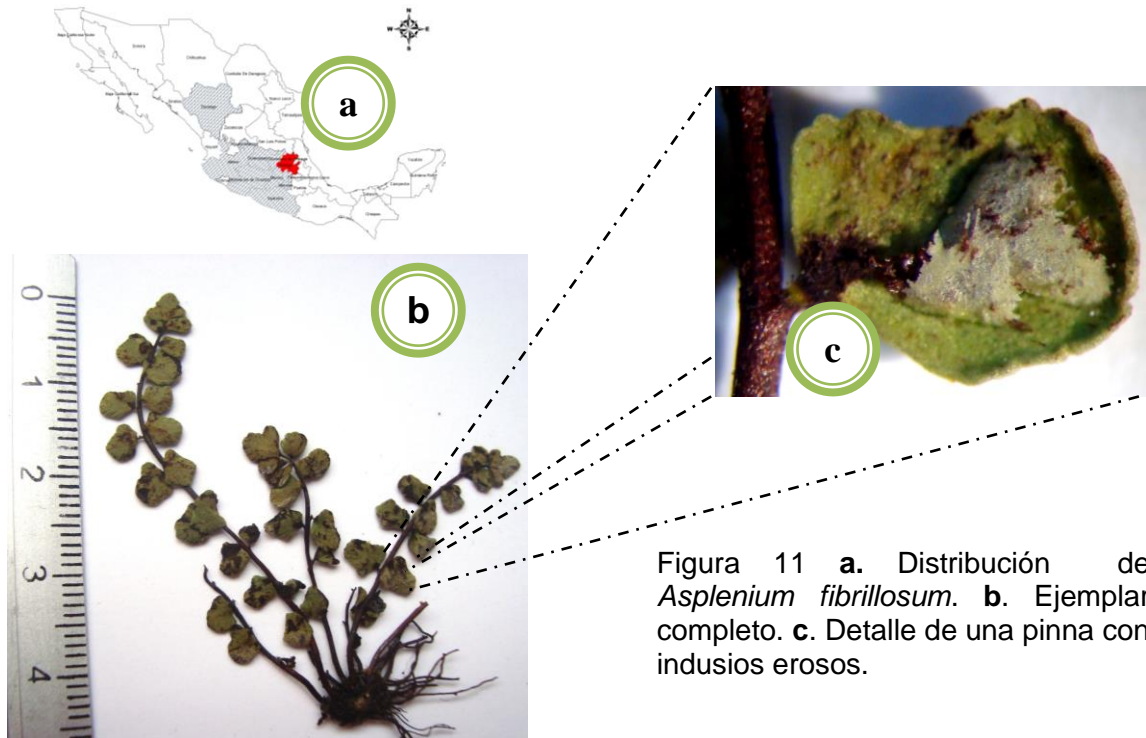


Figura 11 **a.** Distribución de *Asplenium fibrillosum*. **b.** Ejemplar completo. **c.** Detalle de una pinna con indusios erosos.

*Asplenium fibrillosum* Pringle & Davenp.

Planta con rizoma no prolífero y sub-erecto, de 2 a 3 cm de diámetro, escamas del rizoma negras con el margen entero, de 4 a 6 (3-4) mm de largo, clatradas, linear lanceoladas; estípites castaño de 1.5 a 3 cm. x 0.4 a 0.5 cm, aproximadamente 1/5 a 1/8 del largo de la fronda, con escamas en forma de pelos; laminas 1-pinnadas, lineares de 6-13 x 1.1-1.5 cm; raquis flexuoso, castaño, lustroso, con escamas esparcidas, no alado; pinnas oblongas, 15 a 25 pares (7 a 10), con 1-3 pares reducidos en la parte proximal, bases ligeramente auriculares, ápice obtuso, márgenes granulados a dentados, venas oscuras, con puntos evidentes en la parte adaxial; soros 1 a 4 pares por pinna, en ambos lados de la vena media; indusio con márgenes fimbriados, 1.2 x 0.5-0.8 mm.

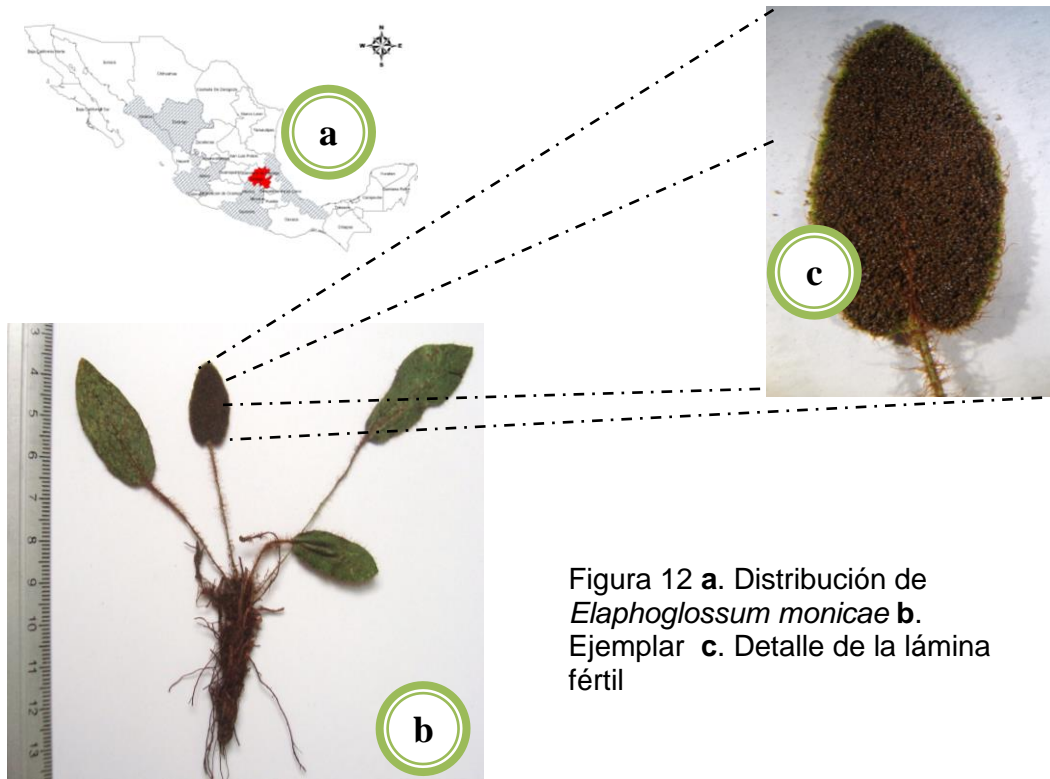


Figura 12 a. Distribución de *Elaphoglossum monicae* b. Ejemplar c. Detalle de la lámina fértil

### *Elaphoglossum monicae* Mickel

Planta con rizoma cespitoso y ascendente de 2-4 mm de diámetro; escamas del rizoma de color marrón, lineares, hasta 8 mm, margen con pequeños dientes; frondas de 7-40 x 1.5-4 cm (3-7 x 1.5-2.5); escamas del estípite color naranja de 2-3 mm de largo; estípite 1/2 a 2/3 del largo de la fronda; venas evidentes, libres o bifurcadas; lámina estéril oblongo-elíptica dos veces más larga que ancha, ápice agudo, base redonda o anchamente acuminada; lámina fértil más pequeña que la estéril, de 30-60 x 0.8-1.6 mm, estípite 1/4-4/5 del largo de la fronda, escamas presentes en la vena media en la parte abaxial, ápice obtuso; esporangios glabros.



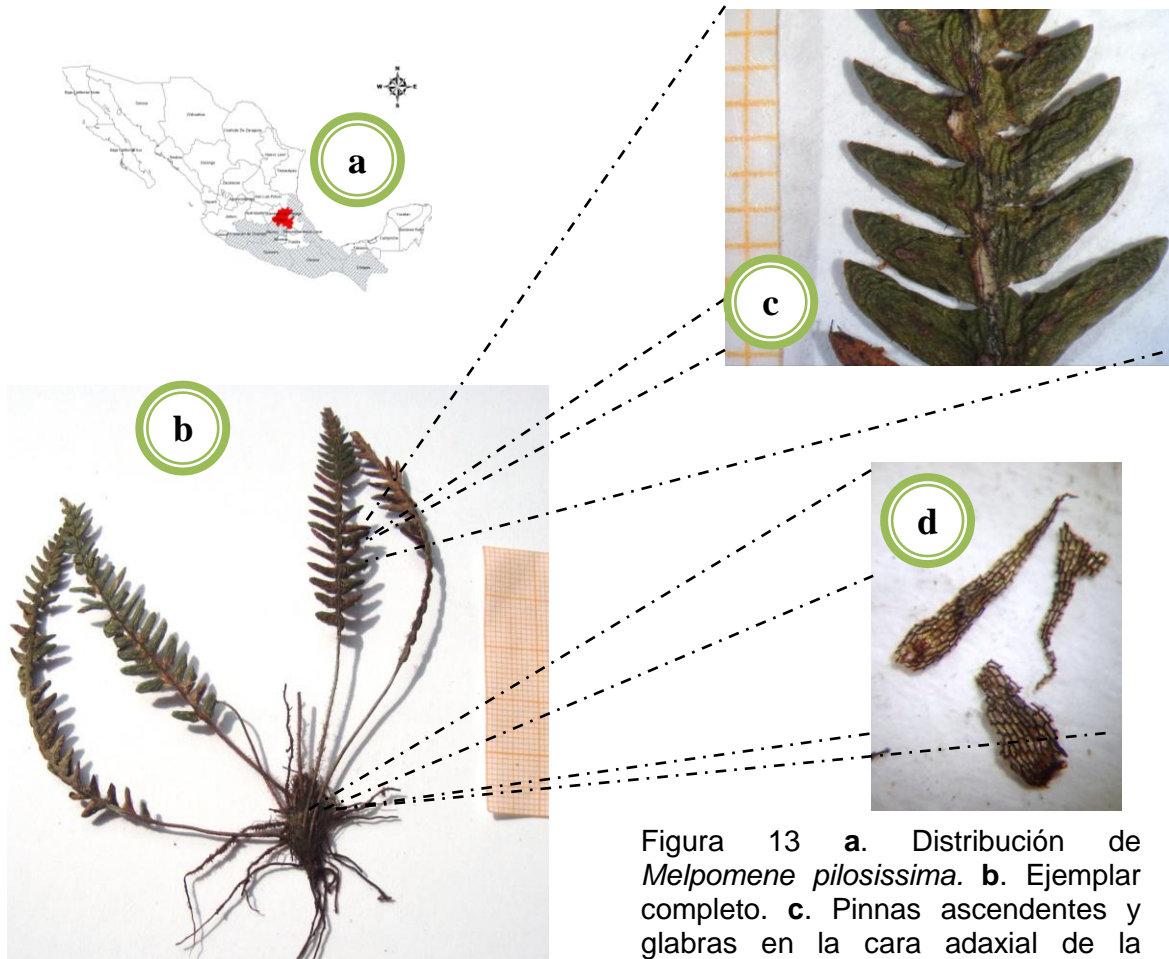


Figura 13 a. Distribución de *Melpomene pilosissima*. b. Ejemplar completo. c. Pinnas ascendentes y glabras en la cara adaxial de la lámina d. Detalle de las escamas del rizoma.

*Melpomene pilosissima* (M Martens & Galeotti) A. R. Sm. & R. C. Moran

Planta con rizoma corto cespitoso o ascendente de 1 a 4 mm de diámetro; escamas del rizoma castaño-oscuro a negras de 5-7 (4-5) mm de largo, linear-lanceoladas, persistentes, con margen entero a ligeramente eroso, base cordada; frondas de 7-15 (5-8) cm de largo; estípites de color café, de 1/4 a 1/3 de lo largo de la fronda, con setas mezcladas con pelos, de color rojizo de 1-2 mm de largo; lámina ovado-lanceolada, de 7-20 x 1-3 (4-6 x 1-1.3) cm; pinnas 20-27 pares (25-50), de 8-14 x 2-4 (6-7 x 2-3) mm, con ápice obtuso, margen entero, usualmente ascendente; soros 4-7 pares por pinna; esporangios entremezclados con setas.

### **Patrón de distribución de las especies de pteridofitas por tipo de vegetación**

De los siete tipos de vegetación identificados, el bosque de oyamel-encino presentó el número más alto de familias de pteridofitas, con 9; seguido de los bosques de oyamel y de galería con 7; y de los bosques de encino, bosque de encino-pino y bosque de oyamel-tlaxcal con 5; el bosque de cedro-oyamel presentó cuatro familias (Cuadro 5). En cuanto al número de géneros de pteridofitas por tipo de vegetación, en el bosque de galería se identificaron 20; en el bosque de oyamel-encino 17, en el bosque de encino y bosque de oyamel 12; en el bosque de oyamel-tlaxcal 11; en el bosque de encino-pino 10; y en el bosque de cedro-oyamel 7 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución de pteridofitas, por categorías taxonómicas en los siete tipos de vegetación del Parque Nacional El Chico

<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>	<b>Variedades</b>	<b>Subespecies</b>
Bosque de oyamel-encino	9	17	31	3	1
Bosque de galería	7	20	31	2	1
Bosque de encino	5	12	26	2	-
Bosque de oyamel	7	12	22	1	1
Bosque de oyamel-tlaxcal	5	11	15	2	1
Bosque de encino-pino	5	10	15	2	-
Bosque de cedro-oyamel	4	7	8	1	-

La riqueza de especies por tipo de vegetación se distribuyó de la siguiente forma: fue más alta en los bosques de oyamel-encino y de galería (ambos con 31 especies), en el bosque de encino con 26 y en el bosque de oyamel con 22; y fue menor en los bosques de oyamel-enebro y encino-pino (ambos con 15) y cedro-oyamel, con ocho especies (Cuadro 5).

### **Sustratos de crecimiento de helechos y lycopodios**

El sustrato de crecimiento más común entre las especies de pteridofitas recolectadas en el PNC fue el terrestre, en segundo lugar fue el rupícola y el tercero y menos común fue el epífito (Fig. 14).

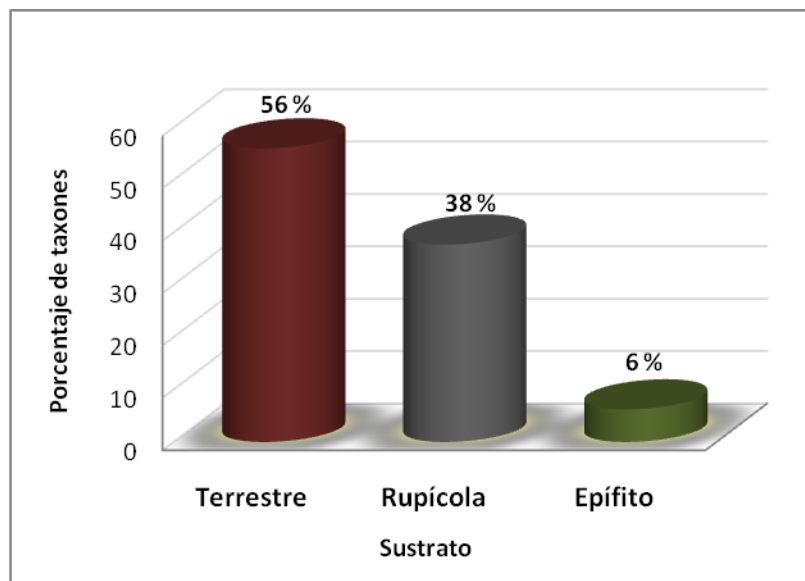


Figura 14. Sustrato de crecimiento de las especies de helechos y lycopodios del Parque Nacional El Chico, Hidalgo.

### **Tipos de vegetación con base en la composición de especies de pteridofitas**

La clasificación permitió incluir a los siete tipos de vegetación en tres grupos, de acuerdo a su semejanza en la composición de especies de helechos y licopodios: el primer grupo, formado por bosque de oyamel (BO) y el bosque de oyamel tlaxcal (BOT), comparten más especies entre sí que con respecto a otros tipos de vegetación; el segundo grupo está integrado por cuatro tipos de vegetación bosque de encino (BE), bosque de encino-pino (BEP), bosque de oyamel-encino (BOE) y bosque de galería (BG); y el tercer grupo, constituido por un solo tipo de vegetación bosque de cedro-oyamel (BCO), que posee el conjunto de especies más disímil, con respecto a los otros dos grupos (Fig. 15).

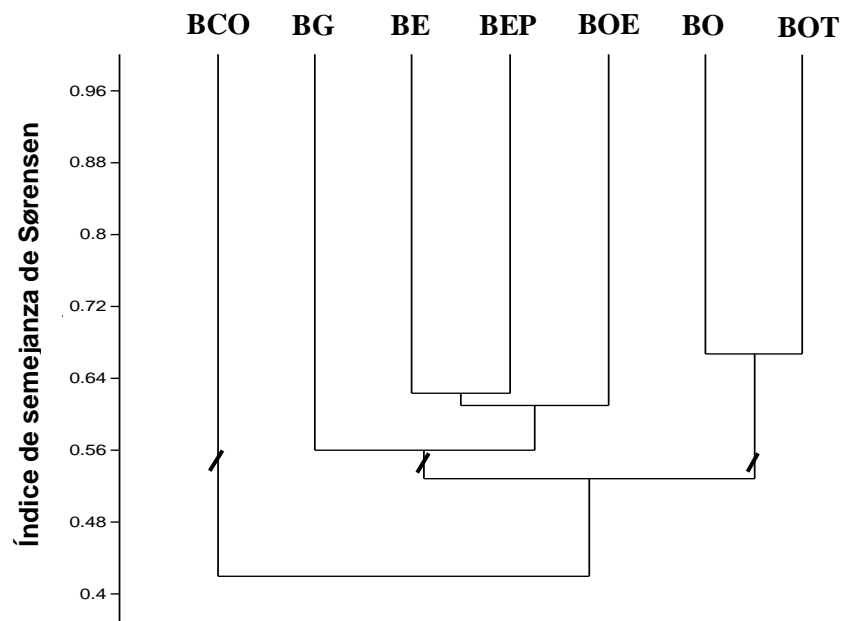


Figura 15. Dendrograma del análisis de agrupamiento que muestra las relaciones jerárquicas de semejanza entre los tipos de vegetación, con base en la composición de especies de pteridofitas. Cada rama del dendrograma muestra el tipo de vegetación correspondiente. La escala horizontal es en función al índice de semejanza de Sørensen

que indica el número de especies en común entre los tipos de vegetación (*I*: nivel de corte). Bosque de cedro-oyamel (BCO), bosque de galería (BG), bosque de encino (BE), bosque de encino-pino (BEP), bosque de oyamel-encino (BOE), bosque de oyamel (BO) y bosque de oyamel-tlaxcal (BOT).

### **Riqueza de especies por unidad de área en el PNC y en otras regiones**

Los valores del índice de biodiversidad taxonómica (IB), estimados para tres de las ANP del estado de Hidalgo, para el municipio de Omitlán (aledaño al PNC) y para el Valle de México (región donde está incluido el PNC), indican que la mayor riqueza de especies por unidad de área se presenta en el Valle de México y en el PNC (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación fisiográfica y de riqueza de helechos y licopodios entre cinco regiones del estado de Hidalgo

<b>Localidad</b>	<b>Altitud (m)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Número de especies</b>	<b>IB= sp/ha</b>
Barranca de Omitlán	2,080-3,048	2,000	52	6.84
PNC	2,284-2,982	2,739	62	7.83
PNM	1,300-2,950	23,150	71	7.06
RBBM	1,000-2,000	96,000	79	6.89
Valle de México	2,230-5,452	750,000	113	8.35

m: metros; sp: especie; ha: hectárea

### Índice de complementariedad entre ANP del estado de Hidalgo

Los valores de los índices de complementariedad entre áreas naturales protegidas, estimados a partir de la composición de especies de helechos y licopodios, indican que la RBBM y el PNM tienen el menor valor de complementariedad, porque comparten mayor número de especies entre sí, que con el PNC. En cambio, la RBBM y el PNC presentaron un índice de complementariedad más alto (73%), semejante al del PNM y el PNC (70%), lo que indica que poseen menos especies en común (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de especies compartidas (parte superior derecha), riqueza de especies de pteridofitas (diagonal) y porcentaje de complementariedad (parte inferior izquierda) de tres ANP del estado de Hidalgo

ANP	PNM	RBBM	PNC
PNM	71	48	31
RBBM	53%	79	30
PNC	70%	73%	62

PNM: Parque Nacional Los Mármoles; RBBM: Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán; PNC: Parque Nacional El Chico

Los valores de los índices de complementariedad, estimados a nivel de familias y géneros de pteridofitas, fueron bajos si se les compara con los obtenidos a nivel de especie.

En la categoría taxonómica de familia, los valores fueron de 17% o menos, entre las tres ANP consideradas (Cuadro 8, parte inferior izquierda); y a nivel de género, las ANP con mayor complementariedad fueron la RBBM y el PNC con 38%, y el PNM y el PNC con 31% (Cuadro 8, parte superior derecha).

Cuadro 8. Porcentaje de complementariedad a nivel de género (parte superior derecha) y de familia (parte inferior izquierda), y riqueza de familias y géneros (diagonal) de las tres ANP de Hidalgo, consideradas en el presente estudio

<b>ANP</b>	<b>PNM</b>	<b>RBBM</b>	<b>PNC</b>
PNM	12 (29)	13%	31%
RBBM	17%	10 (27)	38%
PNC	15%	17%	12 (25)

PNM: Parque Nacional Los Mármoles; RBBM: Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán; PNC: Parque Nacional El Chico. En la diagonal el número de géneros aparece entre paréntesis

## **DISCUSIÓN**

### **Listado florístico de las especies de helechos y licopodios**

En la presente investigación se identificaron 62 especies de helechos y licopodios dentro de los límites del PNC; en otra región colindante y de extensión territorial semejante, que es la Barranca de Omitlán, se mencionan 52 especies (Sánchez-Mejorada y Chávez, 1951).

En dos de las ANP del estado de Hidalgo se han realizado estudios con pteridofitas: en el PNM que ocupa una superficie territorial al menos ocho veces mayor que el PNC, se encontraron 71 especies (Ramírez *et al.*, 2009); y en la RBBM, al menos 35 veces mayor en extensión territorial que el PNC, se registra la presencia de 79 especies (Cuevas, 2008).

Las familias con mayor número de géneros y especies dentro del PNC (Pteridaceae, Athyriaceae, Dryopteridaceae y Polypodiaceae), son también las más representativas en diferentes municipios y regiones del estado de Hidalgo y de México (Sánchez-Mejorada y Chávez, 1951; Cuevas, 2008; Ramírez *et al.*, 2009; Pérez, 2009; Zúñiga, 2009; Pérez, 2010; Vázquez *et al.*, 2006), independientemente del tipo de vegetación y condiciones ambientales. La alta riqueza de especies y géneros en estas familias es un fenómeno que se presenta también a nivel mundial, como consecuencia de su adaptación a diferentes condiciones ambientales (Mickel y Smith, 2004; Smith *et al.*, 2008).



## **Riqueza de especies por unidad de área en el PNC y en otras regiones**

El Valle de México es una región muy amplia, que abarca cuatro estados de la República Mexicana e incluye 14 municipios de la porción sur del estado de Hidalgo (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2001). A pesar de su enorme extensión territorial, 273 veces mayor que el PNC, Arreguín-Sánchez *et al.* (2004), mencionan la presencia de sólo 113 especies de helechos y licopodios.

Los datos de los inventarios florísticos mencionados en la Barranca de Omitlán, PNC, PNM, RBBM y del Valle de México concuerdan en parte con la bien documentada relación especies-área, según la cual, independientemente del grupo taxonómico o del tipo de ecosistema que se considere, el número de especies tenderá a incrementar conforme aumenta el tamaño del área (Whittaker *et al.*, 2001). La relación especies-área no es lineal: cuando se consideran áreas pequeñas el incremento en la riqueza de especies es exponencial, pero la relación cambia hasta adquirir la forma de una asíntota a medida que el tamaño del área considerada se vuelve más grande (Brown y Lomolino, 1998).

Sin embargo, existen varios factores independientes de la relación especies/área, que son igualmente críticos y tienen también un alto poder explicativo de los patrones de riqueza de especies, tales como la productividad, la disponibilidad de energía (clima) y la heterogeneidad ambiental (Whittaker *et al.*, 2001; Triantis *et al.*, 2008). Por ejemplo, en el caso de la heterogeneidad, es plausible la explicación de que la diversidad de hábitats incrementa conforme aumenta el área y que las comunidades son más ricas en especies en hábitats más diversificados o heterogéneos (Lévêque y Mounolou, 2003).

La fase sexual o del gametofito es la etapa más frágil en el ciclo de vida de las pteridofitas, es donde requieren de condiciones ambientales particulares, en especial de humedad para que ocurra la fertilización de la ovocélula (Bickford, 2005; Williams-Linera *et al.*, 2005; Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009). En este sentido, la riqueza de especies en los helechos y licopodios puede estar más relacionada con el clima que con el tamaño del área.

La importancia de la disponibilidad de agua (humedad y temperatura) con relación a la riqueza de especies de pteridofitas, se ha confirmado en varios estudios realizados en distintas regiones o municipios de México con bosque mesófilo de montaña (Zúñiga, 2009; Pérez, 2009; Pérez, 2010; Vázquez *et al.*, 2006), pues independientemente del tamaño del área considerada, en cada uno de ellos, presentan inventarios de más de 100 especies de pteridofitas.

En el PNC, localizado dentro de la zona templada sub-húmeda de México (Toledo y Ordoñez, 1998) existen condiciones climáticas (humedad y temperatura) benignas (CONANP, 2005), que favorecen el desarrollo de las especies. En cambio, en la RBBM el clima que predomina es seco y semi-cálido; por lo que la explicación más probable del escaso número de especies de pteridofitas, con respecto a la enorme extensión territorial de esta ANP, es que pocas especies poseen los mecanismos de adaptación necesarios para sobrevivir en las condiciones de sequía y alta insolación que ahí prevalecen (Cuevas, 2008).

El Valle de México, por su enorme extensión territorial, presenta un mosaico de climas y una elevada heterogeneidad ambiental (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2001), que deberían favorecer la existencia de un número elevado de

especies de pteridofitas. Sin embargo, dentro del Valle de México se encuentra una de las áreas metropolitanas más grandes y pobladas del mundo, por lo que los bosques circundantes han sufrido cambios considerables en su distribución y cobertura, por disturbios causados por actividades antropogénicas (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998; Toledo y Ordóñez, 1998).

Los helechos y licopodios son consideradas como indicadoras de cambios en el ambiente (Cárdenas *et al.*, 2007; Arcand y Ranker, 2008), se ha encontrado que la riqueza de especies de helechos disminuye conforme aumenta el grado de perturbación del medio (Kessler, 2001; Tejero-Diez, 2007; Rodríguez *et al.*, 2008). En el caso del Valle de México, una probable explicación de la presencia de sólo 113 especies de pteridofitas radica en que es una región habitada por el hombre desde hace miles de años e intensamente modificada.

Sin embargo, existe la posibilidad de que los bosques de las grandes cadenas montañosas que rodean al Valle de México, no hayan sido suficientemente explorados. Como ejemplo, el presente estudio adiciona 19 especies al inventario de la pteridoflora del Valle de México publicado por Arreguín-Sánchez *et al.* (2004).

Es importante resaltar que de las 21 especies recolectadas previamente en el PNC (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004), dos no se encontraron en la presente investigación. Adicionalmente, en otro estudio realizado en la Barranca de Omitlán (región que colinda con el PNC) por Sánchez-Mejorada y Chávez (1951), se mencionan 52 especies de helechos y licopodios de las cuales 33 especies no se recolectaron en el PNC, lo cual resulta sumamente interesante, pues podría

significar que a pesar de su cercanía geográfica, ambas regiones presentan condiciones ambientales diferentes, o que han ocurrido cambios drásticos en la composición de especies de helechos y licopodios en los últimos 59 años. Sin embargo, cualquier explicación razonable sobre el por qué de las diferencias en la composición de especies entre estas dos regiones, requiere de una investigación posterior.

### **Patrón de distribución de las especies de pteridofitas por tipo de vegetación**

El empleo de datos de presencia-ausencia de especies de pteridofitas por tipo de vegetación, permitió reconocer tres grupos o ambientes diferentes en el PNC. Los tipos de vegetación incluidos dentro de cada grupo o ambiente, tienen como característica en común (además de la semejanza en la composición de especies de pteridofitas), la presencia de las mismas especies arbóreas dominantes en el dosel. En el grupo uno domina *Abies religiosa* (bosque de oyamel, bosque de oyamel-tlaxcal); en el grupo dos dominan o codominan en el dosel varias especies de *Quercus* (bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de oyamel-encino y bosque de galería); y en el grupo tres la especie dominante fue *Cupressus lusitanica* (bosque de cedro-oyamel).

Es conveniente mencionar que los siete tipos de vegetación antes mencionados se presentan como “parches” dentro de una superficie ocupada principalmente por bosque de oyamel, lo que le confiere al paisaje mayor homogeneidad (CONANP, 2005). A pesar de ello, el carácter indicador de los helechos y licopodios (Salovaara *et al.*, 2004; Karst *et al.*, 2005) permitió dilucidar

tres ambientes diferentes en el PNC. En cambio, en regiones como el PNM (Ramírez *et al.*, 2009), el Valle de México (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2009 y la RBBM (Cuevas, 2008), en donde cada tipo de vegetación tiene diferente composición de especies dominantes y se desarrolla en ambientes contrastantes, los ensambles de especies de helechos y licopodios son más fácilmente discernibles que en el PNC.

### **Sustratos de crecimiento**

En el PNC, el sustrato de crecimiento más común fue el terrestre, seguido del rupícola y por último el epífita. Se ha documentado ampliamente a escala mundial, nacional y local que la mayoría de las especies de pteridofitas son de hábitos terrestres (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004; Pérez-García *et al.*, 1995; Ranker y Haulfler, 2008; Ramírez *et al.*, 2009 y Pérez, 2010). En el caso específico del PNC, el clima templado sub-húmedo que predomina (Pavón y Meza, 2009), favorece este hábito de crecimiento, pues hay humedad edáfica la mayor parte del año.

En ecosistemas más húmedos y con mayor diversidad de especies arbóreas y arbustivas (como en los bosques mesófilos de montaña), el número de especies de pteridofitas epifitas es más elevado (Lira y Riba, 1984; Rzedowski, 2006; Zúñiga, 2009; Pérez, 2010), si se compara con los bosques de coníferas y de encino presentes en el PNC.

## **Nuevos registros de helechos y licopodios para el estado de Hidalgo**

Las tres especies de helechos recolectadas en el PNC: *Asplenium fibrillosum*, *Elaphoglossum monicae* y *Melpomene pilosissima* que representan nueva distribución para el estado de Hidalgo, ya se habían registrado en entidades aledañas; a diferencia de otros nuevos registros de especies de pteridofitas recolectadas en diferentes zonas del estado de Hidalgo, que poseen distribución restringida a pocas entidades de la República Mexicana (Cuevas, 2008; Pérez, 2009; Ramírez *et al.*, 2009; Zúñiga, 2009; Arreguín-Sánchez *et al.*, 2009; Pérez, 2010).

## **Índice de complementariedad entre ANP del estado de Hidalgo**

El conocimiento de la composición y riqueza de especies en un área determinada es importante para propósitos de conservación (Lévêque y Mounolou, 2003). Los porcentajes de complementariedad entre las tres ANP del estado de Hidalgo indican que difieren en al menos el 50% de las especies de helechos y licopodios. Esta información es útil, pues demuestra que estas ANP son complementarias, es decir, tienen diferente composición de especies, al menos en este grupo de plantas. La relevancia puede ser mayor si se considera que las pteridofitas han sido propuestas como indicadoras de condiciones edáficas, de la presencia de otros grupos de plantas y del grado de conservación de los ecosistemas (Salovaara *et al.*, 2004; Karst *et al.*, 2005; Cárdenas *et al.*, 2007; Arcand y Ranker, 2008).

El valor del índice de complementariedad de familias y géneros en las tres ANP fue bajo, esto se debe a que comparten mayor número de familias y géneros entre sí y por lo tanto son muy parecidas en cuanto a su composición taxonómica.

## CONCLUSIONES

- En el Parque Nacional El Chico se identificaron 12 familias, 25 géneros y 62 especies de helechos y lycopodios.
- Las familias con mayor riqueza de géneros dentro del PNC fueron Pteridaceae, Athyriaceae, Dryopteridaceae y Polypodiaceae.
- Los géneros con mayor número de especies fueron *Asplenium*, *Cheilanthes*, *Elaphoglossum*, *Polypodium* y *Selaginella*.
- Se recolectaron tres especies de helechos en el PNC, que representan nuevos registros para el estado de Hidalgo: *Asplenium fibrillosum*, *Elaphoglossum monicae* y *Melpomene pilosissima*.
- El sustrato de crecimiento más habitual en los helechos y lycopodios del PNC fue el terrestre, seguido del rupícola y por último el epífito.
- Con base en su presencia o ausencia.
- Con base en la semejanza en la composición de especies de pteridofitas, se identificaron tres ambientes diferentes en el PNC, cada uno formado por un distinto conjunto de tipos de vegetación.
- El PNC alberga una alta riqueza de especies de pteridofitas por unidad de área, con respecto a otras zonas del estado de Hidalgo y regiones adyacentes de mayor extensión territorial.
- La complementariedad entre las tres ANP, estimada con base en la composición de especies de pteridofitas fue alta, mayor de 50%.



## LITERATURA CITADA

- Alcántara A. O. y Luna-Vega I. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 68: 57-106.
- Alcántara A. O. y Luna-Vega I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana* 54: 51-87.
- Arcand N. N. y Ranker T. A. 2008. *Conservation Biology*. pp. 257-283 En: Ranker T.A. y Haufler C.H. Editores. *Biology and evolution of ferns and licophytes*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Arreguín S. M. L., Fernández N. R., Rodríguez J. C. y Rodríguez J. A. 1996. Pteridofitas en el estado de Querétaro, México y su ubicación ecológica. *Polibotánica* 3: 82-92.
- Arreguín-Sánchez M. L., Fernández-Nava R. y Quiroz-García D. L. 2004. *Pteridoflora del Valle de México*. Primera Edición. Instituto Politécnico Nacional. 387 pp.
- Arreguín-Sánchez M. L., Fernández-Nava R., Quiroz-García D. L. y Acosta-Castellanos S. 2009. Análisis de la distribución de las especies de helechos y afines del Valle de México, notas ecológicas y florísticas. *Polibotánica*. 28: 15-36.
- Barrios-Rodríguez M. A. y Medina-Cota J. M. 1996. Estudio florístico de la Sierra de Pachuca, Estado de Hidalgo. *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. Instituto Politécnico Nacional. 5-13 pp.
- Bickford S. A. and Laffan S. W. 2006. Multi-extent analysis of the relationship between pteridophyte species richness and climate. *Global Ecology and Biogeography* 15: 588-601.

- Brown H. J. y Lomolino V. M. 1998. Biogeography. Segunda edición. Sinauer Associates. 691 pp.
- Calderón de Rzedowski G. y Rzedowski J. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Segunda Edición. Instituto de Ecología A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 pp.
- Cárdenas G. G., Halme J. K. y Tuomisto H. 2007. Riqueza y Distribución Ecológica de Especies de pteridofitas en la Zona del Río Yavarí-Mirín, Amazonía Peruana. *Biotropica* 39: 637-646.
- Cerón-Carpio A. B., Arreguín-Sánchez M. de la L. y Fernández-Nava R. 2006. Listado con anotaciones de las pteridofitas del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, México y distribución de las especies en los diferentes tipos de vegetación. *Polibotánica* 21: 45-60.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Mexico. D. F. 519-565 pp.
- Colwell R. 2005. Estimates, Version 7: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Persistent URL.
- Colwell K. R. y Coddington A. J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *The Royal Society. Philosophical Transactions of London.* 345: 110-118.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de Hidalgo. 2005. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico. México, D. F.
- Cuevas A. L. 2008. Los Helechos y licopodios de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Gallardo-Pérez J. C., Esparza-Aguilar M. de L. y Gómez-Campos A. 2006. Importancia de una planta vascular sin semilla en México: *Equisetum*. *Polibotánica* 21: 61-74.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) cuarta edición corregida y aumentada Universidad Nacional Autónoma de México. México. 217 pp.
- Gómez G. y Arreguín M. L. 2004. Clave genérica ilustrada para la identificación de pteridofitas de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 17: 45-69.
- Gregory D. y Riba R. 1979. Flora de Veracruz. Selaginellaceae. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- Hammer Ø. Harper D. A. T., and Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9 pp.
- Hernández Rosales M. 1995. Estudio florístico-fanerogámico del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 73 pp.
- Karst J., Gilbert B. y Lechowicz M. J. 2005. Fern community assembly: the roles of chance and the environment at local and intermediate scales. *Ecology* 86: 2473-2486.
- Kessler M. 2001. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 10: 1473–1495.
- Lévêque, C. y Mounolou, J. C. 2003. Biodiversity. John Wiley & Sons Ltd. England. 284 pp.
- Lira R. y Riba R. 1984. Aspectos fitogeográficos y ecológicos de la flora Pteridofita de la sierra de Santa Marta, Veracruz, México. *Biótica* 9: 451-467.

- Lira R. y Riba R. 1993. Las pteridofitas (helechos y plantas afines) de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 44: 99-108.
- Looser G. y Rodríguez R. 2004. Los helechos medicinales de Chile y sus nombres vulgares. Gayana Botánica 61(1): 1-5.
- Lot A. y Chiang F. 1986. Manual de Herbario, administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. 142 pp.
- Luna-Vega I., Ocegueda-Cruz S. y Alcántara Ayala O. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 65: 31-62.
- Mayorga S. R., Luna-Vega I. y Alcántara A. O. 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango y Xochicoatlán, Hidalgo, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 63: 101-119.
- Mendoza-Ruiz A. y Pérez-García B. 2009. Helechos y lycopodios de México. Volumen 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Distrito federal, México. 10-14 pp.
- McCune B. y Grace J. B. 2002. Analysis of ecological communities. Software design. Gleneden Beach, Oregon. 300 pp.
- Mickel J. T. y Smith A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Memoirs of the New York Botanical Garden. New York. 1054 pp.
- Montaño M. 2005. Estudio de la aplicación de *Azolla-Anabaena* como bioabono en el cultivo de arroz en el Litoral Ecuatoriano. Revista Tecnológica. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 18: 147-151.
- Moreno C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA. Volumen 1. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 84 pp.

- Halffter G., Moreno C. E. y Pineda E. O. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, volumen 2. Zaragoza, España. 80 pp.
- Moreno N. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. México. 300 pp.
- Muñiz D. M. E., Mendoza-Ruiz A. y Pérez-García B. 2007. Usos de los helechos y plantas afines. *Etnobiología* 5: 117-125.
- Murillo J., Polanía C. y León A. 2008. Los Helechos y Licófitos de la región del Guavio. *Biota Colombiana* 9 (1) 63 – 76.
- Navarrete H., León B., Gonzales J., Avilés D. K., Salazar L. J., Medallo F., Alban J. y Ollagard B. 2006. Helechos. En: Morales R. M., Ollagard B. Kvist L. P., Borchsenius F. y Balslev H. (Editores). *Botánica económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de los Andes. La Paz, Bolivia. 385-411 pp.
- Palacios-Ríos M. 1987. Flora de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Veracruz, México.
- Palacios-Ríos M. 2006. Los helechos arborescentes y el “maquique”. En: Williams-Linera G. *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. CONABIO. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz, México. 142-143 pp.
- Pavón N. P. y Meza M. 2009. Cambio climático en el estado de Hidalgo: clasificación y tendencias climáticas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 43-44 pp.
- Pérez C. A. 2009. Helechos y licopodios del municipio de Calnali, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Pérez P. M. G. 2010. Inventario de los helechos y licopodios del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Pérez-García B., Riba R. y Reyes-Jaramillo I. 1995. Helechos mexicanos: formas de crecimiento, hábitat y variantes edáficas. *Contactos* 11: 22-27.
- Ponce M., Mehlreter K. y de la Sota. 2002. Análisis biogeográfico de la diversidad pteridofítica en Argentina y Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 703-717.
- Ponce-Vargas A., Luna-Vega I., Alcántara-Ayala O. y Ruiz-Jiménez C. A. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 177-190.
- Prado J. y Windisch P. G. 2000. The genus *Pteris* L. (Pteridaceae) in Brazil. *Boletín del Instituto Botánico* 13: 103-199.
- Pryer K. M., Schuettpelz E., Wolf P. G., Schneider H., Smith A. R. y Cranfill R. 2004. Phylogeny and Evolution of Ferns (Monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany* 91: 1582-1598.
- Ranker T. A. y Haufler C. H. 2008. *Biology and evolution of ferns and lycophytes*. Cambridge University Press. United Kingdom. 480 pp.
- Ramírez C. S., Sánchez-González A. y Tejero-Díez J. D. 2009. La Pteridoflora del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 84: 35-44.
- Riba R. 1998. Pteridofitas mexicanas: distribución y endemismo. En: Ramamoorthy T. P., Bye R., Lot A. y Fa J. (Editores). *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 369-384 pp.
- Riba R. y Pérez-García B. 1993. Las pteridofitas en la historia de las plantas de la Nueva España de Francisco Hernández, protomédico español. *Acta Botánica Mexicana*. 25: 27-48.
- Riba R. y Pérez-García. B. 1994. Perspectivas en el estudio de las Pteridofitas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55: 129-135.

- Riba R., Pacheco L., Valdez A. y Sandoval Y. 1996. Pteridoflora del estado de Morelos, México. Lista de familias, géneros y especies. Acta Botánica Mexicana. 37: 45-65.
- Rebuelta M., San Roman L. y Serranillos M. G. 1978. Estudio del efecto diurético de: *Equisetum arvense* L., *Bidens aurea* Aiton Sherff., *Micromeria fruticosa* L. *Spergularia rubra* L. *Cynodon dactylon* L. Anales del Instituto Botánico de Cavanilles 34 (2): 703-714.
- Rodríguez L., Pacheco L. y Zavala J. A. 2008. Pteridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, México. Revista de Biología Tropical 56 (2): 641-656.
- Rodríguez P., Soberón J. y Arita T.H. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. Acta Zoológica Mexicana 89: 241-259.
- Rzedowski J. 2006. Vegetación de México. Primera Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Salovaara J. K., Cárdenas G. G. y Tuomisto H. 2004. Forest classification in an Amazonian rainforest landscape using pteridophytes as indicator species. Ecography 27: 689-700.
- Sánchez-González A. y González L. M. 2007. Técnicas de recolecta de plantas y herborización. 123-133 pp. En: Contreras-Ramos A., Cuevas-Cardona C., Goyenechea, I. e Iturbe-Acosta, U. (eds.). La Sistemática, Base del Conocimiento de la Biodiversidad. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Sánchez-González A., Álvarez E., Palacios M. A. y Cuevas A. L. Datos preliminares sobre la flora vascular del estado de Hidalgo: En proceso.
- Sánchez-Mejorada H. y Chávez C. 1951. Breves notas sobre las pteridofitas de la Barranca de Omitlán, Hidalgo. Boletín de la Sociedad Botánica de México 12: 28-36.

- Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas de Hidalgo. 2004. Consejo estatal de ecología. Pachuca de Soto. Hidalgo.
- Smith A. R., Pryer M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H. y Wolf P. G. 2008. Fern classification. En: Ranker T. A. Haufler C. H. Biology and evolution of ferns and lycophytes. Cambridge University Press. 417-480 pp.
- Tejero-Díez J. D. 2007. La riqueza florística del estado de México: licopodios y helechos. *Adumbrationes And Summae Editionem* 27: 1-32.
- Tejero-Díez J. D. y Mickel J. T. 2004. Biodiversidad de Oaxaca, pteridofitas. Instituto de Biología. UNAM. Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza. World Wildlife Fund. Editorial Redacta S. A. de C. V. 121-129 pp.
- Tejero-Díez J. D. y Pacheco L. 2004a. Notas taxonómicas y de distribución en *Polypodium plesiosorum* y *P. rhodopleuron* (Polypodiaceae: Pteridophyta). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75: 11-37.
- Tejero-Díez J. D. y Pacheco L. 2004b. Taxa nuevos, nomenclatura, redefinición y distribución de las especies relacionadas con *Polypodium colpodes* Kunze (Polypodiaceae, Pteridophyta). *Acta Botánica Mexicana* 67: 75-115.
- Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez M. L. 2004. Lista con anotaciones de los pteridofitos del estado de México, México. *Acta Botánica*. 69: 1-82.
- Thulsi R. K., Reddy K. N., Pattanaik C. y Sudhakar C. 2007. Ethnomedicinal importance of pteridophytes used by Chenchus of Nallamalais, Andhra Pradesh, India *Ethnobotanical Leaflets* 11: 6-10.
- Toledo V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 14: 17-30.
- Toledo V. M. y Ordóñez M. J. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: Una revisión de los hábitats terrestres. En: Ramamoorthy T. P., R. Bye, A. Lot y Fa J. (eds.). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 739-757 pp.



- Triantis K. A., Nogués-Bravo D., Hortal J. Borges A. V. P., Adersen H., Fernández-Palacios J. M., Araújo B. M. y Whittaker R. J. 2008. Measurements of area and the (island) species area relationship: new directions for an old pattern. Journal compilation. *Oikos* 117: 1555-1559.
- Vargas M. F. 1984. Parques Nacionales de México y reservas equivalentes. Instituto de Investigaciones Económicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 266 pp.
- Vázquez-Ramírez M. A., Meléndez-Camargo M. E. y Arreguín-Sánchez M. L. 2005. Estudio etnobotánico de *Selaginella lepidophylla* (Hook. et Grev.) Spring (Selaginellaceae-Pteridophyta) en San José Xicohténcatl municipio de Huamantla, Tlaxcala, México. *Polibotánica* 19: 105-115.
- Vázquez T. M., Campos J. J. y Cruz P. A. 2006. Los helechos y plantas afines del bosque mesófilo de montaña de Banderilla, Veracruz, México. *Polibotánica*. 22: 63-77.
- Villaseñor R. J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28: 160-167.
- 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.
- Williams-Linera G., Palacios-Rios M. y Hernández-Gómez R. 2005. Fern richness, tree species surrogacy, and fragment complementarity in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 14: 119–133.
- Zúñiga S. J. R. 2009. Helechos y licopodios del municipio de Tenango de Doria estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

**Anexo 1.** Lista de taxones de pteridofitas presentes en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México.

<b>Categoría taxonómica</b>	<b>Sustrato</b>	<b>No. de colecta</b>
LYCOPODIOPHYTA		
SELAGINELLOPSIDA		
Selaginellaceae		
1. <i>Selaginella arsenei</i> Weath.	R	146,147,214,235,236,332
2. <i>Selaginella pilifera</i> A. Braun	R, T	103,142,186,191,232,253
3. <i>Selaginella pulcherrima</i> Liebm.	R	234
4. <i>Selaginella rupicola</i> Underw.	R	26,27,63,212,334
5. <i>Selaginella wrightii</i> Hieron.	R	24, 25,36
POLYPODIOPHYTA		
EQUISETOPSISIDA		
Equisetaceae		
6. <i>Equisetum myriochaetum</i> Schltld. & Cham.	T	127
POLYPODIOPSISIDA		
POLYPODIALES		
Aspleniaceae		
7. <i>Asplenium blepharophorum</i> Bertol.	T	107,120,217,320
8. * <i>Asplenium fibrillosum</i> Pringle & Davenp.	R	278
9. <i>Asplenium hallbergii</i> Mickel & Beitel	T	91
10. <i>Asplenium monanthes</i> L.	T	17,18,19,41,42,43,47,48,52, 96,9,100,108,109,111,132, 148,149,185,187,221,276, 324,327,328
11. <i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	T	204,176,112
12. <i>Asplenium resiliens</i> Kunze	T	106,245
Athyriaceae		
13. <i>Athyrium arcuatum</i> Liebm.	T	167,168,169,193,200,255,256
14. <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	R, T	44,66,70,78,83,95,121,222, 247,279,290

*Helechos y lycopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

Categoría taxonómica	Sustrato	No. de colecta
15. <i>Woodsia mollis</i> (Kaulf.) J. Sm.	T	62,75,76,92,131,208,228
Blechnaceae		
16. <i>Woodwardia martinezii</i> Maxon ex Weath.	T	126
17. <i>Woodwardia semicordata</i> Mickel & Beitel	T	102
Dennstaedtiaceae		
18. <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn var. <i>feei</i> (W. Schaff ex Fée) Maxon ex Yunck.	T	303
Dryopteridaceae		
19. <i>Dryopteris cinnamomea</i> (Cav.) C. Chr.	T	65,84,129,209,213,269,274, 292,297
20. <i>Dryopteris pseudofilix-mas</i> (Fée) Rohtm.	T	86,159,216,248,249,270, 298
21. <i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	T	170,215
22. * <i>Elaphoglossum monicae</i> Mickel	R, T	282,311
23. <i>Elaphoglossum petiolatum</i> (Sw.) Urb.	T	223,237,284,309,310,313,315
24. <i>Elaphoglossum piloselloides</i> (C. Presl) T. Moore	R	281
25. <i>Elaphoglossum tenuifolium</i> (Liebm.) T. Moore	R, T	316,330,331
26. <i>Polystichum distans</i> E. Fourn.	T	220
Grammitidaceae		
27. <i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A. R. Sm. & R. C.	R	251,263,273,277,280,325
28. * <i>Melpomene pilosissima</i> (M Martens & Galeotti) A. R. Sm. & R. C. Moran	R	4201**,329
Polypodiaceae		
29a. <i>Pleopeltis polylepis</i> var. <i>interjecta</i> (Weath) E.A. Hooper	E	85
29b. <i>Pleopeltis polylepis</i> var. <i>polylepis</i> (Roemer ex Kunze) T. Moore	E, R	7,8,9,10,50,53,54,55,56,57,5, 73,74,94,97,137,150, 155,184
30. <i>Polypodium guttatum</i> Maxon	T	1,2,3,4,5,6,28,51,77,140,151, 260

*Helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

<b>Categoría taxonómica</b>	<b>Sustrato</b>	<b>No. de colecta</b>
31. <i>Polypodium hartwegianum</i> Hook.	R	61,207,307
32. <i>Polypodium longepinnulatum</i> E. Fourn.	R	267
33. <i>Polypodium madreense</i> J. Sm.	E, R	23,59,60,64,71,87,152,179, 229,268,271,272
34. <i>Polypodium martensii</i> Mett.	E, R	90,198,210:230,231,257
35. <i>Polypodium platylepis</i> Mett. ex Kuhn	R	306
36. <i>Polypodium plebeium</i> Schltld. & Cham.	E, R	252,258,295,300
37. <i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	E, R, T	115,134,299,305
38. <i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook.	T	139,144,228,291
39. <i>Polypodium thyssanolepis</i> A. Braun ex Klotzsch	E, R	20,21,105,182,183,293
Pteridaceae		
40. <i>Adiantum andicola</i> Liebm.	T	67,81,82,195,196,197,126, 265,286
41. <i>Adiantum braunii</i> Mett. ex Kuhn	R	250
42. <i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	T	133,135,246,287,294,302
43. <i>Argyrochosma incana</i> (C. Presl) Windham	R, T	88,89,163,243
44. <i>Astrolepis crassifolia</i> (T. Moore & Houlston) D. M. Benham & Windham	T	104,114,178
45. <i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	R, T	11,12,13,14,15,16,22,68,68, 93,125,188
46. <i>Cheilanthes lendigera</i> (Cav.) Sw.	R, T	32,35,37,38,46,49,141,194, 199,202,205,211,254,283
47. <i>Cheilanthes marginata</i> Kunth	T	312
48. <i>Cheilanthes notholaenoides</i> (Desv.) Maxon ex Weath.	R	296
49. <i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fée	R, T	45,72,192,206,314,326
50. <i>Cheilanthes villosa</i> Davenp. ex Maxon	R, T	33,34,39,143,177
51. <i>Mildella fallax</i> Davenp. ex Maxon	T	113,301
52. <i>Notholaena candida</i> (M. Martens & Galeotti) Hook.	R, T	164,175,238,239
53. <i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath.	R	101
54. <i>Pellaea sagittata</i> (Cav.) Link	R	80

*Helechos y licopodios del Parque Nacional El Chico, Estado de Hidalgo, México*

<b>Categoría taxonómica</b>	<b>Sustrato</b>	<b>No. de colecta</b>
55. <i>Pellaea ternifolia</i> subsp. <i>ternifolia</i> (Cav.) Link	R, T	29,30,31,79,123,160
56. <i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	T	124,203
57. <i>Pteris cretica</i> L.	T	116,118,119,189
58. <i>Pteris orizabae</i> M. Martens & Galeotti	T	285,318,319,321,322,323
Thelypteridaceae		
59. <i>Thelypteris ovata</i> R.P. St. John var. <i>lindheimeri</i> (C. Chr.) A. R. Sm.	T	130
60. <i>Thelypteris pilosa</i> (M. Martens & Galeotti) Crawford	T	98,128,162,171,172,201,275, 298
PSILOTOPSIDA		
Ophioglossaceae		
61. <i>Botrychium decompositum</i> M. Martens & Galeotti	T	333
62. <i>Botrychium virginianum</i> Underw.	T	261,262,317

\* Nuevos registros para la entidad. Sustratos: T-Terrestre, E-Epífito, R-Rupícola. Los ejemplares se encuentran depositados en el herbario del Centro del Investigaciones Biológicas (HGOM), de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y un duplicado se donará al Herbario Nacional (MEXU).

\*\* Número de colecta de Arturo Sánchez González, los números restantes pertenecen al autor del presente estudio

## **Anexo 2. GLOSARIO**

Tomado del Glosario Botánico Ilustrado (Moreno, 1984).

**Abaxial:** El lado de un órgano más alejado del eje o centro del eje, porción ventral.

**Acuminado:** Atenuado hasta terminar en un ápice puntiagudo.

**Adaxial:** El lado o porción que está hacia el eje central, porción dorsal.

**Agudo (a):** Con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo de 45-90 grados.

**Alado, da:** Con ala o alas.

**Ápice:** Parte terminal de un órgano. La punta o terminación distal, en sentido geométrico u orgánico.

**Ascendente:** Levantándose; proyectado de una manera algo oblicua o indirectamente hacia arriba.

**Aurícula:** Que semeja una orejita, como las proyecciones en la base de alguna hojas y pétalos.

**Bifurcado:** Con ramas dicotómicas.

**Cespitoso (a):** Que forma una mata aglomerada, como de césped.

**Clatrado (a):** Con aspecto de celosía o reja, a menudo con aperturas en la superficie.

**Cordado (a):** Con dos lóbulos redondeados en forma de corazón, divididos por un seno más o menos profundo.

**Dentado, da:** Con dientes gruesos, agudos y extendidos de manera perpendicular al margen.

**Elíptico (a):** En forma de elipse; redondeado o curvado y más ancho en la parte central de la estructura.

**Eroso, sa:** Irregularmente dentado o con apariencia de roído. Se dice de un margen cuando parece como erosionado o mordisqueado, de modo que los dientes sean muy pequeños para ser orlado o muy irregulares para ser dentados.

**Escama:** Nombre dado a tricomas laminares o brácteas adpresas y regularmente secas.

**Esporangio:** Estructura unicelular o multicelular en donde son producidas las esporas.

**Estéril:** Carente de órganos sexuales funcionales.

**Estípite:** Cualquier estructura prolongada de soporte; a menudo se aplica al pecíolo de los helechos o al tallo de los helechos.

**Fértil:** Por reproducción, que produce y multiplica; opuesto a estéril.

**Fimbriado, da:** Dividido en segmentos paralelos muy finos.

**Flexuoso:** Con varias curvas o dobleces graduales perpendiculares al eje longitudinal del mismo órgano.

**Fronda:** Término aplicado por tradición a la hoja de los helechos.

**Glabro, bra:** Desprovisto de escamas o tricomas.

**Indusio:** Estructura que protege a los esporangios cuando éstos están agrupados en soros, de forma característica para cada género.

**Lámina:** Porción expandida y aplanada de la hoja.

**Lanceolado, da:** Con forma de punta de lanza, más largo que ancho, que se ensancha por encima y se adelgaza hacia el ápice.

**Lustroso:** Brilloso.

**Oblongo, ga:** Más largo que ancho y con los lados casi paralelos en la mayor parte de su extensión.

**Obtuso:** Con márgenes de rectos a cóncavos que forman un ángulo terminal mayor de 90°.

**Ovado, da:** Con contorno de huevo bidimensional. Aovado, de contorno en sección longitudinal similar al de un huevo de gallina, el extremo más ancho por debajo de la parte media.

**Pelo:** Apéndice superficial que consiste de una sola célula o una hilera de células o, si es más de una hilera de células, entonces es redondeado en corte transversal.

**Pinna:** División primaria o foliolo de una hoja pinnada. Segmento primario o de primer orden de la lámina de una hoja de helecho.

**Pinnado, da:** con la lámina foliar dividida en pinnas.

**Prolífera (a):** Que presentan la formación de yemas dentro del mismo ejemplar, que dan lugar a un nuevo individuo.

**Proximal:** Se aplica al extremo de un órgano más cercano al punto de origen o basal. Se opone a distal.

**Raquis:** Eje primario de una lámina pinnada o más dividida, eje portador de folíolos en una hoja compuesta.

**Rizoma:** Tallo por lo común horizontal, subterráneo.

**Seta:** Tricoma algo rígido y no muy corto, cerda; extensión parecida a un tricoma procedente de la nervadura media.

**Soro:** Agregado de esporangios.

**Vena:** Cada uno de los haces vasculares que se encuentran en la lámina u otro órgano.