



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE BOTÁNICA

**LISTADO PTERIDOFLORÍSTICO DE
LA BARRANCA DE TETLA, MUNICIPIO
DE CHOCAMÁN, VERACRUZ.**

JOSAEEL MIRANDA BAZÁN

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

La presente tesis titulada: Listado Pteridoflorístico de la barranca de Tetla, Municipio de Chocamán, Veracruz. realizada por el alumno : Josael Miranda Bazán bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
BOTÁNICA

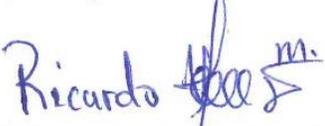
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO 

Dr. Josué kohashi Shibata.

DIRECTORA DE TESIS 

Dra. Yaqueline Antonia Gheno Heredia.

ASESOR 

M.C. Ricardo Vega Muñoz

Montecillo, Texcoco, Estado de México, abril de 2017

LISTADO PTERIDOFLORESTICO DE LA BARRANCA DE TETLA, MUNICIPIO DE
CHOCAMAN, VERACRUZ.

Josael Miranda Bazán, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

Se colectaron e identificaron las especies de pteridofitas presentes en la barranca de Tetla en el municipio de Chocamán, Veracruz. Se registraron 98 especies, de las cuales 80 pertenecen a la división Polypodiophyta y 18 a Lycopodiophyta. Así mismo siete especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por otro lado una especie es registrada como endémica, tres como malezas y cuatro como exóticas. Los resultados obtenidos permiten aseverar que la barranca de Tetla es un sitio de alta diversidad de pteridofitas.

Palabras clave: endémica, exóticas, helechos, licopodios, malezas

PTERIDOFLORESTIC LIST OF BARRANCA DE TETLA, CHOCAMAN
MUNICIPALITY, VERACRUZ.

Josael Miranda Bazán, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

The species of pteridophytes present in the barranca de Tetla in the municipality of Chocamán, Veracruz were collected and identified. There were 98 species, of which 80 belong to the Polypodiophyta division and 18 to Lycopodiophyta. Also seven species are protected by the NOM-059-SEMARNAT-2010, on the other hand a species is registered as endemic, three as weeds and four as exotic. The results obtained allow us to assert that the Tetla canyon is a site of high diversity of pteridophytes.

Key words: endemic, exotic, Ferns, lycophytes, weeds.

AGRADECIMIENTOS

A Conacyt por haberme otorgado la beca con la que pude concluir la Maestría.

Al personal académico del Colegio de Postgraduados por haberme otorgado sus conocimientos.

Al Colegio de Postgraduados y el postgrado en Botánica, por haberme facilitado realizar el trabajo de investigación.

A los miembros de mi consejo particular

Dr. Stephen D. Koch Olt[†] por haberme compartido sus conocimientos, por sus valiosas aportaciones a mi investigación y sobre todo por contagiarme el gusto a la taxonomía.

Dr. Josué Kohashi Shibata, por su tiempo donado y apoyo para concluir mis estudios de Maestría.

Dra. Yaqueline A. Gheno Heredia, por su paciencia, confianza, apoyo incondicional y excelente amistad.

M.C. Ricardo Vega Muñoz, Por sus observaciones asertivas, su gran apoyo y sincera amistad.

A todos y cada uno de mis amigos por brindarme una amistad sincera, la cual hizo agradable mi estancia, además de sus conocimientos y puntos de vista los cuales me hicieron aprender cosas nuevas cada día.

...A mi familia, sin ustedes nada sería igual.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1. Estudios pteridoflorísticos en México	4
2.2. Pteridoflora en el estado de Veracruz.....	6
2.3. Pteridoflora en el municipio de Chocamán.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo general.....	9
3.2. Objetivos articulares	9
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4.1. Delimitación del área de estudio	10
4.2. Descripción del área de estudio.....	10
4.2.1. Clima	11
4.2.2. Suelo	12
4.2.3. Vegetación	12
4.3. Trabajo de campo	16
4.4. Trabajo de gabinete.....	17
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
5.1. Inventario de especies.....	19
5.2. Formas biológicas, tipos de hábito y tipos de vegetación.....	34
5.2.1. Formas biológicas	34
5.2.2. Tipos de hábito	36
5.2.3. Tipos de vegetación	39
5.3. Especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010	40

5.4. Comportamiento de las especies registradas en la barranca de Tetla municipio de Chocamán	42
5.4.1. Endémicas	42
5.4.2. Malezas e Invasoras	43
Literatura citada	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio (www.earth.google.com, 2016).....	10
Figura 2 Mapa de la localización del municipio de Chocamán con modificaciones para este trabajo de investigación (Cuadernillos municipales, 2015).	11
Figura 3. Clima en la Barranca de Tetla municipio de Chocamán, Veracruz...	12
Figura 4. Bosque mesófilo de montaña en la cara sureste del cerro del pintor en el municipio de Chocamán, Ver.	13
Figura 5. Bosque mesófilo de montaña en la cara norte del cerro del pintor en el municipio de Chocamán, Ver.....	13
Figura 6. Bosque de Galería de la cara sur del cerro del pintor en el municipio de Chocamán, Ver.	14
Figura 7. Parcelas de cultivos dentro del bosque mesófilo de montaña en el municipio de Chocamán, Ver.....	15
Figura 8. Vegetación secundaria derivada del bosque mesófilo de montaña, en el municipio de Chocamán, Ver.....	15
Figura 9. Colecta y prensado de ejemplares	16
Figura 10. Toma de datos de los ejemplares colectados.....	17
Figura 11. Familias con mayor diversidad de géneros, reportado en BMM para trabajos realizados en Veracruz.	20
Figura 12. Familias con más géneros reportados en trabajos regionales de México con BMM.....	21
Figura 13. Familias con más géneros en México (Mickel y Smith, 2014), Veracruz (Tejero-Díez <i>et al.</i> , 2011) y BT (Presente trabajo).	22
Figura 14. Familias con más especies en la zona centro del estado de Veracruz.	23
Figura 15. Trabajos regionales en BMM, con familias más diversas en especies.	24
Figura 16. Géneros con mayor diversidad de especies en estudios realizados para Veracruz con BMM.....	27
Figura 17. Familias más diversas en especies, reportadas en trabajos regionales para México con BMM.	28

Figura 18. Comparación del género <i>Phlegmariurus</i> en BT con Veracruz (Armenta-Montero <i>et al.</i> , 2015) y México (Mickel y Smith, 2014).....	29
Figura 19. Comparación de riqueza de especies en la BT, municipio de Chocamán, con respecto a México y Veracruz.....	30
Figura 20. Estudios que reportan la diversidad de especies de pteridofitas en municipios del centro del estado de Veracruz	32
Figura 21. Comparación de especies de pteridofitas entre la BT, con respecto a otros sitios con características similares dentro de la República.	33
Figura 22. Porcentaje de formas biológicas presentes en la BT.....	34
Figura 23. Tipos de hábito que presentaron las pteridofitas de la BT.....	36
Figura 24. Familias y géneros mejor representadas con especies de hábito terrestre.....	37
Figura 25. Familias y géneros mejor representadas con especies de hábito epífito en la BT.	38
Figura 26. Familias y géneros mejor representadas con especies de hábito rupícola en la BT.....	38
Figura 27. Especies presentes en los tipos de vegetación de la BT.....	39
Figura 28. Pteridofitas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEARNAT-2010, reportadas en BMM de la zona centro de Veracruz.....	42

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Total de familias y géneros de pteridofitas encontradas en la BT municipio de Chocamán, Veracruz.	19
Cuadro 2. Familias con cuatro o más géneros reportados para la BT en el municipio de Chocamán, Veracruz.	20
Cuadro 3. Familias con nueve o más especies reportadas para la BT, municipio de Chocamán, Veracruz.	22
Cuadro 4. Géneros con cinco o más especies reportadas en la BT, en el municipio de Chocamán, Ver.	25
Cuadro 5. Estudios pteridoflorísticos realizados en la zona centro del estado de Veracruz.	31
Cuadro 6. Especies de helechos semiarborescentes.	35
Cuadro 7. Especies de Helechos arborescentes y estatus de conservación.	35
Cuadro 8. Especies de pteridofitas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, reportadas para la BT.	40
Cuadro 9. Especies del BMM de la zona centro de Veracruz, reportadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	41
Cuadro 10. Pteridofitas endémicas de Veracruz según Mickel y Smith, 2004.	43
Cuadro 11. Especies consideradas malezas según Robinson <i>et al.</i> , 2008, presentes en la BT.	43
Cuadro 12. Especies de pteridofitas exóticas encontradas en la barranca de Tetla, municipio de Chocamán, Veracruz.	44

1. INTRODUCCIÓN

Los Helechos y lycopodios, conocidos comúnmente como pteridofitas, son un grupo de plantas herbáceas criptógamas, con haces vasculares bien desarrollados, raíces, tallos y hojas de dos tipos megáfilas y micrófilas (Wettstein y Wettstein, 1944; Bhattarai *et al.*, 2004; Gallardo-Pérez *et al.*, 2006; Imaichi, 2008; Tejero, 2009; Sundue, 2010; Christenhusz *et al.*, 2011; Herrera-Soriano *et al.*, 2011; Pérez-Paredes *et al.*, 2012; Vasco *et al.*, 2013; Wu, *et al.*, 2013; Martínez-Salas y Ramos, 2014; Huerta-Zavala, 2015).

Las pteridofitas son las plantas vasculares más antiguas, teniendo su primer registro fósil a partir del descubrimiento de *Cooksonia pertoni* W.H. Lang, fechada en el periodo Silúrico de la era Paleozoica hace 425 millones de años, llegando a su esplendor en el periodo Carbonífero, hace aproximadamente 360 millones de años y desaparecieron casi en su totalidad en la era Cenozoica, hace 65 millones de años (Nazario-Galindo y Arreguín-Sánchez, 2007; Rothwell y Stockey, 2008; Marcelo *et al.*, 2011; Vázquez *et al.* 2012; Wu, *et al.*, 2013).

Estas plantas se distinguen por presentar alternancia de generaciones en dos fases pluricelulares, independientes y de vida libre con diferente morfología, ecología, número cromosómico y función reproductora; La fase dominante, conspicua y perenne también llamada esporofítica o asexual ($2n$) y la fase relativamente corta e inconspicua llamada gametofítica o sexual (n) que a su vez puede presentarse en tres ciclos de vida; el ciclo isospórico, el cual presenta homosporia y da origen a prótalos bisexuados, siendo este el más común y el cual se presenta en la mayoría de los helechos, el ciclo heterospórico, presentándose solamente en *Selaginella*, *Isoetes* y helechos acuáticos se caracteriza por presentar heterosporia y dar origen a prótalos unisexuados, las cuales presentan megasporas que dan origen a prótalos con arquegonios y las microsporas que originan prótalos con anteridios, por último, el ciclo de tipo *Equiseto*, el menos común y el cual se considera intermedio entre el isospórico y

el heterospórico caracterizándose por presentar esporas morfológicamente iguales pero algunas producen prótalos con anteridios y otros con arquegonios (Muñiz *et al.*, 2007; Nazario-Galindo *et al.*, 2007; Sánchez-Montiel *et al.*, 2008; Tejero-Díez *et al.*, 2011; Huerta-Zavala *et al.*, 2015; Zhou *et al.*, 2015)

De las 11 916 especies de pteridofitas estimadas a nivel mundial el 75% se distribuye en dos grandes regiones entre los trópicos; la primera abarcando desde Estados Unidos, las Antillas Mayores, el sur de México, América Central y los Andes, desde Venezuela occidental hacia el sur hasta Bolivia, siendo Colombia el país con mayor diversidad de pteridofitas con 1 600 seguido de Brasil con 1 253 especies y Ecuador con 1 250. Por otro lado la otra región en el sudeste Asiático, incluyendo a Malasia e islas del pacífico donde China es el país con mayor diversidad de pteridofitas (Tryon y Tryon, 1982; Moran, 2008; Méndez y Murillo, 2014; Prado *et al.*, 2015; PPG1, 2016).

La concentración de pteridofitas en las latitudes tropicales de América se observa claramente en Costa Rica, Panamá, Sudamérica y a lo que Rzedowski (1998) denomina Megaméxico III, en el que México tiene más relación con las pteridofitas de Centroamérica, una consecuencia natural de la continuidad fisiográfica y climática (Riba, 1998), desarrollándose casi en cualquier tipo de ambiente desde bosques mesófilos de montaña, bosques de encino, bosques de pino, selvas altas perennifolias, matorrales xerófilos y vegetación acuática, de acuerdo a su forma de vida, éstas pueden ser epífitas, hemiepífitas, terrestres (trepadoras, herbáceas y arborescentes), acuáticas y subacuáticas (Riba, 1998; Sánchez-Montiel *et al.*, 2008; Hietz, 2010).

Según Riba (1998) y Rzedowski (2006) las pteridofitas son abundantes y diversas en el bosque mesófilo de montaña, el cual es un tipo de vegetación que en México se desarrolla en regiones de relieve accidentado a un límite altitudinal inferior de 400 msnm y un límite altitudinal superior de hasta 2700 msnm, con un clima de alta humedad atmosférica, frecuentes neblinas y una precipitación media

anual probablemente de 1 000 a 3 000 mm. Dentro del conjunto de las comunidades que viven en las zonas montañosas el bosque mesófilo de montaña ocupa sitios más húmedos que los bosques de *Quercus* y de *Pinus*, más cálidos que los bosques de *Abies* y más frescos que los bosques tropicales, así las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación se presentan en zonas restringidas del territorio mexicano, teniendo una distribución limitada y una grande explotación antropogénica, estimándose una cobertura de entre 5 y 8% del territorio nacional, distribuyéndose a lo largo de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental desde el suroeste de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Puebla y Veracruz, en Chiapas el bosque mesófilo de montaña se encuentra en la vertiente septentrional del Macizo Central y en ambos declives se la Sierra Madre, en la vertiente del oeste la distribución es aún más dispersa pues los bosques mesófilos de montaña solo se encuentran confinados en fondos de cañadas y laderas protegidas.

Las pteridofitas además de ser un elemento importante en la composición del bosque mesófilo de montaña (BMM), también constituyen un suministro de recursos básicos para actividades antropogénicas tales como medicinales (Vázquez-Ramírez *et al.*, 2005; Gallardo-Pérez *et al.*, 2006; Hurtado *et al.*, 2006; Luna-José y Rendón-Aguilar, 2008; Magaña *et al.*, 2010; Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010; Gheno-Heredia *et al.*, 2011; Molina-Mendoza *et al.*, 2012; White-Olascoaga *et al.*, 2013; Villarreal-Ibarra *et al.*, 2014); ornamentales (Cabrera-Luna, 2007; Pérez-Nicolás y Fernández-Nava, 2007; Rendón y Fernández, 2007; Munguía-Lino *et al.*, 2010; Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010); biofertilizantes (Castro *et al.*, 2002); plaguicidas (Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010), artesanías (Martínez, 2006; Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010) y en celebraciones religiosas (Solano *et al.*, 2010).

2. ANTECEDENTES

2.1. Estudios pteridoflorísticos en México

En México la riqueza de pteridofitas que actualmente se reporta es de 1030 especies (Mendoza-Ruiz *et al.*, 2016), la cual constituyen entre el 10 y 12% de la pteridoflora mundial (Mickel y Smith, 2004) y el 4.4% de la flora vascular en México (Villaseñor, 2016).

Las aportaciones que contribuyeron al conocimiento de la diversidad pteridoflorística mexicana se remontan desde el siglo XIX con obras como: *Mémoire sur les Fougères du Mexique*, primer libro sobre helechos mexicanos, publicado en 1842 por los botánicos Henri Galeotti y Martin Martens en el cual reportan 182 especies; *Mexicos Bregner* libro publicado en 1847 por el botánico Danes Frederik Liebmann, incluye 247 especies; el Tratado de Pteridophytas para México de Antoine Fée publicado en 1857, registra 523 especies (Mickel y Smith 2004). Así mismo a principios del siglo XX, en 1909 se publica la obra Pteridografía del sur de México por el botánico tabasqueño José Rovirosa en el cual registra 55 especies y 5 variedades (Cetzal-Ix *et al.*, 2013); en 1939 Casiano Conzatti publica un volumen de la Flora Taxonómica Mexicana: Pteridofitas o Helechos en el que enlista 609 especies (Conzatti, 1981). Durante la segunda mitad del siglo XX las aportaciones al conocimiento de la Pteridoflora Mexicana fue en aumento con las publicaciones de floras estatales y regionales como: Los Helechos del Estado de México (Matuda, 1956); *Ferns and fern allies of Chihuahua, México* (Knobloch y Correll, 1962); *Vegetation of the Sonoran Desert* (Shreve y Wiggins, 1964); *Flora of Baja California* (Wiggins, 1980); *Flora of Chiapas: Pteridophytes* (Smith, 1981); Contribución al conocimiento de la pteridoflora del estado de Nuevo León, México (Aguirre-Claverán, 1983); Claves ilustradas de familias, géneros, especies y variedades del estado de Nuevo León, México (Aguirre-Claverán y Arreguín-Sánchez 1988); *Pteridophyte flora of Oaxaca, México* (Mickel y Beitel, 1988); Flora Novo Galiciana (Mickel, 1992); Las Pteridofitas de Veracruz (Palacios-Rios, 1992); Listado preliminar de especies de

pteridofitas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro, México (Díaz-Barriga y Palacios-Ríos, 1992); Helechos de Tabasco (Magaña-Alejandro, 1992); la flora del bajío y regiones adyacentes a partir de 1993 a publicado varios fascículos sobre familias de pteridofitas como: Hymenophyllaceae (Pacheco, 1993); Marattiaceae (Palacios-Ríos, 1993); Osmundaceae (Palacios-Ríos, 1993); Lophosoriaceae (Palacios-Ríos, 1994); Vittariaceae (Palacios-Ríos, 1997); Thelypteridaceae (Pérez-García y Riba, 1999) y Blechnaceae (Palacios-Ríos y Hernández, 2001); Pteridoflora del estado de Morelos, México. Lista de familias, géneros y especies (Riba *et al.*, 1996); Pteridofitas en el estado de Querétaro, México y su ubicación ecológica (Arreguín *et al.*, 1996); Pteridofitas. Estudios florísticos en Guerrero (Lorea y Velázquez, 1998).

En los primeros 15 años del siglo XXI las publicaciones relacionadas con las pteridofitas han complementado y renovado previas investigaciones relacionadas con las pteridofitas como: Pteridoflora ilustrada del estado de Querétaro, México (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2001); Listado con anotaciones de los pteridofitos del estado de México, México (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004); *The Pteridophytes of México* (Mickel y Smith, 2004); Pteridoflora del valle de México (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004); Helechos y plantas afines de Aguascalientes (Siqueiros-Delgado y González-Adame, 2006); Los Helechos y Lycopodios de México (Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009); Los helechos y licopodios de Veracruz (Tejero-Díez, 2011); Helechos de Nuevo León (Velasco-Macias *et al.*, 2012); Biodiversidad de Pteridophytas en México (Martínez-Salas y Ramos, 2014); Pteridofitas de la sierra de Tamaulipas (Hernández-Mendoza *et al.*, 2015); Pteridofitas de las sierras El Sarnoso y Mapimí en Durango, México (Montelongo-Landeros *et al.*, 2015). Para el estado de Puebla se destaca los trabajos realizados por Cerón-Carpio; 2006, 2011 y 2012, al igual de los realizados por la flora de Tehuacán-Cuicatlán con los fascículo 10 (Riba y Lira, 1996) 67 y 80 (Velázquez-Montes, 2009 y Velázquez-Montes, 2010) de igual forma en el estado de Hidalgo se han realizado listados pteridoflorísticos en distintas regiones algunos de los cuales son: La pteridoflora del Parque Nacional los Mármoles, Hidalgo, México (Ramírez-Cruz *et al.*, 2009); Listado de licopodios y helechos del municipio de

Zacualtipán de los Ángeles, Hidalgo, México (Pérez-Paredes *et al.*, 2012); Composición y abundancia de las pteridofitas en el bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México (Álvarez-Zúñiga *et al.*, 2012); *Peridophytes of a Semiarid Natural Protected Area in Central México* (Cuevas *et al.*, 2013).

2.2. Pteridoflora en el estado de Veracruz

El puerto del estado de Veracruz fue durante la conquista española y hasta la primera mitad del siglo XIX la mayor puerta de entrada a México, siendo el Camino Real, Veracruz-México, vía Córdoba o Perote, mejor conocido en su tiempo como Camino de las Ventas (García y López, 2011), la única forma de llegar a la Ciudad de México y otros lugares del Altiplano mexicano, es por ello que algunos botánicos procedentes de Europa como: Friedrich Heinrich de Humboldt, Aimé Jacques Alexandre Goujaud Bonpland, Carl von Linneo, Peter Olof Swartz, Gustav Kunze, Carl Ludwig Willdenow, Diederich von Schlechtendal, Frederik Michael Liebmann, Antoine Laurent Apolinaire Fée, interesados en la flora de México realizaron exploraciones botánicas y en consecuencia hicieron aportaciones importantes al conocimiento de la flora mexicana y de igual forma a la pteridoflora veracruzana, principalmente de la zona montañosa del centro de Veracruz (Mickel y Smith, 2004; Vázquez *et al.*, 2012).

La pteridoflora en el Estado de Veracruz se tiene reportada en 566 especies lo que representa el 55% de la diversidad pteridoflorística mexicana (Tejero-Díez *et al.*, 2011; Krömer *et al.*, 2015; Carvajal-Hernández y Krömer, 2015), entre el 4 y 6% de la pteridoflora mundial (Moran, 2008; Mendoza-Ruiz y Pérez-García, 2009), el 7.5% de la flora vascular veracruzana (Sosa y Gómez-Pompa, 1994; Castillo-Campos *et al.*, 2011) y el 2.4% de la flora vascular en México (Villaseñor, 2004) ocupando así el tercer lugar en riqueza pteridoflorística, superado solo por los estados de Oaxaca con 667 especies (Mickel y Beitel, 1988) y Chiapas con 697 (Smith, 1981). Tal riqueza se debe a la amplia diversidad de ambientes producto del clima, orografía, vegetación y geología además de una topografía

heterogénea y compleja donde resalta la Sierra Madre Oriental y la faja transvolcánica (Soto-Esparza y Geissert, 2011; Vázquez *et al.*, 2012).

Entre los trabajos florísticos que registran a las especies de pteridofitas que se encuentran en el estado de Veracruz se hallan las investigaciones de Palacios-Ríos (1992, 2002) quien realizó un primer listado de las pteridofitas presentes en el estado, de igual forma publica un catálogo de las pteridofitas de Veracruz, por otra parte, Mickel y Smith, (2004) publican su obra *The Pteridophytes of México* en el cual realizan mapas de distribución y descripciones de todas las especies de México. Así también Tejero-Díez *et al.*, (2011) con base a ejemplares de diversos herbarios, realiza una actualización de la pteridoflora presente en la entidad; cuatro años más tarde Krömer *et al.*, (2015) actualiza el número de especies de pteridofitas añadiendo 22 especies y dejando en 564 el número de especies total para el estado. Además la flora de Veracruz que desde hace 39 años atrás se ha dado a la labor de publicar 9 fascículos de pequeñas familias como: Selaginellaceae (Gregory y Riba, 1979), Cyatheaceae (Riba, 1981), Psilotaceae (Palacios-Ríos, 1987), Marattiaceae (Palacios-Ríos, 1990), Osmundaceae (Palacios-Ríos, 1990), Hymenophyllaceae (Pacheco y Riba, 1991), Dicksoniaceae, Equisetaceae, Gleicheniaceae, Lindsaeaceae, Parkeriaceae, Plagiogyriaceae y Vittariaceae (Palacios-Ríos, 1992), Marsileaceae (Palacios-Ríos y Johnson, 1992) y Salviniaceae (Palacio-Ríos y Rico-Gray, 1992). Por otro lado, Armenta-Montero *et al.* (2015), realizaron un estudio de distribución del género *Phlegmariurus* en el estado, de igual forma, Mendoza-Ruiz *et al.* (2016) realizaron un estudio de los helechos epifitos. Así mismo se han hecho estudios pteridoflorísticos en distintos sitios del estado, tal es el caso de la región de los Tuxtlas (Lira y Riba, 1984; Riba y Pérez-García, 1997; Acebey *et al.* 2015) y algunos municipios de la zona centro con mayor enfoque en la región de las altas montañas como los municipios de Banderilla (Hernández, 1994; Vázquez-Torres *et al.*, 2006), Huatusco, Teocelo, Coatepec (Carreño-Rocabado, 2006), Zongolica y Atzalan (Viccón, 2009), Acatlán (Hernández-Rojas, 2010), Tlalnahuayocan (Hernández-Rojas, 2010 y Gómez-Díaz, 2010), Yecuatla (Carvajal *et al.*, 2014),

Actopan, Emiliano Zapata, Ignacio de la llave, Perote y Totutla (Carvajal y Krömer, 2015) y Xalapa (Carreño-Rocabado, 2006, Vázquez-Torres, *et al.*, 2012).

2.3. Pteridoflora en el municipio de Chocamán

La región de las altas montañas de la zona centro de Veracruz, resulta poco estudiada, ya que existen municipios donde no se tiene registro de la diversidad de pteridofitas. Por otro lado los trabajos que hacen mención a la diversidad de las pteridofitas en el municipio de Chocamán son escasos; por ejemplo: Jiménez, (2010) reporta la presencia de *Cyathea* en la localidad de Tepexilotla y Baltazar *et al.* (2014) realizaron un breve listado florístico a lo largo de un sendero interpretativo de orquídeas y bromelias en las localidades de Carrizal, Tepexilotla y Tetla, en el cual menciona a tres especies de pteridofitas *Cyathea mexicana*, *Psilotum nudum* y una especie del género *Equisetum* siendo los únicos trabajos que hacen mención a las pteridofitas del sitio. Por otro lado se han realizado breves estudios pteridoflorísticos en municipios aledaños por ejemplo: Vázquez (2002) realizó un listado de la pteridoflora arborescente de las riberas del Río Tlacoapa, en el municipio de Coscomatepec de Bravo en la que reporta la presencia de cinco helechos arborescentes y uno semiarborescente; así mismo, Sánchez (2014) realiza un listado pteridoflorístico de la cara norte del Pico de Orizaba en el que reporta 14 especies en Alpatláhuac y 25 especies para Calcahualco.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Analizar la diversidad pteridoflorística de la barranca de Tetla del municipio de Chocamán, Veracruz.

3.2. Objetivos articulares

- Inventariar las especies de pteridofitas presentes en la barranca de Tetla del municipio de Chocamán. Veracruz.
- Registrar las formas biológicas, tipos de hábito y los tipos de vegetación donde se localizan las especies presentes en la barranca de Tetla, del municipio de Chocamán Veracruz.
- Discutir la diversidad de pteridofitas que se presenta en la barranca de Tetla, municipio de Chocamán Ver., a través de especies presentes bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, endemismos y comportamiento (malezas y exóticas).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Delimitación del área de estudio

Mediante el uso de ortofotos y mapas digitales obtenidos de la base de datos de www.inegi.mx y earth.google.com se determinaron los límites de la zona de estudio, que para este trabajo fue llamada Barranca de Tetla, teniendo como punto de referencia el cerro del pintor, al norte limitando con el camino Tetla-Tepexilotla, al sur con los límites del municipio de Santa Ana Atzacan, al oriente con Tetla y al occidente con Tepexilotla, en un intervalo altitudinal que va de los 1415 a 1640 msnm. En total se delimito un polígono con una área de muestreo de aproximadamente 218 ha (Figura 1).

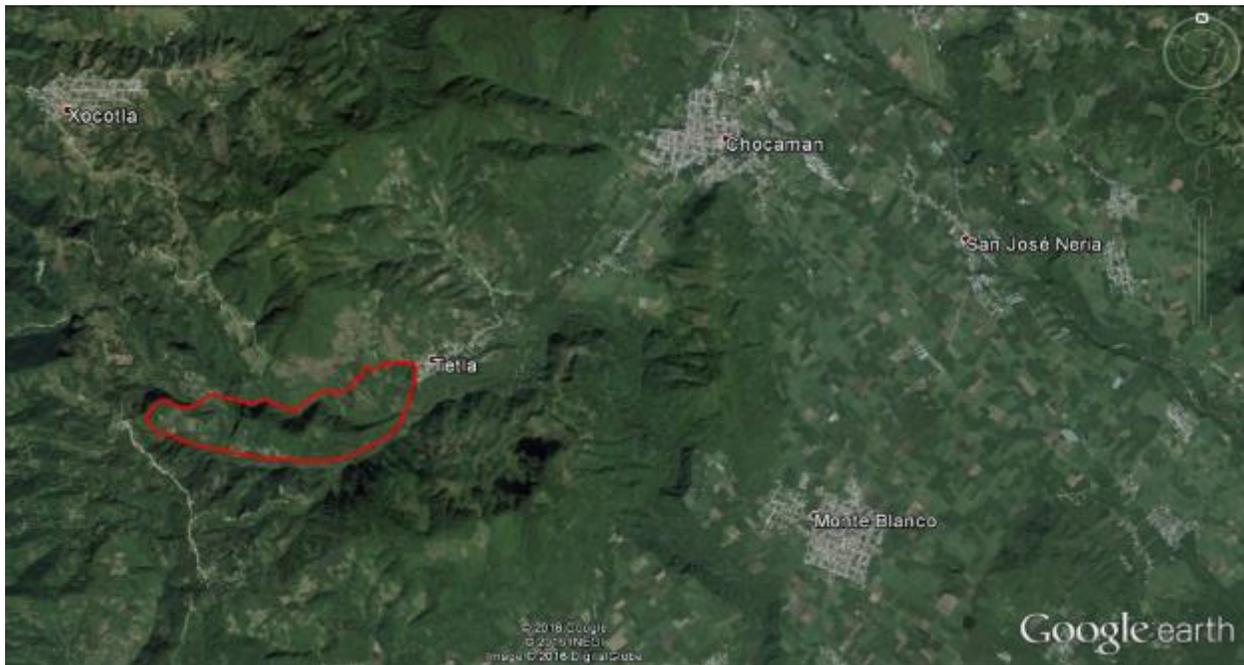


Figura 1. Localización del área de estudio (www.earth.google.com, 2016)

4.2. Descripción del área de estudio.

La barranca de Tetla (BT) está ubicada dentro de las localidades de Carrizal, Tepexilotla y Tetla, atravesado por los ríos Metlac y Texalapa, localizada al

occidente del municipio de Chocamán el que a su vez se encuentra situado, en la región de las altas montañas de la zona centro del estado de Veracruz, enclavado en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico, entre los paralelos 18° 58' y 19° 02' de latitud norte y los meridianos 97° 00' y 97° 06' de longitud oeste, presentando una altitud que va desde los 1,100 a 2,200 msnm, colinda con los municipios de Coscomatepec y Tomatlán al norte; Tomatlán, Córdoba y Fortín al este; Fortín y Atzacan al sur y Atzacan y Coscomatepec al oeste (Cuadernillos municipales, 2015) (Figura 2)

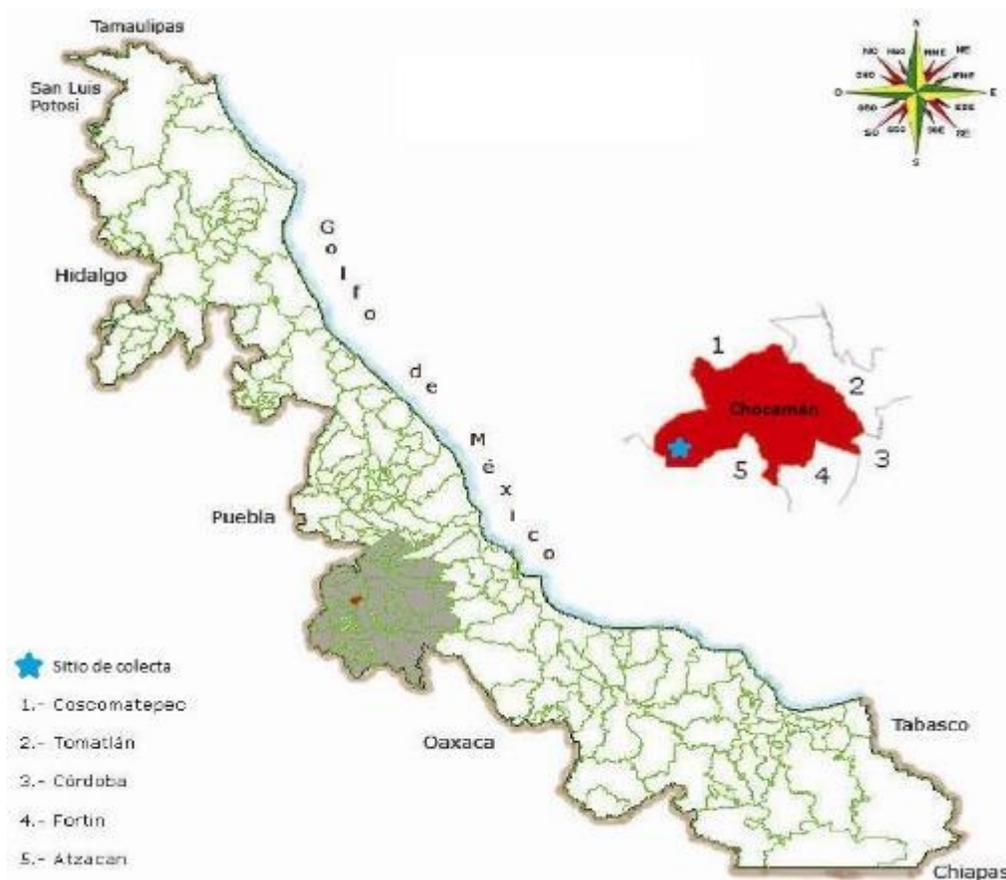


Figura 2 Mapa de la localización del municipio de Chocamán con modificaciones para este trabajo de investigación (Cuadernillos municipales, 2015).

4.2.1. Clima

El municipio de Chocamán cuenta con un clima templado húmedo y semicálido húmedo, con un rango de temperatura que va de los 16 a los 20 °C con abundantes lluvias en verano, y un rango de precipitación de 1500 a 2000 mm (Cuadernillos municipales, 2015) (Figura 3).



Figura 3. Clima en la Barranca de Tetla municipio de Chocamán, Veracruz.

4.2.2. Suelo

Presenta suelos de tipo andosol de textura mediana, suelos secundarios de andosol y suelos terciarios de cambisol, con rocas sedimentarias de tipo lutita y caliza de la Era geológica del Mesozoico (INEGI, 2016).

4.2.3. Vegetación

En este sitio de estudio se distinguen tres tipos de vegetación; el bosque mesófilo de montaña (BMM) representado principalmente por especies como: *Alnus* sp, *Annona cherimola* Miller, *Croton draco* Cham & Schltldl., *Gunnera mexicana* Brandegee, *Inga* sp., *Juglans* sp., *Liquidambar* sp. y *Quercus* sp. además de numerosas especies de epífitas de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae (Figura 4 y 5).



Figura 4. Bosque mesófilo de montaña en la cara sureste del cerro del pintor en el municipio de Chocamán, Ver.



Figura 5. Bosque mesófilo de montaña en la cara norte del cerro del pintor en el municipio de Chocamán, Ver.

El bosque de galería en ecotonía con el BMM representado principalmente por *Platanus mexicana* Moric (Figura 6)



Figura 6. Bosque de Galería de la cara sur del cerro del pintor en el municipio de Chocamán, Ver.

La vegetación secundaria derivada del BMM por actividades antropogénicas, principalmente la agricultura donde el café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus* sp.), chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) y flores de corte como cempaxúchitl (*Tajetes erecta* L.) (Figura 7 y 8) son los principales cultivos, además del cambio de uso de suelo para actividades ganaderas principalmente de ganado bovino y caprino.



Figura 7. Parcelas de cultivos dentro del bosque mesófilo de montaña en el municipio de Chocamán, Ver.



Figura 8. Vegetación secundaria derivada del bosque mesófilo de montaña, en el municipio de Chocamán, Ver.

4.3. Trabajo de campo

Se realizaron 11 salidas al campo entre los meses de junio de 2014 a mayo de 2015, en el que el número de días utilizados en cada salida a campo varió de 1 a 4 días según la disponibilidad climática y la cantidad de material. Se exploró y se recolectaron todas las especies de pteridofitas fisiológicamente maduras presentes por toda el área de estudio.

Las pteridofitas fueron colectadas siguiendo las técnicas propuestas por Lot y Chiang (1986) y Lorea y Riba (1990), procurando colectar en la medida de lo posible cinco duplicados por cada número; estos ejemplares se colectaron en prensas botánicas, tomándose datos georreferenciales y de altura en metros sobre el nivel del mar con un geoposicionador (GPS) de la marca Garmin eTrex 30, además de características como: forma biológica, hábito, tamaño, color y presencia de ornamentaciones (Figura 9 y 10)



Figura 9. Colecta y prensado de ejemplares



Figura 10. Toma de datos de los ejemplares colectados

4.4. rabajo de gabinete

El material recolectado se trasladó a las cámaras de secado del herbario “CORU” Jerzy Rzedowski Rotter de la facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, una vez secado, se llevó a las instalaciones del herbario Hortorio-Chapa del Colegio de Postgraduados campus Montecillo, para ser fumigados en cámaras de refrigeración a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 72 horas. Los ejemplares procesados se identificaron realizando observaciones detalladas a simple vista, bajo el microscopio estereoscópico y microscopio de campo claro, tanto de las estructuras vegetativas como de las reproductivas. Siguiendo la clasificación propuesta por Christenhusz *et al.* (2011), se utilizaron las claves dicotómicas de la obra *The Pteridophytes of México* de Mickel y Smith (2004) y los fascículos de la flora de Veracruz correspondientes a las familias de las pteridofitas.

Los ejemplares fueron herborizados y etiquetados por personal del Herbario Hortorio-Chapa, por otras parte se separaron dos ejemplares de cada especie para depositarlos en el Herbario UAMIZ de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa y el Herbario CORU Jerzy Rzedowski Rotter de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Inventario de especies

Del total de taxa recolectados en la barranca de Tetla (BT) se obtuvieron 283 números, de las que se identificaron 2 divisiones, 2 clases, 5 subclases, 9 órdenes, 3 subórdenes, 22 familias, 11 subfamilias, 46 géneros y 98 especies (Anexo 1). Las cuales se distribuyen en 80 especies ,42 géneros y 20 familias, para la división Polypodiophyta, y 18 especies, 4 géneros y 2 familias para la división Lycopodiophyta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Total de familias y géneros de pteridofitas encontradas en la BT municipio de Chocamán, Veracruz.

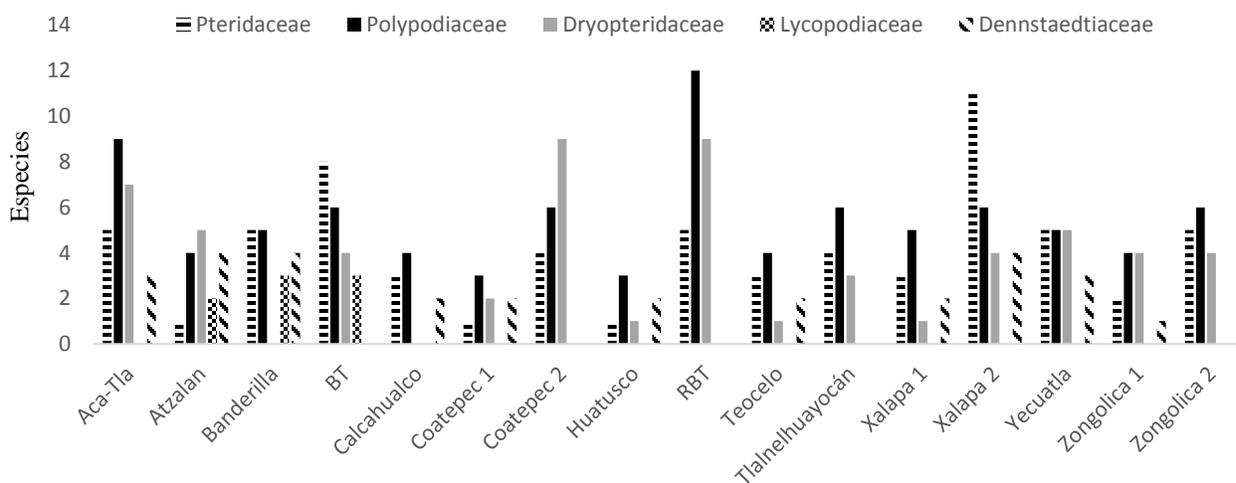
División	Familia	Géneros
Lycopodiophyta	2	4
Polypodiophyta	20	42
Total	22	46

Las familias con mayor diversidad, representadas por tres o más géneros para la BT fueron: Dryopteridaceae, Lycopodiaceae, Polypodiaceae y Pteridaceae aportando el 45.6 % de los géneros registrados para el sitio de estudio (Cuadro 2), mientras que de las familias restantes, siete están representadas con dos géneros y 11 con 1 género.

Cuadro 2. Familias con cuatro o más géneros reportados para la BT en el municipio de Chocamán, Veracruz.

Familias	Números de géneros
Pteridaceae	8
Polypodiaceae	6
Dryopteridaceae	4
Lycopodiaceae	3
Otras	25
Total	46

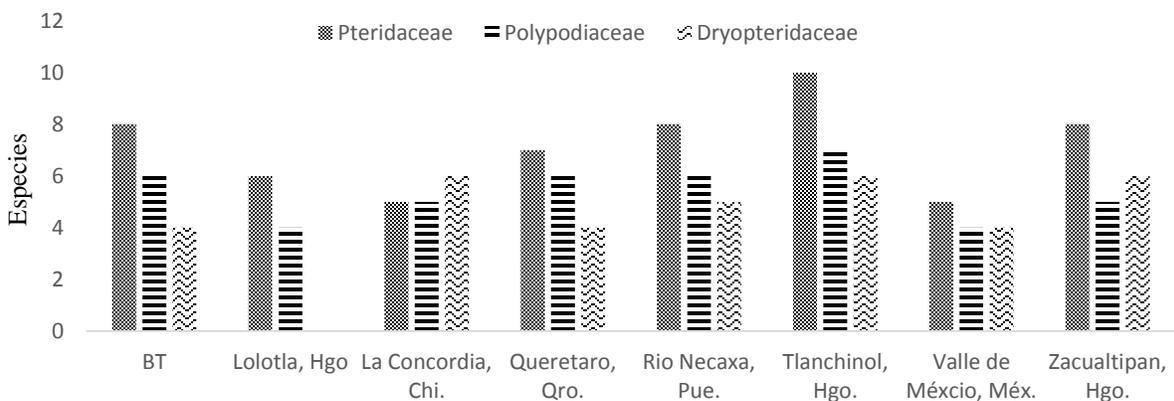
Lo anterior coincide con lo registrado para Xalapa en el estado de Veracruz, por Vázquez-Torres *et al.* (2012), quienes reportaron a Pteridaceae como la familia más diversa en géneros seguida por Polypodiaceae y Dryopteridaceae, (Figura 11).



Aca-Tla=Acajete y Tlanelhuayocan (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015); Atzalan (Viccón, 2009); Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006); Calcahualco (Sánchez, 2014); Coatepec 1 (Carreño, 2006); Coatepec 2 (García *et al.*, 2008); Huatusco (Carreño, 2006); RBT “Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas” (Acebey *et al.*, 2015); Teocelo (Carreño, 2006); Tlanelhuayocan (Gómez-Díaz, 2010); Xalapa 1 (Carreño, 2006); Xalapa 2 (Vázquez-Torres *et al.*, 2012); Yecuatla (Carvajal-Hernández *et al.*, 2014), Zongolica 1 (Viccón, 2009); Zongolica 2 (Castillo, 2013).

Figura 11. Familias con mayor diversidad de géneros, reportado en BMM para trabajos realizados en Veracruz.

De igual forma, lo reportado en el presente trabajo, coincide con investigaciones regionales realizadas a lo largo de la república, por ejemplo Arreguín-Sánchez *et al.* (1996), Cerón-Carpio *et al.* (2012) y Álvarez-Zúñiga *et al.* (2012), donde Pteridaceae es la familia con mayor diversidad en géneros, seguida de Polypodiaceae y Dryopteridaceae (Figura 12).



Lolotla, Hgo (Ponce-Vargas, 2006), La Concordia, Chi. (Martínez-Meléndez *et al.* 2008); Querétaro, Qro. (Arreguín *et al.* 1996); Rio Necaxa, Pue. (Cerón-Carpio *et al.* 2012); Tlanchinol, Hgo. (Álvarez-Zúñiga *et al.* 2012); Valle de México, Méx. (Arreguín-Sánchez *et al.* 2009); Zacualtipán, Hgo. (Pérez-Paredes *et al.* 2012)

Figura 12. Familias con más géneros reportados en trabajos regionales de México con BMM.

Lo anterior se explica ya que a nivel mundial, Polypodiaceae, Pteridaceae y Dryopteridaceae son las familias más diversas en géneros con 64, 53 y 26 respectivamente (PPG1, 2016), Sin embargo tanto en México como en Veracruz la familia con mayor diversidad de géneros es Pteridaceae seguida de Polypodiaceae y Dryopteridaceae (Michel y Smith, 2004 y Tejero-Diez, 2011) lo que concuerda con lo reportado para la BT (Figura 3).

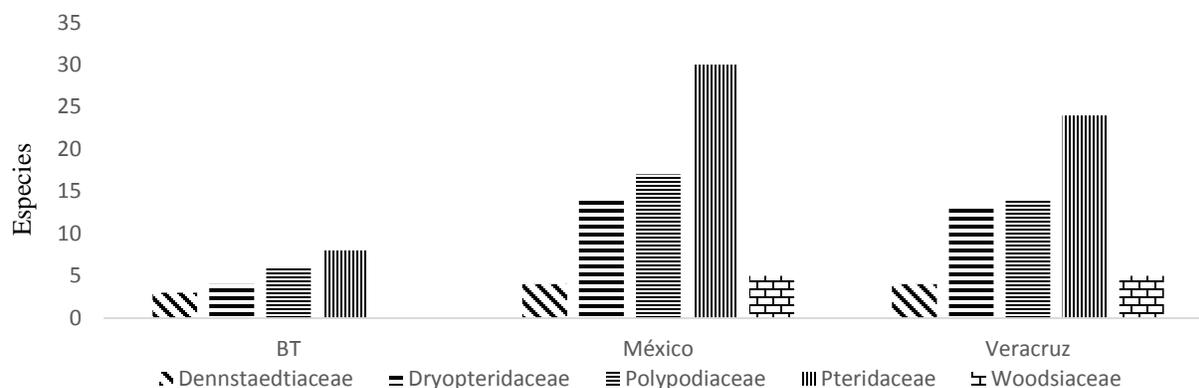


Figura 13. Familias con más géneros en México (Mickel y Smith, 2014), Veracruz (Tejero-Díez *et al.*, 2011) y BT (Presente trabajo).

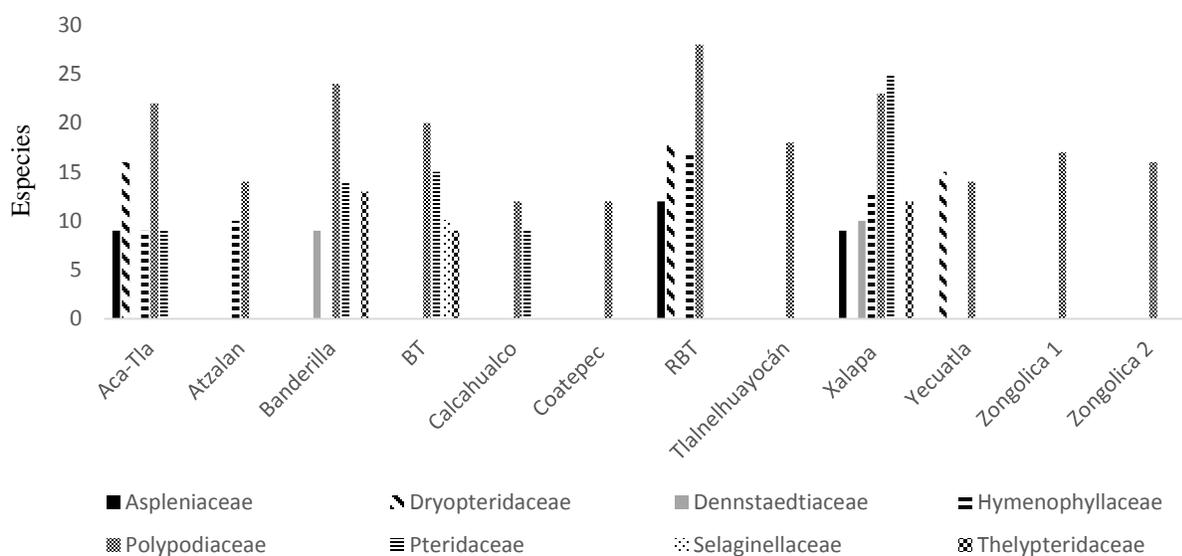
Por otra parte las familias con mayor diversidad de especies representadas por nueve o más, fueron, Polypodiaceae, Pteridaceae, Selaginellaceae y Thelypteridaceae, representando el 55.1 % de las especies registradas (Cuadro 3), mientras que el resto de las familias están reportadas con menos de nueve especies.

Cuadro 3. Familias con nueve o más especies reportadas para la BT, municipio de Chocamán, Veracruz.

Familias	Número de especies
Polypodiaceae	20
Pteridaceae	15
Selaginellaceae	10
Thelypteridaceae	9
Otras	44
Total	98

El presente trabajo coincide con estudios realizados en Veracruz como Vázquez-Torres *et al.* (2006); García *et al.* (2008); Viccón (2009); Gómez (2010); Castillo (2013); Sánchez (2014); Acebey *et al.* (2015); y Carvajal-

Hernández y Krömer (2015), los cuales mencionan a Polypodiaceae como la familia más diversa en estudios realizados en BMM para el estado de Veracruz. Por otro lado, Pteridaceae, es mencionada como una familia diversa sin embargo solo es la segunda más diversa en Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006) y Calcahualco (Sánchez, 2014) por el contrario Thelypteridaceae, solo es mencionada para Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006) y Xalapa (Vázquez-Torres *et al.*, 2012), mientras que Selaginellaceae solo en la BT es considerada una familia diversa (Figura 14)

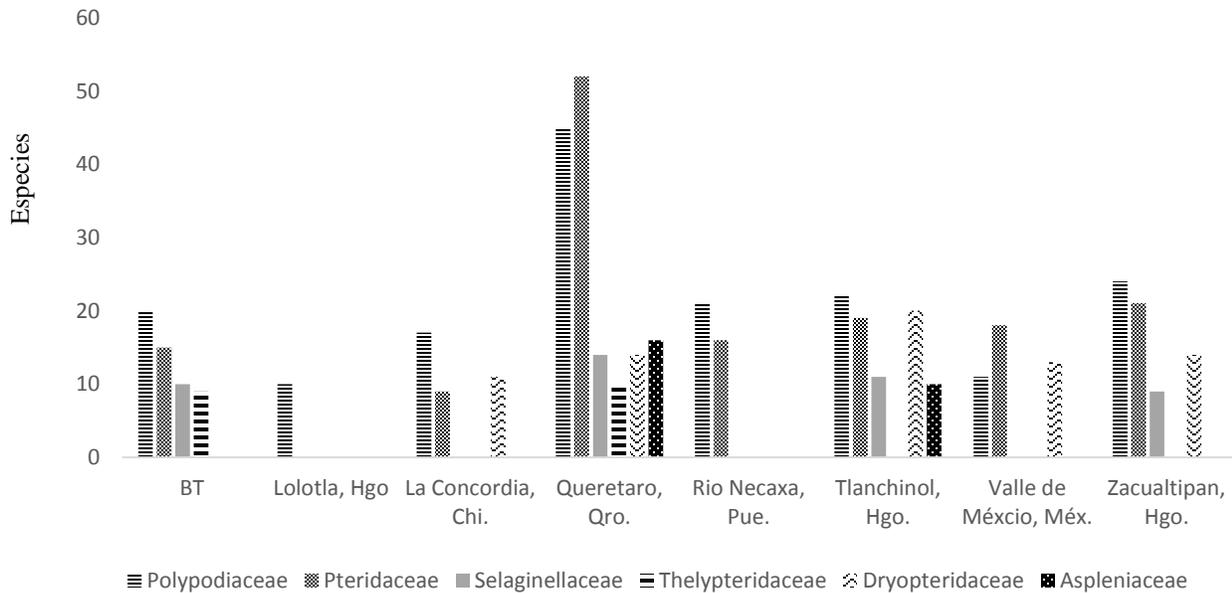


Aca-Tla =Acajete y Tlalnahuayocan (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015); Atzalan (Viccón, 2009); Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006); Sánchez (2014); Coatepec (García *et al.*, 2008); Acebey *et al.* (2015); Gómez (2010); Xalapa (Vázquez-Torres *et al.*, 2012); Yecuatla (Carvajal-Hernández, 2014);

Figura 14. Familias con más especies en la zona centro del estado de Veracruz.

De igual modo, estudios regionales realizados en BMM a lo largo de la república se menciona a Polypodiaceae y Pteridaceae como las familias más diversas (Ponce-Vargas, 2006; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008; Arreguín *et al.*, 1996; Cerón-Carpio *et al.*, 2012; Álvarez-Zúñiga *et al.*, 2012; Arreguín-Sánchez *et al.*, 2009; Pérez-Paredes *et al.* 2012), sin embargo la diversidad

de Selaginellaceae reportada con nueve o más especies solo es mencionada por Arreguín *et al.* (1996); Álvarez-Zúñiga *et al.* (2012) y Pérez-Paredes *et al.* (2012), mientras que la familia Thelypteridaceae solo es reportada con nueve o más especies por Arreguín *et al.* (1996) (Figura 15)



Lolotla, Hgo (Ponce-Vargas, 2006); La Concordia, Chi.(Martínez-Meléndez *et al.*, 2008); Querétaro, Qro.(Arreguín *et al.*, 1996); Rio Necaxa, Pue.(Cerón-Carpio *et al.*, 2012); Tlanchinol, Hgo.(Álvarez-Zúñiga *et al.*, 2012); Valle de México, Méx.(Arreguín-Sánchez *et al.*, 2009); Zacualtipán, Hgo.(Pérez-Paredes *et al.* 2012).

Figura 15. Trabajos regionales en BMM, con familias más diversas en especies.

La presencia de Polypodiaceae y Pteridaceae como las familias más diversas en cuanto a especies, se debe a que ambas son familias cosmopolitas concentradas en los trópicos, además, de poseer una amplia diversidad morfológica lo que las hace ocupar una amplia gama de hábitats (Schuettpelez *et al.*, 2007; Sundue *et al.*, 2014; Abotsi *et al.*, 2015).

Por otro lado Selaginellaceae y Thelypteridaceae a pesar de ser familias cosmopolitas concentradas en los trópicos (Gregory y Riba, 1979; Korral y Henrick, 2002; Schulz *et al.*, 2013; y Xin-Mao *et al.*, 2015;) no poseen la diversidad morfológica que tienen Polypodiaceae y Pteridaceae, sin embargo, tienen afinidad a los climas semicálido-húmedo de media montaña y preferencia a sitios perturbados tanto ruderales como riparios (Tejero-Díez *et al.*, 2011), lo que las hace destacar en la BT.

Por otra parte los géneros con mayor diversidad, representados por cinco o más especies fueron *Asplenium*, *Phlegmariurus*, *Pleopeltis*, *Polypodium*, *Selaginella* y *Thelypteris*, constituyendo el 40.1% de las especies reportadas para el sitio de estudio (Cuadro 4) el resto de los géneros se encuentran representados con menos de cinco especies.

Cuadro 4. Géneros con cinco o más especies reportadas en la BT, en el municipio de Chocamán, Ver.

Géneros	Número de especies
<i>Selaginella</i>	10
<i>Thelypteris</i>	8
<i>Pleopeltis</i>	7
<i>Phlegmariurus</i>	6
<i>Polypodium</i>	5
<i>Asplenium</i>	5
Otros	57
Total	98

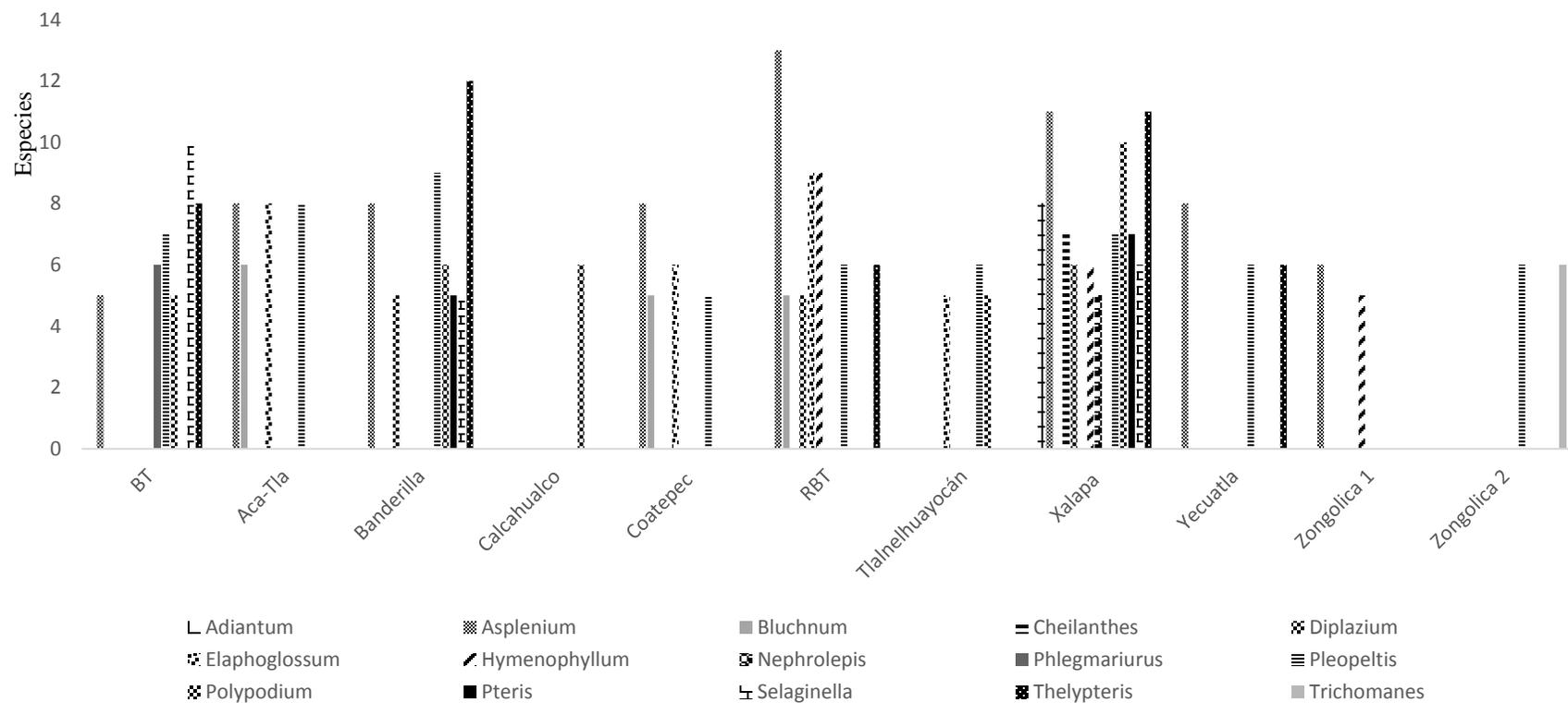
De los estudios florísticos realizados en BMM, en el estado de Veracruz, aquellos desarrollados en Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006) y Xalapa (Vázquez-Torres *et al.*, 2012) son los que coinciden con los géneros de mayor diversidad de especies reportados para la BT.

Sin embargo *Thelypteris* es reportado como el género más diverso para Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006) y Xalapa (Vázquez-Torres *et al.*,

2012) mientras que *Selaginella* y *Phlegmariurus* solo son considerados los géneros más diversos en el presente trabajo. Por otro lado, *Pleopeltis* y *Asplenium* son los géneros más recurrentes en los estudios pteridoflorísticos en BMM para el estado de Veracruz (Figura 16).

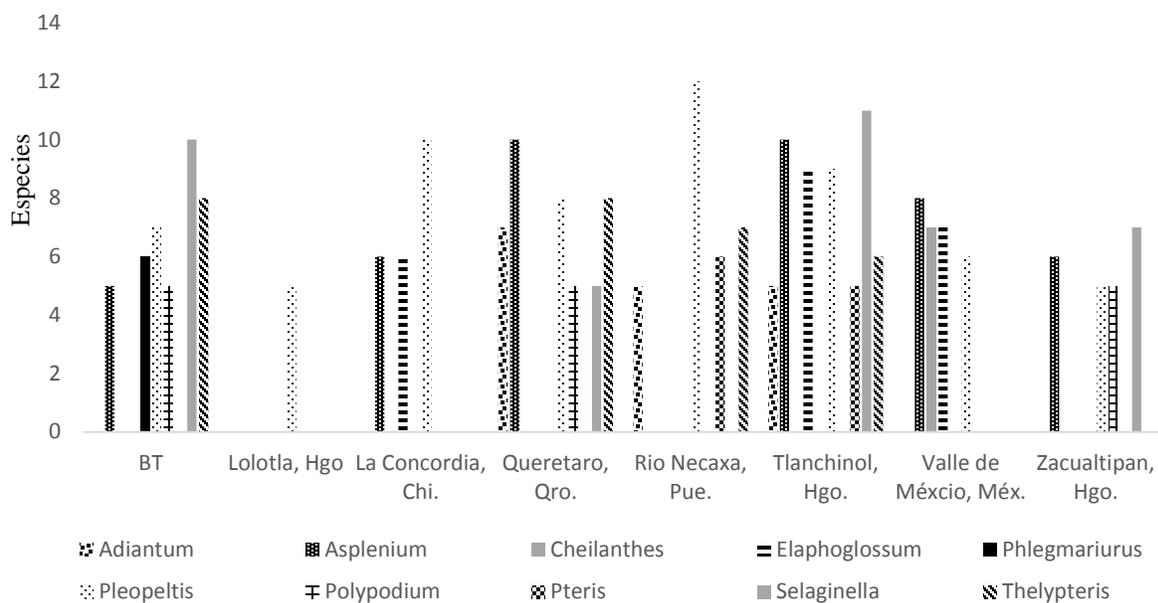
Cuando se revisan los estudios pteridoflorísticos realizados en BMM para México, se observa que el realizado en Querétaro (Arreguín-Sánchez *et al.* 1996) es el que coincide con los géneros de mayor diversidad de especies reportados para la BT.

Sin embargo Álvarez-Zúñiga *et al.*, (2012) y Pérez-Paredes *et al.*, (2012) reportan estudios en Tlanchinol y Zacualtipán donde *Selaginella* fue el género de mayor diversidad de especies. Para el caso de *Phlegmariurus*, el presente trabajo es el único que lo reporta como un género con más de cinco especies (Figura 17).



Aca-Tla “Acajete y Tlanelhuayocan” (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015); Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006); Calchualco (Sánchez, 2014); Coatepec (García *et al.*, 2008); RBT (Acebey *et al.*, 2015); Tlanelhuayocan (Gómez, 2010); Xalapa (Vázquez-Torres *et al.*, 2012); Yecuatla (Carvajal-Hernández, 2014); Zongolica 1 (Viccón, 2009) y Zongolica 2 (Castillo, 2013).

Figura 16. Géneros con mayor diversidad de especies en estudios realizados para Veracruz con BMM..



Lolotla, Hgo (Ponce-Vargas, 2006); La Concordia, Chi.(Martínez-Meléndez et al., 2008); Querétaro, Qro.(Arreguín et al., 1996); Rio Necaxa, Pue.(Cerón-Carpio et al., 2012); Tlanchinol, Hgo.(Álvarez-Zúñiga et al., 2012); Valle de México, Méx.(Arreguín-Sánchez et al., 2009);

Figura 17. Familias más diversas en especies, reportadas en trabajos regionales para México con BMM.

La presencia de *Selaginella* y *Thelypteris* como los géneros de mayor diversidad de especies, se debe a su amplia distribución en los trópicos, ocupando así varios hábitats (Xin-Mao et al., 2015; Almeida et al., 2016) Además se adaptan bien a las zonas húmedas con preferencias a sitios perturbados, tanto ruderales como riparios (Tejero-Díez et al., 2011) zonas bien representadas en la BT. Por otro lado, la mayoría de especies de *Selaginella* resultan difíciles de identificar, debido a su baja variabilidad interespecífica (Schulz et al., 2013) por lo que sus reportes resultan escasos en inventarios florísticos.

Los géneros *Asplenium*, *Pleopeltis* y *Polypodium* están bien representados en BMM, pues presentan una afinidad marcada por climas húmedos de media montaña (Tejero-Díez et al., 2011), de igual forma *Phlegmariurus* es bien representado en bosques húmedos montanos de Veracruz, distribuyéndose

en el sureste (los Tuxtlas) y en la zona centro, particularmente en la región montañosa, sin embargo, su distribución se restringe a zonas no perturbadas, registrándose para Veracruz nueve de las trece especies de *Phlegmariurus* que se reportan para México (Armenta-Montero *et al.*, 2015) y de las cuales se registran seis para la BT (Figura 8), por lo que se puede mencionar en el presente trabajo, que a pesar de tener géneros con preferencias a sitios perturbados (*Selaginella* y *Thelypteris*) también se encuentran géneros que se desarrollan en áreas no perturbadas (*Phlegmariurus*) (Figura 18)

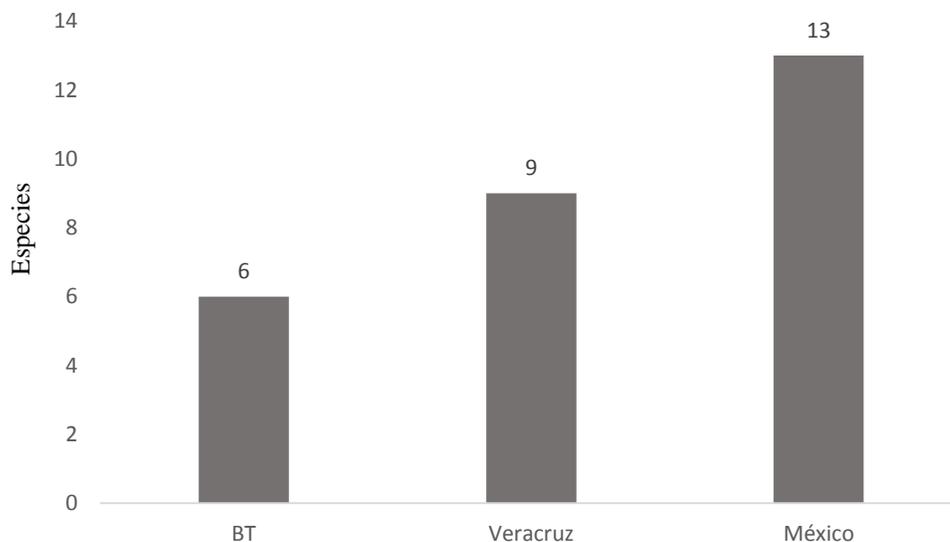


Figura 18. Comparación del género *Phlegmariurus* en BT con Veracruz (Armenta-Montero *et al.*, 2015) y México (Mickel y Smith, 2014).

La diversidad de pteridofitas en la BT, representada por 98 especies, equivale al 9.5% de la pteridoflora mexicana según Mickel y Smith (2004) y el 17.3% de la pteridoflora veracruzana según Tejero-Díez *et al.* (2011); Acebey *et al.* (2015); Krömer *et al.*, (2015) y Carvajal-Hernández y Krömer, (2015) (Figura 19).

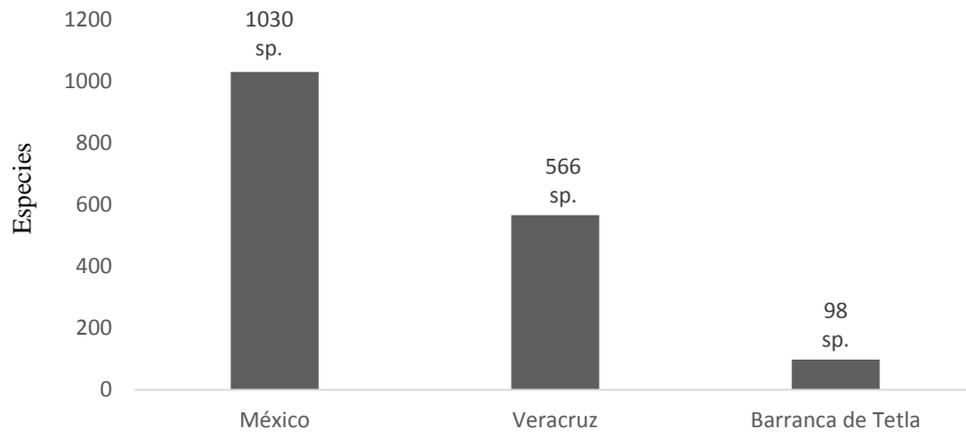


Figura 19. Comparación de riqueza de especies en la BT, municipio de Chocamán, con respecto a México y Veracruz.

De acuerdo a estudios pteridoflorísticos realizados en la zona centro del estado de Veracruz, la BT ocupa el cuarto sitio en número de especies, sin embargo, se debe considerar que tanto la superficie del área de estudio como el rango altitudinal, resulta ser menor que lo reportado por Vázquez-Torres *et al.*, (2006); Vázquez-Torres *et al.*, (2012); Carvajal-Hernández *et al.*, (2014) y Carvajal-Hernández y Krömer, (2015) lo que permite aseverar que la BT es un sitio de alta diversidad de pteridofitas (Cuadro 5)

Cuadro 5. Estudios pteridoflorísticos realizados en la zona centro del estado de Veracruz.

Municipio	Número de pteridofitas	Rango altitudinal	Área de estudio en Km²	Autor y año
Xalapa	156	780-1522 msnm	104.23	Vázquez-Torres <i>et al.</i> , 2012
Actopan-Perote	140	20-3500 msnm	0.054	Carvajal-Hernández y Krömer, 2015
Banderilla	130	1300-1700 msnm	22.21	Vázquez-Torres <i>et al.</i> , 2006
BT	98	1415-1640 msnm	2.18	Presente trabajo
Yecuatla	81	1000-1400 msnm	0.0072	Carvajal-Hernández <i>et al.</i> , 2014

En cuanto a él número de especies registradas para la BT resulta ser mayor, comparada con estudios realizados para BMM en municipios de la zona centro del estado de Veracruz, como Acajete (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015), Acatlán (Hernández, 2010), Atzalan (Viccón, 2009), Calcahualco (Sánchez, 2014), Coatepec (Carreño, 2006; García *et al* 2008), Huatusco (Carreño, 2006), Teocelo (Carreño, 2006), Tlalnahuayocan (Gómez, 2010; Hernández, 2010; Carvajal-Hernández y Krömer, 2015), Xalapa (Carreño, 2006), Yecuatla (Carvajal, 2011; Carvajal-Hernández, 2014) y Zongolica (Viccón, 2009; Castillo, 2013) (Figura 20).

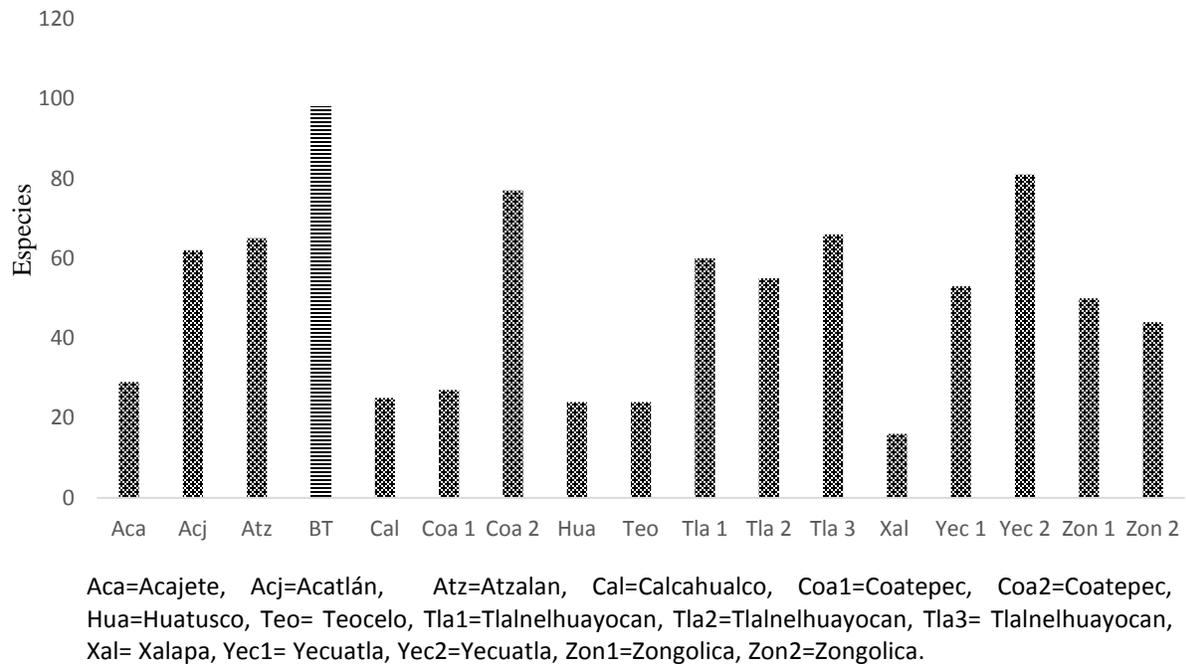
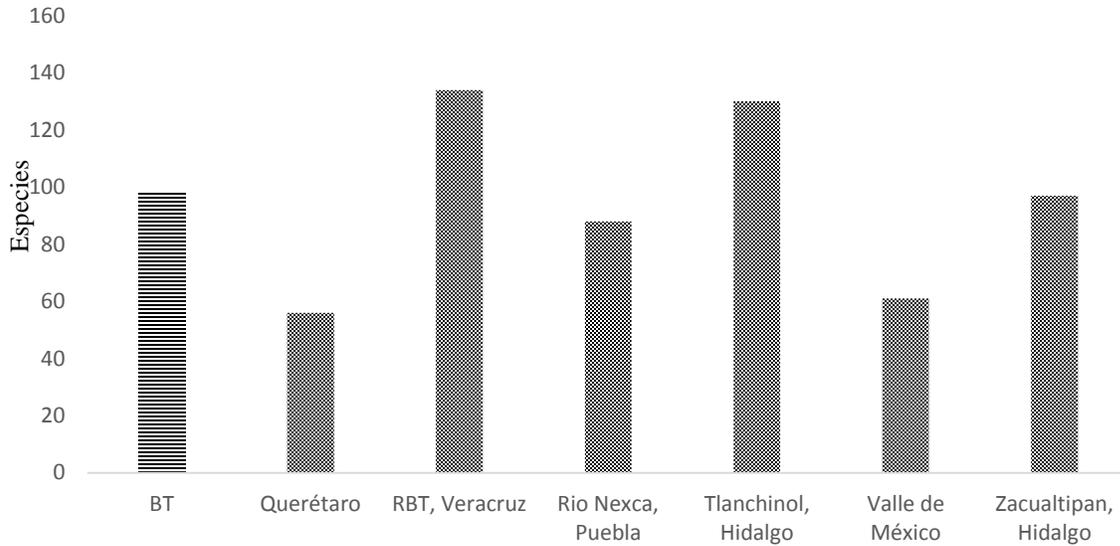


Figura 20. Estudios que reportan la diversidad de especies de pteridofitas en municipios del centro del estado de Veracruz

El número de especies reportadas en el BMM de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas (RBT) (Acebey *et al.*, 2015) y Tlanchinol, Hidalgo (Álvarez-Zúñiga *et al.*, 2012) son mayor que lo reportado para la BT, esto se debe a que tanto en la RBT, como en Tlanchinol el área de estudio es mayor que la BT, de igual forma el tipo de vegetación asociado que el BMM presenta en dichos sitios inferirá en la diversidad de pteridofitas (Tejero-Díez *et al.*, 2014) (Figura 21)



Querétaro (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1996), RBT (Acebey *et al.*, 2015) Rio Nexca, Puebla (Cerón-Carpio *et al.*, 2012), Tlanchinol, Hidalgo (Álvarez-Zúñiga *et al.* 2012) Valle de México (Arreguín-Sánchez *et al.* 2009), Zacualtipan (Pérez-Paredes *et al.* 2012).

Figura 21. Comparación de especies de pteridofitas entre la BT, con respecto a otros sitios con características similares dentro de la República.

Por lo anterior, se considera que La BT es un sitio de alta diversidad pteridoflorística, pues dada la combinación de factores ambientales que este sitio presenta como la temperatura templada y humedad relativa alta proveniente de la vertiente del Golfo de México y la presencia de cuerpos de agua (Tejero-Díez *et al.*, 2011y Acebey *et al.*, 2015), elevaciones de media montaña (Kessler, 2001; Watkins *et al.*, 2006; Salazar *et al.*, 2013; Carvajal-Hernández y Krömer, 2015) y el BMM como tipo de vegetación con mayor presencia de pteridofitas (Rzedowski, 1996; Tejero-Díez *et al.*, 2014), favorecen el establecimiento de estas plantas, confirmando la diversidad de especies que la zona montañosa del estado de Veracruz tiene, comparada con otros sitios.

5.2. Formas biológicas, tipos de hábito y tipos de vegetación

5.2.1. Formas biológicas

En la BT se distinguieron tres tipos de formas biológicas herbáceas, arborescentes y semiarborescentes. Desde un sentido estricto todas las pteridofitas son herbáceas ya que no presentan crecimiento secundario (Tejero, 2009; Sundue, 2010; Christenhusz *et al.*, 2011), sin embargo dentro de esta forma biológica podemos diferenciar otras dos formas, los helechos arborescentes, llamados así por su crecimiento erecto de hasta de 20 m de altura (Mickel y Smith, 2004, Tejero-Díez *et al.*, 2011) y los helechos semiarborescentes, que en el presente trabajo se les denominó a las especies terrestres que presentan un tallo (rizoma) compacto, robusto de horizontal a erecto de acuerdo con lo descrito por Mickel y Smith, (2004).

La forma biológica herbácea es la más representativa con 92 especies seguida de los semiarborescente con cuatro y arborescente con dos (Figura 22)

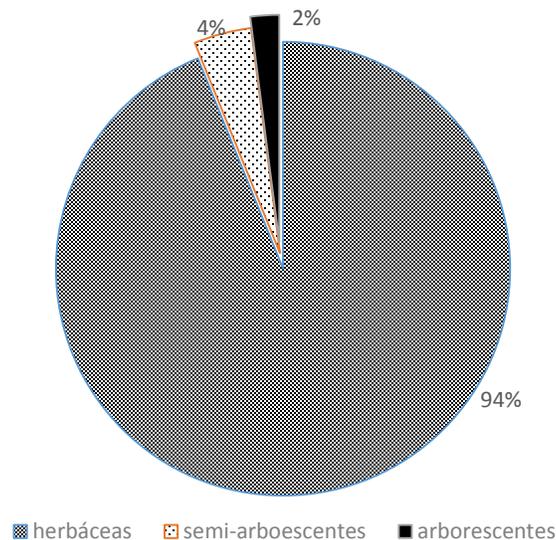


Figura 22. Porcentaje de formas biológicas presentes en la BT.

Dentro de los denominados helechos semiarborescentes, solo se reportaron cuatro (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies de helechos semiarborescentes.

Familia	Especie
Blechnaceae	<i>Woodwardia spinulosa</i> M. Martens & Galeotti
Cibotiaceae	<i>Cibotium schiedeii</i> Schltdl. & Cham.
Dicksoniaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.
Marattiaceae	<i>Marattia laxa</i> Kunze

Por otro lado, los helechos arborescentes, todos protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, de los cuales el territorio veracruzano resguarda 15 de las 16 especies reportadas para México (Mickel y Smith, 2004, Tejero-Díez *et al.*, 2011), se reportan en el presente trabajo un número que se puede considerar como bajo (cuadro 7) debido, entre otras causas y según lo reportado por Palacios-Ríos (2007), se debe a la fuerte presión antropogénica a la que han sido sometidos, a la extracción de ejemplares y al deterioro de su hábitat.

Cuadro 7. Especies de Helechos arborescentes y estatus de conservación.

Familia	Especie	Estatus de conservación
Cyatheaceae	<i>Cyathea bicrenata</i> Liebm.	Sujeta a protección especial
Cyatheaceae	<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon	Sujeta a protección especial

5.2.2. Tipos de hábito

Se presentaron cinco tipos de hábito: terrestres con 55 especies, epífitos con 32, Rupícolas con 14, semiacuáticas con 2 y una escandente, cabe aclarar que se registraron individuos de la misma especie presentando más de un tipo de hábito (Figura 23).

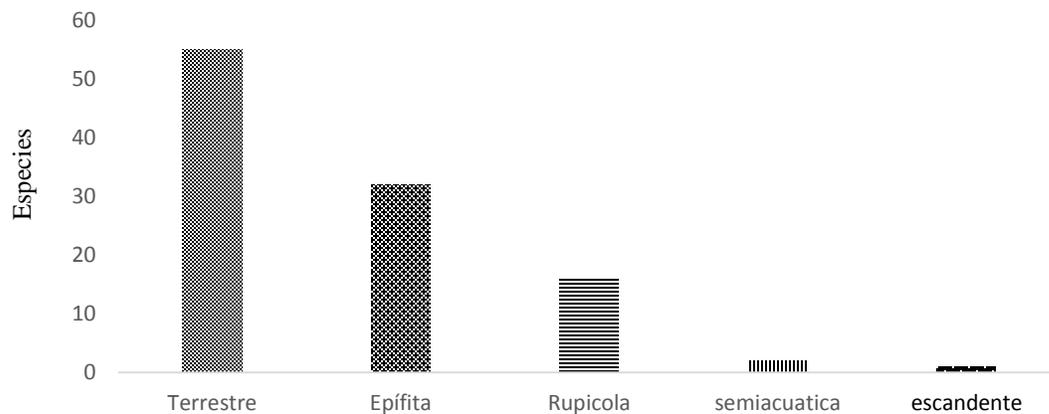


Figura 23. Tipos de hábito que presentaron las pteridofitas de la BT.

La presencia de las pteridofitas terrestres, como el tipo de hábito más recurrente, coincide con lo mencionado por Tejero-Díez *et al.* (2011), Acebey *et al.*, (2015) y Carvajal-Hernández y Krömer (2015), siendo para la BT Pteridaceae, Selaginellaceae y Thelypteridaceae las familias mejores representadas al igual que los géneros *Selaginella*, *Thelypteris* y *Adiantum* (Figura 24).

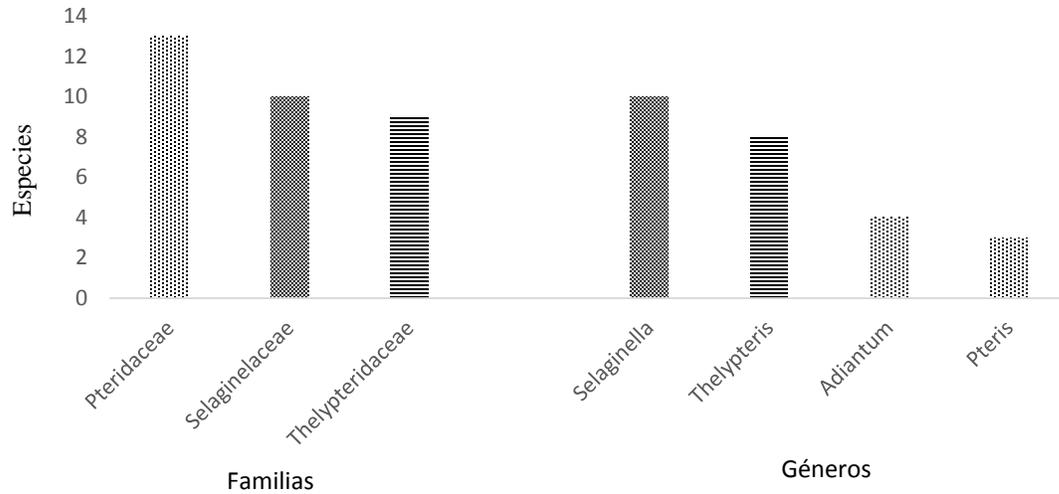


Figura 24. Familias y géneros mejor representadas con especies de hábito terrestre.

Por otro lado, Polypodiaceae es la familia que más especies con hábito epífito presenta, coincidiendo con Acebey *et al.* (2015), Carvajal-Hernández y Krömer (2015), así mismo Mendoza-Ruiz *et al.* (2016) reporta a Polypodiaceae como la familia que más epifitas presenta en Veracruz, de igual manera el género que mejor representa a las especies epifitas de la BT es *Pleopeltis* coincidiendo con Carvajal-Hernández y Krömer (2015), seguida de *Polypodium* y *Phlegmariurus* (Figura 25).

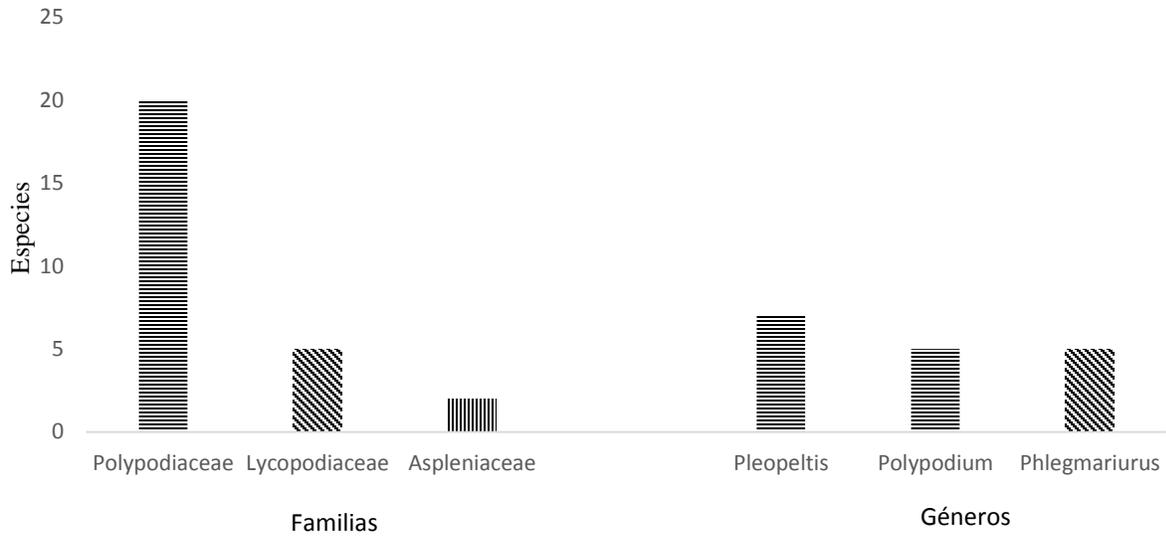


Figura 25. Familias y géneros mejor representadas con especies de hábito epífita en la BT.

Así mismo Aspleniaceae, Dryopteridaceae y Polyodiaceae son las familias que presentan más especies con hábito rupícola, y *Asplenium* es el género que más especies de hábito rupícola presenta, coincidiendo con lo reportado por Acebey *et al.*, (2015) y Carvajal-Hernández y Krömer (2015) (Figura 26).

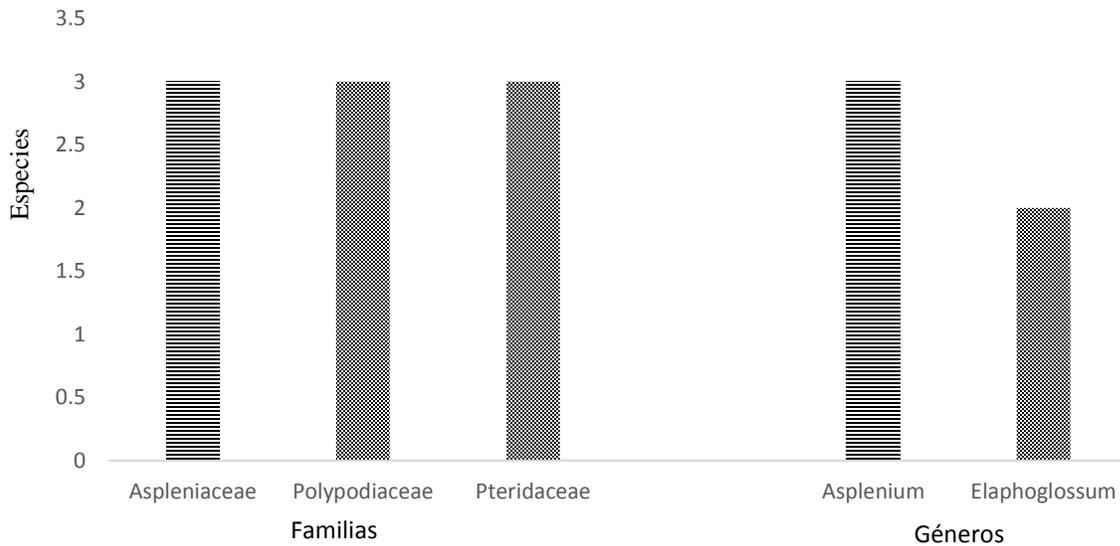


Figura 26. Familias y géneros mejor representadas con especies de hábito rupícola en la BT.

Por otro lado la familia Equisetaceae y el género *Equisetum* son los que presentan el hábito semiacuático, mientras que la familia Dennstaedtiaceae y el género *Hypolepis* presentan el hábito escandente.

5.2.3. Tipos de vegetación

Para la BT se identificó el BMM como tipo de vegetación dominante, sin embargo, este tipo de vegetación se encuentra en ecotonía con el bosque de galería (BG) y la vegetación secundaria (VS) derivada del BMM, siendo el BMM el más diverso, contando con 58 especies, en el BG se registraron 26 especies y para la VS 52 especies (Figura 27).

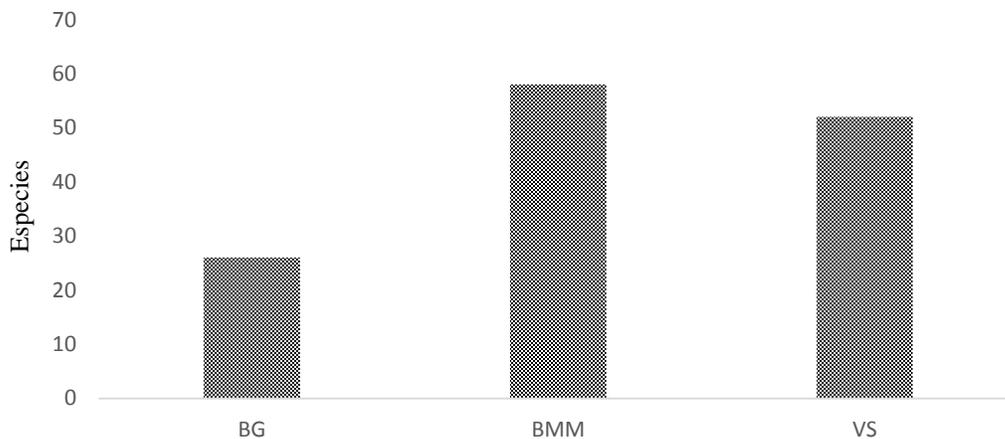


Figura 27. Especies presentes en los tipos de vegetación de la BT.

Lo anterior coincide con lo reportado por Tejero-Díez *et al.* (2011), Acebey *et al.* (2015) y Carvajal- Hernández y Krömer (2015) ya que es, en el BMM donde se concentra la mayor diversidad de pteridofitas, sin embargo esta cantidad dependerá de la asociación que BMM tenga con otros tipos de vegetación (Tejero-Díez *et al.*, 2014).

5.3. Especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Para la BT se registraron siete especies bajo alguna categoría de riesgo dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010, representando el 7.1% de las especies reportadas para el sitio de estudio y el 23.3% de las pteridofitas protegidas por la NOM-059 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies de pteridofitas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, reportadas para la BT.

Familia	Género y especie	Categoría de riesgo
Selaginellaceae	<i>Selaginella porphyrospora</i> A. Braun	P
Cibotiaceae	<i>Cibotium schiedei</i> Schltdl. & Cham.	P
Cyatheaceae	<i>Cyathea bicrenata</i> Liebm.	Pr
Cyatheaceae	<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon	Pr
Marattiaceae	<i>Marattia laxa</i> Kunze	Pr
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	A
Psilotaceae	<i>Psilotum complanatum</i> Sw.	A

P = En peligro de extinción, **Pr** = Sujeta a protección especial, **A** = Amenazada

El número de especies registradas para la BT, bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 resulta similar que lo reportado por Vázquez-Torres *et al.*, (2012), Castillo (2013), Carvajal-Hernández *et al.* (2014) y Carvajal-Hernández y Krömer (2015) para el BMM de la zona centro del estado de Veracruz (Cuadro 9).

Cuadro 9. Especies del BMM de la zona centro de Veracruz, reportadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010

Especies	BT	Yec	Aca-Tla	Coa	Zon	Ban	Xal	total
<i>Alsophila firma</i> (Baker) D.S. Conant		x	x	x	x	x	x	6
<i>Asplenium auritum</i> Sw.						x	x	2
<i>Cibotium schiedei</i> Schlttdl. & Cham.	x		x					2
<i>Cyathea bicrenata</i> Liebm.	x		x	x		x	x	5
<i>Cyathea divergens</i> Kunze		x			x	x	x	4
<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens & Galeotti) Fée			x	x			x	3
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.		x		x				2
<i>Marattia laxa</i> Kunze	x	x	x	x		x	x	6
<i>Psilotum complanatum</i> Sw.	x	x	x	x	x		x	6
<i>Selaginella porphyrospora</i> A. Braun	x							1
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	x							1
<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon	x							1

BT = Barranca de Tetla (Presente trabajo), Yec = Yecuatla (Carvajal-Hernández *et al.*, 2014), Aca-Tla = Acajete y Tlalnelhuayocan (Carvajal-Hernández y Krömer, 2015), Coa = Coatepec (Castillo, 2013), Ban = Banderilla (Vázquez-Torres *et al.*, 2006), Xal = Xalapa (Vázquez-Torres, *et al.*, 2012).

Así mismo las especies más recurrentes en estudios realizados en la zona centro de Veracruz con BMM fueron *Marattia laxa*, *Psilotum complanatum* y *Alsophila firma*, mientras que los menos frecuentes fueron *Cyathea fulva*, *Selaginella porphyrospora*, *Serpocaulon triseriale* y *Sphaeropteris horrida* (Figura 28).

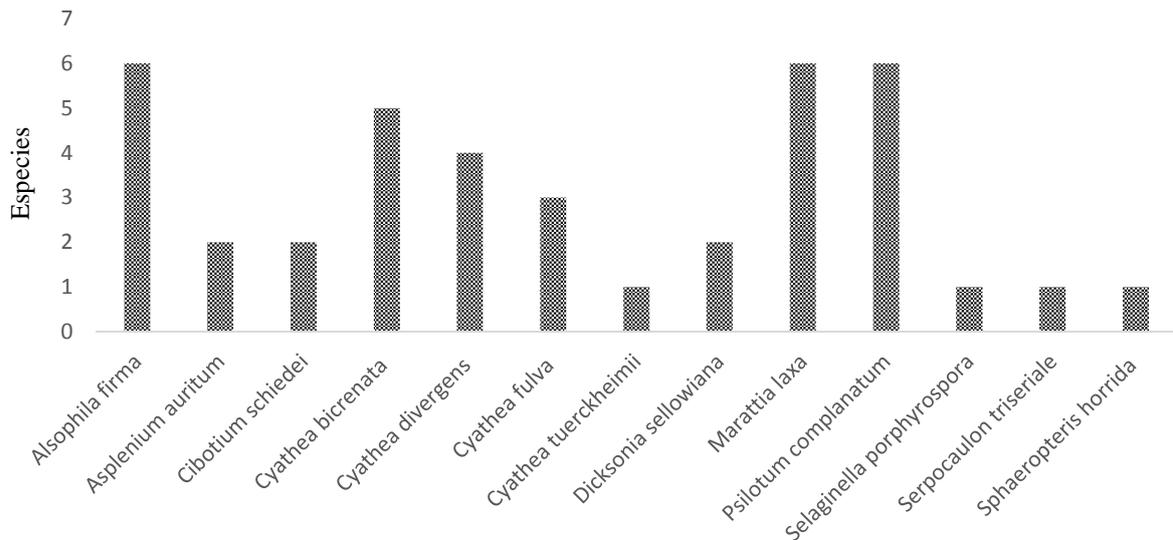


Figura 28. Pteridofitas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEARNAT-2010, reportadas en BMM de la zona centro de Veracruz.

5.4. Comportamiento de las especies registradas en la barranca de Tetla municipio de Chocamán

5.4.1. Endémicas

Para la BT se reportó a *Cibotium schiedeii* Schldl. & Cham, una de las cinco pteridofitas consideradas endémicas de Veracruz según Mickel y Smith (2004) (Cuadro 10). Además de que ésta especie está protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de “en peligro de extinción” y es la única especie de este género que se distribuye en las elevaciones medias de los bosques nubosos de Veracruz (Mickel y Smith, 2004). Lo anterior resulta muy interesante pues las especies endémicas no cuentan con una distribución amplia si no que su rango de distribución es restringido (Kessler, 2008).

Cuadro 10. Pteridofitas endémicas de Veracruz según Mickel y Smith, 2004.

Familia	Especie
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium venturae</i> A.R. Sm.
DICKSONIACEAE	<i>Cibotium schiedei</i> Schltdl. & Cham.
SELAGINELLACEAE	<i>Selaginella orizabensis</i> Hieron.
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris lanosa</i> (C. Chr.) A.R. Sm.
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris tuxtzensis</i> T. Krömer, A. Acebey & A.R. Sm.

5.4.2. Malezas e Invasoras

Para las pteridofitas de la BT se reporta la presencia de tres helechos considerados malezas *Sticherus bifidus* (Willd.) Ching, *Macrothelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching y *Pteridium* sp. (Robinson *et al.*, 2008) (Cuadro 11)

Cuadro 11. Especies consideradas malezas según Robinson *et al.*, 2008, presentes en la BT.

Especies	Nativa	Áreas de afectación
<i>Gleichenella pectinata</i>	Trópicos del nuevo mundo	Trópicos del nuevo mundo
<i>Lygodium venustum</i>	Sudamérica, América central y el caribe	México
<i>Sticherus bifidus</i>	Trópicos del nuevo mundo	Trópicos del nuevo mundo
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	Madagascar, Japón, Indonesia, Tailandia, Malasia.	Neotrópicos, sureste de E.U. Puerto Rico, Costa Rica, Trinidad, Samoa, Islas Cook, Polinesia Francesa, Nueva Zelanda, Hawái y México.
<i>Pteris vittata</i>	China	Trópicos y subtrópicos del nuevo mundo, especialmente E.U. Hawái, el Caribe y el Mediterráneo.
<i>Pteridium</i> sp.	Cosmopolita	Europa, Turquía, Nueva Zelanda, Australia, América central, América del sur, El Caribe, India, Japón y China.

De igual forma cinco especies exóticas para México según Tejero-Díez y Torres-Díaz (2012) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Especies de pteridofitas exóticas encontradas en la barranca de Tetla, municipio de Chocamán, Veracruz.

Familia	Especie
Davalliaceae	<i>Nephrolepis Pectinata</i> (Willd.) Schott
Pteridaceae	<i>Pteris cretica</i> L.
Pteridaceae	<i>Pteris longifolia</i> L.
Pteridaceae	<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.
Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching

El género *Pteridium* es considerada una maleza persistente, altamente invasiva y muy agresiva la cual forma poblaciones de varias hectáreas en áreas abiertas, sin embargo también se encuentra en áreas abiertas de bosque sin ser plaga hasta llegar a tener un detonante para extenderse por ejemplo: el fuego (www.Conabio.gob.mx) Por otro lado este género contiene componentes carcinogénicos resultando tóxico para el ganado, además posee componentes alelopáticos que afectan a la biodiversidad (Tejero *et al.*, 2007, Robinson *et al.*, 2008).

En la BT *Pteridium aquilinum* (L) Kuhn no es considerada invasiva ya que es controlada por la sombra que el bosque genera, siendo esta una forma de control exitosa.

Literatura citada

- Acebey A. T. Krömer, M. Vázquez-Torres y J. D. Tejero-Díez. 2015. Helechos y Licófitos de la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas, Veracruz, México. *Botanical Sciences*. 93 (2): 1-32.
- Almeida T.E., S. Hennequin, H. Schneider, A. Smith, J.A. Nogueira, A.J. Ramalho, K. Proite, A. Salino. 2016. Towards a phylogenetic generic classification of Thelypteridaceae: Additional sampling suggests alterations of neotropical taxa and further study of paleotropical genera. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 94: 688-700.
- Armenta-Montero S., C. I. Carvajal-Hernández, E. A. Ellis y T. Krömer. 2015. Distribution and conservation status of *Phlegmariurus* (Lycopodiaceae) in the state of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science* Vol.8 (1): 114-137
- Arreguín-Sánchez, M.L., 1986. "Nuevos registros y taxa interesantes de pteridofitas del Valle de México (Isoëtaceae, Psilotaceae y Selaginellaceae)". *Phytologia*, 59(7): 451-453.
- Arreguín M. L., R. Fernández, C. Rodríguez, A. Rodríguez. 1996. Pteridofitas en el estado de Querétaro, México y su ubicación ecológica. *Polibotánica*. Núm 3, pp. 82-92.
- Arreguín-Sánchez, M.L., R. Fernández-Nava, R. Palacios-Chávez y D.L. Quiroz-García, 2001, Pteridoflora ilustrada del estado de Querétaro, México, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, 470 pp.
- Arreguín-Sánchez, M.L., R. Fernández-Nava y D.L Quiroz-García, 2004. Pteridoflora del Valle de México. Secretaría de Educación Pública-Instituto Politécnico Nacional. pp 387.
- Arreguín-Sánchez M. L., D.L. Quiroz-García, R. Fernández-Nava. 2009. Pteridofitas extintas o raras del valle de México. *Polibotánica*. Núm. 27. pp. 17-29.
- Arreguín-Sánchez M. L., D. L. Quiroz-García, R. Fernández-Nava. 2009. Pteridofitas extintas o raras del Valle de México. *Polibotánica*. Núm. 27. pp. 17-29.
- Arreguín-Sánchez M. L., R. Fernández-Nava. D. L. Quiroz-García y S. Acosta-Castellanos. 2009. Análisis de la distribución de las especies de helechos y afines del Valle de México, notas ecológicas y florísticas. *Polibotánica*. Núm. 28, pp. 15-36.

- Carreño I. Evaluación de los cafetales bajo sombra y fragmentos de bosque adyacentes como hábitats para conservar la diversidad de los helechos en el estado de Veracruz, México. 2006. Tesis, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. 120 p.
- Carvajal-Hernández C. I., T. Krömer, M. Vázquez-Torres. Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. 2014. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 491-501.
- Carvajal-Hernández C.I. y T. Krömer, Riqueza y distribución de helechos y licófitos en el gradiente altitudinal del Cofre de perote, Centro de Veracruz, México. 2015. *Botanical Sciences* 93 (3): 601-614.
- Castillo L.A. Inventario florístico del bosque mesófilo de montaña de la reserva bicentenario, Zongolica, Veracruz. 2013. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 89 p.
- Castillo-Campos G., Avendaño-Reyes S. y Medina-Abreo M.E. 2011. Flora y vegetación. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I.* pp. 163-179, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Castro R., R. Novo, R.I. Castro. 2002. Uso del género *Azolla* como biofertilizante en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) Cultivos Tropicales, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. vol. 23, núm. 4, 2002, pp. 5-10
- Cerón-Carpio A. B., J. L. Contreras-Jiménez y V.H. De Gante-Cabrera. 2012. Inventario pteridoflorístico del área de protección de recursos naturales "Cuenca hidrográfica del Río Necaxa", porción Puebla, México. Núm. 33, pp. 41-55.
- Cetzal-Ix W, E. Noguera-Savelli, M. Martínez-Icó y N. Ramírez-Marcial. 2013. Diversidad de helechos y licófitos en fragmentos de selva mediana subperennifolia del sur de Tabasco, México. *Botanical Sciences* 91 (3): 261-271.
- Christenhusz M. J. M., X. Chun Z y H. Schneider. 2011. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7-54.
- Díaz-Barriga, H. y M. Palacios-Ríos, 1992, Listado preliminar de especies de pteridofitas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro, en J. Rzedowski, J. y G. Calderón (eds.), *Flora del Bajío y de Regiones*

- Adyacentes, fascículo complementario III. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Mich., 57 pp.
- Gallardo-Pérez, J.C., M.L. Esparza-Aguilar y A. Gómez-Campos, 2006, Importancia etnobotánica de una planta vascular sin semilla en México: *Equisetum*, *Polibotánica* 21: 61-74.
- Gheno-Heredia Y.A., G. Nava-Bernal, A.R. Martínez-Campos y E. Sánchez-Vera. 2011. Las plantas medicinales de la organización de parteras y médicos indígenas tradicionales de Ixhuatlancillo, Veracruz, México y su significancia cultural. *Polibotánica*. Núm. 31, pp. 199-251.
- Gómez, J. A. Comparación florística de epífitas vasculares entre un bosque mesófilo de montaña y un acahual en el municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz. 2010. Tesis, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa. pp 117.
- Gregory, D. y R. Riba, 1979, *Selaginellaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 6: 1-35.
- Hernández-Mendoza A.M., M.L. Arreguín-Sánchez, J. García-Jiménez, M.C. Herrera-Monsivais. 2015. Composición taxonómica y datos ecológicos de las licofitas y monilofitas de la Sierra de Tamaulipas, Tamaulipas, México. *Polibotánica*. Núm. 40, pp. 29-44.
- Hernández, A. C. Diversidad de helechos en bosques mesófilos con diferente dominancia arbórea en el centro de Veracruz, México. 2010. Tesis, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa. pp 84.
- Hietz P. 2010. Fern adaptations to xeric environments. En: Mehltreter K., Walker L.R. y Sharpe J.M. Eds. *Fern Ecology*, pp.140-176, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kessler M. 2001. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* 10:1897-1920.
- Knobloch, I.W. y D.S. Correll, 1962, *Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico*, Texas Research Found, Renner, Texas, 198 pp.
- Krömer T., Kessler M., Gradstein S.R. y Acebey A. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32:1799-1809.
- Krömer T., Carvajal-Hernández C., Acebey A.R. y Smith A.R. 2015. A decade of new pteridophyte records for the State of Veracruz, Mexico. *American Fern Journal* 105:00-00.

- Lira R. y Riba R. 1984. Aspectos fitogeográficos y ecológicos de la flora pteridofítica de la sierra de Santa Marta, Veracruz, México. *Biótica* 9:451-467.
- Mickel J.T. y Beitel, J.M. 1988. Pteridophyte flora of Oaxaca, México. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 46: 1-568
- Mickel, J. y A. Smith. 2004. *The Pteridophytes of Mexico*. *Memoirs of the New York Botanical Gardens*. Nueva York. 1054 p.
- Moran R.C. 2008. Diversity, biogeography, and floristics. En. Ranker T.A. y Haufler C.H. Eds. *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*, pp 367-394, Cambridge University Press, New York.
- Pacheco, L. y R. Riba, 1991, Hymenophyllaceae, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 63: 1-54.
- Palacios-Ríos M. 1992. *Las pteridofitas del Estado de Veracruz*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 364 pp
- Palacios-Ríos, M., 1987a, *Notas de herbario XAL*. XI. Nuevos registros de Pteridofitas para Veracruz, México, *Biótica* 12(4): 297-299.
- Palacios-Ríos, M., 1987b, Psilotaceae, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz*. 55: 1-6.
- Palacios-Ríos M. 1990a *New Pteridophyte Records for the State of Veracruz, México*, *American Fern Journal* 80(1): 29-32.
- Palacios-Ríos M. 1990b. Osmundaceae, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 61: 1-7.
- Palacios-Ríos M. 1992a. *Las Pteridofitas del estado de Veracruz, México*, tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 374 pp.
- Palacios-Ríos M. 1992b *Dicksoniaceae, Equisetaceae, Gleicheniaceae, Lindsaeaceae, Parkeriaceae, Plagiogyriaceae, Vittariaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 69: 1-96.
- Pérez-Paredes M.G., Sánchez-González A. y Tejero-Díez J. D. 2012. Listado de licofitos y helechos del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, México. *Polibotánica* 33:57-73
- Ponce-Vargas, A., I. Luna-Vega, O. Alcántara-Ayala y C. Ruiz Jiménez. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:177-190.

- PPG 1 (The Pteridophyte Phylogeny Group). 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and fern. *Journal of Systematics and Evolution*. Vol. 54 6: 563-603.
- Prado, J., L.S. Sylvestre, P.H. Labiak,, P. G Windisch,, A. Salino, I. C. Barros, R. Y. Hirai, T.E. Almeida, A.C.P. Santiago, M. A. Kieling-Rubio, A.F. Pereira, B. Øllgaard, C.G.V.Ramos, J. T. Mickel, VA.O. Dittrich, C.M. Mynssen, P.B. Schwartzburd, J.P.S. Condack, JB.S. Pereira F. B. Matos. 2015. Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. *Rodriguésia*, 66(4), 1073-1083.
- Ramírez-Cruz S., Sánchez-González A. y Tejero-Díez J.D. 2009. Las pteridofitas del parque nacional Los Marmoles, 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. Eds. *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*, pp 369-384, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Riba R. y Lira R. 1996. Pteridophyta, Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Fascículo 10. México, D.F.: Instituto de biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Riba R. y B. Pérez-García. 1997. Pteridofitas, en E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt (eds.), *Historia natural de los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 175-181.
- Riba R. 1981. Cyatheaceae, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 17: 1-42.
- Robinson R.C. Sheffield E. y Sharpe J.M. 2008. Problem ferns: their impact and management. En: Mehltreter K., Walker L.R. y Sharpe J.M. Eds. *Fern Ecology*, pp. 255-322, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* 35:25-44.
- Salazar L., Homeier J., Kessler M., Abrahamczyk S., Lehnert M., Krömer T. y Kluge J. 2013. Diversity patterns of ferns along elevation in Andean tropical forests. *Plant Ecology and Diversity* 8:13-24.
- Smith, A.R., 1981, Pteridophytes, en D.E. Breedlove (ed.), *Flora of Chiapas*, parte 2, California Academy of Sciences, San Francisco, 370 pp.
- Sosa, V. y A. Gómez-Pompa (comp.), 1994, *Lista florística. Flora de Veracruz*, Fascículo 82, Instituto de Ecología/Universidad de California, Xalapa, Ver., 245 pp.

- Soto-Esparza M. y Geissert K.D. 2011. Geografía. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen I, pp. 31-34, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Sundue M. 2010. Licófitas, helechos. En: Nee M.H. Ed. Flora de la Región del Parque Nacional Amboró, Bolivia. Parte 1. Licofitas, Helechos y Gimnospermas, pp. 50-383, Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra.
- Tejero-Díez D., Torres-Díaz A., Mickel J.T., Mehlreter V.K. y Krömer T. 2011. Helechos y licopodios. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen II. pp. 97-115. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Tejero-Díez J.D., Torres-Díaz A.N. y Gual-Díaz M. 2014. Licopodios y helechos en el bosque mesófilo de montaña de México. En: Gual-Díaz M. y Rendón-Correa A. Comp. Bosques Mesófilo de Montaña de México. Diversidad, Ecología y Manejo. pp. 197-220. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Tejero-Díez, D. & M.L. Arreguín-Sánchez, 2004. "Lista con anotaciones de los pteridofitos del Estado de México, México". Acta Botánica Mexicana., 69: 1-82.
- Tryon, R.M., y A.F. Tryon. 1982. Ferns and allied plants, with special reference to tropical America. Springer-Verlag. New York. 857 pp.
- Vasco A., J. Lóriga, G. Rouhan, B.A. Ambrose y R.C. Moran, 2015. Divided Leaves in the genus *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae): A Phylogeny of *Elaphoglossum* section *Squamipedia*. *The American Society of Plant Taxonomists*. 40(1): pp. 46-55.
- Velázquez-Montes E. 2009. Pteridophyta II. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 67. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Velázquez-Montes E. 2010 Pteridaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán- Fascículo 80. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Viccón E.J. 2009. Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del Bosque Mesófilo de Montaña de las localidades de Atzalán y zongolica, Veracruz. Trabajo de experiencia recepcional. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz 72 p

Villaseñor J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75: 105-135.

Watkins Jr. J.E., Cardelús C., Colwell R.K. y Moran R.C. 2006a. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. American Journal of Botany 93:73-83.

Anexo 1.

Relación de especies de las pteridofitas de la Barranca de Tetla, en el municipio de Chocamán, Veracruz. FB=Forma Biológica, H=Herbácea, A=Arborescente, SA=Semi-arborescente; TH=Tipo de hábito, E=Epífita, T=Terrestre, R=Rupícola, SA=Semi-acuática, SE=Semi-epífita; TV=Tipo de vegetación, BM=Bosque mesófilo, BG=Bosque de galería, VS=Vegetación secundaria; NOM-059=NOM-059-SEMARNAT-2010, P=en peligro de extinción, Pr=Protección especial, A=Amenazada.

CLASIFICACIÓN	FB	TH	TV	NOM-059	EXÓTICAS
DIVISIÓN: LYCOPODIOPHYTA					
CLASE: LYCOPODIOPSIDA					
SUBCLASE: LYCOPODIIDAE					
ORDEN: LYCOPODIALES					
FAMILIA: LYCOPODIACEAE					
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	H	T	VS	x	x
<i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Vasc. & Franco	H	T	VS	x	x
<i>Phlegmariurus linifolius</i> (L.) B. Øllg.	H	E	BG	x	x
<i>Phlegmariurus myrsinites</i> (Lam.) B. Øllg.	H	E	BG	x	x
<i>Phlegmariurus pithyoides</i> (Schltdl. & Cham.) B. Øllg.	H	E	BM	x	x
<i>Phlegmariurus pringlei</i> (Underw. & F.E. Lloyd) B. Øllg.	H	E	BM	x	x
<i>Phlegmariurus reflexus</i> (Lam.) B. Øllg.	H	T	VS/BM	x	x
<i>Phlegmariurus taxifolius</i> (Sw.) Á. Löve & D. Löve	H	E	VS/BM	x	x
FAMILIA: SELAGINELLACEAE					
<i>Selaginella delicatissima</i> Linden ex A. Braun	H	T	BM	x	x
<i>Selaginella hoffmannii</i> Hieron.	H	T	VS/BM	x	x
<i>Selaginella lineolata</i> Mickel & Beitel	H	T	BM	x	x
<i>Selaginella martensii</i> Spring	H	T	VS/BG	x	x
<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring	H	T	VS/BG	x	x
<i>Selaginella porphyrospora</i> A. Braun	H	T	BG/BM	P	x
<i>Selaginella silvestris</i> Aspl.	H	T	VS	x	x
<i>Selaginella stellata</i> Spring	H	T	VS	x	x
<i>Selaginella stenophylla</i> A. Braun	H	T	VS	x	x
<i>Selaginella tenella</i> (P. Beauv.) Spring	H	T	VS	x	x
DIVISIÓN: POLYPODIOPHYTA					
CLASE: POLYPODIOPSIDA					
SUBCLASE: EQUISETIDAE					
ORDEN: EQUISETALES					
FAMILIA: EQUISETACEAE					
<i>Equisetum hyemale</i> L.	H	SA	BG	x	x
<i>Equisetum myriochaetum</i> Schltdl. & Cham.	H	SA	BG	x	x
SUBCLASE: OPHIOGLOSSIDAE					
ORDEN: PSILOTALES					
FAMILIA: PSILOTACEAE					
<i>Psilotum complanatum</i> Sw.	H	E	BG	A	x
ORDEN: OPHIOGLOSSALES					

FAMILIA: OPHIOGLOSSACEAE						
<i>Botrychium decompositum</i> M. Martens & Galeotti	H	T	BG/BM	x		x
SUBCLASE: MARATTIIDAE						
ORDEN: MARATTIALES						
FAMILIA: MARATTIACEAE						
<i>Marattia laxa</i> Kunze	SA	T	BM	Pr		x
SUBCLASE: POLYPODIIDAE						
ORDEN: HYMENOPHYLLALES						
FAMILIA: HYMENOPHYLLACEAE						
<i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C.V. Morton	H	E	BG/BM	x		x
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	H	E	BM	x		x
<i>Polyphlebium capillaceum</i> (L.) Ebihara & Dubuisson	H	E	BM	x		x
ORDEN: GLEICHENIALES						
FAMILIA: GLEICHENIACEAE						
<i>Diplazium bancroftii</i> (Hook.) A.R. Sm.	H	T	VS	x		x
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching	H	T	VS	x		x
ORDEN: SCHIZAEALES						
FAMILIA: ANEMIACEAE						
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	H	T	BM/VS	x		x
ORDEN: CYATHEALES						
FAMILIA: CIBOTIACEAE						
<i>Cibotium schiedei</i> Schltld. & Cham.	SA	T	BM	P		x
FAMILIA: CYATHACEAE						
<i>Cyathea bicrenata</i> Liebm.	A	T	BM	Pr		x
<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon	A	T	BM	Pr		x
FAMILIA: DICKSONIACEAE						
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.	SA	T	BM/VS	x		x
ORDEN: POLYPODIALES						
SUBORDEN: PTERIDINEAE						
FAMILIA: PTERIDACEAE						
SUBFAMILIA: CRYPTOGRAMMOIDEAE						
<i>Llavea cordifolia</i> Lag.	H	T/R	VS	x		x
SUBFAMILIA: PTERIDOIDEAE						
<i>Pityrogramma ebenea</i> (L.) Proctor	H	T	BG/VS	x		x
<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) R.M. Tryon	H	T	BG	x		x
<i>Pteris cretica</i> L.	H	T	VS	x		E
<i>Pteris longifolia</i> L.	H	R	VS	x		E
<i>Pteris orizabae</i> M. Martens & Galeotti	H	T	BM	x		x
<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	H	T	VS	x		E
SUBFAMILIA: VITTARIOIDEAE						
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	H	T	BG/VS/BM	x		x
<i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	H	T	VS	x		x
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	H	T	BM/BG	x		x
<i>Adiantum tenerum</i> Sw.	H	T	BM	x		x
<i>Vittaria bradeorum</i> Rosenst.	H	E	BG/BM	x		x
SUBFAMILIA: CHEILANTHOIDEAE						

<i>Cheilanthes notholaenoides</i> (Desv.) Maxon ex Weath.	H	T	VS	x	x
<i>Mildella intramarginalis</i> (Kaulf. ex Link) Trevis.	H	T	VS	x	x
<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath.	H	T/R	VS	x	x
SUBORDEN: DENNSTAEDTIINEAE					
FAMILIA: DENNSTAEDTIACEAE					
<i>Dennstaedtia globulifera</i> (Poir.) Hieron.	H	T	BM/VS	x	x
<i>Hypolepis repens</i> (L.) C. Presl	H	SE	BM	x	x
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	H	T	VS	x	x
SUBORDEN: ASPLENIINEAE					
FAMILIA: CYSTOPTERIDACEAE					
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh	H	R	BG/BM	x	x
FAMILIA: ASPLENIACEAE					
<i>Asplenium castaneum</i> Schldl. & Cham.	H	T/R	BM/VS	x	x
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	H	E	BM/VS	x	x
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	H	E	BM	x	x
<i>Asplenium pumilum</i> Bonap.	H	R	VS/BM	x	x
<i>Asplenium sphaerosporum</i> A.R. Sm.	H	R	BM	x	x
FAMILIA: BLECHNACEAE					
SUBFAMILIA: WOODWARDIOIDEAE					
<i>Woodwardia spinulosa</i> M. Martens & Galeotti	SA	T	BG/BM	x	x
SUBFAMILIA: BLECHNOIDEAE					
<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd	H	T	VS	x	x
<i>Blechnum falcatum</i> (L.) C. Chr.	H	T	BG/BM	x	x
FAMILIA: ATHYRIACEAE					
<i>Diplazium lonchophyllum</i> Kunze	H	T	BG/BM	x	x
FAMILIA: THELYPTERIDACEAE					
SUBFAMILIA: PHEGopteridoideae					
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	H	T/R	BM/VS	x	E
SUBFAMILIA: Thelypteridoideae					
<i>Thelypteris hispidula</i> (Descne.) C.F. Reed	H	T	VS	x	x
<i>Thelypteris linkiana</i> (C. Presl) R.M. Tryon	H	T	BG/BM	x	x
<i>Thelypteris oligocarpa</i> (Humb. & Bonpl. Es willd.) Ching	H	T	BM	x	x
<i>Thelypteris palustris</i> (Gray) Schott	H	T	BM	x	x
<i>Thelypteris pilosa</i> (M. Martens & Galeotti) Crawford	H	T	BM	x	x
<i>Thelypteris resinifera</i> (Desv.) Proctor	H	T	BG/BM	x	x
<i>Thelypteris rudis</i> (Kunze) Proctor	H	T	VS	x	x
<i>Thelypteris struthiopteroides</i> (C. Chr.) C.F. Reed	H	T	VS	x	x
FAMILIA: DRYOPTERIDACEAE					
SUBFAMILIA: ELAPHOGLOSSOIDEAE					
<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore	H	R	BM	x	x
<i>Elaphoglossum lonchophyllum</i> (Fée) T. Moore	H	E	BM	x	x
<i>Elaphoglossum obscurum</i> (E. Fourn.) C. Chr.	H	R	BM	x	x
<i>Elaphoglossum sartorii</i> (Leibm.) Mickel	H	E	BM	x	x
SUBFAMILIA: DRYOPTERIDOIDEAE					
<i>Ctenitis excelsa</i> (Desv.) Proctor	H	T	BM	x	x

<i>Phanerophlebia remotispora</i> E. Fourn.	H	T	BG/BM/VS	x	x
<i>Polystichum schizophyllum</i> Lorea-Hern. & A.R. Sm.	H	T	VS/BM	x	x
FAMILIA: NEPHROLEPIDACEAE					
<i>Nephrolepis pectinata</i> (willd.) Schott	H	T	VS	x	E
FAMILIA: POLYPODIACEAE					
SUBFAMILIA: POLYPODIOIDEAE					
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	H	E/R	BM/VS	x	x
<i>Campyloneurum tenuipes</i> Maxon	H	E	BM	x	x
<i>Campyloneurum xalapense</i> Fée	H	E	BM	x	x
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	H	E/R	BG/VS	x	x
<i>Pecluma alfredii</i> (Rosenst.) M.G. Price	H	E	BG/VS	x	x
<i>Phlebodium areolatum</i> (Humb. & Bonpl. Es Willd.) J. Sm.	H	E	BG/BM/VS	x	x
<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	H	E	VS	x	x
<i>Pleopeltis crassinervata</i> (Fée) T. Moore	H	E	BM/VS	x	x
<i>Pleopeltis furfuracea</i> (Schltdl. & Cham.) A.R. Sm. & Tejero	H	E	VS	x	x
<i>Pleopeltis lepidotricha</i> (Fée) A.R. Sm. & Tejero	H	E	BM/VS	x	x
<i>Pleopeltis plebeia</i> (Schltdl. & Cham.) A.R. Sm. & Tejero	H	E	VS	x	x
<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) E.G. Andrews & Windham	H	E/R	BM/VS	x	x
<i>Pleopeltis pyrrolepis</i> (Fée) A.R. Sm. & Tejero	H	E	BM	x	x
<i>Polypodium echinolepis</i> Fée	H	E	VS	x	x
<i>Polypodium fraternum</i> Schltdl. & Cham.	H	E	BG/VS	x	x
<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	H	E	VS	x	x
<i>Polypodium puberulum</i> Schltdl. & Cham.	H	E	BM	x	x
<i>Polypodium rhodopleuron</i> Kunze	H	E	VS	x	x
<i>Serpocaulon falcaria</i> (Kunze) A.R. Sm.	H	E	BM	x	x
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	H	E	BM/VS	A	x