

1
24



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ZARAGOZA"

DISTRIBUCION POR TIPOS DE VEGETACION
DE LOS MUSGOS DE LA SIERRA DE
PACHUCA, HIDALGO

T E S I S

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

Presentan;

Alma Patricia Alfaro Omaña

Xóchitl Julieta Castillo Delgadillo



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

C O N T E N I D O

	Página
I. RESUMEN	
II. INTRODUCCION	1
1) Antecedentes	
2) Objetivos	
III. METEOROLOGIA	5
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	7
1) Localización y Delimitación	
2) Geología	
3) Fisiografía	
4) Hidrología	
5) Climatología	
6) Edafología	
7) Vegetación	
V. RESULTADOS Y DISCUSION	17
VI. CONCLUSIONES	46
VII. BIBLIOGRAFIA	48
APENDICE	53

I. RESUMEN

La flora de musgos de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, incluye 169 especies y variedades las cuales se agrupan en 90 géneros y 28 familias; la mejor representada es la familia **Pottiaceae**. Del total de especies determinadas 117 son nuevos registros para la Sierra de Pachuca, por lo que se considera que nuestro estudio es representativo de los musgos del área.

De acuerdo al análisis de su distribución por tipos de vegetación, se encontró que el bosque de Quercus es el que posee un mayor número de especies, siguiéndole en orden decreciente los bosques de Abies, Pinus, Abies-Quercus, Juniperus, Pastizal y Matorral. Con respecto al sustrato, la mayoría de las especies de musgos crecen sobre suelo; en menor grado unos son epífitos y otros habitan las rocas.

Las especies de musgos se agruparon en siete elementos de acuerdo a su distribución geográfica; tales elementos son: Amplia distribución, México-Norte de Sudamérica, México-Norte de Centroamérica, México-Centroamérica-Antillas, Endémico, Bicéntrico y Norteamericano.

Históricamente, se supone que la flora de musgos es el resultado de migraciones y desplazamientos altitudinales durante varias épocas en México, a través de puentes intercontinentales (Sudamérica-Africa, Norteamérica-Asia, Centroamérica y el Arco Antillano) y sistema de cordilleras entre Norteamérica y México.

II. INTRODUCCION

1) Antecedentes

Los primeros estudios sobre los musgos se realizaron aproximadamente después de 1576 en el Viejo Mundo. Entre los más significativos se pueden mencionar los que siguen:

En 1741 el profesor Dillen escribió acerca de la historia de los musgos; las colecciones de ejemplares de esa época, sin embargo, carecen de datos adecuados. En 1729 Michelli observó algunas estructuras sexuales de diferentes especies de musgos; en 1782 Hedwig hizo un estudio sobre el desarrollo, estructura y función de estas plantas. Más tarde, Hofmeister en 1851 escribió sobre el ciclo de vida de los musgos, mencionando que consta de la generación gametofítica y la generación esporofítica. En el último siglo se han estado realizando estudios de tipo fisiológico y genético en plantas vasculares, pero en las dos últimas décadas muchas de estas técnicas han sido adaptadas para la investigación en musgos. Así se han realizado grandes avances en el conocimiento de la fisiología, genética y biología de estas plantas, de tal forma que la bryología se está convirtiendo en un campo especializado dentro de la botánica (Richardson, 1981). Desafortunadamente, esto sólo se está desarrollando en países que cuentan ya con un amplio conocimiento sobre la biología de las briofitas, así como con los recursos necesarios para su estudio. Esto no ocurre en México en donde su investigación es mínima y apenas comienza a conocerse su flora briológica.

Aunque los musgos mexicanos han estado sujetos a investigaciones desde tiempos de la colonia, no fue sino hasta mediados del siglo XIX que se les dió un tratamiento más formal

(Delgadillo, 1982). Los trabajos de Müller (1848-1851, 1874) han sido importantes a este respecto, debido a que contienen descripciones de numerosas especies nuevas. A finales de dicho siglo el conocimiento de la flora briológica mexicana fue suficiente para permitir a Beschereille (1872) describir o listar más de 375 especies.

A principios del siglo XX apareció un número importante de publicaciones como resultado de trabajo de campo en la parte central de México y otras áreas. Thériot (1931), basándose en los trabajos de Arsène y Amable, estimó que el número de especies de musgos en México eran aproximadamente de 700. Las investigaciones de los siguientes 20 años fueron recopiladas y discutidas por Crum (1951) quien enlistó 836 especies y variedades para el país.

Actualmente después de la publicación de más de 200 contribuciones sobre musgos mexicanos, se estima que hay alrededor de 1200 especies y variedades conocidas para la República (Delgadillo, 1982), esperando que con la publicación del Manual de Musgos Mexicanos preparado por Sharp y colaboradores se enriquezca el número de especies para México (Sharp, 1977).

Es de vital importancia, por estas razones, fomentar la realización de trabajos que ayuden al conocimiento de la flora de musgos en nuestro país, para poder posteriormente abordar temas más finos sobre la biología de los musgos mexicanos. Por ello surgió la inquietud de llevar a cabo un estudio en el que no sólo se conociera la flora de musgos de la Sierra de Pachuca, sino también se abordaran otros aspectos como el de la distribución que siguen estos organismos en diferentes tipos de vegetación.

La zona presenta diferentes condiciones climáticas y ambientales que conllevan al establecimiento de muchas comunidades vegetales en las cuales podemos detectar diversos patrones de comportamiento. La Sierra de Pachuca ha sido bien estudiada desde el punto de vista florístico y principalmente en lo referente a sus plantas vasculares, pero hasta el presente poca atención se le ha dado a las plantas no vasculares, en particular a los musgos. Esto quizá se deba al tamaño tan pequeño que los caracteriza, lo que hace más difícil su localización en el campo y su determinación en el laboratorio.

Los únicos reportes de musgos que se tienen hasta la fecha para la Sierra de Pachuca son los citados por Crum (1951), en el que hace una recopilación de las especies de musgos reportadas hasta entonces en toda la República Mexicana y en el cual cita 32 especies para la Sierra de Pachuca; entre los colectores que han visitado la zona se citan a Pringle, 1908; Lyonnet, 1926-1927; Sharp, 1944 y Martínez, 1944-1945.

Después de 1951 varias personas colectaron representantes de 96 especies de musgos para la Sierra de Pachuca: García en 1966, Gómez Pompa en 1968, Rzedowski en 1969 y 1975, Cruz en 1970, Sharp, Clebsch y Thonrburgh en 1973, Jim y Conrad en 1974, Medina en 1976-1977, Vivas en 1979, Johansen y Mojica en 1981 y Cárdenas entre 1981 y 1984. Los datos de dichas colectas no han sido publicados en ningún trabajo hasta la fecha. En total había 128 especies de musgos colectadas para la Sierra de Pachuca hasta antes del presente estudio.

2) Objetivos

Debido al escaso conocimiento que se tiene acerca de los musgos que habitan la Sierra de Pachuca se fijaron tres objetivos básicos: 1) La elaboración de un listado florístico de musgos, 2) El análisis de la distribución por tipos de vegetación de las especies de musgos encontrados en el área de estudio y 3) Complementar el conocimiento de la distribución de las especies de musgos del Valle de México.

III. METODOLOGIA

La primera parte del trabajo consistió en la ubicación y delimitación del área de estudio, según lo estableció por Medina y Rzedowski (1981).

Posteriormente se llevó a cabo una recopilación bibliográfica sobre los musgos del área de estudio, se preparó y complementó un catálogo de especies con los datos de ejemplares de éstos en los herbarios de MEXU y ENCB.

Con estos antecedentes se procedió a realizar el trabajo de campo y de laboratorio.

Trabajo de Campo. Consistió en la exploración y colecta en los diferentes tipos de vegetación comprendidos en el área haciendo recorridos en distintas zonas de la Sierra, o bien, explorando en localidades específicas.

Tanto para los recorridos como para las visitas locales se empleó el criterio de explorar y coleccionar los musgos en todos los microhábitats.

La colecta se efectuó entre Julio de 1984 a Mayo de 1985; durante este período se realizaron 27 recorridos en el campo (véase Apéndice) entre los cuales podemos citar: Presa Jaramillo (Bosque de Abies), Tezuantla (Bosques de Abies y Quercus), Peñas Largas y Cruceiro Casas Quemadas (Bosque de Juniperus), Nopalillo (Bosques de Pinus, Juniperus y Matorral de Opuntia, Mimosa y Zaluzania), Mineral del Monte (Bosques de Quercus, Abies-Quercus y Pinus), Pueblo Nuevo (Bosque de Abies), alrededores de El Chico (Bosques de Abies, Abies-Quercus y Quercus), El Cerezo

(Bosque de Quercus), Sierra de las Navajas (Bosques de Pinus y Quercus), alrededores del Cerro de las Ventanas (Pastizal).

El área de estudio se visitó en diferentes épocas del año, colectándose 904 ejemplares. Para cada ejemplar se obtuvieron los siguientes datos: Número de colecta, fecha, localidad, altitud, tipo de vegetación, humedad, iluminación, sustrato, así como observaciones específicas relativas a la planta y al lugar de colecta.

Trabajo de Laboratorio. En primer lugar se llevó a cabo el secado del material colectado y posteriormente se determinó con la ayuda de revisiones taxonómicas y manuales pertinentes. Entre las referencias relevantes podemos citar las de Bartram (1949), Cruz y Anderson (1981), Grout (1928-1940), Zander (1972), Ochi (1980), Buck (1983) y Delgadillo (1973, 1975).

Las determinaciones se confirmaron por comparación con material de los herbarios ENCB y MEXU. Este trabajo se realizó en los laboratorios de Briofitas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N. y del Instituto de Biología, U.N.A.M.

Los ejemplares determinados y etiquetados con sus datos quedaron depositados en el herbario ENCB, con duplicado para MEXU y ENEP "Zaragoza".

IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

1) Localización y Delimitación

Las características que se mencionan a continuación provienen de los trabajos de Medina (1980) y Medina y Rzedowski (1981).

La Sierra de Pachuca constituye el límite norte del Valle de México (Mapa 1); se localiza en la porción centro-oriental de la República Mexicana y en la parte centro-meridional del Estado de Hidalgo, aproximadamente a unos 100 km al NNE de la Ciudad de México. Su límite hacia el norte está constituido por el parteaguas de la cuenca del Valle de México y hacia el sur está limitada de forma arbitraria por las carreteras Pachuca-Tulancingo y Pachuca-Actopan. De esta manera se define una área de aproximadamente 200 km² (Mapa 2).

El área descrita es un macizo montañoso con una orientación NW-SE que se encuentra en el borde septentrional del Eje Neovolcánico, muy cerca de la Sierra Madre Oriental y altitudes que fluctúan desde los 2400 m. s. n. m. hasta los 3050 m. s. n. m.

2) Geología

La Sierra de Pachuca probablemente emergió del mar a fines del Cretácico, aproximadamente hace 70 millones de años.

Mooser (1975, citado en Medina, 1980) considera que desde el Eoceno superior, 40 millones de años atrás, la Sierra de Pachuca y el resto del Valle de México estuvieron sometidos a fuertes procesos volcánicos y a movimientos tectónicos originados en la expansión de la cresta submarina del Pacífico Oriental; este autor

define también siete fases de vulcanismo para todo el Valle, desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno, ubicando el origen de la Sierra de Pachuca en la carta fase (Mioceno) hace unos 25 millones de años.

3) Fisiografía

En el área de estudio se encuentran las siguientes clases de superficies topográficas:

a) Superficie erosionada hasta la fase de madurez avanzada o de senectud, extendida hacia la cresta de la Sierra de Pachuca y declinando suavemente hacia los lados.

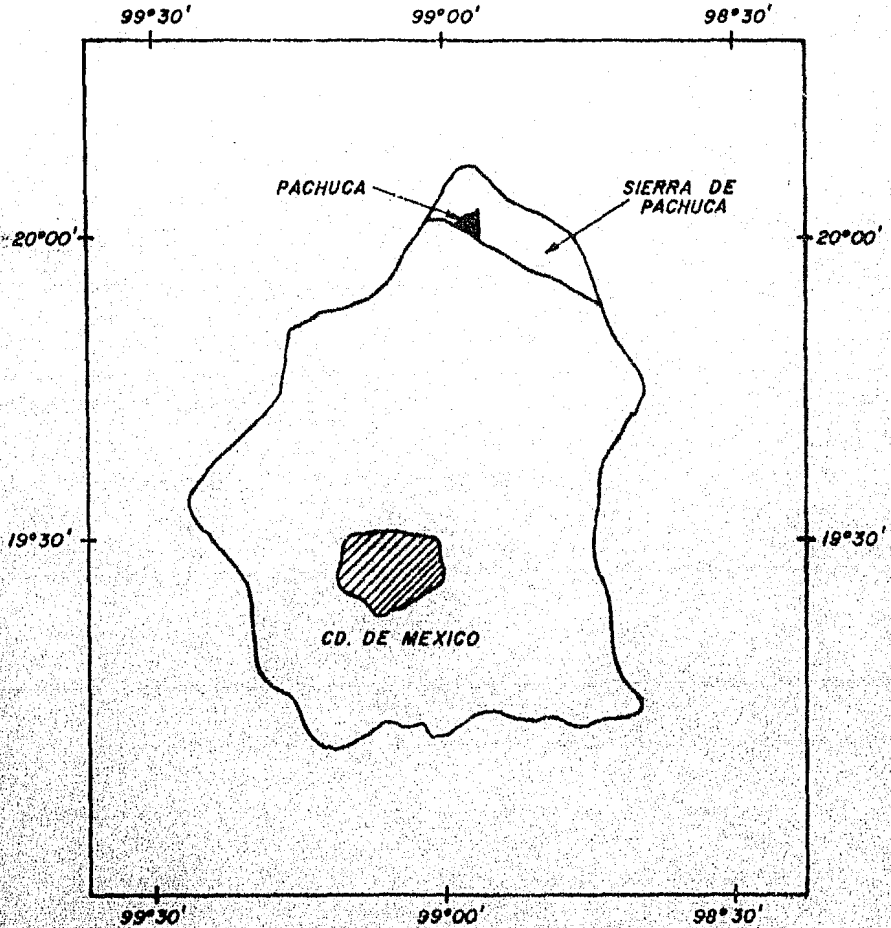
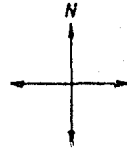
b) Pendientes erosionadas juvenilmente en todo el flanco sur de la Sierra.

c) Superficie construccional y relativamente poco erosionada de las partes inferiores de la Cuenca de México. La superficie topográfica más antigua es la que se localiza en la zona de Pachuca-Las Ventanas y la zona sur de Real del Monte-sur de Tezuantla. En dicha superficie existen valles anchos y lomas redondeadas que se interrumpen por peñascos que han soportado el intemperismo, así como por cañones o barrancas jóvenes que se dirigen hacia lugares altos debido a la erosión remontante.

El afloramiento rocoso en el área es de procedencia volcánica su composición varía desde riolita hasta basalto, predominando dacita y andecita, aunque alrededor de Tezuantla se encuentran areniscas y en la Sierra de las Navajas predominan el basalto y la obsidiana.

MAPA No. 1

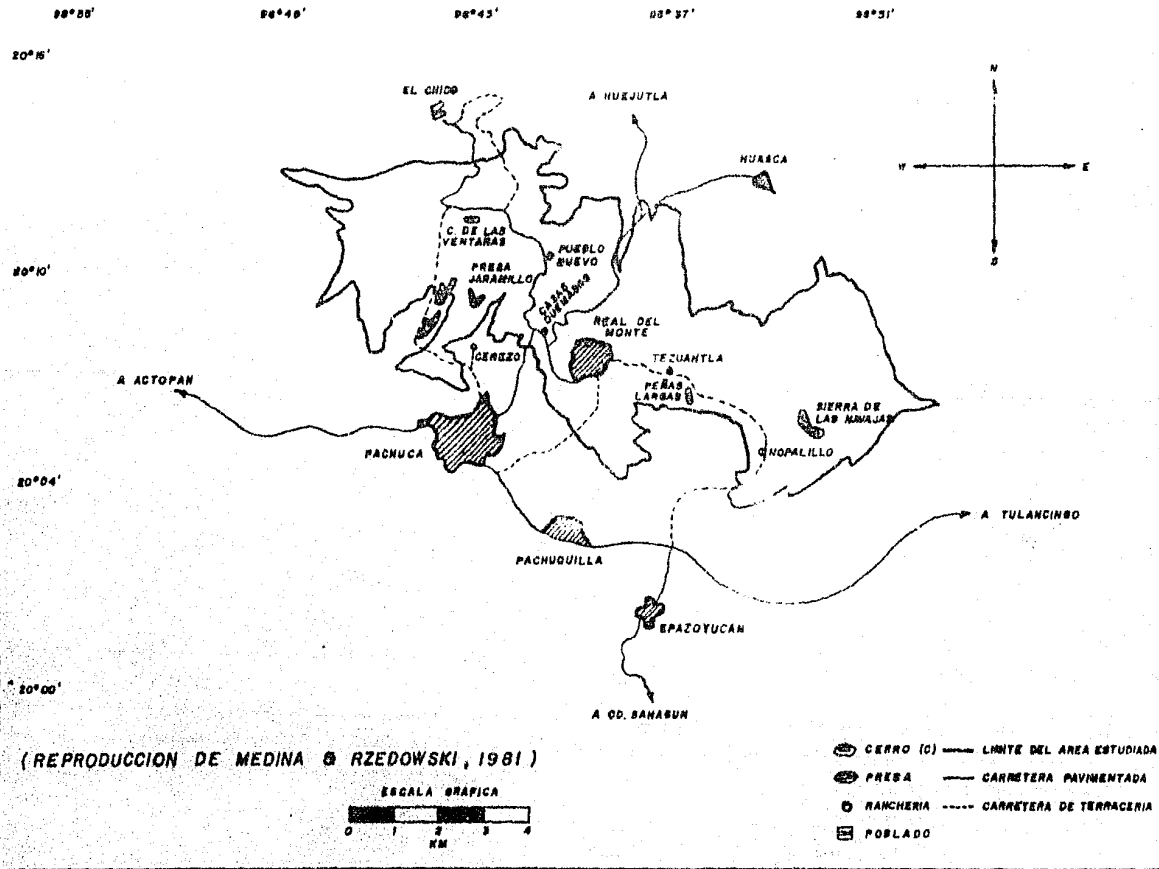
UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO
EN EL VALLE DE MEXICO



(ADAPTADO DE RZEDOWSKI & RZEDOWSKI, 1979)

MAPA No. 2

SIERRA DE PACHUCA



4) Hidrología

Dentro de los principales ríos que drenan hacia el seno de la Cuenca de México encontramos al río Las Avenidas, que nace en el extremo norte de la Ciudad de Pachuca, al pie de la Sierra, donde varios arroyos permanentes y temporales convergen en una sola corriente. Por el sureste de la misma ciudad llega el río Calabazas, que al igual que el anterior se forma mediante la afluencia de varios arroyos que bajan de la Sierra en puntos situados al ENE de la Ciudad de Pachuca.

5) Climatología

El clima del área de estudio es muy variable debido a la exposición e influencia de las masas de aire frío provenientes del norte y noroeste, así como a las diferencias de altitud. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre 10° y 14°C y las mínimas extremas entre -6° y -9°C.

En las partes altas de la Sierra, por encima de los 2650 m de altitud, el clima es de tipo Cwb, templado-húmedo y en las partes bajas a altitudes menores 2650 m, este es del grupo de los BSw, secos o áridos de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1973).

En relación a la precipitación y humedad, la vertiente norte es más privilegiada que la sur y del mismo modo la porción occidental recibe más lluvia que la oriental. La precipitación total fluctúa entre los 600 y 1500 mm en promedio anual. En el área, las neblinas y el rocío se presentan con frecuencia.

6) Edafología

Los tipos de suelos presentes en el área de estudio de acuerdo a la carta edafológica 1: 250000 del DETENAL son:

Hacia el NW de la Sierra de Pachuca encontramos el Regosol dístico como suelo dominante y Cambisol húmico, como suelo secundario. En los alrededores del cerro de Las Ventanas y Pueblo Nuevo se encuentra como suelo dominante Cambisol húmico y suelo secundario Litosol. Hacia el NE de la ciudad de Pachuca se localizan los suelos Feozem háplico como dominante y el Litosol como secundario. Al E de Mineral del Monte y alrededores de Tezuantla están situados Luvisol crómico como dominante y Cambisol eútrico como secundario. En los alrededores de Nopalillo se hallan como suelo dominante el Andosol ócrico y el Andosol mólico como secundario. Por último, en la zona denominada Sierra de las Navajas se encuentra el Litosol como dominante y el Feozem háplico como secundario.

Las características de los suelos se han descrito en el trabajo editado por la Secretaría de Programación y Presupuesto (1979).

7) Vegetación

El área de estudio incluye una gran variedad de tipos de vegetación, debido a la diversidad de condiciones climáticas, edáficas, topográficas, geológicas e históricas, dando lugar al establecimiento de diferentes comunidades vegetales en una región relativamente pequeña.

a) Bosque de Abies

Esta comunidad se caracteriza por la forma cónica de la copa de los principales árboles, formando una cubierta densa y siempre verde de 20 a 30 m de alto. En general se presenta en masas puras, pero también se encuentran otros árboles como Pseudotsuga macrolepis, Quercus rugosa, Q. laurina, Cupressus lindleyi, C. benthamii, Arbutus glandulosa y A. xalapensis.

Los arbustos más abundantes son Senecio angustifolius, Symphoricarpos microphyllus, Baccharis conferta y otras.

Este bosque predomina en la porción occidental de la parte alta de la Sierra de Pachuca a unos 2800-3050 m donde la precipitación media anual es más o menos de unos 1000 mm y es escaso hacia sus porciones orientales.

b) Bosque de Quercus

Este tipo de bosque presenta gran variación, tanto en su fisonomía como en su composición florística. Se presenta sobre laderas a altitudes de 2650-3000 m con precipitación media anual de 700 a 1000 mm. Algunos encinos se ubican en los alrededores de El Chico, alcanzando una altura hasta de 35 m formando un bosque denso, con numerosas epífitas. También hay encinares bajos, casi arbustivos más o menos caducifolios. Los encinares más abundantes son de 6 a 10 m de altura con un sotobosque rico en plantas arbustivas y herbáceas.

Las principales especies de Quercus de los encinares son Q. laurina, Q. rugosa, Q. affinis, Q. mexicana, Q. crassifolia. Los árboles acompañantes de dicho bosque son entre otros Juniperus

deppiana, Abies religiosa, Arbutus glandulosa, A. xalapensis,
Pinus spp.

El estrato arbustivo comprende plantas como Ceanothus
coeruleus, Arctostaphylos pungens y Eupatorium glabratum.

En el estrato herbáceo se halla predominantemente Penstemon
kunthii, P. campanulatus, Begonia gracilis y otras.

c) Bosque mixto de Abies y Quercus

Este tipo de vegetación, la cual entremezcla coníferas y
angiospermas arbóreas se desarrolla en el sector noroeste de la
Sierra, la porción más húmeda que alcanza su mejor expresión en
los alrededores de El Chico. Este es un bosque que alcanza una
altura de 25 a 35 m por lo que es muy denso y rico en epífitas,
especialmente sobre Quercus.

Las especies más frecuentes dentro de esta comunidad son
Quercus affinis y Q. glabrescens, además de presentarse otros como
Q. crassifolia, Arbutus glandulosa, A. xalapensis.

El estrato arbustivo está constituido por Juniperus
monticola, Senecio albonervius, Cestrum benthamii entre otras.

Entre las herbáceas están Spigelia longiflora, Salvia patens
y muchos otros helechos, dentro de las epífitas sobresalen
especies de helechos, tales como Polypodium martensii, P. plebeium,
Pleopeltis polylepis y monocotiledoneas como Tillandsia violacea.

d) Bosque de Pinus

Los pinares de la zona se caracterizan por sus copas
redondeadas unido a la forma de las hojas y la corteza de los
árboles. Los pinares son frecuentes en el extremo oriental de la

Sierra de Pachuca, principalmente en la Sierra de Las Navajas. Los bosques de Pinus que se establecen en los alrededores de El Chico se sitúan por debajo de los 2750 m hacia el sur y 2500 m hacia el norte.

El bosque de Pinus es algo denso pero generalmente es abierto, de 8 a 15 m de alto; en la mayoría de los casos se observan huellas de fuego sobre sus troncos. El pinar que ocupa grandes superficies en la zona es el de Pinus rudis que a veces se acompaña por Pinus teocote. En agrupaciones aisladas se encuentra Pinus patula y P. montezumae; Alnus firmifolia es más frecuente en el pinar que Quercus spp. y Arbutus spp.

Frecuentemente se observan en las ramas de los pinos plantas parásitas como Arceuthobium globosum y A. vaginatum.

Los arbustos de los pinares no están muy desarrollados, en cambio dentro del estrato herbáceo abundan las gramíneas altas, sobre todo Muhlenbergia, Stipa y Festuca.

e) Bosque de Juniperus

Es un bosque caracterizado por ser muy abierto y bajo, aproximadamente de 3 a 5 m de altura, se localiza en la parte más seca de la Sierra de Pachuca. Posiblemente puede ser esta una comunidad secundaria de las que se establecen después de la destrucción del bosque primario.

Dentro de este bosque se encuentran además de Juniperus, Quercus frutex y Q. mexicana, teniendo como estrato arbustivo a Bouvardia longiflora, Zaluzania augusta y otros; entre las plantas herbáceas tenemos Ipomoea stans, Tradescantia crassifolia var. acaulis y otras.

f) Pastizal

La vegetación herbácea en la que prevalecen gran número de gramíneas se localiza en sitios poco inclinados de la parte alta de la Sierra, específicamente en medio del bosque de Abies. Estos pastizales existen debido al lento drenaje del suelo y muy probablemente a que la influencia del hombre amplió su extensión primitiva; la altura de las plantas en el pastizal a menudo no excede de 30 cm; además de las gramíneas están presentes muchas otras plantas herbáceas, algunas de flores vistosas como Potentilla cadicans; entre las gramíneas tenemos a Muhlenbergia, Agrostis, Deschampsia y Trisetum.

g) Matorral de Opuntia, Mimosa y Zaluzania

Este tipo de vegetación se presenta en altitudes menores a los 2700 m con precipitación media anual alrededor de los 500 mm. Es un matorral abierto con estrato herbáceo ausente durante la época seca del año; se desarrolla en condiciones de aridez, siendo las especies dominantes Opuntia streptacantha, Zaluzania augusta y Mimosa biuncifera. En cuanto a los árboles y arbustos principales, además de los antes mencionados, existen Eupatorium espinosarum, Bouvardia longiflora, B. terniflora y Senecio praecox.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Las Tablas 1 - 4 agrupan los resultados de nuestro estudio. En la Tabla 1 se enlistan las especies encontradas en la Sierra de Pachuca, su distribución por tipos de vegetación, así como los nuevos registros para la zona de estudio; sólo se cita un ejemplar por especie.

Los ejemplares representan 169 especies y variedades de musgos que se agrupan en 90 géneros y 28 familias. De acuerdo con los datos de la Tabla 1, el bosque de Quercus es el que presenta una mayor diversidad florística, siguiéndole en orden decreciente los bosques de Abies, Pinus, Abies-Quercus y Juniperus, el Pastizal y el Matorral de Opuntia, Mimosa y Zaluzania.

Las diferencias florísticas pueden deberse a factores del ambiente peculiares a cada tipo de vegetación. A continuación se discuten algunas condiciones que pueden modificar la riqueza florística en esas áreas.

El bosque de Quercus presenta condiciones que son favorables para el crecimiento de los musgos. Su desarrollo sobre suelos profundos (y aún en suelos someros de terrenos rocosos) permite la acumulación de hojarasca y materia orgánica (Rzedowski, 1978); en los bosques cerrados la pequeña oscilación de la temperatura y humedad puede favorecer el establecimiento de musgos sobre suelo o humus. En este estudio la mayor parte de los ejemplares colectados en este bosque crecían sobre suelo (Tabla 2). Debemos hacer notar, sin embargo, que la perturbación por agentes naturales y más recientemente por actividades humanas pueden haber

incrementado las superficies edáficas disponibles para ocupación por los musgos. No es posible saber por ahora si este hecho ha influido sobre el número de especies en este bosque, o bien, sólo en su cobertura. La comunidad del bosque de Quercus contiene numerosas epífitas, entre las cuales se encuentran los musgos; la Tabla 2 muestra que en comparación con los otros tipos de vegetación el número de especies epífitas es más alto en los bosques de Quercus. El número de musgos encontrados sobre rocas es semejante al de otras comunidades aunque no son tan abundantes como en el bosque de Abies.

El bosque de Abies está confinado a laderas de cerros protegidos de la acción de los vientos fuertes y de insolación intensa y en ocasiones se limita a cañadas o barrancas más o menos profundas, lo que permite que la humedad se conserve (Rzedowski, 1978). Esta circunstancia provoca que el estrato rasante albergue numerosos musgos, aunque en menor diversidad que en el bosque de Quercus. En la Tabla 2 se observa que los musgos del suelo se encuentran en mayor proporción que sobre los árboles y rocas. En este tipo de vegetación hay numerosos afloramientos rocosos que tal vez son responsables de que haya un número mayor de especies de musgos sobre este sustrato que en las otras comunidades.

Las comunidades de Pinus admitían la presencia de otros árboles, entre ellos Quercus, donde crecían principalmente los musgos epífitos; la corteza de los Pinus secreta resinas que evitan la fijación de trepadoras y de epífitas; los suelos del bosque de Pinus suelen ser someros, rocosos y pobres en nutrientes (Rzedowski, 1978); sin embargo, la Tabla 2 indica que

TABLA 1. Listado florístico y distribución de musgos por tipos de vegetación. A = Bosque de Abies, B = Bosque de Abies - Quercus, C = Bosque de Quercus, D = Bosque de Pinus, E = Bosque de Juniperus, F = Pastizal, G = Matorral. Reportes nuevos para la zona (*).

Especie	A	B	C	D	E	F	G	Especímenes/Referencia
* <u>Aloina hamulus</u> (C. Muell.) Broth.			+				+	Alfaro & Castillo 241
* <u>Aloinella catenula</u> Card.	+			+				307
* <u>Amblystegium varium</u> (Hedw.) Linb.	+							Alfaro 165
* <u>Amphidium cyathicarpum</u> (Mont.) Broth.	+							Sharp et al. 1801
* <u>Anacolla laevisphaera</u> (Tayl.) Flow.	+	+	+	+	+			Alfaro & Castillo 82
* <u>Anoetangium aestivum</u> (Hedw.) Mitt.					+			232
* <u>Anomobryum filliforme</u> (Dicks.) Solms.	+	+	+	+	+			305
* <u>Anomobryum plicatum</u> Card.	+		+					123
* <u>Anomobryum prostratum</u> C. Muell.	+		+					Alfaro 365
* <u>Anomodon attenuatus</u> (Hedw.) Hueb.	+							Alfaro & Castillo 156
* <u>Angstroemia orientalis</u> Mitt.	+		+					Castillo 128
* <u>Atractillocarpus stenocarpus</u> (Wils. in Seem.) Zand					+			257
* <u>Barbula orizabensis</u> C. Muell.	+	+	+	+				Alfaro & Castillo 304
* <u>Bartramia lthiphylla</u> Brid.	+							Castillo 78
* <u>Bartramia microstoma</u> Mitt.			+					Alfaro & Castillo 222
* <u>Bartramidula cernua</u> (Wils.) Lindb.	+							Alfaro 378
* <u>Brachymerium systilium</u> (C. Muell.) Jaeg.								Orcutt 3545 (Crum, 1951)
* <u>Brachythecium corbieri</u> Card.								Sharp 825 (Crum, 1951)
* <u>Brachythecium plumosum</u> (Hedw.) B. S. G.			+					Castillo 36
* <u>Brachythecium cf. salebrosum</u> (Brid.) B. S. G.					+			Alfaro 397 a
* <u>Brachythecium stereopoma</u> (Mitt.) Jaeg.								Sharp et al. 79
* <u>Braunia plicata var. canescens</u> Card.								Sharp 797 (Crum, 1951)
* <u>Braunia secunda</u> (Hook.) B. S. G.	+	+		+				Alfaro & Castillo 114
* <u>Braunia squarrolosa</u> (Hamp.) C. Muell.			+					Castillo 315
* <u>Breutelia intermedia</u> (Hamp.) Besh.								Lyonnet 1581
* <u>Breutelia tomentosa</u> (Sw.) Schimp.				+				Alfaro 625
* <u>Bryoerythrophyllum inaequalifolium</u> (Tayl.) Zand.				+				Castillo 9 c
* <u>Bryoerythrophyllum jamesonii</u> (Tayl.) Crum.	+	+	+	+				Alfaro & Castillo 163
* <u>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</u> (Hedw.) Chou.				+	+			Alfaro & Castillo 278
* <u>Bryohaplodium microphyllum</u> (Hedw.) Watanabe & Iwatzuki.	+	+	+	+	+			98
* <u>Bryum argenteum</u> Hedw.	+	+	+	+	+		+	250
* <u>Bryum beyrichianum</u> (Hornsch.) C. Muell.								Sharp 816

TABLA 1. Continuación...

Espece	A	B	C	D	E	F	G	Especímenes/Referencia
* <i>Bryum billardieri</i> Schwaegr.	+	+	+	+	+	+	+	Alfaro & Castillo 85
<i>Bryum capillare</i> Hedw.								Orcutt 6962 (Crum, 1951)
* <i>Bryum erythroloma</i> (Kindb.) Syed	+		+					Alfaro & Castillo 60
<i>Bryum muhlenbergii</i> B. S. G.								Sharp et al. 1790 (Ochi, 1980)
* <i>Bryum procerum</i> Schimp.			+					Castillo 44
<i>Bryum richardsii</i> Sharp.								Sharp 824 b(Sharp, 1983)
* <i>Bryum robustum</i> Hamp.			+					Alfaro 627
* <i>Bryum roseum</i> (Hedw.) Gaertn.			+					618
<i>Campyllum chrysophyllum</i> (Brid.) J. Lange.								Orcutt 6743 (Crum, 1951)
* <i>Campyllum hispidulum</i> (Brid.) Mitt.					+	+		Alfaro & Castillo 292
* <i>Campylopus chismarii</i> (C. Muell.) Mitt.				+				Alfaro 335 c
* <i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Eruch. & Schimp.								Alfaro & Castillo 118
<i>Campylopus pilifer</i> Erid.				+	+		+	233
* <i>Campylopus cf. schimperi</i> Milde.				+				Castillo 266
* <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Erid.								82
* <i>Ceratodon stenocarpus</i> B. S. G.				+	+			Alfaro 388
* <i>Cryphaea polycarpa</i> Schimp. ex Besch.					+		+	Alfaro & Castillo 208
<i>Cryphaea reticulata</i> Besch.								Martínez 1945 (Crum, 1951)
* <i>Ctenidiadelphus cylindricarpus</i> (Card.) Eartr.	+	+						Alfaro & Castillo 112
* <i>Desmatodon convolutus</i> (Brid.) Crout							+	Alfaro 453 a
<i>Dicranum fragellare</i> Hedw.					+			Castillo 264
* <i>Dicranum frigidum</i> C. Muell.				+	+			Alfaro 443
* <i>Didymodon australasiae</i> (Hook. & Grev.) Zand. var. <i>australasiae</i> .					+	+	+	Alfaro & Castillo 255
* <i>Didymodon incrassatolimbatus</i> Card.							+	Alfaro & Castillo 230
* <i>Didymodon revolutus</i> (Card.) Williams	+						+	137
* <i>Didymodon rigidulus</i> var. <i>gracilis</i> (Schleich. ex Hook. & Grev.) Zand.	+	+	+	+	+	+	+	212
* <i>Didymodon rigidulus</i> var. <i>icmadophila</i> (Schimp. ex C. Muell.) Zand.				+	+	+		Castillo 50
<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw. var. <i>rigidulus</i>	+					+	+	Alfaro & Castillo 188
* <i>Didymodon vinealis</i> var. <i>luridus</i> (Horrechl. in Spreng.) Zand.								269
* <i>Encalypta ciliata</i> Hedw.	+		+	+				154

TABLA 1. Continuación...

Especie	A	B	C	D	E	F	G	Especímenes/Referencia
<i>Entodon abbreviatus</i> (Besch.) Jaeg.								Lyonnet 1578
* <i>Entodon beyrichii</i> (Schwaegr.) C. Muell.			+					Alfaro 504
* <i>Entodon jamesonii</i> (Tayl.) Mitt.	+							Castillo 77
* <i>Entostodon acidotus</i> (Tayl.) C. Muell.	+		+					Alfaro & Castillo 336
* <i>Epyterigium mexicanum</i> (Besch.) Broth.	+			+				148
* <i>Fabronia ciliaris</i> var. <i>wrightii</i> (Sull.) Buc.					+	+		277 a
* <i>Fabronia macroblepharis</i> Schwaegr.							+	Castillo 151
* <i>Fissidens asplenoides</i> Hedw.			+	+				234
* <i>Fissidens repandus</i> Wils.	+	+	+	+				Alfaro & Castillo 176
* <i>Forstroemia ohioensis</i> Hornsch.				+				Castillo 327
* <i>Funaria apiculatopilosa</i> Card.				+				Alfaro 509
* <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	+		+	+	+	+		149
<i>Grimmia</i> sp.	+		+					Alfaro & Castillo 245
* <i>Grimmia affinis</i> Hornsch.	+			+				189
<i>Grimmia apocarpa</i> Hedw.								Fringle 10628
* <i>Grimmia arizonae</i> Fen & Card.				+	+	+		Alfaro & Castillo 303
<i>Grimmia incurva</i> Schwaegr.	+							Vivas 100
<i>Grimmia ovalis</i> (Hedw.) Lindb.	+		+					Alfaro & Castillo 121
* <i>Grimmia pilifera</i> P. Beauv.				+	+			Alfaro & Castillo 205
* <i>Grimmia pulla</i> Card.		+	+	+	+			Alfaro 554
* <i>Grimmia trichophylla</i> Grev.								Sharp et al. 81
* <i>Gymnostomum aeruginosum</i> Sm.								Martínez A-1
<i>Gyroweisia papillosa</i> Thér.								Crcutt 6684 (Zander, 1977)
* <i>Hedwigia ciliata</i> (Hedw.) P. Beauv.	+	+	+	+	+	+		Alfaro & Castillo 116
* <i>Hedwigidium integrifolium</i> (P. Beauv.) Dix.				+	+			259
<i>Holomitrium flexuosum</i> Mitt.								Sharp 823 (Crum, 1951)
<i>Homalotetium leskeoides</i> (Hook.) Robins.	+	+	+					Alfaro & Castillo 130
<i>Horridohypnum mexicanum</i> (Thér.) Buck	+							166
<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hamp.								Crcutt 750 (Crum, 1951)
* <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.				+	+			Alfaro 510
* <i>Leptodictium</i> sp.	+			+				631
* <i>Leptodontium brachyphyllum</i> Broth. & Thér.	+							Cárdenas 1681
<i>Leptodontium capituligerum</i> C. Muell.	+		+	+	+	+		Alfaro & Castillo 97

TABLA 1. Continuación...

Especie	A	B	C	D	E	F	G	Especímenes/Referencia
<u>Leptodontium flexifolium</u> (Dicks. ex With.) Hamp.	+	+	+	+		+		122
<u>Leptodontium viticulosoides</u> var. <u>exasperatum</u> (Card.) Zand.	+							124
<u>Leptodontium viticulosoides</u> (P. Beauv.) Wijk. & Marg. var. <u>sulphureum</u>	+	+	+	+		+		84
* <u>Leptodontium viticulosoides</u> (P. Beauv.) Wijk. & Marg. var. <u>viticulosoides</u>				+				Castillo 95
* <u>Leskea angustata</u> Tayl.			+		+			Alfaro & Castillo 194
* <u>Leucodon cryptotheca</u> Hamp.				+		+		315
* <u>Leucodon curvirostris</u> Hamp.			+					Castillo 51
* <u>Lindbergia mexicana</u> (Besch.) Card.				+		+		Alfaro 552
* <u>Macrocoma orthotrichoides</u> (Raddi) Wijk. & Marg.								Cárdenas 1639
* <u>Macrocoma tenue</u> (Hook. & Grev.) Vitt subsp. <u>sullivantii</u> (C. Muell.) Vitt	+	+	+			+		Alfaro & Castillo 86
<u>Meteorium illecebrum</u> Sull.	+		+			+		102
* <u>Mielichhoferia campylocarpa</u> (Hook. & W.-Arn. ex Hook.) Mitt.		+						Castillo 75
* <u>Mielichhoferia shiideana</u> C. Muell.			+					Alfaro 624
* <u>Mittenothamnium reptans</u> (Hedw.) Card.								Johansen 2
* <u>Mnium marginatum</u> (With.) P. Beauv.	+		-					Alfaro & Castillo 157
* <u>Morinia ehrenbergiana</u> (C. Muell.) Thér.								Sharp et al. 1764
* <u>Morinia stenotheca</u> (Thér.) Zand.	+							Castillo 21
* <u>Neckera chlorocaulis</u> C. Muell.	+	+	+			+		Alfaro & Castillo 83
<u>Neckera ehrenbergii</u> C. Muell.		+	+			+	+	Castillo 49
* <u>Orthotrichum diaphanum</u> Brid.							+	141
<u>Orthotrichum picnophyllum</u> Schimp. ex C. Muell.	+		+	+	+			Alfaro & Castillo 88
* <u>Oxystegus tenuirostris</u> (Hook. & Tayl.) A. J. E. var. <u>tenuirostris</u>	+		-	+				227
* <u>Physcomitrium pyriforme</u> (Hedw.) Hamp.	+							Castillo 129
* <u>Pilotrichella flexillis</u> (Hedw.) Aongstr.								Johansen 3 b
* <u>Plagiomnium cuspidatum</u> (Hedw.) T. Kop.	+							Alfaro & Castillo 203
* <u>Plagiomnium rhynchophorum</u> (Hook.) T. Kop.			+					220
* <u>Pleuroidium subulatum</u> (Hedw.) Rebenh.					+			Alfaro 387
<u>Pleurochaete squarrosa</u> (Brid.) Lindb.					+	+		Castillo 122
<u>Pogonatum comosum</u> (C. Muell.) Mitt.								Sharp et al. 68

TABLA 1. Continuación...

Especie	A	B	C	D	E	F	G	Especímenes/Referencia
* <i>Pogonatum cuspidatum</i> Besch.			+			+	+	Alfaro & Castillo 211
* <i>Pogonatum leptopelma</i> (C. Muell.) Par.	+	+	+	+				77
* <i>Pogonatum robustum</i> Mitt.	+							Cárdenas 1588
* <i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.	+	+	+	+				Castillo 73
* <i>Pohlia elongata</i> Hedw.								Pringle 10623
* <i>Pohlia oerstediana</i> (C. Muell.) Shaw			+				+	Castillo 290
* <i>Polytrichastrum tenellum</i> (C. Muell.) G. Sm.							+	Alfaro 596
* <i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	+			+				Alfaro & Castillo 126
* <i>Priondon densus</i> (Hedw.) C. Muell.			+					Castillo 308
* <i>Pseudocrossidium aureum</i> (Bartr.) Zand.						+	+	Alfaro 446 b
* <i>Pseudocrossidium replicatum</i> (Tayl.) Zand.			+		+		+	Alfaro & Castillo 273
* <i>Ptychomitrium cylindrothecium</i> (C. Muell.) Par.	+							Vivas 10
* <i>Ptychomitrium lepidomitrium</i> (C. Muell.) Schimp.	+	+	+	+		+		Alfaro & Castillo 101
* <i>Pylaisiella falcata</i> (B. S. G.) Ando	+	+	+	+	+			93
* <i>Racomitrium crispulum</i> (Hook. f. & Wils.) Dix.								Sharp et al. 72 a
* <i>Racomitrium tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	+		+					Alfaro & Castillo 170
* <i>Rabdowisia fugax</i> (Hedw.) B. S. G.						+		144 b
* <i>Rhaphidorrhynchium lindigii</i> (Hamp.) Broth.				+	+			95 b
* <i>Rhexophyllum subnigrum</i> (Mitt.) Miip.	+	+	+	+	+			200
* <i>Rhynchostegium pulchellum</i> (Hedw.) Robins.								Sharp et al. 1811
* <i>Rhynchostegium scarosum</i> (Tayl.) Jaeg.	+							Cárdenas 1693
* <i>Rhynchostegium serrulatum</i> (Hedw.) Jaeg. & Saverb.								Mojica 3 c
* <i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb.	+			+	+			Alfaro & Castillo 81
* <i>Rozea chrysea</i> var. <i>bourgaeana</i> (Besch.) Buck & Crum	+							Castillo 181
* <i>Rozea chrysea</i> Besch. var. <i>chrysea</i>				+				Alfaro 633
* <i>Sematophyllum sericifolium</i> Mitt.	+	+	+					Alfaro & Castillo 143
* <i>Sphaerotheciella pinnata</i> (B. S. G.) Manuel								Sharp et al. 1687 (Manuel 1973)
* <i>Symblepharis vaginata</i> (Hook.) Wijk. & Marg.	+	+	+					Alfaro & Castillo 143
* <i>Stokesiella praelonga</i> (Hedw.) Robins.								Sharp et al. 1692
* <i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) B. S. G. var. <i>peruvianum</i> (Mitt.) Crum						+		Cárdenas 3346
* <i>Thuidium philbertii</i> Limpr.	+	+	+	+		+		Alfaro & Castillo 78
* <i>Thuidium robustum</i> Card.	+		+					Johansen & Mojica 13 a

TABLA I. Continuación...

Especie	A	B	C	D	E	F	G	Especímenes/Referencia
<i>Timmiella anomala</i> (Bruch & Schimp.) Limpr.	+	+	+	+	+		+	Alfaro & Castillo 161
* <i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	+							Cárdenas 1674
* <i>Tortula amphidiacea</i> (C. Muell.) Broth.			+					Alfaro & Castillo 266
<i>Tortula fragilis</i> Tayl.	+		+	+		+	+	284
<i>Tortula obtusissima</i> (C. Muell.) Mitt.	+		+	+	+		+	197
* <i>Tortula guitoensis</i> Tayl.			+					207
* <i>Trichostomum brachydontium</i> Bruch.			+	+	+		+	238
* <i>Trichostomum crispulum</i> Bruch	+							Alfaro 375
* <i>Weissia controversa</i> Hedw.	+							Cárdenas 1594
* <i>Zygodon campylophyllus</i> C. Muell.	+			+	+			Alfaro & Castillo 101
<i>Zygodon liebmannii</i> Schimp								Sharp 516 (Crum, 1951)
<i>Zygodon obtusifolius</i> Hook.	+	+	+					Alfaro & Castillo 87
* <i>Zygodon viridissimus</i> (Dicks.) Brid.	+		+	+				265
Especies totales	77	35	90	57	29	24	18	

TABLA 2. Número de especies de musgos por sustrato en cada tipo de vegetación.

A = Bosque de Abies, B = Bosque de Abies - Quercus, C = Bosque de Quercus,
 D = Bosque de Pinus, E = Bosque de Juniperus.

Sustrato	A	B	C	D	E	F	G
Suelo	47	19	61	41	15	10	14
Roca	24	8	19	11	11	5	6
Epífitos	28	21	33	19	11	6	3

el número de especies que crecen sobre suelo es casi el mismo en los bosques de Pinus que en los de Abies tal vez porque en los pinares visitados existían hondonadas y sitios protegidos (en los afloramientos de obsidiana) en los cuales se encontraron los musgos.

El bosque de Abies-Quercus se presenta en la porción más húmeda de la Sierra, por lo que se esperaría que su flora de musgos fuera más diversa que la del bosque de Pinus el cual se encuentra en la porción más seca (Medina & Rzedowski, 1981). El comportamiento que se observa en la Tabla 2 puede deberse a que los bosques de Abies-Quercus visitados se hayan en condiciones de alta perturbación, lo cual ocasiona una disminución en el número de hábitats para los musgos; por otro lado, estos bosques están limitados en extensión, es decir, ocupan una porción muy pequeña en el área de estudio. Los datos de la Tabla 2 indican que la preferencia de los musgos hacia los tres tipos de sustrato es más o menos homogénea en este tipo de vegetación.

El bosque de Juniperus es generalmente abierto y se le observa sobre suelos poco profundos y pedregosos (Rzedowski, 1978). Son raras otras especies arbóreas, lo que provoca una disminución en el epifitismo; dado que esta vegetación es más bien de zonas secas, la falta de humedad hace que los musgos tengan menor diversidad y abundancia. La mayoría de las especies de musgos se encontraron sobre el suelo (Tabla 2) primordialmente bajo las sombras de los árboles de Juniperus en donde se conserva mejor la humedad.

El Pastizal es común en zonas planas o de topografía

ligeramente ondulada y, con menor frecuencia, sobre declives pronunciados (Rzedowski, 1978); está más sujeto a la perturbación tanto de animales como del hombre y contiene pocas especies de musgos. Dado que el Pastizal es una comunidad abierta, está sujeto a bruscos cambios climáticos que son desfavorables para el establecimiento de muchos musgos. Por su topografía y características ambientales en esta comunidad los musgos abundan sobre suelo y, en menor proporción, sobre árboles (Juniperus) y rocas (Tabla 2).

Por último, en el Matorral la diversidad de musgos es baja dado que se presenta en la zona más seca de la Sierra en la que la humedad atmosférica es mínima, la insolación es intensa, la evaporación y transpiración alcanzan su valor máximo y el contenido en materia orgánica es bajo (Rzedowski, 1978). Todo esto y la perturbación antropogénica parecen determinar la ausencia de árboles, por lo que el epifitismo es casi nulo (Tabla 2). Aquí abundan las plantas suculentas de hojas arrosetadas y aquellas plantas que soportan los cambios bruscos de temperatura y humedad; solo ciertos musgos habitan estas zonas y su diversidad es reducida. La Tabla 2 muestra que la mayoría de los musgos crecen sobre suelo; en ausencia de otro sustrato proliferan en lugares en el que la temperatura y humedad son menos rigurosas como abajo de Agaves y junto a plantas que los protejan.

En la Tabla 1 se puede observar que muchas especies sólo se conocen de un tipo de vegetación. Hay 22 especies que parecen restringidas al bosque de Quercus, 21 al bosque de Abies, 5 al

bosque de Pinus, 4 al bosque de Abies-Quercus, 3 al Matorral y 2 al Pastizal. En cambio, existen 5 taxa que se distribuyen en todos o casi todos los tipos de vegetación: Bryum argenteum, B. billardieri, Didymodon rigidulus var. gracilis, Hedwigia ciliata y Timmicella anomala. La distribución del resto de las especies se comparte entre 2, 3 y hasta 5 tipos de vegetación; tal es el caso de Entosthodon acidotus que está en bosque de Abies y en bosque de Quercus; Lindbergia mexicana se localiza en bosque de Quercus, bosque de Juniperus y Matorral; y Ptychomitrium lepidomitrium que se localiza en todas las comunidades excepto en bosque de Juniperus y el Matorral.

El comportamiento que siguen las especies de acuerdo a la distribución por tipos de vegetación, se debe tal vez a factores ambientales como humedad, temperatura, sustrato (que varía en cada comunidad vegetal), así como a las características propias de cada especie debidas a la presencia de estructuras tales como papilas, lamelas, pelos apicales, disposición de hojas, formas y tamaños de células, etc., que permiten la adaptación de estas plantas a uno o más tipos de vegetación. Se ha visto, por ejemplo, que el agua es muy importante para la realización de los procesos metabólicos en los musgos, por lo que ellos desarrollan estructuras que les permiten una mayor retención de agua (Richardson, 1981). Las briofitas en común con otras plantas terrestres no vasculares viven en sitios donde abunda el agua, mientras que otras pueden resistir largos períodos de sequía y estar adaptadas grandemente a una existencia poikilohídrica. Hay, sin embargo, muchas intergradaciones entre estos dos extremos.

En muchos musgos (Polytrichaceae, Mniaceae) hay patrones de adaptación vascular y poseen un sistema de conducción eficiente de agua que les permite mantenerse en su hábitat natural de acuerdo al agua disponible en el sustrato. La conducción del agua es necesaria aún en aquellas briofitas que crecen sobre sustratos impermeables y que dependen de la lluvia para su suministro de agua (Proctor, 1984).

Hasta la fecha no ha habido estudios de índole fisiológico que comprueben que las adaptaciones observadas en otros países también están presentes en nuestros taxa. No obstante, es probable que en términos generales así ocurra con ciertas estructuras; por ejemplo, en algunos musgos endohídricos tales como Polytrichum, hay adaptaciones específicas para evitar la pérdida de agua; la lámina marginal se dobla sobre las lamelas; posteriormente la hoja se puede doblar completamente a todo lo largo. Estos movimientos se deben al hinchamiento de las lamelas, dando como resultado que las hojas se doblen hacia atrás cuando húmedas, pero en condiciones de sequía las hojas tienden a abrazar el tallo retardando así la pérdida de agua (Richardson, 1981; Schofield & Héban, 1984). En los ambientes de la Sierra de Pachuca, Polytrichum tal vez sólo subsiste en sitios comparativamente húmedos y abrigados de los bosques de Abies y Pinus.

La conducción externa del agua en los musgos ectohídricos puede implicar una gran variedad de estructuras capilares: espacios entre el tomento de los rizoides y parafilios, hojas cóncavas, bases envainantes de hojas, intersticios entre la superficie papilar de la hoja, los poros de las células laminares

y surcos entre pliegues y aristas de hojas y tallos. Sin embargo, es peligroso generalizar acerca de la función de cualquier tipo de estructuras mencionadas. Así, las bases envainantes juegan un papel en la conducción de agua en las Polytrichaceae, pero probablemente no en Districhum capillaceum (Hedw.) B.S.G. Los parafilios son el principal elemento para una capilaridad eficiente alrededor del tallo de Thuidium tamariscinum (Hedw.) B.S.G., pero los parafilios de otros musgos no sirven para esto (Proctor, 1984). En las especies con hojas fuertemente cóncavas, el agua es retenida en la concavidad por un tiempo, y se absorbe por capilaridad (Proctor, 1982), por ejemplo, Entodon abbreviatus, E. beyrichii, E. jamesonii que se encuentran en bosques de Abies y Quercus.

Las papilas de las paredes de la célula forman un rasgo conspicuo en muchas hojas de musgos (Pottiaceae, Encalyptaceae y Hedwigiaceae), frecuentemente estas papilas y mamilas están fuertemente cutinizadas y son importantes, ya que provocan una absorción capilar rápida del agua en las hojas. Estas estructuras son especialmente conspicuas y frecuentemente complejas en los musgos sujetos a desecación periódica como podría ser el caso de las especies que se encuentran en el Matorral de la Sierra de Pachuca. Algunos musgos exhiben células hialinas muertas y vacías en las hojas del tallo, las cuales poseen frecuentemente poros que juegan un papel en el almacenamiento y/o conducción del agua. Estos poros se han observado en algunas Pottiaceae (Schofield & Hébert, 1984).

Además de las estructuras mencionadas, en la Sierra de Pachuca existen algunas taxa que tienen, en teoría, otras

adaptaciones para la economía del agua. La presencia de los pelos apicales permite que haya una menor absorción de radiación solar y una disminución en la evaporación del agua. Experimentos sobre la pérdida de agua en plantas con y sin pelo apical han mostrado que éstos reducen la pérdida del agua aproximadamente en un 35% en Grimmia pulvinata y Tortula intermedia (Richardson, 1981).

Muchas de las briofitas carecen de un sistema externo de capilaridad continuo; en ellos la conducción del agua periferal puede ser interna probablemente a través de las paredes de la célula (Proctor, 1984). En especies no papilosas de hábitats expuestos se ha observado que poseen paredes celulares más gruesas, mientras que las especies papilosas muestran paredes celulares delgadas como son Tortula spp. y Encalypta spp. (Proctor, 1982).

En los musgos en general existe la tendencia a formar carpetas, lo que provoca que el grosor de la capa de aire sobre las plantas aumente, retardándose la pérdida de agua (Richardson, 1981).

El patrón de arreglo de las células en la hoja, es importante para distinguir las especies de musgos y parece tener significado adaptativo (Schofield & Héban, 1984). Las células de las briofitas tolerantes a la desecación son generalmente pequeñas o largas y delgadas, con contenidos densos y pequeñas vacuolas; tales células pierden solamente la mitad de su volumen en condiciones de sequía (Proctor, 1984). En los ambientes de la Sierra de Pachuca como el bosque de Juniperus y el Matorral, las especies que pueden tener esto son Didymodon rigidulus var.

gracilis, Bryum argenteum, etc.

Se ha visto que los musgos de hábitats secos aprovechan el rocío de las primeras horas del día para llevar a cabo la fotosíntesis; el período fotosintético es breve y se suspende cuando la radiación solar es intensa y se reduce la cantidad de agua (Richardson, 1981).

La familia más representativa del área de estudio es la Pottiaceae (Tabla 3). Las especies pertenecientes a esta familia poseen estructuras que les permiten adaptarse a una variedad de comunidades vegetales. Esta familia es la que presenta una mayor distribución y variación en la zona, ya que algunas especies poseen papilas sobre las láminas de las hojas; los intersticios entre estas estructuras proporcionan una forma de conducción capilar de agua; es probable que estos mecanismos operen en especies como Rhexophyllum subnigrum y Leptodontium flexifolium; la presencia de un eje central en los tallos, que básicamente es un sistema interno de conducción de agua lo presentan Bryoerythrophyllum spp. y Weissia controversa; las células hialinas de la base de algunas especies de esta familia poseen poros que almacenan o conducen el agua; la presencia de pelos apicales que disminuyen la absorción de radiación solar y permiten que la pérdida de agua sea más lenta lo presentan Grimmia pilifera Pseudocrossidium aureum, Tortula intermedia y otras.

Además de señalar ciertas características ecológicas de los musgos, en el presente estudio se intentó determinar la riqueza florística y las relaciones fitogeográficas de la flora, tomando en consideración que la Sierra de Pachuca está dentro de los

TABLA 3. Lista de familias de musgos presentes en el área de estudio y número de especies en cada una.

Familia	Número de especies	Familia	Número de especies
Pottiaceae	40	Cryphaceae	4
Bryaceae	19	Ditrichaceae	3
Grimmiaceae	12	Mniaceae	3
Dicranaceae	11	Leucodontaceae	2
Orthotrichaceae	9	Sematophyllaceae	2
Brachytheciaceae	9	Fabroniaceae	2
Polytrichaceae	7	Fissidentaceae	2
Leskeaceae	7	Neckeraceae	2
Entodontaceae	6	Meteoricaceae	2
Hedwigiaceae	6	Encalyptaceae	1
Bartramiaceae	5	Racomitriaceae	1
Hypnaceae	4	Prionodontaceae	1
Funariaceae	4	Hylocomiaceae	1
Amblystegiaceae	4	Pterigynandraceae	1

Total de familias = 28

límites del Eje Neovolcánico y que el estudio de su flora puede aportar datos fitogeográficos relativos a éste. De las 169 especies y variedades de musgos que se enlistan, 117 son nuevos registros para la Sierra de Pachuca (Tabla 1); cabe señalar que los registros de 42 de éstas se obtuvieron de la literatura y material de herbario.

Aunque los musgos del área de estudio parecen estar bien representados en nuestro muestreo, debemos indicar que existen localidades de difícil acceso que por la topografía de la Sierra no pudieron visitarse, por lo que los musgos presentes en estas zonas pueden enriquecer en el futuro el listado florístico. Por otro lado también debemos señalar que es necesario extender el período de muestreo para incorporar organismos de vida efímera que no están representados en el listado actual.

Por su distribución mundial los musgos de la Sierra de Pachuca se pueden dividir en siete elementos fitogeográficos (Tabla 4). El primero de ellos es el elemento de amplia distribución; incluye 71 especies que se distribuyen en varios continentes. Las especies cosmopolitas pertenecen a este elemento y están representadas por Bryum argenteum, Hedwigia ciliata, Polytrichum juniperinum y Trichostomum brachydontium.

El elemento México-Norte de Sudamérica agrupa a 35 especies distribuidas desde la República Mexicana hasta Perú, Bolivia y Brasil, aunque en ocasiones se extiende hacia lugares del sur de Estados Unidos (Carolina del Norte, Tennessee, Nuevo México, Texas, Oklahoma y Arizona) como en la distribución de Rhexophyllum subnigrum y Fissidens asplenoides; o hasta partes del sur del Continente Americano (Islas Juan Fernández, Chile y

TABLA 4. Elementos fitogeográficos en la flora de musgos de la Sierra de Pachuca.

Elemento de Amplia distribución

Amblystegium varium
Amphidium cyaticarpum
Anoetangium aestivum
Anomobryum filiforme
Anomodon attenuatus
Bartramia ithyphylla
Bartramidula cernua
Brachythecium plumosum
Brachythecium cf. salebrosum
Braunia secunda
Bryoerythrophyllum inaequalifolium
Bryoerythrophyllum jamesonii
Bryoerythrophyllum recurvirostrum
Bryohaplocladium microphyllum
Bryum argenteum
Bryum billardieri
Bryum capillare
Bryum muhlenbeckii
Bryum robustum
Bryum roseum
Campyllum chrysophyllum
Campyllum hispidulum
Campylopus fragilis
Campylopus pilifer
Campylopus cf. schimperi
Ceratodon purpureus
Ceratodon stenocarpus
Desmatodon convolutus
Dicranum fragellare
Didymodon australasiae var. australasiae
Didymodon rigidulus var. gracilis
Didymodon rigidulus var. icmadophila
Didymodon rigidulus var. rigidulus
Didymodon vinealis var. luridus
Encalypta ciliata
Funaria hygrometrica
Grimmia affinis
Grimmia apocarpa
Grimmia incurva
Grimmia ovalis
Grimmia trichophylla

TABLA 4. Continuación...

Elemento de Amplia distribución

Gymnostomum aeruginosum
Hedwigia ciliata
Hedwigidium integrifolium
Hypnum cupressiforme
Leptodontium flexifolium
Leptodontium viticulosoides var. viticulosoides
Mielichhoferia campylocarpa
Mnium marginatum
Orthotrichum diaphanum
Oxystegus tenuirostris var. tenuirostris
Physcomitrium pyriforme
Plagiomnium cuspidatum
Plagiomnium rhynchophorum
Pleurochaete squarrosa
Pohlia cruda
Pohlia elongata
Polytrichum juniperinum
Racomitrium crispulum
Rhabdoweisia fugax
Rhynchostegium pulchellum
Rhytidium rugosum
Stokesiella praelonga
Timmiella anomala
Tortela tortuosa
Tortula fragilis
Trichostomum brachydontium
Trichostomum crispulum
Weissia controversa
Zygodon obtusifolius
Zygodon viridissimus

TABLA 4. Continuación...

Elemento México - Norte de Sudamérica

Aloinella catenula
Anacolia laevisphaera
Anomobryum prostratum
Brachymerium systylium
Braunia plicata var. canescens
Bryum procerum
Bryum richarddsii
Campylopus chrismarii
Cryphaea polycarpa
Dicranum frigidum
Didymodon revolutus
Entodon jamesonii
Entosthodon acidotus
Fabronia ciliaris var. wrightii
Fabronia macroblepharis
Fissidens asplenoides
Holomitrium flexuosum
Hypnum amabile
Leptodontium brachyphyllum
Leptodontium viticulosoides var. exasperatum
Leskea angustata
Morinia ehrenbergiana
Pogonatum cuspidatum
Polytrichastrum tenellum
Pseudocrosidium replicatum
Phaphidorrhynchium lindigii
Rhexophyllum subnigrum
Rhynchostegium scarosum
Rozea chrysea var. bourgaeana
Rozea chrysea var. chrysea
Sphaerotheciella pinnata
Thuidium delicatulum var. peruvianum
Tortula amphidiaceae
Tortula quitoensis
Zygodon liebmannii

TABLA 4. Continuación...

Elemento México - Norte de Centroamérica

Aloina hamulus
Bartramia microstoma
Brachythecium stereopoma
Braunia squarrulosa
Ctenidiadelphus cylindricarpus
Epipterygium mexicanum
Funaria apiculatopilosa
Grimmia arizonae
Horridohypnum mexicanum
Leucodon cryptotheca
Leucodon curvirostris
Lindbergia mexicana
Neckera chlorocaulis
Neckera ehrenbergii
Orthotrichum pycnophyllum
Pogonatum comosum
Pogonatum leptopelma
Pohlia oerstediana
Pseudocrossidium aureum
Ptychomitrium cylindrothecium
Ptychomitrium lepidomitrium
Sematophyllum sericifolium
Thuidium robustum
Tortula obtusissima

Elemento México - Centroamérica - Antillas

Barbula orizabensis
Breutelia tomentosa
Bryum beyrichianum
Cryphaea reticulata
Entodon beyrichii
Fissidens repandus
Homalotecium leskeoides
Leptodontium viticulosoides var. sulphureum
Meteorium illecebrum
Mittenothamnium illecebrum
Mittenothamnium reptans
Pilotrichella flexilis
Pogonatum robustum
Racopilum tomentosum
Thuidium philibertii
Zygodon campylophyllus

TABLA 4. Continuación...

Elemento Endémico

Anomobryum plicatum
Brachythecium corbierei
Breutelia intermedia
Didymodon incrassatolimbatus
Entodon abbreviatus
Grimmia pulla
Gyroweisia papillosa
Mielichhoferia shiideana
Morinia stenotheca

Elemento Bicéntrico

Aongstroemia orientalis
Grimmia pilifera
Leptodontium capituligerum
Macrocoma orthotrichoides
Macrocoma tenue subsp. sullivanii
Prionodon densus
Pylaisiella falcata
Symblepharis vaginata

Elemento Ncrteamericano

Atractylocarpus stenocarpus
Bryum erythroloma
Forstroemia ohioensis
Pleuridium subulatum
Rhynchostegium serrulatum

Argentina) como en el caso de Anacrobryum prostratum y Campylopus chrismarii.

El elemento México-Norte de Centroamérica incluye 24 especies que se distribuyen desde México hasta Honduras; en ocasiones este patrón puede abarcar el SW de Estados Unidos (Texas y Nuevo México) como en Lindbergia mexicana y Tortula obtusissima, o llegar a Costa Rica como en Neckera ehrenbergii y Neckera chlorocaulis.

El elemento México-Centroamérica-Antillas comprende 15 especies; aunque a veces puede extenderse a partes del sur de Estados Unidos como Tennessee y Texas (Homalothecium leskeoides), por el otro lado también puede llegar a Brasil, Colombia y Andes como en Leptodontium viticulosoides var. sulphureum y Thuidium philibertii; Bryum heyrichianum se extiende hasta Chile, Paraguay y norte de Argentina.

El elemento Endémico posee 9 especies exclusivas de México.

El elemento Bicéntrico, con 8 especies, se distribuye entre dos continentes, principalmente el Americano y el Asiático; como ejemplos de éstas se encuentran Symblepharis vaginata y Pylaisiella falcata; en ocasiones las especies se pueden compartir entre los continentes Americano y Africano, por ejemplo, en el caso de Leptodontium capituligerum y Prionodon densus.

El elemento Norteamericano, con 5 especies, se extiende desde el norte de Estados Unidos hasta el centro de México, pero puede llegar hasta Canadá (Bryum erythroloma) o extenderse hasta Costa Rica y Panamá (Atractylocarpus stenocarpus). Rhynchostegium serrulatum es un caso especial ya que básicamente se distribuye en

Estados Unidos pero puede presentarse en México, Costa Rica, Nicaragua y Cuba.

Como se mencionó antes, la Sierra de Pachuca se localiza entre los límites del Eje Neovolcánico, por lo que se piensa que la flora de ambos lugares ha estado sujeta a los mismos eventos históricos. Tales eventos han afectado las tasas de migración de taxa. La hipótesis sobre el origen de la flora mexicana por migración de taxa de otras latitudes ha sido claramente establecida por Rzedowski (1962), quien explica que hay evidencia de que México ha sido sitio de migración de floras y faunas de norte a sur y de sur a norte. Por esto, los elementos descritos anteriormente son quizá el resultado de migraciones y desplazamientos altitudinales ocurridos durante varias épocas en México. La siguiente discusión sólo puede ofrecer explicaciones provisionales para la distribución de musgos en la Sierra de Pachuca.

De acuerdo con Delgadillo (1979) en su estudio de la flora de musgos del bosque de Liquidambar, las altas montañas del este de México han estado abiertas a la migración de plantas a lo largo del tiempo; la presencia de diversos elementos de amplia distribución, particularmente aquellos bi y tricéntricos presumen una dispersión y migración antigua hacia México. Aunque algunas especies pudieron haber llegado en tiempos recientes parece improbable que las especies de amplia distribución sigan este comportamiento. Estas consideraciones se pueden hacer extensivas a los musgos de amplia distribución en la Sierra de Pachuca.

También es de interés proponer una hipótesis sobre la manera

de como se realizó el intercambio florístico dentro del elemento México-Norte de Sudamérica; este pudo haberse llevado a cabo a través de Centroamérica. Según Thorne (1973) la liga florística entre Sudamérica y Norteamérica es muy fuerte pues este puente, de anchura adecuada, topografía, clima y sustrato variable y una gran actividad histórica de emergencia y submergencia ha facilitado el intercambio de plantas. Los que han colectado en las partes altas del sur de México o América Central pueden atestiguar sobre la mezcla de taxa de plantas y animales del norte y sur de América. De las 228 familias fanerogámicas en Sudamérica 201 se representan también en México y Norteamérica y 7 más se encuentran en Panamá.

Graham (1972) dice que es posible que el principal intercambio florístico entre México y Sudamérica y viceversa se llevó a cabo en el Plioceno-Pleistoceno; Raven y Axelrod (1974) mencionan que el puente centroamericano parece haberse cerrado en el Plioceno. En Bowers (1970) se indica que este puente estuvo sumergido desde el Eoceno hasta el Plioceno y la migración de plantas pudo haber ocurrido de sur a norte o viceversa antes de la inundación del Eoceno. Por lo anteriormente discutido se puede pensar que las especies de musgos en la Sierra de Pachuca también emigraron a México a partir del Plioceno.

De acuerdo con Rzedowski (1978) existe una gran similitud entre la flora del sur de México y la de América Central ya que poseen una continuidad fisiográfica, climática y florística, principalmente entre Chiapas y Guatemala. Lo mismo ocurre con otras repúblicas centroamericanas, ya que las variaciones

florísticas son graduales y paulatinas excepto a nivel de la depresión de Nicaragua, la cual separa las altas montañas de Costa Rica con las de Guatemala, Honduras y El Salvador. Esta discontinuidad explica el patrón de distribución del elemento México-Norte de Centroamérica.

El arco antillano puede ser considerado como la ruta de migración entre México y Centroamérica. De acuerdo a Bowers (1970), durante el Eoceno hubo conexión entre las Antillas y Centroamérica. Parece ser que la migración dentro del elemento México-Centroamérica-Antillas se dió después del Eoceno medio, cuando la región del Caribe alcanzó su aspecto moderno (Freeland & Dietz, 1971).

El elemento Endémico en México puede ser explicado por mecanismos genéticos peculiares a cada especie. Sin embargo, para un grupo de especies la presión selectiva está dada por la interacción con los factores ambientales (Delgadillo, 1971).

La disyunción de especies en el elemento Bicéntrico en el que se comparten plantas entre dos continentes, por un lado entre el Continente Americano y el Continente Asiático (por ejemplo, *Hongstroemia orientalis*) y por otro, entre el Continente Americano y el Continente Africano (por ejemplo, *Leptodontium capituligerum*). Estas disyunciones pudieron haberse originado por la separación continental propuesta inicialmente por Wegener en 1915 (Wegener, 1966) o como lo explica la teoría de Tectónica de Placas propuesta por McKenzie (1970). Según éstos, la separación continental pudo haberse dado después del Terciario tardío. Antes de esta separación muchos taxa pudieron estar presentes en áreas

cercanas. La deriva continental puede proveer una explicación de la distribución de especies ahora disyuntas entre América-Asia y América-Africa.

De acuerdo a McKenzie (1970) el acoplamiento de América del Sur y Africa es especialmente convincente y muestra que los dos continentes han permanecido indeformados internamente durante todo el tiempo que el Atlántico Sur ha estado ensanchándose. Por otro lado Raven y Axelrod (1974) discuten que de acuerdo a la geología de la región y a los movimientos relativos de las placas, Sudamérica ha sido más accesible a la migración con Africa que con Norteamérica.

Sharp (1966) hace referencia a las afinidades florísticas entre el este de Norteamérica y el este de Asia, enfatiza la existencia de relaciones muy marcadas entre la flora del este de Asia y la de México; cita numerosos ejemplos de género y especies comunes entre ambas áreas, tanto a nivel de fanerógamas, como de pteridofitas y briofitas. Sharp (1966) postula que una parte de la flora actual de México se originó en Asia o en el norte de América, en el que los elementos originarios de Asia migraron a través de Alaska en el Cretácico y en el Terciario; posteriormente los climas fríos de fines del Terciario y del Pleistoceno extinguieron casi toda esta flora en grandes extensiones de Norteamérica y sólo en México pudo sobrevivir un mayor porcentaje.

Delgadillo (1971), en su trabajo de musgos alpinos de México, indica que la distribución de especies dentro del elemento norte siguen las montañas del oeste de Norteamérica. El considera el

Plioceno como el período más probable de migración debido a los cambios climáticos de ese período.

Pensamos que la distribución de las especies del elemento Norteamericano de la Sierra de Pachuca también tuvieron como ruta de migración a las montañas del oeste de Norteamérica, debido a que por su cercanía, esta flora es una extensión de la del Eje Neovolcánico y pudo estar sujeta a los mismos mecanismos de migración.

VI. CONCLUSIONES

- Se elaboró el listado florístico de musgos de la Sierra de Pachuca el cual engloba 169 especies y variedades. Estas se agrupan en 90 géneros y 28 familias.

- Por su distribución por tipos de vegetación, los musgos se encontraron en mayor número en el bosque de Quercus, disminuyendo en los bosques de Abies, Pinus, Abies-Quercus y Juniperus, Pastizal y Matorral.

- De acuerdo al sustrato, la mayoría de las especies se encontraron sobre suelo y en menor grado como epífitas y epilíticas.

- La familia Pottiaceae fue la mejor representada en la zona de estudio con un total de 40 especies.

- Del total de especies y variedades de musgos listados, 117 son nuevos registros para la Sierra de Pachuca.

- Por su distribución geográfica, las especies de musgos quedaron agrupadas en siete elementos fitogeográficos (Amplia distribución, México-Norte de Sudamérica, México-Norte de Centroamérica, México-Centroamérica-Antillas, Endémico, Bicéntrico y Norteamericano).

- Con la elaboración del listado florístico se complementó el conocimiento de la distribución de las especies de musgos del Valle de México.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Bartram, E. B. 1949. Mosses of Guatemala. Fieldiana Bot. 25:1-442
- Bescherelle, E. 1872. Prodomus Bryologiae Mexicanae ou énumération des mousses du Mexique avec description des espèces nouvelles. Mém. Soc. Nat. Sci. Nat. Cherbourg 16: 144-256
- Bowers, F. D. 1970. High elevation mosses of Costa Rica. J. Hattori Bot. Lab. 33: 8-35
- Buck, W. R. 1983. A synopsis of the South American taxa of Fabronia (Fabroniaceae). Brittonia 35: 248-254.
- Crum, H. A. 1951. The Appalachian - Ozarkian element in the moss flora of Mexico with a check - list of all know mexican mosses. Ph. D. Dissertation. Univ. Michigan. Ann Arbor. 504 pp.
- Crum, H. A. & Anderson, L.B. 1981. Mosses of Eastern North America 2 Vols. Columbia Univ. Press. New York. 1328 pp.
- Freeland, G. L. & Dietz, R. S. 1971. Plate tectonic evclution of Caribbean-Gulf of Mexico region. Nature 232: 20-23
- Delgadillo M., C. 1971. Phytogeographic studies on alpine mosses of Mexico. The Bryologist 74: 331-346

Delgadillo M., C. 1973. A new species, nomenclatural changes and generic limits in Aloina, Aloinella and Crossidium (Musci).

The Bryologist 76: 271-277

Delgadillo M., C. 1975. Taxonomic revision of Aloina, Aloinella and Crossidium (Musci). The Bryologist 78: 245-303

Delgadillo M., C. 1979. Mosses and phytogeography of the Liquidambar forest of Mexico. The Bryologist 82: 432-449

Delgadillo M., C. 1982. Current knowledge of the Mexican moss flora and its temperate element. Beih. Nova Hedwigia 71: 455-459

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. 2a. ed. 246 pp.

Graham, A. 1972. Some aspects of Tertiary vegetational history about the Caribbean basin. I Congr. Latinoamer. Bot., Mem. 97-117

Grout, A. J. 1928-1940. Moss flora of North America North of Mexico. 3 Vols. Ed. facsimilar 1972, Haf. Publ. Co. New York

Mckenzie, D. P. 1970. Plate tectonics and continental drift. Endeavour 29: 39-44

Medina C., J. M. 1980. Análisis fitogeográfico de la vertiente

sur de la Sierra de Pachuca, Edo. de Hidalgo. Tesis profesional.
E.N.C.B. I. P. N. México, D.F. 58 pp.

Medina C., J.M. & Rzedowski, J. 1981. Guía botánico forestal de la parte alta de la Sierra de Pachuca. Guías botánicas de excursiones en México. Vol. IV. Soc. Bot. de Méx. México, D. F. 66 pp.

Müller, C. 1848-1851. Synopsis muscorum frondosorum omnium hucusque cognitorum. Berolini. Alb. Foerstner. 2 Vols.

Müller, C. 1874. Novitates bryothecae Mullerianae 3. Musci Mexicani. Linnaea 38: 620-660

Ochi, H. 1980. A revision of the Neotropical Bryoideae Musci (First Part). Jour. Fac. Educ. Tottori Univ. 29: 49-154

Proctor, M.C. F. 1981. Physiological ecology of bryophytes. In Advances in Bryology, ed Schultze-Motel W. J. Cramer, Germany. 80-166

Proctor, M. C. F. 1982. Physiological ecology: water relations, light and temperature responses, carbon balance. In Bryophyte Ecology, ed Smith A. J. E. Chapman & Hall, London. 333-381

Proctor, M. C. F. 1984. Structure and ecological adaptation. In the Experimental Biology of Bryophytes, eds Dyer, A. F. & Duckett

J. G. Academic Press, U.S.A. 9-37

Richardson D., H. S. 1981. The biology of mosses. Blackwell Sci. Publ. Oxford. 220 pp.

Raven, P. H. & Axelrod, D. I. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. Ann. Missouri Bot. Gard. 61: 539-673

Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. I. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la flora Mexicana. Soc. Bot. México 27:52-65

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F. 432 pp.

Rzedowski, J. & Rzedowski, G. C. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. C.E.C.S.A. México, D.F. 403 pp.

Schofield, W. B. & Héban, C. 1984. The morphology and anatomy of the moss gametophore. In New Manual of Bryology ed Schuster, R.M. Vol. 2. The Hattori Bot. Japan. 627-657

Secretaría de Programación y Presupuesto. 1979. Descripción de la leyenda de la carta edafológica DETENAL. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. Dirección General de Estudios del Territorio Nacional. 320 pp.

Sharp, A. J. 1966. Some aspects of Mexican phytogeography.
Ciencia, México. 24: 229-232

Sharp, A. J. 1977. The preparation of a manual of Mexican mosses.
Taxon 26: 151-153

Thériot, I. 1931. Mexican mosses collected by Brother Arsène
Brovard III. Smithsonian Misc. Collect 85: 1-44

Thorne, R. F. 1973. Floristic relationships between tropical
Africa and tropical America. In Tropical forest ecosystems in
Africa and South America, eds Meggers, B. J., Ayensu, E. S. &
Duckworth, W. D. A Comparative review. 255-258

Wegener, A. 1966. The origin of the continents and oceans.
translation from the 4th German edition. New York. 246 pp.

APENDICE

Lista de localidades y fechas visitadas en el transcurso de este trabajo para obtener ejemplares botánicos de referencia en la Sierra de Pachuca.

Localidad	Fecha	Número de colecta
2 km al N de Presa		Alfaro y Castillo
Jaramillo, El Chico	Julio 9, 1984	77 - 123
6 km al SE de Tezuantla, Peñas Largas	Julio 10, 1984	124 - 204
1 km al S de Tezuantla	Julio 10, 1984	205 - 237
Crucero Casas Quemadas	Julio 10, 1984	238 - 274
3 km al NW de Nopalillo, Epazoyucan	Julio 11, 1984	275 - 317
10 km al N de Pachuca, Mineral del Monte	Octubre 6, 1984	Alfaro 318-360 Castillo 1-54
14 km al N de Pachuca, Pueblo Nuevo	Noviembre 2, 1984	Alfaro 361-384 Castillo 55-81
3 km al N de Nopalillo, Epazoyucan	Noviembre 17, 1984	Alfaro 385-406 Castillo 82-101
2 km al SE de Real del Monte	Diciembre 23, 1984	Alfaro 407-430 Castillo 102-127

Localidad	Fecha	Numero de colecta
16 km al N de Pachuca, El Chico	Diciembre 23, 1984	Alfaro 431-445 Castillo 128-133
5 km al E de Pachuca	Enero 12, 1985	Alfaro 446-451 Castillo 134-144
3 km al N de Pachuca	Enero 12, 1985	Alfaro 452-459 Castillo 145-152
Crucero Casas Quemadas	Enero 12, 1985	Alfaro 460-478 Castillo 153-176
Cruz de los Negros	Enero 12, 1985	Alfaro 479-493 Castillo 177-190
18 km al N de Pachuca Cruz Grande, El Chico	Enero 12, 1985	Alfaro 494-503 Castillo 191-198
4.5 km al NW de Pachuca, El Cerezo	Abril 29, 1985	Alfaro 504-523 Castillo 199-213
3 km al NW de Pachuca	Abril 29 1985	Alfaro 524-535 Castillo 214-223
4.5 km al NW de Nopalillo, Sierra de las Navajas	Abril 30, 1985	Alfaro 536-567 Castillo 224-259
4 km al NE de Nopalillo, Sierra de las Navajas	Abril 30, 1985	Alfaro 568-578 Castillo 260-275
1 km al NW de Nopalillo, Epazoyucan	Abril 30, 1985	Alfaro 579-589 Castillo 276-283

Localidad	Fecha	Número de colecta
3 km al SE de Nopalillo, Epazoyucan	Abril 30, 1985	Alfaro 590-594 Castillo 284-289
Cerro de las Ventanas, El Chico	Mayo 1, 1985	Alfaro 595-609 Castillo 290-307
2 km al S de El Chico	Mayo 1, 1985	Alfaro 610-634 Castillo 308-327
11 km al N de Pachuca	Mayo 1, 1985	Alfaro 635-643 Castillo 328-337