



**Universidad Nacional Autónoma
de México.
Facultad de Estudios Superiores
Iztacala.**

**Diversidad y distribución de helechos y
licopodios en la cuenca alta del río
Chiquihuitero, Coatepec Harinas, México, Méx.**

**TESIS QUE PARA OBTENER
EL TÍTULO DE BIÓLOGA
PRESENTA:**

NADIA CAMPOS SALAS

**Director de tesis:
Dr. J. Daniel Tejero Díez.**

**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla
Estado de México, 2011**





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo, lograr alcanzar mi culminación académica; es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

Definitivamente, Krsna, mi Señor, mi Guía, mi Proveedor, mi Fin Último; sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, que si pudiera hacerla material, la hiciera para entregártela, pero a través de esta meta, podré siempre de tu mano alcanzar otras que espero sean para tu Gloria.

Mi hermano Raul, mis padres Heliodora Salas y Raul Campos, por darme la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes. GRACIAS por darme la posibilidad de que de mi boca salga esa palabra...FAMILIA que serán siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensa. Su esfuerzo, se convirtió en su triunfo y el mío, LOS AMO.

A todos mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todo las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, LOS RECUERDO y sobre todo les agradezco por su apoyo durante este agradable y difícil periodo académico, por ser MIS AMIGOS y por seguir soportándome.

A mi equipo de tesis, a mi fabuloso equipo de tesis; el Director Dr. J Daniel Tejero, Silvia Aguilar, Oswaldo Téllez, Silvia Romero, Leonor Abundiz, Arturo Sánchez, Thorsten Krömer que fueron un pilar en los ánimos y desarrollo de esto, este MI SUEÑO, que ahora es una realidad.

Y a todos aquellos, que han quedado en los recintos más escondidos de mi memoria, pero que fueron participes en lograr todo esto, GRACIAS.

Índice de contenido

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN.	5
INTRODUCCIÓN	7
ANTECEDENTES	10
OBJETIVOS.....	12
ÁREA DE ESTUDIO.....	13
FISIOGRAFÍA:	14
GEOLOGÍA	14
SUELOS	17
CLIMA	18
HIDROLOGÍA.....	21
VEGETACIÓN	23
MATERIALES Y MÉTODOS.	30
RESULTADOS	34
1- Composición florística.....	34
2- Nuevos registros	36
3- Estimación del índice de biodiversidad taxonómica (IB).....	37
4- Distribución de las especies	38
5- Distribución en el gradiente altitudinal vegetacional.....	39
6.- Formas de vida:	41
7- Diversidad beta	42

8- Ordenación indirecta	44
9. ESTADO DE CONSERVACION	47
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	49
COROLARIO	54
BIBLIOGRAFÍA	55
APÉNDICE 1	69

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LICOPODIOS Y HELECHOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHIQUIHUITERO-LAS FLORES, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO.

RESUMEN.

La cuenca alta del río Chiquihuitero se localiza al sur-oeste del estado de México dentro de los municipios de Coatepec Harinas e Ixtapan de la Sal, forma parte de dos provincias fisiográficas: cuenca del Balsas y Faja Volcánica Transmexicana. Por la importancia fitogeográfica del sitio y la presencia de gradientes ambientales, el objetivo de este estudio fue el de realizar un análisis de la diversidad y distribución de los licopodios y helechos a lo largo del gradiente de altitud. Para ello se establecieron 6 sitios de muestreo con base al reconocimiento fisionómico de los tipos de vegetación, en un intervalo de 1500 a 3700 m s.n.m. En estos sitios se realizó una colecta exhaustiva de licopodios y helechos. En total se encontraron 125 especies; de las cuales cinco pertenecen a licopodios y el resto a los helechos. De ellos, *Elaphoglossum pallidum*, *E. mcvaughii* y *Terpsichore semihirsuta* se registran por primera vez para esta entidad política. La riqueza florística fue de 23.88 especies por ha., una de las más altas de toda la cuenca del Balsas hasta el momento. Mediante técnicas de ordenación y clasificación se observó que estas especies muestran afinidad a tres tipos de vegetación. La mayor diversidad alfa se encontró en el bosque mesófilo de montaña; mientras que la diversidad beta se incrementó conforme aumentó la distancia geográfica entre los tipos de vegetación.

ABSTRACT

The Chiquihuitero river basin is located in southwest of Mexico State, inside the municipals of Coatepec Harinas and Ixtapan de la Sal, it is part of the two physiographic provinces: Balsas river basin and the Transverse Volcanic Belt. Considering the phytogeografic important of the site and the presence of environmental gradients, the objective of this research was to made an analysis of the diversity and the distribution of pteridophytes along an altitudinal gradient. Six sampling sites were chosen according to the physionomic knowledge of the types of vegetation, inside a range of 1500 to 3 700 m easl. In each site an exhaustive collection of pteridophytes was realized, we found 125 species, five belong to licophyte and the resto belong to ferns. The data indicate the presence of three taxa not mentioned before for the state of Mexico: *Elaphoglossum pallidum*, *E. mcvaughii* y *Terpsichore semihirsuta*. The floristic richness was 23.88 species per ha one of the highest in the Balsas basin. According to techniques of ordination and classification we observed that the species show affinity to three types of vegetation. The highest alfa diversity was founded in the cloud forest meanwhile the beta diversity increase as the geographic distance increase between the types of vegetation.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de un gradiente de altitud en una zona montañosa, se presentan condiciones abióticas altamente estresantes para las plantas; a mayor altitud destacan el aumento de radiación, las bajas temperaturas, la corta estación de lluvia y la inestabilidad del sustrato (Körner, 2003; Cavieres et al., 2006). Esta combinación de condiciones repercute sobre el metabolismo y estructura de las plantas (Körner, 1989, 2003; Fiella y Peñuelas, 1999; Cavieres, 2000; Ikeda y Matsuda, 2002; Patiño y Grace 2002; Korner, 2003). Bajo este contexto las plantas de amplia tolerancia tienen menos restricciones mientras que las especializadas limitan su distribución a lo largo del gradiente en intervalos cortos. En especial los licopodios y helechos se ven afectados notablemente debido a su peculiar ciclo de vida, debido a que presentan una alternancia de generaciones independientes donde la planta asexual (esporófito) produce las esporas o propágulos de dispersión y la planta sexual (gametófito) es muy sensible al ambiente. Por ello, cada especie tiene intervalos de sobrevivencia particulares a las condiciones ambientales en las diferentes altitudes que afectan los patrones de la distribución, la riqueza y la abundancia relativa de cada una de sus especies;, (Moran, 1995).

La variación geográfica en los patrones de la riqueza y distribución de las especies ha intrigado a los biólogos por centurias. Los trabajos pioneros, a gran escala, se enfocaron a patrones transcontinentales y fueron realizados por Candolle (1874) y Copeland (1939). En estudios recientes, el interés se ha enfocado principalmente a los patrones de distribución de las especies a lo largo de

gradientes de altitud y latitud, y a los procesos que los controlan (Scheiner y Reybenayas, 1994). Varios estudios han intentado entender como cambian los patrones de riqueza entre diferentes grupos estructurales o funcionales, principalmente en bosques del Neotrópico (Gentry, 1982, 1988; Cardelús et al., 2006; Vázquez y Givnish 1998, Kessler 2000, 2001, Küper et al. 2004), mientras que otros trabajos versan sobre los cambios ecológicos en taxocenosis particulares como los musgos o helechos (Korner 2007; Delgadillo 1998; Krömer et al. 2005; Kluge et al. 2006; Watkins et al 2006; Acebey y Krömer 2008).

A partir de estos trabajos se ha podido documentar dos patrones principales de cambio en la riqueza de especies a lo largo de gradientes de altitud: (1) una disminución monotónica en la riqueza conforme se incrementa la altitud o bien, una riqueza relativamente constante en elevaciones más bajas que disminuye en altitudes altas y (2) una riqueza de especies mayor, concentrada en la parte media del gradiente de altitud (Rahbek, 1995).

De acuerdo al primer caso, según Hamilton y Perrott (1981), en las partes altas de las montañas la estructura y distribución de las comunidades vegetales parecen estar frecuentemente relacionadas con la temperatura u otros parámetros climáticos (tienden a tener consistentemente un déficit de presión de vapor y bajas temperaturas; además existen diferencias marcadas en humedad y temperatura entre el dosel y el sotobosque), mientras que en las partes bajas pueden estar determinados por otros factores bióticos o abióticos más benignos. Este patrón sugiere que los límites inferiores y superiores entre comunidades, no están necesariamente determinados por los mismos factores. Las presiones fisiológicas

deben predominar cuando hay cambios bruscos en algún factor físico esencial y ahí la distinción entre comunidades debe ser más evidente.

Por otra parte, en el segundo caso, la cantidad de hábitats y microhábitats creados por las diferentes combinaciones en el gradiente de altitud, temperatura, cobertura de neblina, lluvia, exposición cardinal, inclinación de laderas, tipos de suelo, microrelieve, etc. crean una serie de mosaicos donde las especies se disponen diferencialmente (Whittaker y Niering, 1965; Sardinero, 2000; Whittaker, 1970) y ello tiene una notable influencia en el aumento de la diversidad de ciertas taxocenosis tales como licopodios y helechos, que no se logra en las partes bajas de las montañas generalmente mas homogéneas (Moran, 2004).

En las zonas de media montaña de México se observa un ejemplo del último caso, ya que existe una mayor riqueza florística y distribución de los tipos de vegetación en las partes medias de la zona montañosa que en las partes superiores e inferiores (Toledo 1994; Tejero-Díez et al. 2010). Ello es probablemente el reflejo de una diferente combinación de variables ambientales topológicas aunado con condiciones mesoclimáticas (Whittaker, 1978; Walter, 1996). Estos patrones de vegetación mesófila sin embargo, tienen una distribución compleja a lo largo de gradientes de altitud y en las distintas sierras de México (Rzedowski, 1969; Puig, 1976; Luna et al., 1994). Este tema, aún no ha sido investigado profundamente y la mayoría de los trabajos existentes basan sus conclusiones sobre los patrones de distribución en observaciones de campo de estudios regionales (Challenger, 1998).

La mayoría de los estudios de plantas a lo largo de un gradiente altitudinal se han enfocado a la distribución de especies terrestres, pocos lo han hecho con

helechos y epifitas o han comparado la flora epifita y terrestre (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Kessler, 2001, 2002; Wolf y Flamenco 2003; Bhattarai et al. 2004; Küper et al. 2004; Krömer et al. 2005; Cardelús et al. 2006; Kluge et al. 2006, 2008; Watkins et al. 2006). Los licopodios y helechos son un sistema de estudio fascinante, que combina dos tipos de plantas de vida libre y presentan a su vez varias formas de vida perennes. Esta combinación de propiedades única añade un nivel adicional de complejidad cuando se hacen comparaciones biogeográficas.

ANTECEDENTES

Los licopodios y helechos en México se encuentran bastante bien estudiados desde el punto de vista florístico y taxonómico (Mickel & Smith, 2004) y especialmente en el estado de México (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004; Tejero-Díez, 2007), Chiapas (Smith, 1981), Chihuahua (Knobloch 1962), Oaxaca (Mickel y Beitel, 1988; Tejero-Díez y Mikel, 2004), Guerrero (Lorea-Hernandez y Velázquez Montes, 1998), Veracruz (Palacios-Rios, 1992; Tejero-Díez et al., 2010), región de Nueva Galicia (Mickel, 1992). Sin embargo, aun conociendo su diversidad y el papel que este grupo de plantas tiene como indicador del bienestar de los ecosistemas, así como los servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad, pocos son los estudios ecológicos en México encaminados a comprender las interacciones de estas plantas en los bosques que las albergan.

Analizando los trabajos de Hietz (1994); Hietz & Hietz-Seifert (1995); Williams (2003); Wolf (2005); Carreño (2006); Mehlreter y Garcia-Franco (2008); Cuevas et al. (2008) resulta evidente que Veracruz es uno de los estados de la república con más trabajos ecológicos realizados con este tipo de plantas, pero prácticamente

son nulos en la vegetación de montaña de la vertiente del Pacífico y/o de la cuenca del río Balsas. Para el Estado de México sólo se encontraron los trabajos de Rodríguez et al. (2008), Arreguín-Sánchez et al. (2009) y Tejero-Díez (1998); el primero es un estudio de los patrones de distribución de 26 especies de pteridófitas como posibles indicadores de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, Estado de México y los dos últimos relacionaron especies de licopodios y helechos con distintos hábitat vegetales en la cuenca de México y estado de México respectivamente.

Las diferencias en la distribución de los tipos de vegetación y su composición florística en la zona fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana, son probablemente el reflejo de una combinación de variables ambientales diferenciales en cada paisaje en particular (Austin y Smith, 1989; Velázquez, 1994). Para entender como estas variables afectan los patrones de distribución de los pteridobiontes, se realizó un estudio que permite visualizar como cambia la composición florística y abundancia de estos a lo largo de un gradiente de altitud y con ello comprender la función que podrían tener como indicadores de dichos cambios ambientales y su utilidad en la conservación de ensambles florísticos. Este trabajo tiene un enfoque florístico-ecológico que es el primero de su tipo que se realiza en la región limítrofe entre la Faja Volcánica Transmexicana y la cuenca del río Balsas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

En este trabajo se evalúa la diversidad y distribución de licopodios y helechos en la Cuenca alta del río Chiquihuitero-Las Flores-Tlapala, en los municipios Coatepec Harinas e Ixtapan de la Sal, estado de México, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1.-Medir la riqueza (diversidad α , número de especies) de licopodios y helechos en diferentes tipos de vegetación y alturas en las cuencas hidrológicas que bajan por la ladera Sureste del volcán Nevado de Toluca.

2.-Determinar el recambio de especies de licopodios y helechos (diversidad β) a lo largo del gradiente de altitud de la cuenca del río Chiquihitero-Las Flores en el estado de México.

3.-Comparar la diversidad α y β en los diferentes fragmentos de vegetación dispuestos en un gradiente de altitud en las laderas sur del volcán Nevado de Toluca.

4.-Identificar las especies únicas de helechos y licopodios que caracterizan a cada sitio de estudio, así como las especies compartidas capaces de sobrevivir bajo un amplio intervalo de condiciones ambientales.

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Chiquihuitero-Las Flores-Tlapala (río Salado) se localiza en los límites del estado de México y Guerrero (vertiente sur del volcán Nevado de Toluca), entre las coordenadas extremas $19^{\circ}05'40''$, $18^{\circ}46'31''$ de latitud Norte y $99^{\circ}47'6''$, $99^{\circ}42'50''$ de longitud Oeste.

Con base en la delimitación política estatal, la región de estudio se ubica en el sur, de la porción occidental, del Estado de México. Ocupa una parte de las jurisdicciones municipales de Coatepec Harinas e Ixtapan de la Sal. Cubre una superficie aproximada de 2493 hectáreas. El río que drena por esta cuenca es una corriente de tercer orden y tiene su nacimiento en la parte alta del Volcán Nevado de Toluca a los 3760 m s.n.m.

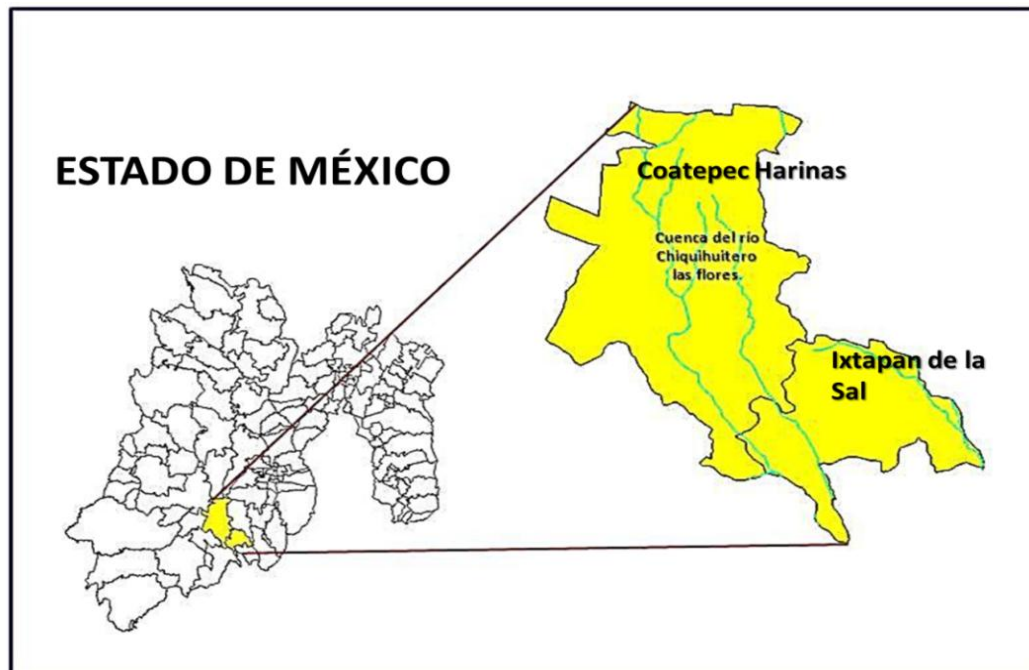


Fig1. Localización del área de estudio dentro de los municipios de Coatepec Harinas e Ixtapan de la Sal.

FISIOGRAFÍA:

La cuenca alta del río Salado esta canalizado, prácticamente desde su nacimiento en la cima del volcán Nevado de Toluca, por una serie de cañadas y cañones producto de un conjunto de fallas geológicas paralelas entre sí y que son parte de la propia actividad tectónica histórica en la localidad. El volcán Nevado de Toluca es una de las cinco elevaciones mayores en México y se ubica en la región central de la provincia fisiográfica montañosa denominada Faja Volcánica Transmexicana. A su vez, la vertiente sur del volcán es parte de la frontera centro-septentrional de la provincia fisiográfica denominada cuenca del río Balsas. En esta cara del volcán, entre los 4500 y los 2000 m s.n.m., el relieve es sumamente accidentado, surcado por numerosas cañadas que corren de la parte alta a la baja, con pendientes cercanas a los 25° en el cono y de 6 a 15° en la parte baja. A menor altitud el relieve es igualmente accidentado debido a los cañones formados por la erosión provocada por los numerosos arroyos de la localidad y las pendientes van de moderadas a llanas (Atlas Nacional de México, 2005).

GEOLOGÍA

El área de estudio se encuentra en la frontera de las provincias geológicas denominadas Faja Volcánica Transmexicana (FVT) y la Sierra Madre del Sur (SMS), subprovincia cuenca del río Balsas (CRB). Se trata de una frontera geológica localizada entre la zona montañosa de pendientes fuertes del volcán Nevado de Toluca (VNT) que supera los 4 000 m s.n.m. y la depresión del río Mezcala-

Amacuzac donde el terreno es llano, con lomeríos y cañadas donde las máximas alturas, localizadas al norte de Ixtapan de la Sal y Taxco, llegan a los 2 500 m s.n.m. Aquí se conforma el valle del río Chontalcuatlán. Esta geomorfología heterogénea está determinada por la litología; las ignimbritas y depósitos continentales pliocénicos forman masas con cantiles y cañones abruptos a lo largo de la ladera sur del VNT cubiertos con tobas y cenizas producto de la actividad piroclástica de las diferentes fases eruptivas (desde el Mioceno en la base montañosa hasta el Cuaternario en la zona del cono volcánico y las laderas empinadas) de dicho volcán. En cambio, en las partes bajas alrededor de Ixtapan de la Sal las rocas metamórficas y metasedimentarias forman valles encajonados y barrancas cársticas que contrastan con valles abiertos y llanuras aluviales de depósitos epicontinentales Pliocénicas-Cuaternarias (desde Tonalico hacia el oeste y el norte en la base del municipio de Coatepec Harinas).

De acuerdo con Campa et al. (1974), en la región comprendida entre la FVT y la cuenca del río Balsas (CRB) afloran una alternancia de rocas metavolcánicas (de lavas adesito-dacíticas y tobas afectadas por el metamorfismo) y metasedimentarias (de composición mixta entre filita, meta-arenizca, cuarcita y calizas foliadas) pertenecientes al Cretácico inferior

Al finalizar el Jurásico, comenzaron los depósitos terrígenos con intercalaciones calcáricas en el geosinclinal marino del Balsas-Pacífico. Se trata de una secuencia de lutita arenizca con conglomerado de calizas finas que están a su vez intercaladas con depósitos volcánicos marinos de lava y tefra de composición básica principalmente. Este ambiente de depósito aparentemente continuó

durante el Cretácico inferior y termino en el Aptiano. Durante el Albiano existen en el área fronteriza entre el Estado de México y Guerrero depósitos carbonatados muy puros que indican facies de plataforma continental; de los grados de metamorfismo de la primera capa de depósito, se infiere una deformación dinámica regional acaecida durante el Cretácico inferior, la cual elevó el nivel del terreno, probablemente por la incrustación de la placa de Cocos en el margen continental.

Sobreyaciendo la anterior secuencia metamorfizada existen capas del Cretácico superior consistentes en sedimentos carbonatados terrígenos rítmicos. Estos sedimentos están sumamente deformados y superpuestos dicordantemente por capas continentales del Terciario de lavas y tefros, lo que denota un cambio de ambiente de marino a continental supuestamente por otro evento de gran deformación.

Finalmente, el mismo fenómeno que originó el levantamiento continental, formó en diferentes momentos la neotectónica del Plioceno-Cuaternario; este se caracterizó por un conjunto de fallas y el levantamiento de la porción central de la Faja Volcánica Transmexicana que fue acompañado por episodios eruptivos que cubrieron de tobas y algunos derrames basálticos la mayor parte de los terrenos entre el VNT e Ixtapan de la Sal.

SUELOS

La complicada litología superficial descrita anteriormente influye en la desigual distribución de los tipos de suelo en la región de estudio. En la zona alta de la ladera sur del VNT, Existen numerosas cañadas y cantiles constituidos de roca ígnea que forman litosoles, algunas veces totalmente descubierta la fase lítica y en otras se encuentra cubiertas con una capa delgada de suelo forestal; en este tipo de ambiente se efectuaron la mayoría de las colectas de helechos de esta zona. Sin embargo, la mayor parte de la superficie del volcán se encuentra cubierta por andosoles. Se trata de suelos formados por las cenizas volcánicas no consolidadas que soportan los bosques de coníferas; presentan acumulación de materia orgánica con propiedades de alta retención de agua, una densidad aparente baja, fijación de fósforo y saturación de bases de menos de 50%. En las partes bajas, de pendiente suave existen suelos un poco más consolidados, con presencia de horizontes manifestados por cambios de color que conforman el llamado cambisol; por su origen son cambisoles andicos, los cuales generalmente soportan encinares y, por su fertilidad son aprovechados extensamente para la agricultura. Sin embargo, los anteriores suelos sometidos a proceso de deforestación, sufren un proceso de desecación y cementación, dando origen a fragipanes (feozem). Estos suelos, poco consolidados, al quedar descubiertos inician un proceso erosivo y movimientos de masas.

Los suelos en la zona de llanos de los alrededores de Ixtapan de la Sal están definidos por una matriz de vertisoles; evidentemente formados *ex situ* por el acarreo de las partículas finas de los altos del volcán. La mayor parte de esta

superficie esta cambiada por la actividad agropecuaria y no se conserva vegetación original. En grandes áreas cercanas a Tonatico se desarrollan suelos *in situ* derivados de rocas calcáricas; estos suelos que originalmente soportan bosque tropical caducifolio y son ricos en materia orgánica pertenecen al tipo de las rendzinas. Existen también islas con Acrisoles que se desarrollan principalmente sobre productos de alteración de rocas volcánicas ácidas antiguas, con elevados niveles de arcillas muy alteradas, las cuales pueden sufrir posteriores degradaciones. Son típicos de superficies con una topografía ondulada o colinada del clima local (semicálido húmedo, monzónico); el bosque de enebro y tropical caducifolio son su principal forma de vegetación natural en el área de estudio. Finalmente, las barrancas estudiadas para este trabajo en la región de Ixtapan de la sal están constituidas por una mezcla de litosoles de roca calcárica y roca ígnea antigua y suelos de origen alóctono.

CLIMA

El área de estudio, tiene un intervalo de altitud que va de los 1 500 (barrancas de Malinaltenango) a 4 500 m s.n.m. (cima del volcán). En este intervalo están ubicadas tres estaciones meteorológicas: Vivero La Paz (1900 m), Coatepec Harinas (2 270 m) y Nevado de Toluca (4 140 m).

De acuerdo a cálculos realizados a partir de las estaciones mencionadas (García, 1980), en la zona de estudio existe un gradiente térmico de 0.6199 °C por cada 100 m de altitud. Por tanto, debajo de 1 500 m s.n.m. el promedio de temperatura es mayor a los 22 °C lo que coincide con el clima cálido (por ejemplo

estación Acatitlán a 1 150 m s.n.m. Aw1(w)(i')gw"). En el intervalo de 1 500 a 2000 m la temperatura promedio va de 18 ° 22° C, que coincide con el clima semicálido representado por la estación vivero de la Paz. En el intervalo de los 2 000 a los 2800 m la temperatura se encuentra entre los 12 a 18° que coincide con el clima templado (representado por la estación Coatepec Harinas). A partir de los 2800 m hasta el pico del cráter del volcán la temperatura promedio es inferior a los 12 °C, lo que coincide con el clima semifrío y frío (por ejemplo estación Nevado de Toluca: Cw2 (x') b'). Estos datos permiten entonces definir con precisión tres tipos climáticos básicos en el área seleccionada para el estudio (fig. 2):

a) En el extremo inferior del intervalo (a 1 500 y hasta ca. de los 1 900 m s.n.m.) se presenta un clima semicálido, donde la temperatura media es de 19 °C, con el mes más frío en enero y el más cálido en mayo; la máxima fluctuación entre temperatura máxima y mínima ocurre en abril-mayo y la mínima en agosto-septiembre; isotermal, con una oscilación anual menor de 5 °C, por lo que la temperatura es de tipo Ganges. Por el régimen de humedad es medianamente húmedo de los subhúmedos, con una precipitación total anual de 1 000 mm, la mayor parte del agua cae en verano (junio a septiembre), mientras que en invierno sólo se obtiene el 10 % del total de la precipitación; los meses más secos son de enero a mayo. Cociente P/T es de 53.4. La fórmula según el sistema de clasificación de García (2004) es (A)Cb(w1)(w)(i')gw".

b) En la porción de los 2300 m se presenta un clima templado, donde la temperatura media es de 16 °C, con el mes más frío en enero y el más cálido en

mayo; la máxima fluctuación entre la temperatura mínima y máxima ocurre entre marzo y mayo y la mínima entre agosto y septiembre; isotermal, con una oscilación anual menor de 5 °C, por lo que la temperatura es de tipo Ganges. Por el régimen de humedad es el más húmedo de los subhúmedos, con una precipitación total anual de 1 100 mm, la mayor parte del agua cae en verano (junio a septiembre), mientras que en invierno sólo se obtiene el 10 % del total de la precipitación; los meses más secos son de enero a abril. Cociente P/T es de 68.3. La fórmula según el sistema de clasificación de García (2004) es Cb (w2) (w) igw”.

c) En el extremo superior del intervalo, se presenta un clima frío de altura, cuya temperatura media anual es de 4.2 °C, con el mes más frío (febrero) menor a 3 °C y el más cálido en abril con ca. 6 °C; la máxima fluctuación entre la temperatura mínima y máxima ocurre entre marzo y mayo y la mínima entre julio y agosto; isotermal con poca variación anual de temperatura. Por el régimen de humedad es el más húmedo de los subhúmedo, con una precipitación total anual de 1 243.5 mm, la mayor parte del agua cae en primavera-verano (mayo a septiembre), mientras que en invierno sólo se obtiene el 10 % del total de la precipitación; los meses más secos son de noviembre a abril. Cociente P/T es de 293.0. La fórmula según el sistema de clasificación de García (2004) es E(T)HC(w2)ig

El clima descrito tiene que ver principalmente con la posición geográfica tropical y su altura sobre el nivel del mar del área de estudio. Los fenómenos atmosféricos que influyen en este comportamiento anual climático son la corriente tropical de los alisios húmedos que avanza en verano cubriendo prácticamente

todo el territorio mexicano, de modo que para finales de mayo comienza la temporada de lluvias en la región sur del estado de México que continúa hasta mediados de octubre. Al mismo tiempo la zona tropical de convergencia del Pacífico migra en verano al norte dejando buena cantidad de agua a la altura del estado de Guerrero y Michoacán y que penetran hasta el estado de México. Sin embargo, tanto la sierra Madre del Sur como la Faja Volcánica Transmexicana forman una sombra a estas fuentes de agua, por lo que en el límite septentrional de la cuenca del río Balsas-volcán NT las precipitaciones son en buena parte de origen orográfico-convectivo. Por otro lado, la corriente de los vientos fríos del noreste, que en invierno fluyen por encima de los alisos, producen descensos en la temperatura y ligeras lluvias y nevadas en la parte alta del VNT (Jáuregui y Vidal, 1981).

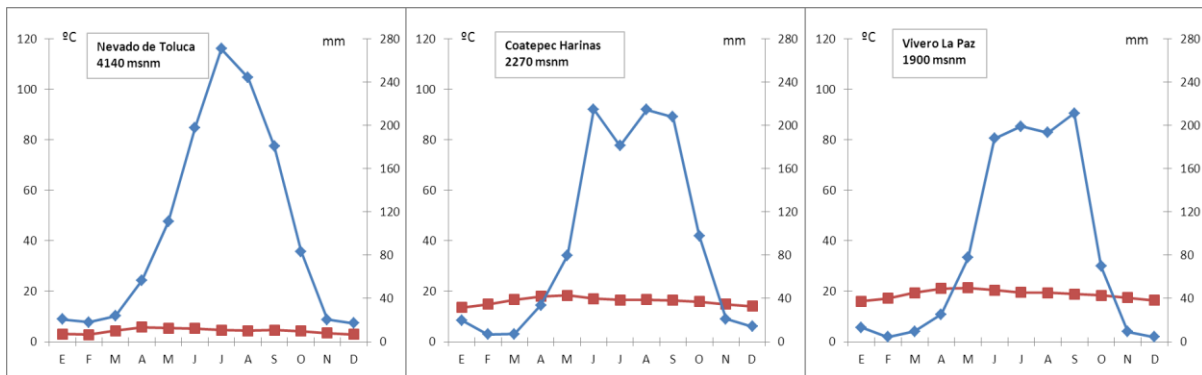


Figura 2. Diagramas ombrotérmicos tipo Gausen

HIDROLOGÍA

La cuenca del río Amacuzac-Mezcala (B) está comprendida dentro de la región hidrológica No. 18 (según la SARH), que engloba también a la cuenca del río Cutzamala (nace en la ladera oeste del VNT), ambas tributarias del río Balsas por su margen septentrional a la altura del estado de México y Guerrero. A su vez la cuenca del Amacuzac- Mezcala está constituida por varias subcuencas: las de los ríos San Jerónimo y Chontalcuactlán nacen en la ladera sur del VNT y los ríos Tetecala y Cuautla se originan en la sierra de Zempoala y volcán Popocatepetl respectivamente. La colecta de helechos se realizó básicamente a lo largo de la cuenca del río San Jerónimo-El Salado: Esta cuenca tiene su nacimiento en la parte superior de la ladera sur del VNT; debido a la alta permeabilidad de los depósitos minerales volcánicos y a la continua presencia de hielo y nieve, se presenta alta retención de humedad y escurrimiento. Varios afloramientos de agua brotan a distintas alturas por arriba de los 3 500 m s.n.m. y se encauzan por diversas cañadas. Inicialmente varios arroyos forman el río Chiquihuitero, al cual se le van uniendo varios arroyos como Las flores, Culebrillas, Tecolotepec, Chiltepec, Tlapala que forman el río Meyucan al entrar a las barrancas de Malinaltenago. Este río al pasar al estado de Guerrero forma el río Salado o San jerónimo.

Con base a la clasificación de cauces por número de orden se puede establecer que el cauce principal, representado por el río Chiquihuitero-Salado alcanza el tercer orden. Muchas de la mayoría de las corrientes de primer orden se constituyen en la parte alta de la cuenca y son de tipo intermitente. Cabe indicar

que esta porción de la cuenca es la de mayor recarga acuífera e interés económico, por lo que se justifica con creces la postulación de reservas forestales.

VEGETACIÓN

El volcán Nevado de Toluca es una de las emanancias orográficas características del centro del Estado de México. La flora es rica (Calculada en mas de 500 especies hasta el límite de los 2000 m s.n.m.) y la vegetación compleja debido los gradientes de altura y cardinal que provoca el edificio volcánico. En la vertiente sur, donde el gradiente es más prolongado, en menos de 20 km en línea recta se transita desde las floras de musgos y líquenes en la cima del edificio volcánico con clima frío, hasta el bosque tropical caducifolio en las cañadas de la base del volcán con clima cálido. Un gradiente solo comparable en México con el volcán Pico de Orizaba en Veracruz o el Tacaná en Chiapas; esta área ha sido clasificada por la CONABIO como región terrestre prioritaria (RTP)-109.

Muchos han sido los investigadores que han visitado el volcán, desde que von Humboldt lo recorrió en 1804, pero solo pocos han descrito en forma más profunda aspectos ecológicos de las masas forestales del mismo. Miranda (1947) al describir la vegetación de la cuenca del río Balsas, mencionó los diferentes tipos de bosques y la zonación que presentan en la vertiente sur de la Faja Volcánica Transmexicana, donde el volcán Nevado de Toluca es una de las referencias. Entre los trabajos florísticos, cabe mencionar a Villada (1891 y 1906), quien realizó listas detalladas de las plantas colectadas en sus visitas, pero es hasta mediados del siglo pasado que comenzaron las observaciones mas precisas. Villalpando (1968) realizó una descripción detallada de la flora y vegetación de la zona del cráter. En la zona

de páramo Almeida-leñero et al. (1985), González-Trápala (1986) y Almeida-Leñero et al. (2004) realizaron estudios ecológicos de la vegetación y enlistaron la flora registrada en sus cuadros de muestreo. Los trabajos de Almeida-Leñero et al. (1985) y González-Trápala (1986) analizaron además algunos aspectos fitogeográficos de la flora. La evaluación diagnóstica de vegetación y ordenamiento ecológico del parque Natural fue realizada por Zúñiga (2006), Aguilar (2007) y Valdéz (2008) donde indican que no existen estudios científicos que justifiquen plenamente el decreto como Parque Nacional. En la zona boscosa se han realizado diferentes evaluaciones forestales, tales como las de Vargas (1997), Vela et al. (1976), García del Valle (1999). La mayor parte de dichos estudios concluyen que la región forestal del Parque Nacional se encuentra deteriorada (con tala hasta de 50 % de cobertura y la presencia de plagas como *Acertobium* y *Dendroctonus*) y están sujetos a fuertes presiones socioeconómicas.

De acuerdo con los trabajos anteriormente mencionados y observaciones personales, en el área que abarca el edificio volcánico del Nevado de Toluca y la zona de influencia se encuentran los siguientes tipos de vegetación:

-Páramo de altura o pastizal alpino (zacatonal): se localiza por arriba de la línea arbórea (ca. 4100 m s.n.m.). El piso edáfico presenta una cobertura semicerrada de entre 55 a 85 % de gramíneas macolladas generalmente de las especies *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca amplissima*, *F. tolucensis*, *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*, acompañadas de especies de *Cirsium nivale*, *Senecio spp.*, *Eryngium tolucensis*, *Penstemon spp.*, etc. En sitios con escarpes rocosos se localizan manchones de *Juniperus monticola* con coberturas cerradas

-Bosque de *Pinus* de altura: se trata de un bosque monoespecífico de *Pinus hartwegii*, el cual se desarrolla en altitudes de entre 3600 a 4100 m s.n.m. En la vertiente norte del volcán, mas seca que la sur, tiene un intervalo de extensión de altitud más amplia. Esta conífera se establece en suelos de tipo Andosol principalmente y establece el límite superior de la vegetación arbórea; es la más resistente a las condiciones extremas provocadas por la altitud y es fuego-resistente. Los árboles pueden presentar alturas de 15 a 20 m y coberturas cerradas a semicerradas. El sotobosque es pobre en especies, se presentan muy pocos arbustos y dominan ampliamente por su cobertura las gramíneas macolladas típicas del páramo superior como *Calamagrostis tolucensis*, *Festuca amplissima*, *F. tolucensis*, *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*. También es común encontrar *Acaena elongata*, *Baccharis conferta*, *Cirsium ehrenbergii*, *Erygium columnare*, *Penstemon gentianoides*, *Lupinus montanus* y *Senecio roseus*, entre otros

-Bosque de *Abies* (oyamel): vegetación que se distribuye desde los 3100 a los 3600 m s.n.m., principalmente en sitios de orientación norte o en cañadas o sumideros donde se concentra mayor humedad. *Abies religiosa* es el árbol dominante y generalmente tiene una cobertura cerrada, pero admite en ocasiones un segundo subestrato de arbolillos como *Alnus sp.*, *Salix oxylepis* y *Garrya laurifolia*. El estrato de arbustos y subarbustos es bastante rico en especies y por su cobertura dominante *Senecio spp.*, *Alchemilla procumbens*, *Acaena elongata*, y especies de *Salvia*, *Eupatorium glabaratum*, *Symphoricarpos microphyllus* y *Fuchsia*

sp. En el estrato rasante, aun se localizan sitios con una carpeta uniforme del musgo *Thuidium delicatulum*, especie de aprovechamiento económico por su venta en navidades para los nacimientos, pero cuya remoción desprotege el suelo del bosque.

En los límites inferiores de los bosques de *Pinus hartwegii* y/o *Abies religiosa* se forma bosques mixtos, de pino (*Pinus*), con encinos (*Quercus*), Oyamel (*Abies*) o Aile (*Alnus jorullensis*); esta última especie llega a formar bosquecillos (probablemente vegetación secundaria) en el lado sur del volcán. En el estrato arbustivo y subarbustivo se encuentran los géneros *Alchemilla*, *Cirsium*, *Eryngium*, *Lupinus*, *Penstemon* y *Senecio*.

En altitudes menores a 3000 m se pueden encontrar pinares donde dominan especies como *Pinus montezumae* (2500 a 3100), *Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus* (2350 a 2600 m); a mayor humedad cerca de los arroyos y cañadas, se puede localizar un subestrato de arbolillos dispersos compuestos de *Alnus jorullensis*, *Cornus disciflora* y *Meliosma dentata*, principalmente. En general, las hojas de estas coníferas suelen tapizar el suelo y la cobertura de los estratos del sotobosque son muy bajos, aunque la riqueza de especies suele ser más o menos alta; géneros como *Archibaccharis*, *Arenaria*, *Bidens*, *Eryngium*, *Eupatorium*, *Festuca*, *Geranium*, *Gnaphalium*, *Lupinus*, *Muhlenbergia*, *Stevia* y *Stipa* tienen varios representantes.

La vegetación que a continuación se describe es propia de la vertiente sur del volcán debido a que el pié de monte y las cañadas por donde circulan los arroyos que bajan de los deshielos, suelen extenderse prácticamente hasta la provincia geológica de la cuenca del río Balsas (tiene confluencia con la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur) a mucha menor altitud. Al norte las laderas del volcán coinciden con las llanuras del valle de Toluca-Lerma, a una altura cercana a los 2500 m s..n.m.

-Bosque de encino y bosque mesófilo de montaña: se distribuye principalmente de los 2000 a los 2500 m s.n.m, en orillas de cañadas y plegamientos de la zona montañosa. En la zona mas expuesta y seca se desarrollan encinares de *Quercus laeta*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata* y *Q. crassipes*. En las zonas de cañadas, con menor insolación y elevada humedad se encuentran encinares y bosque mesófilo de montaña, donde dominan *Q. candicans*, *Quercus castanea* y *Q. laurina*. En esta última vegetación, cerca de los arroyos y cañadas, los encinos expuestos se acompañan de un conjunto de árboles típicamente higrófilos como *Alnus acuminata* (ripícola), *Buddleia cordata* (sitios secundarios), *Carpinus caroliniana*, *Clethra mexicana*, *Cleyera mexicana*, *Cornus disciflora*, *Fraxinus uhdei*, *Garrya laurifolia*, *Ilex tolucana*, *Meliosma dentata*, *Oreopanax xalapensis*, *Prunus prionophylla*, *P. serotina*, *Styra argenteus*, *Rapanea jugersenii*, *Symplocos citrea*, *Ternstroemia lineata*, *Tilia mexicana*, *Xylosma flexuosa* *Zinowewia concinna*. Generalmente forman parte de estos bosques una gran diversidad de especies epífitas de las familias Bromeliaceae, Orchidaceae, Polypodiaceae y Piperaceae. El sotobosque a su vez es rico en especies e incluso con coberturas de 30 a 50 %

donde dominan especies de *Adiantum*, *Archibaccharis*, *Bidens*, *Cestrum*, *Dryopteris*, *Eupatorium*, *Iresine*, *Lippia*, *Montanoa*, *Salvia*. Son comunes bejucos de los géneros de *Smilax moranensis*, *Celastrus pringlei*, *Clematis dioica*, *Solanum appendiculatum* y *Rhus radicans*. En el límite inferior, este tipo de vegetación se traslapa con bosque tropical caducifolio. Por lo que existe un fuerte componente de leguminosas y la presencia de enebros como *Juniperus flaccida* o *J. deppeana* en el bosque mesófilo de montaña.

-El cambio climático de templado a semicálido se da en la región entre los 2000 a los 1500 m s.n.m. y en ella el bosque de *Quercus magnoliifolia* y/o *Juniperus flaccida* tienen una cobertura importante. El primero en suelos derivados de tobas volcánicas como el regosol o el cambisol presenta una cobertura cerrada a semicerrada; la gran cantidad de hojas que desecha y la inestabilidad del suelo no favorece una cubierta de herbáceas y arbustos densa, sin embargo las especies son variadas. Los bosques de *Juniperus flaccida* crecen sobre suelos derivados de roca sedimentaria química así como lutitas y areniscas, siempre con tendencias a ser básicas. La cobertura es muy variable, desde cerrada hasta medianamente abierta y de ello depende la entrada de otras especies, casi siempre propias del bosque tropical caducifolio tal como especies de Acacias, *Bursera*, *Comocladia engleriana*, *Heliocarpus* spp., *Leucaena esculenta*, *Pithecellobium dulce*, etc. El sotobosque es variable en cobertura y las especies de bejucos están muy bien representadas.

-El bosque tropical caducifolio cubría gran parte del suroeste del estado de México por debajo de la cota de altitud de los 1800 m s.n.m. Actualmente, se

conserva exclusivamente en algunos sitios con suelos rocosos y secos (región de Zumpahuacán) o bien en las cañadas de difícil acceso. En la vertiente sur del volcán Nevado de Toluca, en las cañadas que conforman la subcuenca del río Amacuzac como son las de Tonatico y Malinanlitenango, aún conservan fragmentos de este bosque. Es un bosque muy rico en especies arbóreas donde suele dominar *Leucaena esculenta* en sitios con suelo profundo y secundarios y en la zona de rocas *Bursera aloexylon*, *B. aptera*, *B. bipinnata*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. grandifolia*, *B. submoniliformis* están entre las especies que comparten el dosel junto con *Euphorbia schlechtendali*, *Ceiba parvifolia*, *Comocladia engleriana*, *Lysiloma microphylla*, *Pseudosmodingium perniciosus*, *Ziziphus amole*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *H. velutinus*, *Ceiba spp.*, *Ipomoea sp.*, *Thevetia thevetioides*, *Vitex mollis*, etc. con un estrato de arbustos (*Nopalea sp.*, *Liabum glabrum*, *Salvia sessei*) y hierbas (*Adiantum conccinum*, *Bessera elegans*, *Cheilanthes spp.*, *Ipomoea spp.*, *Oplismenus burmannii*, *Selaginella pallescens*) variopinta pero con coberturas abiertas. En esta vegetación, los bejucos están muy bien representados.

-Pastizal inducido: esta comunidad está representada por gramíneas tipo cesped, que con frecuencia se encuentran asociadas con procesos de sucesión dentro de las comunidades vegetales revisadas. Su presencia está determinada por condiciones pecuarias.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Los muestreos florísticos sobre el área del río Chiquihuitero se realizaron del 2008 al 2009. Se aprovecharon muestreos florísticos en la región de Malinaltenango llevado a cabo en 1995 (DTD 3551-3587) y en bosque de *Pinus hartwegii* en 2007 (ADR). Los sitios de muestreo (hábitats) fueron seleccionados de acuerdo a los cambios en los tipo de vegetación existente (tipos de vegetación según criterio de Rzedowski, 2006). Se consideraron datos de geoposición (como latitud, longitud y altitud) y políticos (municipio, localidad, etc.) para ubicar los sitios de estudio. Se recolectaron los licopodios y helechos presentes de acuerdo a las técnicas sugeridas en Lorea y Riba (1990).

En el laboratorio se determinaron los ejemplares mediante las claves de Mickel y Smith (2004). La identidad de cada especie se corroboró mediante la comparación con patrones establecidos en los herbarios de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (IZTA) e Instituto de Biología (MEXU), ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México, mismos donde se depositó una copia para su resguardo.

A cada ejemplar recolectado en campo se le asociaron los siguientes datos:

Datos de hábito: tal como la forma de vida (Raunkiare modificado por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), con adaptaciones para los helechos de la siguiente forma:

- **Criptófito (CR):** pteridobiontes perennes de follaje siempreverde o caduco con yemas de renuevo enterrados.

- **Hemicriptófitos:** pteridobiontes perennes de follaje siempreverde o caduco con yemas de renuevo en la superficie del suelo o sub enterrado en hojarasca.
- **Caméfitos (CA):** Pteridobiontes perennes con yemas de renuevo por encima del suelo hasta un máximo de 50 cm. En este rubro se consideraron dos clases; los epipétricos y los terrestres.
- **Epífitos (E):** helechos y lycopodios que crecen sobre otras plantas.
- **Terofitos (T).** Pteridobiontes anuales.

Microhábitat

- antrópicos; viarias, ruderales, arvenses.
- ripícolas
- Saxícolas

Abundancia relativa. Se estimó utilizando la escala de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet modificada (Mateucci y Colma, 1982) que contiene las siguientes clases:

- R= casi ausente: con uno o pocos individuos 0-1%
- += esporádico, con menos de 5% de cobertura 2-4%

- 1 = escasa o regular pero con coberturas menores 4-5%
- 2 = abundante o no tanto y con coberturas de 5-10%
- 3 = abundante pero con coberturas de 10-25%
- 4 = muy abundante, con coberturas de 25-50%, independiente del número de individuos
- 5 = codominante: que presenta coberturas de 50-75% y elevado número de individuos
- 6= dominante, con coberturas mayores a 75%

Análisis de datos

a) La diversidad alfa fue evaluada en cada hábitat y se realizó mediante el índice de biodiversidad taxonómica (Squeo et al., 1998).

b) La diversidad beta se determinó mediante la comparación de especies en matrices de similitud, utilizando el inverso del índice de Jaccard. La comparación entre los distintos hábitats del intervalo de altitud se realizó por medio del análisis de agrupamiento (cluster analysis), con base en datos de presencia ausencia de las especies de pteridofitas. Como método de unión el de promedio entre grupos (McCune y Grace, 2002).

c) Para reconocer si existe algún patrón de distribución de las especies de Pteridobiontes en los sitios de muestreo, a lo largo del gradiente de altitud

analizado, se utilizó como método de ordenación indirecta el análisis de correspondencia rectificado, con datos de presencia ausencia de las especies (McCune y Grace, 2002). El Análisis de Correspondencia Rectificado es una técnica de ordenación indirecta en la que los gradientes ambientales son inferidos a partir de los datos de las especies (Ludwig y Reynolds, 1988).

Para la clasificación y ordenación de la vegetación se utilizó el programa PC-ORD (McCune y Mefford, 1999).

RESULTADOS

1- Composición florística

Se obtuvo un listado con 125 especies de licopodios y helechos, que se agrupan en 40 géneros y 16 familias de acuerdo al sistema de Smith et al. (2008). Dos familias, pertenecen a Lycopodiophyta y el resto a Polypodiophyta (Apéndice 1).

Cuadro 1. Familias, géneros y especies de helechos y licopodios.

	Familias	Géneros	Especies
Numero de taxa en la cuenca del río Chiquihuitero	16	40	125
Número taxa en el Estado de México. (Tejero-Díez, 2007)	32	64	252
Porcentaje con respecto al Estado de México.	50%	62.5%	49.60%

Las familias con mayor número de especies fueron Pteridaceae con 37 spp. (29.6%), Dryopteridaceae con 25 spp. (20%) y Polypodiaceae con 17 spp (13.6%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número y porcentaje de taxones por familia de helechos y licopodios

Familia	Nº de taxa	% de taxa
Anemiaceae	3	2.4
Aspleniaceae	8	6.4
Blechnaceae	5	4
Dennstaedtiaceae	1	0.8
Dryopteridiaceae	25	20
Equisetaceae	3	2.4
Hymenophyllaceae	2	1.6
Lycopodiaceae	1	0.8
Ophioglossaceae	3	2.4
Plagiogyriaceae	1	0.8
Polypodiaceae	17	13.6
Pteridaceae	37	29.6
Selaginellaceae	5	4
Thelypteridaceae	5	4
Vittariaceae	1	0.8
Woodsiaceae	8	6.4
Total	125	100

Los géneros mejor representados, por su número de especies fueron: *Elaphoglossum* con 16 spp. (12.89%), *Cheilanthes* con 13 spp. (10.4%), *Polypodium* con 9 spp. (7.2%), *Asplenium* con 7 spp. (5.6%). El resto de los géneros presentó cuatro o menos especies y representan el 64% en conjunto (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número y porcentajes de los géneros registrados.

Género	Nº de taxones	%
<i>Asplenium</i>	7	5.6
<i>Cheilanthes</i>	13	10.4
<i>Elaphoglossum</i>	16	12.8
<i>Polypodium</i>	9	7.2
Otros	80	64
Total	125	100

2- Nuevos registros

Al comparar el listado florístico del presente estudio con los trabajos de flora de Mickel & Smith (2004) para México y de Arreguín-Sánchez et al. (2008), Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez(2008) y Tejero-Díez (2010) para la cuenca de México y el estado de México respectivamente, se puede observar que *Elaphoglossum pallidum*, *Elaphoglossum mcvaughii* y *Terpsichore semihirsuta* se mencionan por primera vez para el estado de México (Cuadro 4).

Cuadro 4. Distribución conocida de los nuevos registros considerados en este estudio de acuerdo a Mickel & Smith, 2004)

Especie	Distribución
<i>Elaphoglossum mcvaughii</i>	Michoacán, Oaxaca y Chiapas.
<i>Elaphoglossum pallidum</i>	Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos y Oaxaca.
<i>Terpsichore semihirsuta</i>	Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

3- Estimación del índice de biodiversidad taxonómica (IB).

Las comunidades ecológicas difieren entre sí, entre otros aspectos, por el número y tipo de especies que incluyen. El intervalo de altitud analizado en este trabajo presenta una riqueza de 20 especies por hectárea.

Cuadro 5. Riqueza florística del área de estudio y su comparación con otras zonas de características físicas similares.

Localidad	Intervalo de altitud (m)	Área (ha)	Número de especies	IB= S/Ln A spp/ha
Sierra de Sultepec, Méx Torres-Zúñiga y Tejero-Díez (1998)	3,070-2,300	20 000	36	3.63
Tlatlauquitepec, Pue Céron et al (2006)	2,850-650	24 622	66	6.527
Zitácuaro, Mich (Ledesma y Torres 2009)	2,460-1,800	900	59	8.673
Rio Chiquihutero, Méx (Trabajo actual)	3,500-1,700	187.54	125	23.8

4- Distribución de las especies

Amplitud de distribución de las especies. Las especies con la más amplia distribución en la zona de estudio fueron *Asplenium monanthes*, cuyo porcentaje de frecuencia (PF) fue 100%, seguido de *Blechnum appendiculatum* y *Cystopteris fragilis* con un PF de 83.3%; todas las demás especies presentaron una frecuencia menor (cuadro 6).

Cuadro 6. Frecuencia de presencia de las especies de helechos y licopodios más comunes (en número y porcentaje) en los 6 sitios de recolección de la zona.

Especie	No. de sitios	%
<i>Asplenium monanthes</i>	6	100
<i>Blechnum appendiculatum</i>	5	83.33
<i>Cystopteris fragilis</i>	5	83.33
<i>Equisetum hyemale var. affine</i>	4	66.67
<i>Asplenium blepharophorum</i>	4	66.67
<i>Asplenium castaneum</i>	4	66.67
<i>Woodwardia spinulosa</i>	4	66.67
<i>Polypodium fraternum</i>	4	66.67
<i>Polypodium madrense</i>	4	66.67
<i>Adiantum andicola</i>	4	66.67
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	4	66.67
<i>Thelypteris pilosa var. Pilosa</i>	4	66.67
<i>Cystopteris millefolia</i>	4	66.67

5- Distribución en el gradiente altitudinal vegetacional

La amplitud del intervalo altitudinal en el que se realizó este estudio fue de los 1500 a los 3 700 m (arriba de esta última cota no se encontraron helechos). A lo largo de este intervalo de altitud la riqueza de especies de licopodios y helechos mostró una tendencia desigual; en altitudes intermedias (2 200 a 3 000 m) la riqueza de especies presentó valores contrastantes: fue baja en sitios vegetación simple

(pinar) y pocos microambientes y alta en sitios con vegetación compleja húmeda y con muchos microambientes (bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino). En los extremos superior e inferior la riqueza es baja, mucho menor en el extremo superior que en el inferior (Cuadro 6).

Cuadro 7. Tipos de vegetación con el número de especies correspondiente.

SITIOS	Tipo de vegetación	Altitud (m)	No. De especies
1	Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	3,700	17
2	Bosque de <i>Abies</i>	3,000	30
3	Bosque de pino	2,700	32
4	Bosque de encino-pino	2,500	35
5	Bosque mesófilo de montaña	2,200	64
6	Bosque tropical caducifolio	1,500	39

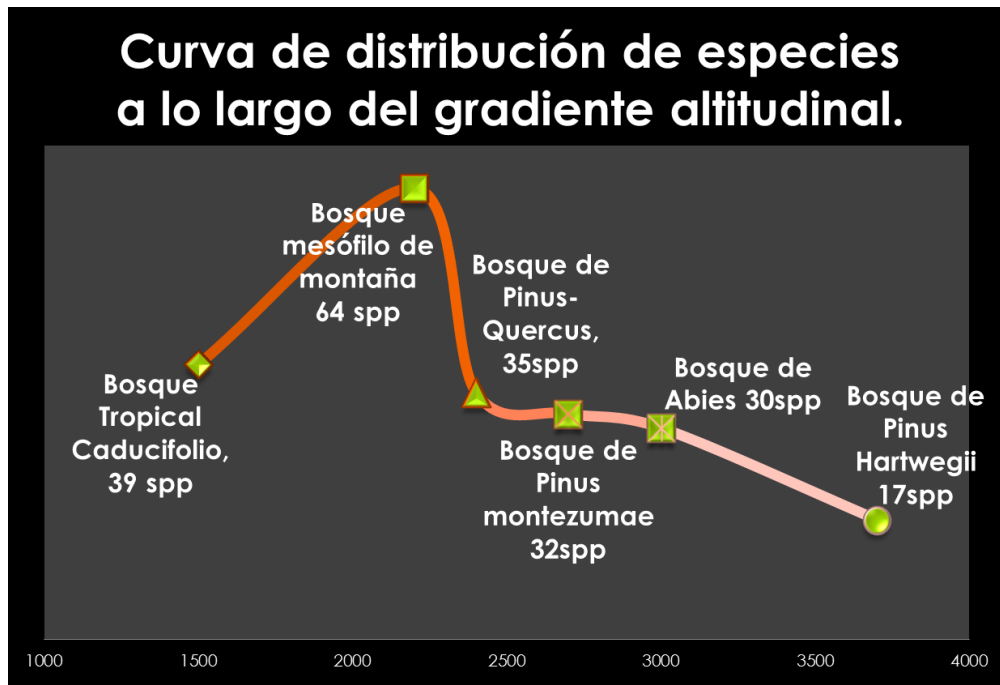


Figura 3. Curva de distribución de las especies que se presentaron a lo largo del gradiente de altitud dentro de la cuenca del río Chiquihuitero.

6.- Formas de vida:

Las formas de vida son la expresión adaptativa de las plantas a las presiones que ejerce el ambiente o las condiciones abióticas (Krebs, 1985); A lo largo de todo el gradiente los hemicriptófitos (62.6% de las especies) son las forma de vida dominante, le siguen la forma de vida camefitos con el 17.8% y epífitos (12.1). Las demás formas de vida están representadas solamente por unas cuantas especies.

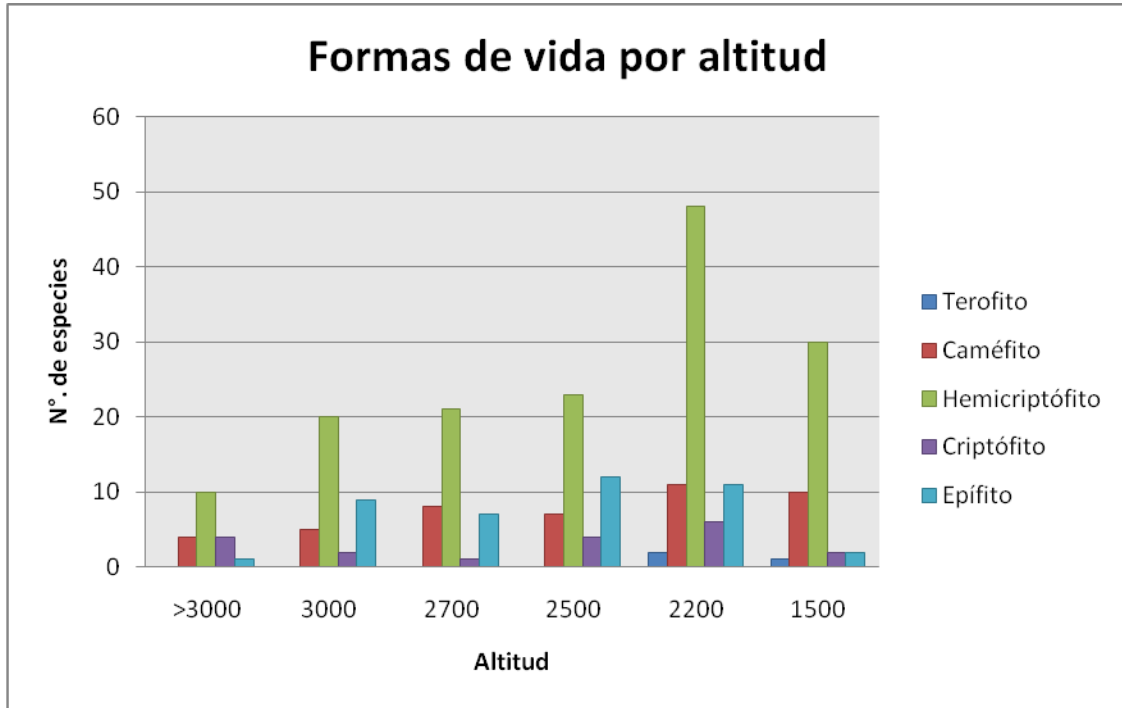


Figura 4. Espectro de formas de vida en la Cuenca del Río Chiquihuiteros

7- Diversidad beta

El número de especies compartidas (diagonal superior del cuadro 8) y la tasa de reemplazo de especies entre los sitios de recolección (diagonal inferior del cuadro 8), definen una diversidad beta alta. Se observa también que la tasa de reemplazo de especies tiende a incrementarse conforme aumenta la distancia geográfica entre sitios. En los extremos del gradiente altitudinal la tasa de reemplazo de especies es mayor de 95%.

Cuadro 8. Número de especies compartidas (parte superior de la diagonal) y diversidad beta (parte inferior de la diagonal) entre los 6 sitios de recolección a lo largo del gradiente altitudinal. En la diagonal, en letra negrita se indica la riqueza y especies de cada sitio

	BPH	BA	BP	BPE	BMM	BTC
BPH	17	10	4	7	9	1
BA	0.79	30	11	19	27	5
BPH	0.91	0.81	32	16	19	4
BPE	0.88	0.72	0.73	35	36	13
BMM	0.89	0.69	0.78	0.57	64	28

En el Análisis de agrupamiento, la clasificación numérica de la vegetación, a un nivel de corte de 50% de información retenida con base en datos de presencia-ausencia de las especies de pteridbiontes, permitió reconocer tres grupos. El grupo 1 está formado por el bosque de *Pinus hartwegii* y por el bosque de Abies (P1 y P2 respectivamente); el grupo 2 por bosque de pino; bosque de encino-pino y bosque mesófilo de montaña (sitios , 3, 4 y 5) y el grupo 3 lo forma el bosque tropical caducifolio (sitio de muestreo 6), siendo este último el mas excluyente.

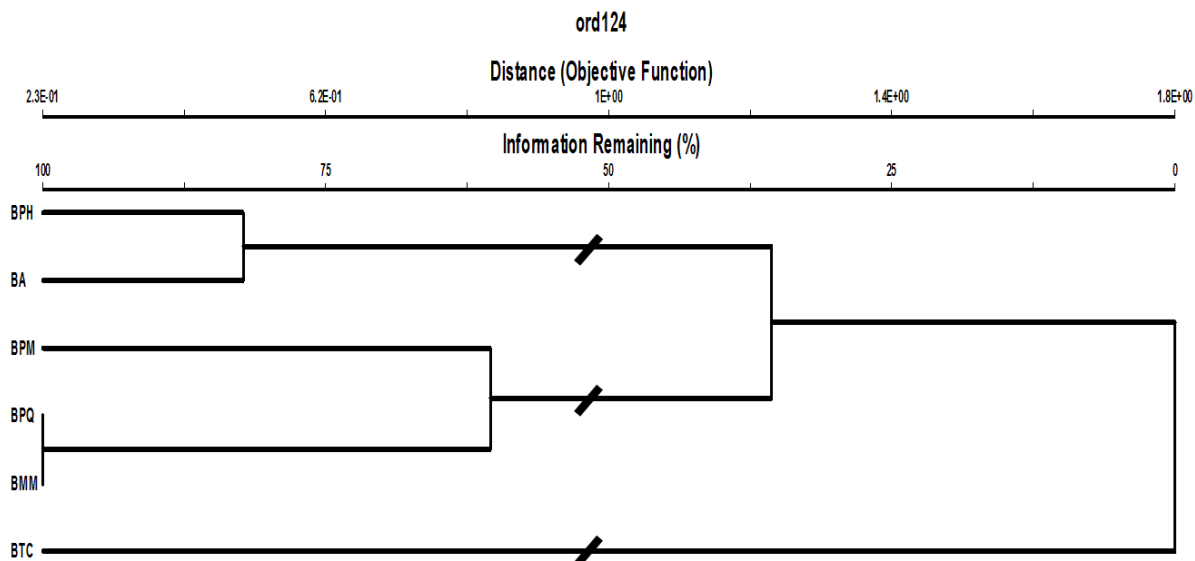


Fig. 5. Dendrograma del análisis de agrupamiento que muestra las relaciones jerárquicas entre los sitios de muestreo.

Cada rama del dendrograma está etiquetada con el sitio de muestreo correspondiente (P1 a P6). La escala vertical es la función objetivo de Wishart, e indica el porcentaje de información presente a medida que los grupos se fusionan.

8- Ordenación indirecta

El valor de la raíz característica del primer eje de ordenación fue alto ($\lambda = 0.746$), lo que indica una alta correlación entre los sitios y las especies, con respecto al primer eje (Cuadro 9, Figura 6). La longitud del gradiente del primer eje fue amplia (4.34), lo que indica que hay un recambio significativo en la composición de especies de

helechos y licopodios entre sitios (diversidad beta alta), definido por gradientes ambientales relacionados con el primer eje. Los bajos valores de las raíces características para los ejes 2 y 3 ($\lambda = 0.290$ y 0.150 , respectivamente), así como la longitud del gradiente para los mismos ejes (2.32, 2.24; respectivamente), ratifican la importancia del primer eje en cuanto a la explicación de la distribución de los sitios y especies.

En el diagrama de ordenación se observan tres grupos bien definidos, que representan tres ambientes diferentes. El grupo 1, lo forma el bosque de *Pinus hartwegii*, que pertenece a la zona ecológica fría sub-húmeda de montaña en México de México (*sensu* Toledo y Ordoñez, 1998) y se localiza en el extremo superior del intervalo de altitud. El grupo 2 está formado por los tipos de vegetación característicos de la zona templada sub-húmeda (bosque de *Abies*, bosque de pino; bosque de encino-pino) y húmeda de México (bosque mesófilo de montaña). El grupo tres se encuentra en el extremo inferior del gradiente de altitud y está representado por el bosque tropical caducifolio, típico de la zona tropical sub-húmeda de México.

Cuadro 9. Valores de las raíces características y el porcentaje de varianza explicada por los primeros tres ejes de la ordenación

Ejes	1	2	3	Inercia total
Raíces características	0.746*	0.290	0.150	2.2149
Longitud del gradiente	4.34	2.32	2.24	
Varianza acumulada (%)	33.6	50.1	55.3	

* $p < 0.05$

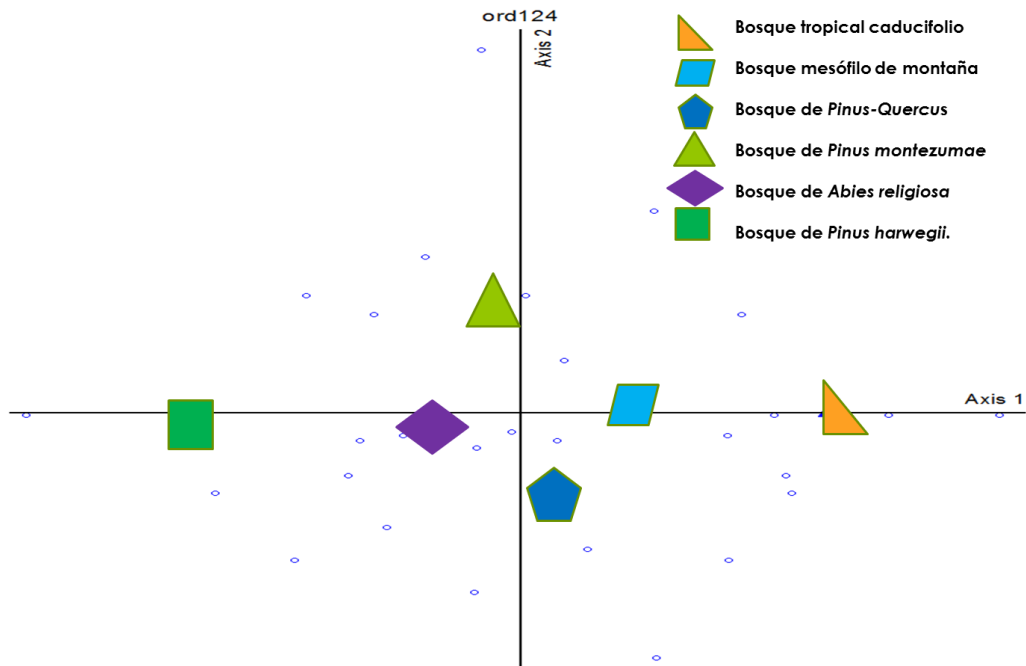


Figura 6. Análisis de correspondencia rectificado de seis sitios de recolección y 126 especies de helechos y licopodios de la Cuenca Alta del río Chiquihuitero, Coatepec Harinas, México.

9. ESTADO DE CONSERVACION

De acuerdo con Tejero-Diez (2007), varios de los Pteridobiontes registrados en el presente trabajo se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo al estado de conservación:

EX= EXTINTO: *Botrychium tolucaense*

CR= EN PELIGRO CRITICO: *Huperzia pringlei* y *Anemia xrecondita*

EN= EN PELIGRO: *Argyroschisma formosa*, *Asplenium polyphyllum*,
Bommeria ehrenbergiana, *Cystopteris millefolia*, *Elaphoglossum paleacum*,
Equisetum myriocheatum, *Hymenophyllum trapezoidale*, *Pleopeltis polylepir* var.
Interjecta, *Terpsichore spathulata*, *Trychomanes radicans*, *Vittaria gramminifolia* y
Woodsia canescens.

VU= VULNERABLE: *Asplenium blepharophorum*, *Astrolepis beitelii*,
Campyloneurum amphostenon, *Dryopteris wallichiana*, *Elaphoglossum lindenii*,
Macrothelypteris fraternum, *Pteris quadriaurita*.

Las demás especies se encuentran dentro de un riesgo bajo o nulo; por ello, se puede inferir que la cuenca alta del río Chiquihuitero tiene cualidades abióticas que la hacen única dentro del territorio mexicano y esto se refleja por la presencia del número y tipo de especies de pteridobiontes encontrados. Como sitio de refugio se encuentran poblaciones de especies con distribución extrema tal como *Terpsichore*; esto es debido a los diferentes micro-hábitats encajonados que la conforman. A su vez, estos micro-hábitats influyen sobre el número y distribución de las especies.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La ubicación intermedia de la zona de estudio entre dos provincias fisiográficas mexicanas relevantes por su heterogeneidad climática y paisajística como son la Faja Volcánica Transmexicana de índole montañosa y la cuenca del río Balsas de índole cañadas, propicia la mezcla de especies boreales y en una mayor proporción meridionales de fenología caducifolia. La pteridoflora está constituida principalmente por especies típicas de cada zona biogeográfica (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004; Rzedowski, 2006; Sánchez-González et al., 2006).

En este gradiente de altitud estudiado se encontraron cinco especies de licopodios y 120 especies de helechos, las cuales representan cerca del 50% del total de las especies reportadas para el Estado de México (Tejero-Díez y Arreguín-Sánchez, 2004; Tejero-Díez, 2008), el 33.68% con respecto a las reportadas para la cuenca del río Balsas (Fernández y Arreguín-Sánchez, 1998) y el 12.6% con respecto a las reportadas dentro del territorio mexicano (Mickel y Smith, 2004). Esta riqueza florística es muy alta si la comparamos con otras áreas estudiadas en México que no siguen gradientes tan marcados (Cuadro 4). El resultado destaca la importancia sobre la biodiversidad que se promueve en un gradiente altitudinal para la taxocenosis estudiada. Ello se explica principalmente por la heterogeneidad climática, topográfica y de microambientes.

El esfuerzo de muestreo se vio reflejado en el descubrimiento de tres especies que representan nuevos registros para el Estado de México; aspecto sobresaliente considerando que esta entidad es una de las que cuenta con mayor

cantidad de estudios pteridoflorísticos dentro de la República. De acuerdo a Mickel y Smith (2004), *Elaphoglossum pallidum* y *E. mcvaughii* son especies con una amplia distribución en el sur y sureste de México por lo que su presencia en el área de estudio no resulta tan sorprendente. Por el contrario, la distribución de *Terpsichore semihirsuta* resulta sorprendente ya que es típica de la zona montañosa húmeda del sureste de México ligada a la cuenca del Golfo de México; Lorea-Hernández y Velázquez Montes (1998) la reportaron para el Estado de Guerrero aunque Mickel y Smith (2004) indicaron que la colecta es dudosa. Por tanto, el hallazgo de esta especie representa el indicio de una mayor distribución o una distribución disyunta de esta especie en la cuenca del Pacífico.

Los géneros mejor representados son *Elaphoglossum*, *Cheilanthes*, *Asplenium* y *Polypodium*; cada género es el reflejo de cierto ambiente dentro del intervalo de altitud que se estudió. Por ejemplo: *Elaphoglossum* es un género que en la región de la Faja Volcánica Transmexicana se favorece en la zona de media a alta montaña, en ambientes húmedos, justo donde se encuentran el bosques de *Abies* (Tejero-Díez, 1998); en esta zona ecológica crecen preferencialmente tanto sobre rocas como taludes de tierra y en menor medida como epífita. *Cheilantes* es un género propio de las regiones sub-húmedas a semiáridas de México y, en el intervalo de altitud estudiado, la mayoría de las especies provienen de la zona cálido sub-húmeda del extremo inferior del gradiente donde se encuentra el Bosque Tropical Caducifolio. *Asplenium* y *Polypodium* son propios de la región templado subhúmeda-húmeda de las montañas de México; el primer género contiene especies básicamente terrestres y el segundo epífitas que están ligadas a

forófitos como los encinos. Ambos géneros se encuentran mejor representados en altitudes medias dentro del gradiente.

El resto de los géneros y sus especies son propios de sistemas sub-húmedas de montaña (Tejero-Diez y Arreguín-Sánchez 2004) ya que no están representados, o sólo pobremente, taxones de sitios mucho más húmedos (o cálidos) como Cyatheaceae, Dennstaedtiaceae, Grammitioideae, Hymenophyllaceae, Marattiaceae, etc.

La mayoría de los pteridobiontes tienen una forma de vida hemicriptófito, sin embargo, el reflejo de la posición altitudinal intermedia entre la zona templada y cálida, junto con la marcada estacionalidad de lluvias en la cuenca del río Chiquihuitero se ve reflejada en el espectro de formas de vida por la ausencia de especies caméfitas y epífitas fundamentalmente, que son propiciadas en sistema hiperhúmedos de montaña. Las diferencias en la representación de caméfitos, aquí consideradas las epipétricas, es debido a la predilección de estas especies por este microambiente rocosos y húmedos de las cañadas.

La combinación de humedad y microambientes influye directamente sobre la distribución de las especies en el gradiente altitudinal vegetacional. Como se ha demostrado en otros trabajos (Tejero Diez, 1998; Tejero y Mickel, 2004; Rzedowski, 1978), el bosque Mesófilo de montaña en México es con mucho, la comunidad vegetal con mayor presencia de especies de licopodios y helechos, en esta comunidad se presentaron 64 especies de las cuales muy pocas se comparten con otros tipos de vegetación dentro del gradiente. Este dato resulta relevante ya que en la zona de estudio, así como en la cuenca del río Balsas, esta comunidad vegetal

se encuentra principalmente en la parte media superior de la cadena montañosa (1900-2200-2500 m) a lo largo de los cauces de ríos y cañadas.

Por otro lado los bosques con afinidad cálida no albergan gran cantidad de pteridobiontes: en el bosque tropical caducifolio solo se encontraron 39 especies, a pesar de que estos bosques ocupan una mayor extensión que el bosque mesófilo de montaña. Los bosques de coníferas presentaron números más o menos similares de especies: *Pinus-Quercus*, con 35 especies; el bosque de *Pinus montezumae* con 32 especies y el bosque de *Abies*, con 30 especies, de las cuales la mayoría se colectó en cañadas rocosas húmedas. En el Bosque de *Pinus hartwegii*, a pesar de las condiciones extremas climáticas que aquí se presentan, el número de especies fue alto, de 17 especies, también colectadas en las zonas de cañadas donde el abrigo que cobijan permite el crecimiento de esta taxocenosis.

A lo largo de todos los muestreos se pudo observar que el lugar con mayor concentración de especies de pteridobiontes en bosques templados son las cañadas, porque es en ellas donde se depositan partículas de suelo y materia orgánica, existen buenas condiciones de drenaje y se mantiene la humedad y están protegidas de fuerte insolación.

La curva de la diversidad en el gradiente muestra un aumento de taxa en los 2 200 m y un segundo aumento cerca de los 3 000 m, aspectos que define los sistemas de alta montaña en la Faja Volcánica Transmexicana de en la vertiente de la cuenca del río Balsas con respecto a los de las sierras en México como la Sierra Madre Oriental, Occidental y del Sur, donde la máxima riqueza se encontró a los 1400 m (Hietz y Hietz-Seiffter, 1995), a los 2350-2600 m (Sugden y Robins, 1979), e

incluso en la zona de los Andes donde la mayor riqueza se encuentra a los 1500 m s.n.m. en los Andes (Krömer et al. 2005).

Las especies de helechos y licopodios tienen diferentes límites de tolerancia a la disponibilidad de agua u otros factores ambientales (Karst et al., 2005). Ello se ve reflejado en la elevada tasa de reemplazo de especies entre los sitios de muestreo (diversidad beta), el cual ocurre casi por completo en los extremos del gradiente de altitud; ello es un indicativo de las profundas diferencias ambientales y de adaptación entre tipos funcionales. Pocas especies son capaces de tolerar el espectro de variación completo en las condiciones del medio (Tuomisto et al., 2003; Sánchez-González, 2005; Kluge et al., 2006). ..

Una semejanza florística baja entre sitios también es un indicativo de condiciones diferenciales del ambiente. Los sitios de muestreo se clasificaron en tres grandes grupos de acuerdo a sus semejanzas florísticas (Fig. 5), donde el ensamble que caracteriza al bosque tropical caducifolio prácticamente es totalmente disímil al de los bosques templados. Entre los bosques templados hay mayor relación, sin embargo los bosques húmedos templados presentan un ensamble sensiblemente diferentes al de los bosques de mayor altura. La distribución de los grupos de especies a lo largo del primer eje de ordenación, enfatiza la influencia ambiental sobre los procesos de dispersión o fluctuaciones debidas al azar. En el diagrama de ordenación (fig. 6) se puede interpretar que en el eje 1 las especies aparentemente responden a un gradiente de altitud-humedad, debido a las posiciones antagónicas de los bosques tropical caducifolio y de *Pinus hartwegii*, mientras que el eje 2 es de difícil interpretación empírica.

COROLARIO

La enorme diversidad de helechos encontrada en el gradiente de altura del VNT es el reflejo de la heterogeneidad del ambientes y la presencia de microambientes dentro de la cuenca alta del río Chiquihuitero, lo cual como se pudo observar influye de manera positiva en cuando a la presencia de pteridobiontes dentro de la zona.

Por la relación entre el número de especies compartidas y la tasa de reemplazo de especies entre los sitios de recolección se definen una diversidad beta alta que a su vez es el reflejo de las condiciones propias de cada tipo de vegetación lo cual realza aún más la importancia del gradiente para poder entender los patrones de distribución y riqueza de las especies. Se observa también que la tasa de reemplazo de especies tiende a incrementarse conforme aumenta la distancia geográfica entre sitios.

La curva de la diversidad en el gradiente muestra un aumento en los 2 200 m y un segundo aumento cerca de los 3 000 m, aspectos que define los sistemas de alta montaña en la Faja Volcánica Transmexicana de en la vertiente de la cuenca del río Balsas, de otros sistemas montañosos en el neotrópico.

BIBLIOGRAFÍA

- Acebey, A. y T. Kromer. 2008. Diversidad y distribución de las aráceas de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Universidad Autónoma de México 79:465–471.
- Aceves, Q. J.F. 1996. Geología y geomorfología del Volcán Nevado de Toluca. Tesis de Maestría en Ciencias, Geología. México, D.F. Facultad de Ciencias. UNAM. P. 116
- Aguilar, Z. V. 2007. Diagnostico del Parque Nacional Nevado de Toluca con base en unidades de paisaje. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 81 pp.
- Almeida-Leñero, L., G. Campos., A. Cleef., M. Enríquez., M. García-Rendón., A. Herrera., I. Luna., F. Romero., G. Salazar., R. Salmerón y A.Velásquez. 1985. Análisis Florístico y Fitogeográfico preeliminar de la Vegetación Zacatonal Alpino del Volcán Nevado de Toluca y Volcán Popocatepetl, México. Libro de resúmenes, Primer Simposio Cubano de Botánica.
- Almeida-Leñero, L, J. G. De Arzárate, A. M. Cleef y A. T. González. 2004. Las comunidades vegetales del zacatonal alpino de los volcanes Popocatepetl y Nevado de Toluca. Región central de México D. F. *Rev. Phytocoenologia* 34 (1): 91-132.
- Arreguín-Sánchez, M. L, Fernández-Nava R, Quiroz-García D. L, Acosta-Castellanos S. 2009. Análisis de la distribución de las especies de helechos afines del valle de México, Notas ecológicas y florísticas. *Polibotánica* 28:15-36

- Austin, M.P., Smith, T.M., 1989. A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83:35-47.
- Bhattarai, K.R., O.R. Vetaas y J.A. Grytnes. 2004. Relationship between plant species richness and biomass in an arid sub-alpine grassland of the central Himalayas, Nepal. *Folia Geobotanica* 39: 57-71.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología; bases para el estudio de las comunidades vegetales*. 2 ed. Madrid. Blume. 820 pp.
- Campa, M.F., Flores., Oviedo A., Pliego A., McGehee R.V. 1974. Rocas metamórficas del centro de México, estados de México, Guerrero, Michoacan y Zacatecas. Resumen III Conv. Geol. Nal. Guanajuato. Gto. Soc. Geol. Mex.
- Candolle, A.P.A. 1874. Constitution dans le regne végétal de groups physiologiques applicables a la géographie ancienne et modern. *Archives des Sciencis Physiques et Naturelles*, 50: 5-42.
- Candolle, A. P. 1862. Calques des dessins de la flore du México, de Mociño et Sessé qui ont servi de typers d'espèces dans le Systema ou le Prodomus. Genève.
- Cardelús, C.L., R.C. Colwell, J.E. Watkins, Jr. 2006. "Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak". *Journal of Ecology* 94 (1): 144-146.
- Carreño Rocabado, I.G. 2006. Potencial de cafetales rústico como reservorio de biodiversidad de helechos terrestres, en un gradiente espacial con fragmentos

de bosque en el Estado de Veracruz. Maestría en Ciencias: Instituto de Ecología, A.C., Xalapa

Cavieres, L.A. 2000. Variación morfológica de *Phacelia secunda* J. F. GMEL. (Hydrophyllaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en Chile central. *Gayana Botánica* 57: 89-96.

Cavieres, L.A., E.I. Badano, A. Sierra-Almeida, S. Gómez-González y M. Molina-Montenegro. 2006 Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist* 169: 59-69.

Ceja-Romero J, A Espejo Serna, A.R López Ferrari, J García Cruz, A Mendoza Ruiz, B Pérez García. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* 91: 34-41.

Cerón-Carpio A.B., Arreguín-Sánchez M.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. La zona ecológica templada húmeda. In: *Utilización y Conservación de Los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para la Biodiversidad -Instituto de Biología, UNAM-Sierra Madre. México, pags. 433–518.

Copeland H. F. 1939. The structure of Monotropis and the classification of the Monotropoideae. *Madroño* 5:105-136.

- Cuevas H.A.L. y A. Sánchez-González. 2008. Las pteridofitas de la reserva de la biosfera Barranca de Mezquitlán, estado de Hidalgo, México. En: Simposio Internacional sobre Flora Silvestre de Zonas Áridas: 282-295. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, Baja California Sur. México.
- Delgadillo, 1998. Diversidad de la brioflora mexicana. En: Rammamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. Diversidad biológica de México. Instituto de Biología, UNAM. Pags. 355 – 368.
- Fernández- Nava, R., C. Rodríguez., M.L. Arreguín y A. Rodríguez. 1998. Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. Polibotánica 9: 1-151.
- Fiella IT y J. Penuelas J. 1999. Altitudinal differences in UV absorbance, UV reflectance and related morphological traits of *Quercus ilex* and *Rhododendron ferrugineum* in the Mediterranean region. *Plant Ecology* 145: 157-165
- García, P. A. 1998. Evolución Estructural de las Inmediaciones del Volcán Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Maestría. Instituto de Geofísica. UNAM. México.
- García del Valle, L. 1999. Evaluación forestal del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. 85pp.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*. Hecht, Wallace and Prance, Plenum Publishing Corporation. 15: 1-84.

- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Gorocica, A. D. 1998. Estudio Agroclimático sobre el cultivo del Aguacate en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. México. 105 pp.
- González-Trápala, M. 1986. Descripción y aspectos fitogeográficos de la vegetación alpina del Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Hamilton, A. C. y R. A. Perrott. 1981. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt Elgon, Kenia/Uganda. *Vegetatio* 45: 107-125.
- Hayama, M. L. 1971. Estudio de los suelos derivados de cenizas volcánicas del Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura (Biología). Fac. de Ciencias. UNAM. 70 pp.
- Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1994. Epifitas de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. 236pp.
- Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Vegetat. Sci.* 6: 719-728.
- Ikeda, T., R. Matsuda. 2002. Effects on soyabean leaflet inclination on some factors related to photosynthesis. *Journal of Agriculture Science* 138:367-373.
- Jáuregui, O. E., y B. J. Vidal. 1981. Aspectos de la climatología del Estado de México. *Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F.* Vol. 11:21-54.

- 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. 2000. Altitudinal zonation of Andean cryptogam communities. *Journal of Biogeography* 27: 275-282
- Kessler, M. 2001. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity & Conservation* 10: 1897-1920
- Kessler, M. 2002. The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon-specific traits & topography at different taxonomic levels. *J. Biogeography* 29: 1159-1166
- Kluge, J., Kessler, M y Dunn, R.R. 2006. What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints, climate and species pool effects for pteridophytes on an elevational gradient in Costa Rica. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 358-371.
- Kluge, J. K. Bach y M. Kessler. 2008. Elevational distribution and zonation of tropical pteridophyte assemblages in Costa Rica. *Basic and Applied Ecology* 9: 35–43.
- Knobloch, I. W. y D. S. Correll. 1962. Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico. Texas Research Found. Renner, Texas. 198 págs.
- Körner, C. 1989. Functional morphology of mountain plants. *Flora* 182:353-383.
- Körner, C. 2003. Alpine plant life. Springer-Verlag. Berlin, 344pp.

- Körner, C. 2007. Climatic treelines, conventions, global patterns, causes. *Erdkunde* 61: 316-324.
- Krömer, T, M Kessler, SR Gradstein, A Acebey. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32: 1799-1810
- Krömer, T., M. Kessler y R. Gradstein. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189: 261–278.
- Küper, W., Sommer, J.H., Lovett, J.C., Mutke, J., Linder, H.P., Beentje, H.J., van Rompay, R.S.A.R., Chatelain, C., Sosef, M y Barthlott, W. 2004. Africa´s hotspots of biodiversity redefined. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 91: 525-535.
- Küper, W. 2005. Patterns of plant diversity in Africa and their implications for biodiversity conservation. Diss. Bonn.
- Lorea, F. y R. Riba. 1990. Guía para la recolección y preparación de ejemplares para herbario de pteridofitas. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. 12 pp.
- Lorea-Hernandez, F. y E. Velázquez Montes. 1998. Pteridófitas. Lista de los taxa y su distribución geográfica en la entidad. En N. DIEGO-PÉREZ & R. M. FONSECA (eds.) Estudios florísticos en Guerrero 9. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 83 págs.

- Ludwig J.A. y J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*, 337 pp. John Wiley & Sons, Nueva York
- Luna, I., Ocegueda, S. y O. Alcántara. 1994. Florística y notas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx., Ser. Bot.* 65, 31–62.
- Matteucci, S. y A. Colma. 1982. *Metodología para el Estudio de la Vegetación*. OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Botánica, Monografía 11. 168 pp.
- McCune, B. y M.J. Mefford. 1999. *Multivariate analysis of ecological data*. MjM Software. Gleneden Beach
- McCune, B y J.B. Grace. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. USA
- Mehlreter, K. y J. G. García-Franco. 2008. Leaf phenology and trunk growth of the deciduous tree fern *Alsophila firma* in a Mexican lower montane forest. *American Fern Journal*. 98: 1-13.
- Mickel, J.T. y J.M. Beitel. 1988. Pteridophyte flora of Oaxaca, Mexico. *Mem. New York Bot. Gard.* 46: 1-568.
- Mickel, J. T. 1992. Pteridophytes. In R. Mcvaugh, *Flora Novo-Galiciana*. (W. R. Anderson, ed.). 17: 120-467.
- Mickel, J. T. y A. R. Smith. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Mem. New York Bot. Gard.* 88: 1-1054.

- Miranda, F. 1947. Estudio sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del río Balsas. *Revista de la sociedad Mexicana de Historia Natural* 4(1-4): 95-114.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York. 547 p.
- Moran, R.C. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forest: 359-363. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.) *Biodiversity and conservation of neotropical montane forest*. New York Botanical Garden. Bronx.
- Moran, R.C. 2004. *A natural History of ferns*. Timber press. Portland. 301 pp.
- Palacios-Rios, M. 1992. *Pteridófitas del estado de Veracruz, México*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 362 págs
- Patiño, S y J. Grace. 2002. The cooling of convolvulaceous flowers in a tropical environments. *Plant, Cell and Environment*. 25:41-51.
- Puig, H. 1976. *Végétation de la Huasteca, Mexique*. Mission Archoecologique et Ethnologique Française au Mexique. Collection Etudes Mesoamericaines. Vol 5. Mexico, D.F. 527pp.
- Rahbek C. 1995. The elevation al gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18:200-205.
- Rahbek, C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters* 8: 224-239.

- Rodríguez-Jiménez, C., R. Fernández-Nava, M.L. Arreguín-Sánchez, A. Rodríguez-Jiménez. 2005. Plantas vasculares endémicas de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 20:37-99
- Rodríguez, R.L., Pachecho, L. y Zavala H.J.A. 2008. Peridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, México.
- Rzedowski, J. 1969. Notas sobre el bosque mesófilo de montaña en el valle de México. *Anales Esc. Nac. Ci. Biol.* 18: 91-106.
- Rzedowski, J. 1970. Estudio sistemático del género *Microspermum* (Compositae). *Bol Soc. Bot. México* 31: 49-107.
- Sánchez-González A. y López-Mata L. 2005. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distribution* 11: 567-575.
- Sánchez-González, A., López-Mata, H. Vibrans. 2006. Composición y distribución geográfica de la flora del bosque de oyamel del Cerro Tláloc, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79: 67-78.
- Sardinero, S. 2000. Classification and ordination of plant communities along an altitudinal gradient on the Presidential Range, New Hampshire, USA. *Plant Ecology* 148: 81-103.
- Scheiner, S.M. y Reybenayas, J.M. 1994. Global patterns of plant diversity. *Evolutionary Ecology* 8:331-338.

- Smith, A. R. 1981. Pteridophytes. In: D. E. BREEDLOVE (ed.). Flora of Chiapas, parte 2. California Academy of Sciences. San Francisco. 370 págs.
- Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Schuttpelz, P. Korall, H. Schneider, and P. Wolf. 2008. Fern classification. Pp. 417–467 in *Biology and evolution of ferns and lycophytes*, eds. T. A. Ranker and C. H. Haufler. New York: Cambridge University Press.
- Squeo, F.A., L.A. Cavieres, G. Arancio, G.E. Novoa, O. Matthei, C. Marticorena, R. Rodríguez, M.T.K. Arroyo y M. Muñoz. 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la región de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 571-5
- Sugden, A.M. y Robins, R.J. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian cloud forests, I.- The distribution of the epiphytic flora. *Biotropica*. 11: 173-188.
- Tejero-Díez, J .D. 1998. Pteridoflora del occidente del estado de México, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Tejero-Díez, J. D. y M. L. Arreguín Sánchez. 2004. Lista con anotaciones de los pteridófitos del estado de México, México. *Acta Bot. Mex.* 68: 1-82.
- Tejero Díez, J. D y J.T. Mickel. 2004. Las Pteridofitas. En: A. J. García Mendoza, M. J. Ordoñez Díaz y M. A. Briones Salas. (eds.) Biodiversidad de Oaxaca. Inst. Biol. UNAM, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza y WWF. México D. F. págs. 121-139 y apéndices

- Tejero-Díez, J. D. 2007. la riqueza florística del estado de México: licopodios y helechos. *Adumbrationes Ad Summae Editionem* 27:1-32
- Tejero-Díez, J. D., J. T. Mickel, A. N. Torres Díaz, K. Mehltreter, T. Krömer. 2010. Lycopodios y Helechos. In: F. Lorea y A. Cruz (ed.). Estudios de estado de biodiversidad en Veracruz. Comisión Nacional para la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Veracruz. En Prensa.
- Toledo, V. M. 1994. La Diversidad Biológica de México, Nuevos retos para la investigación de los 90´s. *Ciencias* 34:43-57.
- Toledo, V.M. y M.J. Ordoñez. 1998. El panorama de la biodiversidad en México: una revisión de los hábitats terrestres. In: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 739-757 pp.
- Torres-Zúñiga, M y J. D. Tejero-Díez, 1998. Flora y Vegetacion de la Sierra de Sultepec. Estado de Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Univ. Nal Aut. Méx., Serie Botánica* 69 (2): 135-174.
- Tuomisto H. y Poulsen A.D. 2000. Pteridophyte diversity and species composition in four Amazonian rain forests. *Journal of Vegetation Science* 11: 383-396.
- Tuomisto H., Ruokolainen K., Aguilar M. y Sarmiento A. 2003. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. *Journal of Ecology* 91: 743-756.

- Valdéz, P. M. 2008. Diagnóstico integrado para el Ordenamiento Ecológico Territorial del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Vargas, M. F. 1997. Parques Nacionales de México. Volumen I: Zonas Centro, Occidente y Oriente. Instituto Nacional de Ecología. México 343 pp.
- Vázquez, J.A.G. y Givnish, T.J. 1998 Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Journal of Ecology*, 86, 999-1020
- Vela, L., J. Boyás, A. Hernández, A. Macera, A. Rodríguez. 1976. El Nevado de Toluca. *Ciencia Forestal*. 1: 53-61.
- Velázquez, A. 1994. Multivariate analysis of the vegetation of the volcanoes Tlaloc and Pelado, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 5: 263-270
- Villalpando, O. 1968. Algunos aspectos ecológicos del Volcán Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 36 pp.
- Walter K. 1996. *Vegetation types of the world*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 149pp.
- Watkins Jr, J.E., C.L. Cardelús, R.K. Colwell y R. Moran. (2006) "Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica". *American Journal of Botany* 93(1): 73-83.
- Whittaker, R. H. y W. A. Niering. 1965. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. A gradient analysis of the south slope. *Ecology* 46: 429-452.

- Whittaker, R. H. 1970. *Communities and ecosystems*. Editorial MacMillan, New York. 385 p.
- Whittaker, R. H. 1978. Approaches to classifying vegetation. In: R. H. Whittaker (ed.) *Classification of plant communities*. Kluwer Academic, The Hague. pp. 3-19.
- Williams-Linera, G. 2003. Temporal and spatial phenological variation of understory shrubs in a tropical montane cloud forest. *Biotropica*, 35: 28-36.
- Wolf, J. H. D. y A. Flamenco. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *J. Biogeogr.* 30: 1689–1707.
- Wolf, J. H. D. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance on pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 212:376-393
- Zúñiga, S. S. 2006. Diagnostico del estado de la vegetación en el Parque Nacional Nevado de Toluca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

APÉNDICE 1

ID= Número identificador

F.B.= Forma biológica: Terófito, Cr= Criptófito, Hc= Hemicriptófito, Ca= Caméfito,

Ep= Epífita

Referencias: DTD= D. Tejero-Díez; ADR= África Díaz Roldan; NCS= Nadia Campos

Salas.

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
LYCOPODIOPHYTA									
Lycopodiaceae									
1	<i>Huperzia pringlei</i> (Underw et F. E. Lloyd) Holub	Ep			R				NCS 36
SELAGINELLOPSIDA									
Selaginellaceae									
2	<i>Selaginella delicatissima</i> A. Braun.	C						+	DTD 8-10-95 (K), DTD 2277
3	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring.	C						+	DTD 7-10-95 (A)
4	<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring	C					+	R	NCS 83, 161, DTD 7-10-95 (L)
5	<i>Selaginella porphyrospora</i> A. Braun.	T					+		NCS
6	<i>Selaginella rupincola</i> Underw.	C						R	DTD 2140b
POLYPODIOPHYTA									
PSILOTOPSIDA									
Ophioglossaceae									
7	<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	Cr			+	1	1		NCS 86, DTD 2121

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
8	<i>Botrychium tolucaense</i> W. H. Wagner & Mickel	Cr	R						Pringle 5393
9	<i>Ophioglossum californicum</i> Prantl	Cr							Rose 7875
EQUISETOPSIDA									
Equisetaceae									
10	<i>Equisetum xferrissi</i> Clute.	Cr					+	+	DTD 8-10-95 (H), 2275
11	<i>Equisetum myriochaetum</i> SchDTDI. & Cham.	Cr						+	DTD 8-10-95 (G)
12	<i>Equisetum xhaukeanum</i> Mickel et A. R. Sm.	Cr					1		NCS 54
POLYPODIOPSIDA									
POLYPODIALES									
Anemiaceae									
13	<i>Anemia hirsuta</i> (L.) Sw.	H						R	DTD 7-10-95 (M)
14	<i>Anemia karwinskyana</i> (C. Presl) Prantl	H						+	DTD 2178
15	<i>Anemia xrecondita</i> Mickel	H						+	Mickel 712b
Aspleniaceae									
16	<i>Asplenium blepharophorum</i> Bertol	H			1	1			NCS 120, 163, 148.
17	<i>Asplenium castaneum</i> Schletl. et Cham.	H	R	1	1		1		ADR152, NCS 5, 106
18	<i>Asplenium hallbergii</i> Mickel et Beitel	H	R	1		1	1		NCS 75, 105, 109
19	<i>Asplenium monanthes</i> L.	H	R	1		1	1	+	NCS 16, 41, 50, 72, 90, 144, 147, DTD 8-10-95 (B)
20	<i>Asplenium palmeri</i> Maxon	H						+	DTD 8-10-95 (C)
21	<i>Asplenium polyphyllum</i> Bertol.	H					1		DTD 2964
22	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	Ep			1				
23	<i>Asplenium pumilum</i> Sw.	H/T						+	DTD 2656
Blechnaceae									
24	<i>Blechnum appendiculatum</i> Willd.	H			1		1	+	NCS 39, 96, D DTD 7-10-95 (L)
25	<i>Blechnum glandulosum</i> Kaulf. Ex Link	H					1	1	DTD 2113, 2247

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
26	<i>Blechnum schiedeanaum</i> (Schletl. ex C. Presl) Hieron.	C				1			NCS 12, 114
27	<i>Blechnun stoloniferum</i> (Mett. ex E. Fourn.) C. Chr.	C			R				DTD 2973
28	<i>Woodwardia spinulosa</i> M. Martens et Galeotti	C		1			1		NCS 84, 14
Dennstaedtiaceae									
29	<i>Pteridium aquilinum var feei</i> (W. Schaffn. ex Fée) Faull	Cr	R			1	1		NCS 63
Dryopteridiaceae									
30	<i>Dryopteris cinnamomea</i> (Cav.) C. Chr.	H				R	R		NCS 140, 155
31	<i>Dryopteris maxonii</i> Underw. et C. Chr.	H					R		NCS 139
32	<i>Dryopteris rossii</i> C. Chr.	H				1	+		NCS 68, 76, 92, 127
33	<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	C	+	1					ADR 101, NCS 8
34	<i>Elaphoglossum affine</i> (Martens et Galeotti) T. Moore	H/C				+			DTD 2973
35	<i>Elaphoglossum engelii</i> (H. Kars.) H. Christ	C		1		+	1		NCS 22, 102, DTD 2971
36	<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore var. <i>occidentale</i>	H		1					NCS 23
37	<i>Elaphoglossum glaucum</i> T. Moore	C/Ep			1		1		NCS 30, 55
38	<i>Elaphoglossum gratum</i> (Fée) T. Moore	H		1			1		NCS 28, 89
39	<i>Elaphoglossum hartwegii</i> (Fée) T. Moore.	H		+					NCS 17, 19
40	<i>Elaphoglossum lindenii</i> (Bory ex Fée) T. Moore	C		1		1			NCS 11, 99
41	<i>Elaphoglossum mcvaughii</i> Mickel	H	+	1					ADR 121, NCS 119, 123
42	<i>Elaphoglossum monicae</i> Mickel in McVaugh	H		+	1		1		NCS 131, 146, DTD 2976
43	<i>Elaphoglossum muelleri</i> (E. Fourn.) C. Chr.	H					+		DTD 2272
44	<i>Elaphoglossum paleacum</i> (Hook et Grev.) Sledge	H/E p		+		+	+		NCS 18, 103, 145
45	<i>Elaphoglossum pallidum</i> (Baker ex Jenman) C. Chr.	H/E p		1			+		NCS 111, 115, 116

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
46	<i>Elaphoglossum petiolatum</i> (Sw.) Urb.	H			+	+	+		NCS 67, 121, 128, 130
47	<i>Elaphoglossum piloselloides</i> (C. Presl) T. Moore	H		+			+		NCS 125, 136
48	<i>Elaphoglossum rufescens</i> (Liebm.) T. Moore	H/C			+				DTD 2968
49	<i>Elaphoglossum tenuifolium</i> (Liebm.) T. Moore	H/C			+				NCS 27
50	<i>Polystichum fournieri</i> A. R. Sm.	H			+	+			NCS 33, 143
51	<i>Polystichum hartwegii</i> (Klotzsch) Hieron.	C/H					+		DTD 2284
52	<i>Polystichum rachichlaena</i> Fée.	H			+	1			NCS 33.149
53	<i>Polystichum smithii</i> Mickel & Beitel.	C							
54	<i>Polystichum speciosissimum</i> (A. Braun ex Kunze) Copel.	C	+	+					ADR 99, NCS 101
Hymenophyllaceae									
55	<i>Hymenophyllum trapezoidale</i> Liebm.	H		+	+				NCS 24, 117
56	<i>Trychomanes radicans</i> Sw.	H	+		+				ADR 101, DTD 2966
Plagiogyriaceae									
57	<i>Plagiogyria pectinata</i> (Liebm.) Lellinger	C			+	+			NCS 31, 110
Polypodiaceae									
58	<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée.	Ep/H				R			NCS 113
59	<i>Pecluma ferruginea</i> (M. Martens et Galeotti) M. G. Price.	Ep				1			NCS 142
60	<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	C/Ep					+	+	NCS, DTD 2455
61	<i>Pleopeltis mexicana</i> (Fée) Mickel et Beitel	Ep		1		1	1		NCS 10, 153
62	<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roem. ex Kunze). T. Moore var <i>interjecta</i> (Weath.) E. A. Hooper.	Ep					+		DTD 2112

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
63	<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roem, ex Kunze) T. Moore var. <i>Polylepis</i> .	Ep/H				+		+	NCS 78, 162
64	<i>Polypodium fraternum</i> Schldl. & Cham.	Ep		1	1	1	1		NCS 1, 65
65	<i>Polypodium colpodes</i> Kunze	Ep						+	DTD 2139
66	<i>Polypodium hartwegianum</i> Hook.	Ep/H				+			NCS 29
67	<i>Polypodium madrense</i> J. Sm.	Ep		1	1	1	1		NCS 2, 15, 35, 71, 79
68	<i>Polypodium martensii</i> Mett.	Ep/C	+	+	R	+			NCS 3, 104
69	<i>Polypodium platylepis</i> Mett ex Kuhn.	Ep/H						+	NCS 158, 35
70	<i>Polypodium polypodioides</i> (L.) Watt var <i>aciculare</i> Weath.	Ep/H		1					NCS 94
71	<i>Polypodium subpetiolatum</i> Hook	Ep/H		1	1	1	1		NCS 42, 59, 77, 88, 160
72	<i>Polypodium thysanolepis</i> A. Br.	H/C						+	DTD 2179
73	<i>Terpsichore semihirsuta</i> (Klotzsch) A. R. Sm.	H				1			NCS 142
74	<i>Terpsichore spathulata</i> A. R. Sm.	H	+					+	ADR 151, NCS
Pteridaceae									
75	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	H	+	1	2	1	1		NCS 6, 81, DTD 2123
76	<i>Adiantum braunii</i> Mett. ex Kuhn	H					1	1	DTD 2179b, 2283
77	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	H/C						+	DTD. 8-10-95 (F)
78	<i>Adiantum concinnum</i> Humb et Bonpl. ex Willd.	H					1	+	DTD y col 7-10-95 (D)
79	<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	H				1	1		NCS 38
80	<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link	T					1		NCS 138
81	<i>Argyrochosma formosa</i> (Liebm.) Windham	H						+	DTD 3096
82	<i>Argyrochosma incana</i> (C. Presl) Windham	H						+	NCS 152
83	<i>Astrolepis beitelii</i> (Mickel) D. M. Benham et Windham	H						+	DTD 2129
84	<i>Astrolepis crassifolia</i> (Houlston et T. Moore) D. M. Benham et Windham	C/H						+	DTD y col 7-10-95 (O)
85	<i>Astrolepis integerrima</i> (Hook.) D. M. Benham et Windham	C/H						+	DTD 2171
86	<i>Bommeria ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Underw.	H						+	DTD 2133
87	<i>Bommeria pedata</i> (Sw.) E. Fourn.	H						+	DTD 2129

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
88	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	H					+	+	NCS, DTD y col 8-10-95 (E)
89	<i>Cheilanthes brachypus</i> (Kunze) Kunze	C						+	DTD 7-10-95 (G)
90	<i>Cheilanthes chareophylla</i> (Martens & Galeotti) Kunze.	H						+	DTD 7-10-95 (E)
91	<i>Cheilanthes cuneata</i> Kaulf ex Link	H		+		+	1		NCS 64, 137
92	<i>Cheilanthes farinosa</i> (Forssk.) Kaulf.	H			+	+	+		NCS 70, 85, 157, 150
93	<i>Cheilanthes kaulfussi</i> Kunze	H					1	+	NCS, DTD y col 7-10-95 (P)
94	<i>Cheilanthes lendigera</i> Baker	H						+	DTD 8-10-95 (M)
95	<i>Cheilanthes marginata</i> Kunth	H				1	1		NCS 44, 95
96	<i>Cheilanthes miryophilla</i> Desv.	H						+	DTD 8-10-95 (A)
97	<i>Cheilanthes notholaenoides</i> (Desv.) Maxon ex Wheat.	H						+	DTD 8-10-95 (L)
98	<i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fée	H				1	1		NCS 69, 132
99	<i>Cheilanthes rigida</i> (Sw.) Mett.	H						+	DTD 8-10-95 (J)
100	<i>Cheilanthes skinerii</i> (Hook.) Tryon. & Tryon.	H						+	DTD 8-10-95 (I)
101	<i>Cheiloplecton rigidum</i> (Sw.) Fée var. Rigidum	H						+	DTD 2168
102	<i>Notholaena candida</i> (M. Martens & Galeotti) Hook.	H						+	DTD 7-10-95 (F)
103	<i>Notholaena galeotti</i> Fée	H						+	DTD 2170
104	<i>Pellaea cordifolia</i> (Sessé et Moc.) A. R. Sm.	H					R	+	NCS, DTD y col 7-10-95 (J)
105	<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath.	H						R	DTD 2137
106	<i>Pellaea sagittata</i> (Cav.) Link	Cr/H						R	DTD 2286
107	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	C/H					+		
108	<i>Pityrogramma ebenea</i> (L.) Proctor	C/H				+	+		NCS 107
109	<i>Pteris cretica</i> L.	H		+			+		NCS 46, 57, 122
110	<i>Pteris orizabae</i> M. Marten et Galeotti.	Cr/H		+					NCS 124
111	<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	H				+			NCS 100
Thelypteridaceae									
112	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	H					X		DTD 4103

ID	FAMILIA/ESPECIE	FB	>3000	3000	2700	2400	2200	<2000	REFERENCIA
113	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) C. F. Reed	C	+						ADR 145
114	<i>Thelypteris pilosa</i> (M. Martens et Galeotti) Crawford var. <i>pilosa</i>	H/Cr	1	1		1	1		NCS 21, 108, 129, 134,
115	<i>Thelypteris puberula</i> (Baker) C. V. Morton	H/Cr	+						ADR 150
116	<i>Thelypteris rudis</i> (Kunze) Proctor	H/Cr				+	+		NCS 52, 80, 98
Woodsiaceae									
117	<i>Athyrium arcuatum</i> Liebm.	C				+	+		NCS 97
118	<i>Athyrium bourgaei</i> E. Fourn.	C	+						NCS 7
119	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	H	+	+	1	+	+		ADR 132, NCS 4, 32, 62, 126
120	<i>Cystopteris millefolia</i> Mickel et Tejero.	H		+	+	+	+		NCS 112, 118
121	<i>Diplazium cristatum</i> (Desr) Alson.	H					+		NCS 49, 58
122	<i>Diplazium lonchophyllum</i> Kunze	C/H					+		NCS 151
123	<i>Woodsia canescens</i> (Kunze) Mett.	H					x		NCS 168
124	<i>Woodsia mollis</i> (Kaulf.) J. Sm.	H					R	+	NCS, DTD 7-10-95 (H)
Vittariaceae									
125	<i>Vittaria gramminifolia</i> Kaulf.	Ep			R				DTD 2977