

24: 98

AFINIDADES Y DISTRIBUCION DE LA FLORA DE  
MUSGOS EN LOS EXTREMOS DEL EJE NEOVOLCANICO

---

Tesis que para optar al título de Biólogo presenta:

Juan Francisco Efraín De Luna García



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

---

México, D.F. 1983



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.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	ii
I. INTRODUCCION .....	1
II. ANTECEDENTES .....	2
III. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LAS AREAS DE ESTUDIO .....	4
a) El Eje Neovolcánico .....	4
b) Nevado de Colima .....	7
c) Pico de Orizaba y Cofre de Perote .....	11
IV. METODO .....	14
V. RESULTADOS .....	16
a) Lista florística .....	16
b) Especies dudosas o poco conocidas .....	36
VI. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FLORA .....	36
VII. DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES .....	38
VIII. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ESPECIES .....	40
IX. COMPARACION FLORISTICA DE LOS EXTREMOS DEL EJE NEOVOLCANICO .....	48
X. FACTORES HISTORICOS .....	52
XI. CONCLUSIONES .....	58
XII. BIBLIOGRAFIA .....	59

## I. INTRODUCCION

La revisión de la literatura indica que el conocimiento de la brioflora de México aún es incompleto. Algunas discusiones recientes han puesto en evidencia que las investigaciones sobre las briofitas de México, realizadas principalmente por extranjeros, están en fases preliminares (Delgadillo, 1982).

Las investigaciones briológicas realizadas por autores mexicanos son recientes debido a que el primer grupo de trabajo se estableció en 1973. A partir de entonces, los estudios florísticos se realizan con base en un marco conceptual que contempla la solución de problemas científicos concretos, la formación de personal y el desarrollo de infraestructura para estudios posteriores. El marco conceptual de los investigadores mexicanos propone que el Eje Neovolcánico pudo haber actuado como barrera entre los valles a uno y otro lado del mismo y como vía de migración de especies de musgos (Delgadillo, 1981, 1982). En función de esta hipótesis se están realizando exploraciones en los valles de Zacatecas y Tehuacán, a lo largo de las sierras y del Eje Neovolcánico para determinar sus similitudes y relaciones florísticas (Delgadillo, 1971; 1979a; Delgadillo & Cárdenas, 1979).

En la primera contribución se estudió la brioflora alpina de cuatro volcanes del centro del Eje y se establecieron las relaciones fitogeográficas y su antigüedad en México; además, se propuso la hipótesis de que muchas especies han emigrado a lo largo de las principales cadenas montañosas de Norte, Centro y Sudamérica hasta el centro de México y que otras especies se han desarrollado *in situ* (Delgadillo, 1971).

Las elevaciones importantes en los extremos del Eje, como son el Nevado de Colima, Cofre de Perote y Pico de Orizaba, no han sido estudiadas. En consecuencia, el estudio de esas elevaciones permitiría levantar un inventario florístico, proporcionaría información sobre su similitud florística y facilitaría la interpretación del Eje Neovolcánico como barrera y/o ruta de migración de musgos.

Con el propósito de determinar el grado de similitud entre los extremos del Eje y su significado fitogeográfico, en esta contribución se presenta un inventario preliminar de los musgos encontrados en los bosques de *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii* y en las zonas alpinas de cada una de las tres montañas citadas anteriormente. El inventario es resultado de la identificación parcial de las colecciones, del autor y la adición de datos bibliográficos y de herbario; al mismo tiempo, se mencionan datos de la distribución de las especies y se comparan los datos florísticos de los dos extremos del Eje.

Con esta información se presenta en la parte final una discusión sobre la posible fuente de origen de las especies, rutas de migración y posible influencia del Eje Neovolcánico como vía de migración de especies a través de las montañas que lo forman.

## II. ANTECEDENTES

Los estudios florísticos realizados sobre los musgos alpinos del centro del Eje Neovolcánico (Delgadillo, 1971) y las adiciones recientes a esa flora (Delgadillo, 1979b) representan el antecedente más importante de este estudio.

En las publicaciones referidas anteriormente se listaron 94 especies y variedades alpinas, 17 de las cuales también fueron registradas para la zona alpina del Pico de Orizaba. Otros autores, entre ellos, Bescherelle (1872), Cardot (1910, 1911 a & b, 1913), Müller (1874), Thériot (1921) y Crum (1951a), han citado para esta montaña numerosas especies cuyos registros se basan en las colecciones de Pringle, Liebmann y Galeotti, entre otros. De estos registros, sólo se consideraron 41 especies que provenían de altitudes superiores a los 9000 pies o 3000 m porque este es el piso altitudinal del bosque de *Abies*. La mayoría de estas especies son poco conocidas en México o bien sólo conocidas por las colecciones tipo.

La flora de musgos conocida para el Cofre de Perote consistía de 5 especies: *Philonotis corticata* de la zona alpina (Crum & Griffin, 1981); *Moninia saltoana* (Zander et al., 1980) y

*Brachythecium frigidum* (Robinson, 1963) del bosque de *Pinus hartwegii*; *Bryoerythrophyllum andersonianum* y *B. bolivianum* del bosque de *Abies* (Zander & Sharp, 1981). Debido a que sólo recientemente ha sido explorado por briólogos, no existen más referencias a la brioflora del Cofre de Perote.

Del Nevado de Colima únicamente se han citado tres taxa: *Bryoxiphium norvegicum* var. *mexicanum* (Crum, 1951a; Love & Love, 1953), *Mielichhoferia campylocarpa* (Shaw & Crum, 1982) y *Leptodontium flexifolium* (Zander, 1972). De acuerdo con McVaugh (1972) desde el siglo pasado varios colectores botánicos, entre ellos Bárcena, Pringle y Hitchcock, visitaron el Nevado de Colima, pero no se sabe si colectaron briofitas. Los ejemplares del mismo McVaugh son la única referencia de dos de esos taxa.

Por lo expuesto anteriormente, es evidente que el conocimiento de la flora de musgos de las tres elevaciones estudiadas es escaso. El Pico de Orizaba, por ser la elevación más importante del país y por estar situada en la ruta de acceso a la capital fue el más visitado por los colectores botánicos del siglo XIX; en cambio, las referencias al Cofre de Perote y Nevado de Colima son pocas. En contraste, la flora vascular en los extremos del Eje Neovolcánico es mejor conocida que la flora de musgos. Rzedowski y McVaugh (1966) listaron las especies más frecuentes en el Nevado de Colima mientras que Johnson (1970) hizo un listado preliminar de las especies del Pico de Orizaba; no existen referencias directas a la flora vascular del Cofre de Perote.

Los datos acerca de las similitudes geográficas de la flora vascular entre ambos extremos del Eje son escasos. De acuerdo con Rzedowski (1978) el Eje Neovolcánico junto con la Sierra Madre del Sur pertenecen a la Provincia de las Serranías Meridionales; sin embargo, no conociendo las afinidades de la flora entre las partes de la provincia el mismo autor considera que su definición aún no es del todo satisfactoria.

Rzedowski y McVaugh (1966) hacen referencia indirecta al problema de las similitudes florísticas de los extremos del Eje Neovolcánico señalando la presencia de semejanzas fisonómicas, ecológicas y florísticas entre el "Bosque Mesófilo de Montaña"

(*sensu* Miranda, 1947) de las vertientes del Pacífico, con el "Bosque Decídúo" (*sensu* Miranda & Sharp, 1950; Rzedowski, 1965) característico de las vertientes del Atlántico. Estas similitudes ponen de manifiesto el carácter vicariante de ambas comunidades vegetales.

En resumen, deseamos poner énfasis en el hecho de que los antecedentes florísticos del Eje Neovolcánico son escasos y que la comparación de sus extremos deberá actualizarse conforme se estudien con mayor detalle las floras de esos lugares.

## II. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LAS AREAS DE ESTUDIO

### a) El Eje Neovolcánico

La Cordillera Neovolcánica Transversal o Eje Neovolcánico es la unidad orogénica constituida por una serie de volcanes que se extienden de Este a Oeste, en una zona comprendida entre los paralelos 19° y 20° N (Tamayo, 1962). Se pueden reconocer tres fases principales en la evolución geodinámica del Eje Neovolcánico: una fase Cretácica metamorfozada que se presenta como una serie andesítica; una fase Oligo-miocénica con alternancia de brechas y derrames y la fase Plio-cuaternaria que se sobrepone a las estructuras más antiguas (Demant *et al.*, 1976). Información amplia en torno a las características geológicas, históricas, estructurales, magmáticas y tectónicas del Eje en su conjunto la proporcionan Mooser (1972, 1975), Demant & Robin (1975) y Demant *et al.*, (1976).

A partir de la información geológica y edafológica puede inferirse que existen ciertas similitudes entre ambos extremos del Eje. A grandes rasgos, las rocas parecen ser semejantes; entre las rocas pirogénicas, se encuentran andesitas y basaltos y entre las piroclásticas, brechas y arenas basálticas. De acuerdo con Demant *et al.* (1976), en todo el Eje predominan rocas ricas en sílice las cuales contienen porcentajes elevados de hierro, magnesio y calcio.

Los caracteres químicos de las emisiones pliocuaternarias

en ambos extremos del Eje son de tipo calco-alcalino lo cual indica que este vulcanismo es derivado de la desintegración termal de corteza marina (Placa de Cocos) a consecuencia de su hundimiento en la trinchera de Acapulco (Demant *et al.*, 1976). Este fenómeno que se desarrolla a lo largo del Eje también se observa a lo largo de la costa del Pacífico hasta América del Sur (Demant & Robin, 1975).

Ciertos estudios recientes en las principales montañas del Eje demuestran que los suelos se han originado bajo la influencia de la actividad volcánica en esas áreas por lo que los tipos de suelo, principalmente andosoles, resultan semejantes no sólo en su origen, sino también en su desarrollo, mineralogía, drenaje, etc. (Aguilera, 1969).

El conjunto de similitudes geológicas y edafológicas ha permitido reconocer al Eje Neovolcánico como una sola provincia magnética y tectónica (Demant *et al.*, 1976).

Los factores ambientales que constituyen el clima sufren variaciones locales a lo largo del Eje Neovolcánico principalmente por consecuencia de la altitud. Predominan los climas templados (Cw) con temperaturas medias anuales menores a 20°C y con la época lluviosa en el verano y una época seca corta en el invierno; en general la precipitación anual es del orden de 1000 mm, pero la distribución de las isoyetas es irregular y responde a los arreglos orográficos locales, por ejemplo, la influencia de ciclones tropicales del Pacífico se manifiesta en la vertiente sur del Eje Neovolcánico incrementando la precipitación anual entre 1200 y 1500 mm; también existen diferencias entre los extremos del Eje por causa de su ubicación geográfica respecto a los centros de alta presión atmosférica del Pacífico y Atlántico; el extremo occidental del Eje es menos húmedo que el extremo oriental, donde los "Nortes" aumentan considerablemente la cantidad de lluvia invernal (García, 1965).

El conjunto de variaciones en altitud, fisiografía, clima, la historia geológica reciente y su situación geográfica respecto a la flora Neártica y Neotropical, han permitido el establecimiento de comunidades bióticas de particular importancia a lo largo del



Eje Neovolcánico, por lo que esta cadena de montañas ha sido reconocida como área de interés botánico (cf. Beaman, 1959, 1960; Aubert de la Rue, 1946); existen varios ejemplos en la literatura que ilustran la diversidad de enfoques en el estudio de estas áreas (cf. Tamayo, 1962).

Aubert de la Rue (1946) ha realizado investigaciones de las comunidades vegetales presentes a lo largo del Eje; en su descripción de los pisos altitudinales de vegetación, cita cuatro zonas: una zona inferior de pinos caracterizada por la presencia de *Pinus montezumae*; una zona de *Abies religiosa*; una superior de pinos (*Pinus hartwegii*) y la zona de praderas alpinas con gramíneas y crucíferas. Rzedowski (1978) ha reconocido estas zonas como los tipos de vegetación alpina, subalpina de pinos, bosque de oyameles y bosque de pinos.

El bosque de pinos, frecuentemente mezclado con encinos, se localiza a lo largo del Eje entre los 2000 y 2500 m de altitud. *Pinus montezumae* es la especie más abundante en esta zona, también están presentes *P. pseudostrobus*, *P. rudis* y *P. teocote* (Rzedowski, 1978).

El bosque de *Abies religiosa* forma un cinturón angosto y discontinuo en las montañas del Eje, se localiza en las elevaciones superiores a 2500 m; la estructura de esta comunidad, según Madrigal (1967), incluye un estrato arbóreo superior dominado por *Abies* y puede existir un estrato arbóreo inferior formado por *Quercus*, *Alnus*, *Arbutus*, *Salix*, *Prunus*, *Buddleia* y otros. Los estratos arbustivo y herbáceo están formados por matas de *Senecio*, *Eupatorium*, *Stevia* y *Archibaccharis* que se desarrollan mejor cuando la cantidad de luz en el interior de la comunidad es mayor (Rzedowski, 1978).

El bosque subalpino de *Pinus hartwegii* se establece desde los 3400 m; está dominado por los árboles de pino, con un sotobosque herbáceo poco denso que incluye gramíneas amacolladas, matas de *Lupinus*, *Pentstemon*, *Senecio*, *Eryngium* y otras como *Sedum*, *Draba* y *Arenaria* en el estrato rasante (Obieta, 1977).

El límite de la vegetación arbórea se sitúa a los 3900 m aproximadamente; a mayor altitud solo crecen gramíneas amacolladas formando el zacatonal alpino; en las laderas arenosas de la zona

alpina sólo logran establecerse algunos cojinetes de *Arenaria*, estando ausente una cobertura vegetal definida; en los picachos o laderas rocosas *Juniperus monticola* crece formando manchones bajos y compactos (Beaman, 1959, 1960).

b) Nevado de Colima

El Nevado de Colima, situado en el extremo occidental del Eje Neovolcánico (Fig. 1), se eleva a 4300 m, aproximadamente; es un volcán estratificado, apagado y bastante erosionado. El Volcán de Fuego, situado al sur del Nevado, es uno de los volcanes activos en México. Durante 1975, en su período eruptivo más reciente, las avalanchas de lava causaron la destrucción de los bosques inmediatos (Demant *et al.*, 1976).

El Nevado de Colima es un cono amplio, aunque como consecuencia de la erosión, su forma se ha modificado y sus flancos están surcados por barrancas profundas. La cumbre termina en un picacho rocoso triédrico que en algunos inviernos se cubre de nieve (Sosa, 1935; Tamayo, 1962). Abunda la piedra pómez, probablemente originada durante las erupciones recientes del Volcán de Fuego (Mooser *et al.*, 1958).

Entre las numerosas referencias que describen los volcanes de Colima, la publicación de Ortíz (1944) es la primera de tipo monográfico que incluye mapas y fotografías; sin embargo, la información actualizada más importante la constituyen los estudios de Mooser (1961) y Lorenzo (1961).

De acuerdo con Mooser (1961), tanto el Nevado como el Volcán de Fuego de Colima se formaron a partir de una altura de 3000 m, sobre una masa efusiva antigua previamente erosionada. Las series basales del cono del Nevado de Colima consisten de depósitos de lahars y de cenizas; en las márgenes de la caldera del Nevado se encuentran andesitas de piroxenas y hornblenda de varios tipos. El picacho representa la parte oriental y septentrional del antiguo cono del Nevado y es donde nacieron los glaciares en el Pleistoceno, época en la que la actividad del Nevado ya había cesado y la destrucción del picacho estaba muy avanzada (Mooser, 1961).

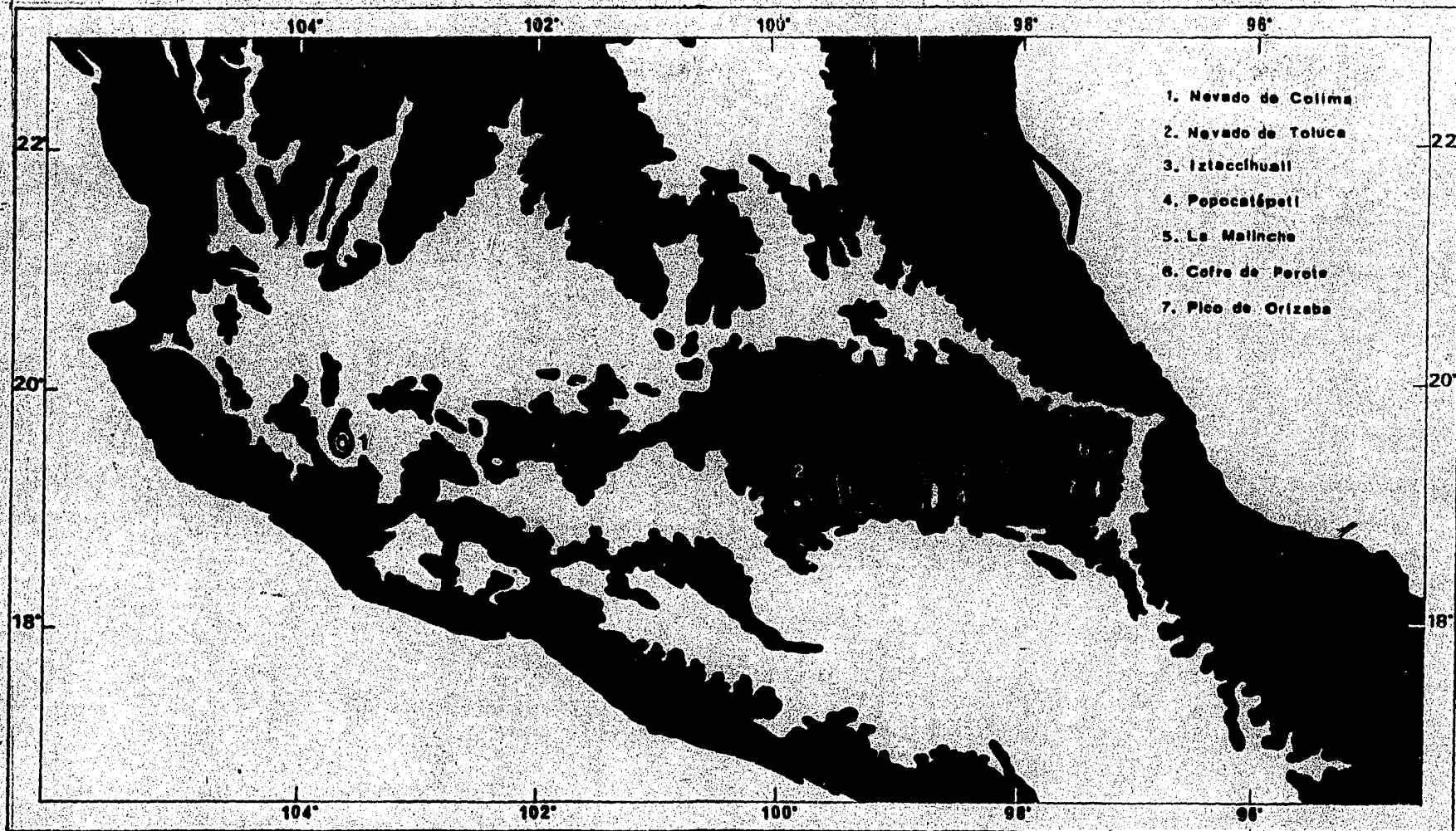


FIG. 1. Localización de las áreas de estudio y de las principales montañas del Eje Neovolcánico en México.

El análisis tectónico de los dos volcanes revela su relación con el sistema fundamental de fallas denominado "Fracturamiento Clarión". Las lavas andesíticas, de características calco-alcalinas, han aflorado localmente a través de la falla Colima-León; se originaron en el Sial como consecuencia del hundimiento de corteza marina bajo el continente (Demant & Robin, 1975).

Las exploraciones de Lorenzo (1961) en el Nevado de Colima permitieron conocer la existencia de huellas de los procesos de glaciación del Pleistoceno, como rocas aborregadas a 3740 m, cryolacólitos y morrenas laterales a 3500 m, que posiblemente marcan el máximo avance del hielo. El conjunto de las evidencias permite suponer que hubo por lo menos dos avances glaciares.

El macizo montañoso del Nevado y Volcán de Colima establece dos vertientes principales surcadas por profundas barrancas como las de Atenquique, de la Lumbre, etc. El sistema hidrológico lo constituyen corrientes escasas que irradian desde cima. Los ríos Colima, Armería, Naranjo y Salado reciben los escurrimientos de las vertientes oeste y sur. La laguna de Zapotlán recibe el caudal de los arroyos procedentes de la ladera norte del Nevado (Madrigal, 1970). Aunque son escasos los manantiales (Madrigal, 1970) su presencia, sobre todo en los bosques de *Abies*, ofrece hábitats particulares con disponibilidad permanente de agua.

Algunos parámetros climáticos para el área del Nevado de Colima fueron incorporados en el estudio ecológico de Madrigal (1970). Con los datos publicados y la información proporcionada por las cartas climáticas es posible caracterizar los climas en el extremo occidental del Eje Neovolcánico.

En el área del Nevado de Colima las isoyetas y en general los tipos climáticos tienen un arreglo concéntrico a la montaña. En altitudes que corresponden a la zona alpina del Nevado de Colima predominan condiciones climáticas tipo ETH, donde la temperatura media anual oscila entre  $-2^{\circ}$  y  $5^{\circ}\text{C}$  y la precipitación anual es superior a 1200 mm, la humedad atmosférica es relativamente alta por el gran número de días nublados y días con neblina. Se presentan ocasionalmente nevadas hacia el límite superior del bosque de *Abies* y hacia la zona alpina.

A elevaciones inferiores a 3000 m el clima es menos húmedo y la precipitación anual disminuye con la disminución en altitud. Esto condiciona el establecimiento de pisos altitudinales de vegetación particulares.

Las formaciones vegetales en el Nevado de Colima fueron estudiadas por Rzedowski y McVaugh (1966) y Madrigal (1970).

En el Nevado de Colima, el límite de la vegetación arbórea se alcanza aproximadamente a 3900 m. A esta altitud la zona alpina consiste de extensas zonas arenosas en las que sólo se establecen algunas matas de *Arenaria* y *Draba*; el zacatonal alpino lo forman *Festuca toluensis*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Calamagrostis toluensis*. En las formaciones rocosas crece *Juniperus monticola* fo. *compacta*, además de *Alchemilla*, *Gnaphalium*, *Luzula*, *Pernettya*, *Potentilla*, *Senecio*, *Trisetum* y *Vaccinium* (Rzedowski & McVaugh, 1966).

El bosque subalpino de *Pinus hartwegii* se establece en las laderas superiores del Nevado de Colima entre los 3500 y 3850 m aproximadamente. Este pinar abierto tiene un estrato herbáceo dominado por gramíneas amacolladas asociadas con *Alchemilla*, *Bidens*, *Castilleja*, *Eryngium*, *Eupatorium*, *Euphorbia*, *Geranium*, *Lupinus*, *Luzula*, *Pentstemon*, *Ribes*, *Senecio* y *Stevia* (Rzedowski & McVaugh, 1966).

A una altitud de 3300 m crecen árboles de *Alnus firmifolia* mezclados con *Pinus hartwegii* y un bosque homogéneo de *Alnus* que se extiende hasta los 3100 m (Rzedowski & McVaugh, 1966). Los troncos de *Alnus* están cubiertos por una gruesa capa de briofitas, líquenes, helechos y algunas angiospermas.

El bosque de *Abies* en el Nevado de Colima se establece en altitudes superiores a 2500 m. Las especies arbóreas más frecuentes son *Alnus firmifolia*, *Arbutus xalapensis*, *Cupressus lindleyi*, *Melissma dentata*, *Ostrya virginiana*, *Pinus hartwegii*, *P. pseudostrobus*, *Podocarpus* sp., *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. laurina* y *Viburnum dispar* (Madrigal, 1970).

En el Nevado de Colima, la influencia humana sobre la vegetación consiste en talas, explotaciones forestales, pastoreo, incendios, etc.; estos factores han influido sobre la estructura de los bosques de *Abies*, *Pinus* y aún de la zona alpina en el

Nevado (Madrigal, 1970). Los incendios y transformación de los terrenos a otras actividades diferentes a la forestal han sido causa de la elevación paulatina y constante del límite inferior del bosque de *Abies* en la región de los volcanes Nevado y Volcán de Colima (Manzanilla, 1974).

c) Pico de Orizaba y Cofre de Perote

El Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, en el extremo oriental del Eje Neovolcánico (Fig. 1), forman una pequeña cadena orográfica de dirección Norte-Sur (Serranía del Citlaltépetl) localizada en el límite de los Estados de Veracruz y Puebla. El primer volcán es el más elevado de México con 5675 msnm; la cima del segundo alcanza 4282 msnm (Demant *et al.*, 1976).

El Pico de Orizaba es un cono estratificado, cubierto permanentemente por nieve. Sobre un basamento complejo de formaciones calizas plegadas se apoyan las rocas ígneas del cono moderno. Las andesitas de hornblenda e hiperstena se extienden radialmente desde la cima del volcán hasta distancias de 15 km; sobre estas estructuras basales se apoyan andesitas basálticas con espesores hasta de 1000 m; por encima se encuentran rocas basálticas y arenas volcánicas producto de los eventos iniciados en el Mioceno-Plioceno, con erupciones basálticas en el Pleistoceno y el Holoceno (Blásquez, 1957).

El Cofre de Perote por su parte, es un volcán estratificado, fuertemente erosionado cuya cima consiste de un macizo rocoso de cuatro paredes verticales; los taludes al pie de estas potentes formaciones están cubiertos por grandes fragmentos de roca que provienen de la desintegración del peñasco culminante (Sosa, 1937). No se sabe de la actividad volcánica del Cofre y su geología no ha sido investigada; en lo general ésta información podría ser extrapolada de la que se tiene del Pico de Orizaba. Se sabe que el ascenso de los magmas en el Pico de Orizaba (y probablemente en el Cofre de Perote) se realizó a través de la fractura de Orizaba, la cual forma parte del conjunto de fracturamientos ortogonales que dieron origen al resto de los volcanes del Eje (Mooser, 1975).

Aunque en la actualidad los glaciares sólo ocupan la cima del Pico de Orizaba (Lorenzo, 1964), numerosas evidencias indican que durante el Pleistoceno la región quedó cubierta por importantes masas de hielo que descendían desde la Serranía del Citlaltépetl hasta las elevaciones bajas cerca del mar, avanzando y retrocediendo varias veces. La acción de los glaciares dió lugar a valles en U, actualmente erosionados, y a disposición de materiales en morrenas laterales, medias y de fondo de tipo profundo. Las principales evidencias de ventisqueros en la región son los localizados en Córdoba, Atzacan y Fortín (Blásquez, 1957); también se han encontrado huellas de glaciaciones en el Cofre de Perote (Lorenzo, 1964).

A partir del Holoceno, la erosión fluvial modificó en parte el relieve glacial. En el presente las elevaciones pertenecientes al Pico de Orizaba se inician al nivel de los 2600 m y 3000 m; de la cima del volcán irradian varios contrafuertes que establecen una red hidrográfica compleja pero fundamentalmente radial. Los ríos Jamapa, Atoyac y Blanco, tienen sus afluentes principales por las vertientes E y S de esta montaña. La cuenca alta de estos ríos es muy accidentada con profundas barrancas de flancos acantilados y muy escarpados (Blásquez, 1957).

De la cima del Cofre de Perote, los contrafuertes descienden rápidamente hacia la llanura costera veracruzana estableciendo una red hidrológica rica por el oriente; los escurrimientos constituyen la cuenca alta del Río Jalcomulco, afluente del Río de la Antigua.

Los datos publicados por García (1970), Soto (1969) y Gómez-Pompa (1978), junto con la información de las cartas climáticas indican que los tipos climáticos son semejantes en el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. De acuerdo con lo anterior, en las cimas de las montañas las condiciones ambientales se asemejan mucho al tipo climático ETH caracterizado por una temperatura media anual mayor a  $-2^{\circ}\text{C}$  y menor a  $5^{\circ}\text{C}$ , mientras que la precipitación anual es del orden de los 1000 mm y es afectada por la orientación de las laderas; las precipitaciones mayores ocurren en las exposiciones hacia el Este y las precipitaciones menores en las vertientes occidentales, de tal modo que las

isoyetas están arregladas de norte a sur a lo largo de la Serranía del Citlaltépetl.

En las laderas occidentales del Cofre de Perote y del Pico de Orizaba la cantidad de lluvia anual apenas es mayor a los 800 mm al nivel del bosque de *Abies* mientras que en las laderas orientales la precipitación, al mismo nivel, es aproximadamente 1200 mm; a menores elevaciones el valor de la precipitación anual aumenta hasta los 2000 mm. A lo anterior se debe adicionar que la distribución altitudinal de la humedad atmosférica por neblinas es similar, la neblina cubre las laderas orientales, mientras que en el lado occidental el número de días con neblina es considerablemente menor (Vogelman, 1973).

Las formaciones vegetales establecidas en el Pico de Orizaba han sido estudiadas por Gómez-Pompa (1978), Johnson (1970) y Laver y Klaus (1975) mientras que Sosa (1937) y Aragón (1945) describieron de manera muy general la vegetación del Cofre de Perote. El conjunto de las publicaciones anteriores permite reconocer la presencia de un bosque de pinos de clima templado frecuentemente mezclados con bosques de encinos en las laderas de la Serranía del Citlaltépetl. Es un bosque localizado en los límites de la vegetación de las zonas cálidas inferiores. Las especies de pino frecuentemente mencionadas son *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote*.

El bosque de *Abies religiosa* localizado en las laderas del Pico de Orizaba fue mencionado por Johnson (1970) pero sin los datos de su composición florística. Gómez-Pompa (1978) tampoco mencionó las especies características del bosque de *Abies* en Veracruz. De acuerdo con Manzanilla (1974) y Rzedowski (1978) la composición florística de los bosques de *Abies* en Veracruz podría ser similar a la estudiada por Madrigal (1967) en el centro de México.

En la vertiente oriental del Pico de Orizaba, el bosque de *Abies* se establece probablemente desde los 2800 m en laderas de cañadas profundas; el límite superior puede situarse en los 3200 m de altitud. En las laderas occidentales del Pico de Orizaba el bosque de *Abies* se localiza entre los 3000 m y 3400 m de altitud.



Por encima de los bosques de *Abies*, el bosque de *Pinus hartwegii* crece entre 3400 y 4000 m. La flora de este bosque no está bien conocida; Gómez-Pompa (1978) citando a Johnson (1970), menciona especies de *Alchemilla*, *Arenaria*, *Castilleja*, *Cerastium*, *Cnicus*, *Eryngium*, *Halenia*, *Lupinus*, *Oxylobus*, *Pentstemon*, *Potentilla*, *Stenanthium* y *Stipa* como las más frecuentes.

La vegetación alpina en el Pico de Orizaba se establece a los 4000 m aproximadamente. La flora vascular de esta comunidad ha sido estudiada por Johnson (1970) quien menciona las siguientes especies como las más frecuentes: *Asplenium castaneum*, *Draba forullensis*, *Gnaphalium* spp., *Senecio* spp., *Festuca* sp., *Muhlenbergia* sp. y *Stipa* sp. *Juniperus monticola* ha sido citado de las zonas alpinas de Veracruz (Zanoni, 1982).

Las publicaciones de Sosa (1937) y Aragón (1945) referentes a la vegetación del Cofre de Perote describen las formaciones vegetales pero no citan su composición florística. En esas publicaciones se mencionan pinares desde elevaciones de 2500 m seguidos por bosques de *Abies religiosa*, principalmente entre los 3000 y 3600 m de altitud. A mayor elevación se establece un pinar que desaparece a los 4000 m destacando el zacatonal alpino.

Los relatos de Finck (1876), Heilprin (1894), Sosa (1937), Aragón (1945) y de otros exploradores, permiten suponer en el pasado la existencia de bosques de oyamel y pinares que cubrían extensas áreas en las laderas superiores de la serranía del Citlaltépetl. En la actualidad, los bosques de *Abies*, por ejemplo, sólo se encuentran representados por manchones más o menos cerrados en laderas muy inclinadas impropias para el cultivo de la papa. Por otra parte, se ha sugerido que el límite superior actual del bosque subalpino en el Pico de Orizaba puede ser consecuencia de actividades humanas en esas zonas (Laver & Klaus, 1975).

#### IV. METODO

Con objeto de investigar las afinidades y distribución de la flora de musgos se preparó un inventario de las especies de musgos registradas en la literatura para el Pico de Orizaba,

Cofre de Perote y Nevado de Colima. La investigación bibliográfica se concentró en las publicaciones citadas por Delgadillo (1969, 1975a) y otras publicaciones recientes. Para complementar el catálogo de especies se consultaron las colecciones del Herbario Nacional de la UNAM (MEXU), particularmente las colecciones de C. Delgadillo, A. Cárdenas y las del propio autor.

El trabajo de campo en el Pico de Orizaba, Cofre de Perote y Nevado de Colima se realizó en el otoño de 1981 y la primavera de 1982. En total se recolectaron 810 ejemplares de musgos en los bosques de *Abies*, *Pinus* y las zonas alpinas de cada una de esas montañas.

Las colecciones en el bosque de *Abies* y de *Pinus hartwegii* del Nevado de Colima fueron realizadas en las laderas orientales; en la zona alpina se exploraron las laderas occidentales y nor-orientales.

En el Pico de Orizaba, se exploraron las laderas norte y nor-occidental de la zona alpina; los bosques de *Pinus hartwegii* se visitaron en las laderas occidental y nor-oriental; las colecciones de musgos de los bosques de *Abies* se obtuvieron en manchones localizados en las laderas occidental, nor-oriental y sur.

El total de las colecciones del Cofre de Perote se obtuvo fundamentalmente de las laderas norte y nor-oriental; la zona alpina se exploró en sus laderas sur y sur-occidental.

La recolección, identificación y preservación de musgos se efectuaron siguiendo los métodos convencionales descritos por Flowers (1973), Grout (1965) y Cárdenas y Delgadillo (1982).

Los ejemplares se identificaron mediante manuales florísticos convencionales (Bartram, 1949; Crum & Anderson, 1981; Grout, 1928-1940; Lawton, 1971; Robinson, 1967), revisiones taxonómicas (ver Bibliografía) y por confrontación con ejemplares del Herbario Nacional (MEXU).

La nomenclatura sigue la de Index Muscorum (Wijk, Margadant & Florschütz, 1959-1969) o la de revisiones taxonómicas recientes en su caso.

Un juego completo de ejemplares está depositado en el Herbario Nacional, Instituto de Biología, UNAM (MEXU); los

duplicados se depositaron en el Herbario del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (XAL):

## V. RESULTADOS

La lista preliminar de especies que se presenta a continuación es el resultado de la identificación parcial de los ejemplares botánicos con la adición de datos bibliográficos y de herbario.

La lista de especies está arreglada alfabéticamente. Los comentarios a cada taxon incluyen datos de distribución geográfica en el mundo, distribución altitudinal en México, la distribución en cada montaña estudiada, los ejemplares examinados y algunas notas aclaratorias. Las colecciones del autor se indican sólo con el número de colecta. Los registros previos están indicados por la referencia bibliográfica correspondiente entre paréntesis. Los asteriscos indican nuevos registros de taxa para el área geográfica correspondiente. Las abreviaturas utilizadas son las siguientes: JAL: Jalisco; PUE: Puebla; VER: Veracruz; NC: Nevado de Colima; CP: Cofre de Perote; PO: Pico de Orizaba.

### a) Lista Florística

*Aloinella catenula* Card. México, Ecuador (Delgadillo, 1975b).  
2900-4000 m. \*JAL. NC: 536b, 111. VER. CP: Delgadillo 3069,  
3294. PO: 622, 623b.

*Amphidium cyathicarpum* (Mont.) Broth. México, Occidente de Sudamérica, Africa Central y Sur, Australia, Nueva Zelanda y Oceanía. 2000-4000 m. \*JAL. NC: 562a, 563a. \*VER. CP: Delgadillo 4078. Fue recientemente encontrada en la zona alpina del Iztaccíhuatl (Delgadillo, 1979b) y se conocía sólo de los estados de Hidalgo, México, Michoacán y Oaxaca (Zander, 1973).

*Anacolia intertexta* (Schimp.) Jaeg. México, América Central, Colombia, Perú. 2000-3700 m (Flowers, 1952). JAL. NC: 557.  
Con este registro su distribución conocida incluye casi todo

el Eje Neovolcánico. Es muy probable que se encuentre en las elevaciones del Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

*Anacolia laevisphaera* (Tayl.) Flow. Suroeste de EUA, México, Guatemala, Occidente de Sudamérica, disyunto en India, Madera y Abisinia (Flowers, 1952). 2000-4000 m. VER. PO: (Thériot, 1921, como *A. subsessilis*).

*Andreaea turgescens* Schimp. ex C.M. México, Costa Rica. 3750-4500 m. \*JAL. NC: 12, 482a. VER. CP: 337, 407. PO: (Delgadillo, 1971), 119.

*Andreaea rupestris* Hedw. Groenlandia, Alaska, Occidente de EUA, México, Guatemala, Costa Rica, Europa, Asia (Vitt, 1980). \*JAL. NC: 44, 502, 555. \*VER. CP: 733. PO: 133. Las colecciones del Hemisferio Sur que han sido llamadas *Andreaea rupestris* de acuerdo con Vitt (1980) corresponden a *A. mutabilis*; por lo tanto, la distribución de *A. rupestris* es fundamentalmente boreal y no cosmopolita como se le había considerado. Como género, la distribución incluye todo el Eje Neovolcánico; sin embargo, la correcta interpretación de la distribución de las especies se hará cuando se defina si en México existen una o dos especies.

*Anoectangium aestivum* (Hedw.) Mitt. Oeste de Norteamérica, Centroamérica, Caribe, Occidente de Sudamérica, Europa, Asia, Africa y Australasia. 1200-2700 m (Zander, 1977). VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *A. liebmannii*). Esta especie ha sido registrada también en las elevaciones del centro del Eje Neovolcánico (Delgadillo, 1971) y aparentemente está ausente en el Nevado de Colima.

*Anomobryum filiforme* (Dicks.) Solms. De amplia distribución en el mundo; en varias elevaciones de México. JAL. NC: 571a.

*Anomobryum prostratum* (C.M.) Besch. México, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Ochi, 1980). 2000 m o más. \*JAL. NC: 9. \*VER. CP: Delgadillo 3067b. PO: 260, 264, 265. \*PUE. PO: 695. Esta especie es similar a *A. plicatum* Card. pero de acuerdo con las descripciones, en *A. prostratum* las células de la hoja son vermiculares (Ochi, 1980) y miden más de 60  $\mu$  de largo; en *A. plicatum* las células no son vermiculares y además son más cortas, llegan a medir sólo 50  $\mu$  de largo (Bartram, 1949; Ochi, 1980). Todas las colecciones examinadas se denominaron *A. prostratum* en vista de que las hojas presentan células mayores a 60  $\mu$ , sin embargo el grado de ondulación de las células es variable.

*Anomobryum semiovatum* (Brid.) Jaeg. México, Guatemala, Costa Rica, Ecuador y Perú. PUE. PO: 692. Ochi (1980) ha señalado que la descripción de *Bryum conicum* Hornsch es muy similar a la de *A. semiovatum* (Brid.) Jaeg. Una diferencia parece ser la costa, en *B. conicum* es corta-excurrente (Ochi, 1980) mientras que en *A. semiovatum* es percurrente (Bartram, 1949). El ejemplar De Luna 692 presenta hojas con la costa percurrente.

*Aongstroemia jamaicensis* C.M. México, Guatemala, Costa Rica, Jamaica. 3000 m o más. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *A. vulcanica*).

*Aongstroemia julacea* (Hook.) Mitt. México, Costa Rica, Colombia, Ecuador. Disyunta en Asia y Sudafrica. A más de 3000 m. \*JAL. NC: Delgadillo 4377. Es probable que también se encuentre en el Pico de Orizaba y Cofre de Perote.

*Aongstroemia orientalis* Mitt. México, Guatemala, Costa Rica. Disyunta en India, China, Filipinas y Borneo. 2400-4000 m. JAL. NC: 24, 534, 535a. PUE. PO: Delgadillo 4152c. Con estos datos, se conoce su presencia en todas las zonas alpinas del Eje Neovolcánico.

- Atractyllocarpus stenocarpus* (Wils. in Seem) Zand. México, Guatemala, Costa Rica. 1250-3500 m. JAL. NC: 31, 32a. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *Leptotrichum mexicanum*), Delgadillo 4169a. Este taxon ha sido conocido como *A. costaricensis*, pero Zander (1982) ha sugerido este nuevo binomio.
- Bartramia campylopus* Schimp. México. 3900 m. VER. PO: (Bescherelle, 1872).
- Bartramia glauca* Lor. EUA (Arizona), México. 1200-4200 m. \*JAL. NC: 10. PUE. PO: Delgadillo 4140.
- Bartramia mathewsii* Mitt. México hasta Bolivia y Perú. 3800-4200 m. \*JAL. NC: 15. VER. CP: Delgadillo 3036. PUE. PO: Delgadillo 4108, 4156.
- Bartramia microstoma* Mitt. EUA (Arizona), México, Guatemala, Costa Rica. 3000-4350 m. \*JAL. NC: 2a. VER. CP: 378a, 384, 771a. Se distribuye en las zonas alpinas a lo largo del Eje Neovolcánico.
- Bartramia potosica* Mont. México, Costa Rica, Bolivia, Chile, Argentina. 2770-4215 m. VER. PO: 656. PUE. PO: Delgadillo 4142b, 4147.
- Bartramia schimperi* C.M. México. 3370-4200 m. JAL. NC: 46, 542, Delgadillo 4362, 4370. VER. CP: 385c, 804b. PO: (Delgadillo, 1971).
- Bartramidula patula* (Mitt.) Par. \*México, Guatemala. 2500-3900 m en Guatemala. \*JAL. NC: 569. Las poblaciones de *Bartramidula* son raras y varias especies son conocidas sólo por la colección tipo. Aparentemente esta es la segunda colección de la especie. El ejemplar citado proviene del bosque de *Abies* del NC y es fértil lo cual facilitó su identificación; las diferencias en la estructura del peristoma distinguen

a las especies (Bartram, 1949).

*Brachymenium spirifolium* (C.M.) Jaeg. México (Ochi, 1980). 1200-2500 m. VER. PO: (Reed & Robinson, 1967).

*Brachymenium systylium* (C.M.) Jaeg. EUA (Arizona, Nuevo México, Florida), México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Ecuador, Bolivia, Perú y Brasil (Ochi, 1980). A varias altitudes pero no más de 3100 m. JAL. NC: 52. PUE. PO: (Müller, 1851, como *Bryum imbricatifolium*), (Müller, 1874, como *B. subcapillifolium*), (Cardot, 1911b, como *B. lozanoi*).

*Brachythecium frigidum* (C.M.) Besch. Alaska, Oeste de EUA, México. Desde 3000 hasta 3900 m. VER. CP: (Robinson, 1963). *B. frigidum* se conoce de las zonas alpinas del centro del Eje (Delgadillo, 1971) y es probable que también se encuentre en el Pico de Orizaba.

*Brachythecium laxireticulatum* Card. México, Costa Rica. A 3000 m aproximadamente. VER. PO: (Cardot, 1910).

*Brachythecium* sp. JAL. NC: 80, 540, Cárdenas 1263b y otros ejemplares permiten determinar la presencia del género en el extremo occidental del Eje Neovolcánico.

*Braunia squarrulosa* (Hampe) C.M. México, Guatemala. 1800-3000 m. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Breutelia subarcuata* (C.M.) Schimp. Desde México hasta Colombia y Perú. A elevaciones superiores a 3000 m. JAL. NC: 110, 550. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Bryoerythrophyllum andersonianum* Zand. & Sharp. México. VER. CP: (Zander & Sharp, 1981).

*Bryoerythrophyllum bolivianum* (C.M.) Zand. México, Perú y Bolivia (Zander & Sharp, 1981). A elevaciones superiores a

3000 m. VER. CP: (Zander & Sharp, 1981), Delgadillo 4069, 4071.

*Bryoerythrophyllum calcareum* (Thér.) Zand. México, Guatemala. 2600-2800 m (Zander, 1981b). \*VER. CP: 811b. \*PUE. PO: 717b, 718b.

*Bryoerythrophyllum ferruginascens* (Stirt.) Giac. Groenlandia, Canadá, EUA, México, Guatemala, Norte de Asia y posiblemente Japón. 100-3960 m (Zander, 1978). \*VER. CP: 800, 801b.

*Bryoerythrophyllum inaequalifolium* (Tayl.) Zand. EUA, México, Panamá, Venezuela, Colombia y Ecuador, disyunta en Islas Canarias, China, Java, India. 700-3100 m (Zander, 1981b). \*JAL. NC: 571b. \*VER. CP: 801a, 823a, 826b. PO: 624a.

*Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) Chen. EUA, México, Guatemala, Europa, Asia, Africa, Tasmania, Nueva Zelanda. A varias elevaciones (Zander, 1978). JAL. NC: 4b, 570b. VER. CP: 804c, Delgadillo 3926. PO: (Delgadillo, 1971), 240b. PUE. PO: Delgadillo 4146.

*Bryoerythrophyllum recurvum* (Griff.) Saito. EUA, México, disyunto en Nepal, India. 600-2800 m (Zander, 1978). JAL. NC: 48a.

*Bryoxiphium norvegicum* (Brid.) Mitt. var. *mexicanum* (Besch.) Sharp. México. A elevaciones mayores de 2600 m. JAL. NC: (Crum, 1951a; Löve & Löve, 1953). VER. PO: (Löve & Löve, 1953), Delgadillo 4202. Ha sido citado en la flora alpina de México (Delgadillo 1971, 1979b), pero se encuentra también en los bosques de *Abies* (Löve & Löve, 1953) y de *Pinus-Quercus* según el ejemplar Delgadillo 4202.

*Bryum argenteum* Hedw. Cosmopolita (Ochi, 1980). JAL. NC: 21, 54a, 98. VER. CP: 268, 340, 821. PO: (Delgadillo, 1971), 215, 223, 254. PUE. PO: 676.



- Bryum billardieri* Schwaegr. Pantropical (Ochi, 1980). JAL. NC: 82, 538a, 541. VER. CP: 802. PO: (Delgadillo, 1971, como *B. ehrenbergianum*), 216, 249. Ochi (1980) lo considera sinónimo de *B. billardieri*.
- Bryum capillare* Hedw. Cosmopolita (Ochi, 1980). JAL. NC: 513, 573. VER. CP: 444, 771b. PUE. PO: 651c.
- Bryum procerum* Schimp. México, Guatemala, Costa Rica, Venezuela, Ecuador, Bolivia (Ochi, 1981). A más de 1000 m de elevación. JAL. NC: Cárdenas 1280.
- Bryum soboliferum* Tayl. México, Ecuador, Perú y Bolivia (Ochi, 1980). A más de 1000 m de elevación. \*JAL. NC: 58.
- Campylopus chrismarii* (C.M.) Mitt. México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Bolivia, Perú, Brasil, Cuba, Islas Juan Fernández (Frahm, 1975). Entre 1300 y 4000 m. JAL. NC: 6a, 20b, 87, 520.
- Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid. Cosmopolita (Frahm, 1975). 2000-3000 m. PUE. CP: Delgadillo 3055.
- Campylopus pilifer* Brid. Sureste de EUA, México, Centroamérica, Sudamérica, Europa, India, Africa (Gradstein & Sipman, 1978). VER. PO: (Müller, 1851, como *Dicranum lutescens*) y (Bescherelle, 1872, como *C. lutescens*). Frahm (1975, 1977) incluyó *C. lutescens* en la sinonimia de *C. polytrichoides*; sin embargo, estudios taxonómicos recientes sugieren que *C. pilifer* debe ser el nombre correcto para *C. polytrichoides* De Not. (Gradstein & Sipman, 1978).
- Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. Casi cosmopolita pero raramente colectado en América Tropical (Crum, 1951a). PUE. PO: 676b, Delgadillo 4835. A la fecha se conoce de las zonas alpinas del Pico de Orizaba y del Nevado de Toluca (Delgadillo, 1971).

*Ceratodon stenocarpus* B.S.G. Amplia distribución. A elevaciones mayores a 1000 m. JAL. NC: 526, 529, Cárdenas 1289. VER. CP: 778, 822, Delgadillo 3927. PO: Delgadillo 4177a. PUE. PO: 664.

*Cyclodictyon* sp. VER. CP: 810b. Este ejemplar documenta la presencia del género en el bosque de *Abies* del Cofre de Perote. De acuerdo con Welch (1966) la mayoría de las especies de *Cyclodictyon* en México se distribuyen hacia las elevaciones bajas. *C. arsenei* es la única especie presente en el bosque de *Abies* en el centro del país. Las características del ejemplar De Luna 810b coinciden con la descripción de *C. arsenei* con excepción del borde de células diferenciadas en la hoja.

*Dicranella herminieri* Besch. Sureste de EUA, México, Costa Rica, Indias Occidentales (Crum, 1951a). VER. CP: 410b. Las diferencias entre *D. herminieri* y *D. hilariana* son escasas y se requiere un estudio particular a fin de interpretar adecuadamente las variaciones. Crum (1951a) ha sugerido que *D. herminieri* podría ser una variación ecológica de *D. hilariana*.

*Dicranella hilariana* (Ment.) Mitt. EUA (Florida), México, Centroamérica, América del Sur. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *Campylochaetium mexicanum*).

*Didymodon australasiae* (Hook. & Grev.) Zand. enmend. Zand. EUA (California), México, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile, Europa, Islas Canarias, Sudáfrica, Australia, Tasmania, Nueva Zelanda (Zander, 1981a). JAL. NC: Cárdenas 1266. VER. CP: 811a, 826a, Delgadillo 4074. PO: 687a.

*Didymodon rigidulus* Hedw. var. *gracilis* (Hook. & Grev.) Zand. De Norte a Centroamérica, Europa, Asia. Entre 1300-3360 m de elevación (Zander, 1981a). JAL. NC: Cárdenas 1257b.

VER. CP: 823b Delgadillo 4080b. PUE. PO: Delgadillo 4111.

*Didymodon rigidulus* Hedw. var. *icmadophila* (Schimp. ex C.M.)  
Zand. De Norte a Centroamérica, Europa, Asia. Entre 1750-  
3600 m (Zander, 1981a). JAL. NC: 81, 102a, Cárdenas 1286.  
VER. CP: 799b, Delgadillo 4077a, Zander 4765. PO: Delgadillo  
4201.

*Didymodon rigidulus* Hedw. var. *rigidulus*. De Norte a Sudamérica,  
Europa, Asia y Norte de Africa. Entre 900-2500 m (Zander,  
1981a). VER. CP: 826c. PO: Delgadillo 4200.

*Didymodon vinealis* (Brid.) Zand. enmend. Zand. Oeste de EUA,  
México, Centroamérica, Sudamérica, Europa, Asia, Africa.  
Desde el nivel del mar hasta 2130 m (Zander, 1981a). VER.  
CP: 825a.

*Ditrichum gracile* (Mitt.) Par. México, Guatemala, Ecuador. A  
más de 3000 m de elevación. VER. CP: Delgadillo 3063.

*Drepanocladus exannulatus* (Guem.) Warnst. var. *mexicanus* (Mitt.)  
Card. México, Guatemala. Desde los 200 hasta los 3000 m  
de elevación. VER. CP: 789b.

*Encalypta ciliata* Hedw. Islas Aleutianas, Canadá, EUA, México,  
Europa, Asia, Africa, Formosa. 2700-4200 m. JAL. NC: 4a,  
102c, 536a. VER. CP: Delgadillo 3047, 4068. PUE. PO:  
Delgadillo 4102, 4150.

*Entodon abbreviatus* (Schimp.) Jaeg. México. \*JAL. NC: 62.

*Entodon jamesonii* (Tayl.) Mitt. México, Costa Rica, Bolivia y las  
Islas en el Caribe. JAL. NC: 77, 574.

*Epipterygium immarginatum* Mitt. México, Guatemala, Costa Rica.  
JAL. NC: 113, 562b.

*Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid. Norteamérica hasta Guatemala, Europa, Asia Menor, Norte de Africa. Desde los 800 hasta los 3700 m. JAL. NC: 59.

*Fabronia wrightii* Sull. EUA (Texas, Arizona), México y Guatemala. Entre los 1000 y 2000 m. VER. PO: (Müller, 1874, como *F. flavinervis*).

*Fissidens bryoides* Hedw. Amplia distribución en el mundo. JAL. NC: 75, 76, 109. VER. CP: 448, 810a.

*Funaria hygrometrica* Hedw. var. *hygrometrica*. Cosmopolita. JAL. NC: 570a.

*Funaria hygrometrica* Hedw. var. *calvescens* (Schwaegr.) Mont. Cosmopolita. JAL. NC: 99. PUE. PO: 669, 675b, 718a.

*Globulinella peruviana* (Williams) Steere. México, Perú. A más de 3500 m de elevación (Magill, 1977). \*PUE. PO: 687b. Esta especie fué descrita de Perú y recientemente se descubrió en México (Sharp & Bowers, 1975). Delgadillo (1979b) la incluyó en la flora alpina de México.

*Grimmia affinis* Hornsch. Oeste de EUA, hasta Minnesota y Michigan, México, Sudamérica, Europa, Asia. Desde 600 hasta 4600 m. JAL. NC: 26, 504, 515. VER. CP: 343, 394, 406, 754, 824. Los ejemplares De Luna 26 de la zona alpina del NC y De Luna 824 del bosque subalpino del CP representan la forma *mutica*.

*Grimmia apocarpa* Hedw. var. *apocarpa*. Amplia distribución en el mundo. Desde las tierras bajas hasta los 4400 m. VER. CP: 334a, 740.

*Grimmia elongata* Kaulf. Oeste de EUA a México, Europa y Asia. A más de 3000 m. VER. PO: (Delgadillo, 1971, como *G. fuliginosa*), (Bescherelle, 1872, como *G. laxa*).

- Grimmia fuscolutea* Hook. México, Ecuador, disyunta en Europa.  
Desde los 2600 a los 4360 m. PO: (Delgadillo, 1971).
- Grimmia ovalis* (Hedw.) Lindb. Ampla distribución. Desde los  
2500 hasta los 4300 m. PO: (Delgadillo, 1971).
- Grimmia trichophylla* Grev. Ampla distribución. Desde las  
tierras bajas hasta los 4300 m. JAL. NC: 481, 533, 554.  
VER. CP: 392, 402, 777, Cárdenas 638.
- Haplodontium argentifolium* (Mitt.) Jaeg. México, Ecuador. JAL.  
NC: 100.
- Hedwigidium integrifolium* (P. Beauv.) Dix. México, Centroamérica,  
Oeste de Sudamérica, Europa, Africa, Australia, Nueva  
Zelanda. Entre 2300 y 4200 m. JAL. NC: 548, Cárdenas 1259.  
VER. CP: 393, 774, 812, Delgadillo 3040. PO: 142.
- Hymenolomopsis toluensis* Thér. México. A elevaciones mayores  
a 3900 m. \*JAL. NC: 49. PUE. PO: Delgadillo 4114, 4115,  
4116.
- Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *lacunosum* Brid. México,  
Guatemala, Ecuador, Bolivia, Europa, Asia, Africa, Australia.  
VER. CP: Delgadillo 3025, 3054a.
- Hypnum revolutum* (Mitt.) Lindb. Groenlandia, Canadá, Oeste de  
EUA, México, Europa, Asia, Antártida. VER. CP: Delgadillo  
3041, 3062. PUE. PO: Delgadillo 4078.
- Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst. Ampliamente distribuido  
en el mundo. JAL. NC: 561.
- Leptodontium flexifolium* (Dicks. ex With.) Hampe. Ampla  
distribución en las regiones tropicales y subtropicales del  
mundo. Por encima de 2000 hasta 4600 m (Zander, 1972).

JAL. NC: 8a, 39a, 498, 512b, (Zander, 1972). VER. CP: 374, 385, Delgadillo 3039. PO: 137, 189. PUE. PO: 663, 670, 724.

*Leptodontium pungens* (Mitt.) Lindb. México, Centroamérica, Oeste de Sudamérica, Sur de Brasil, Islas Juan Fernández, disyunta en Africa central. A 1100-5300 m (Zander, 1972). VER. CP: 769, Delgadillo 3033. PUE. PO: 642, Delgadillo 4088, 4119, 4155.

*Leptodontium viticulosoides* (P. Beauv.) Wijk & Marg. var. *viticulosoides*. México, Centroamérica, Oeste de Sudamérica, Sur de Brasil, disyunta en Africa, Madagascar, Himalayas, Formosa. Entre 1500 y 3000 m (Zander, 1972). JAL. NC: 29, 53, 88, 530. VER. CP: 770. PO: 595, 601. PUE. PO: 667.

*Leptodontium viticulosoides* (P. Beauv.) Wijk & Marg. var. *panamense* (Lor.) Zand. EUA (Apalaches), México, Centroamérica, Indias Occidentales, Oeste de Sudamérica, Sur de Brasil, entre 1000 y 3000 m (Zander, 1972). VER. PO: (Delgadillo, 1971, como *L. excelsum*).

*Lepynodon tomentosus* (Hook.) Mitt. México, Centroamérica hasta Sudamérica. Desde 1800 hasta 4200 m. VER. CP: Delgadillo 3022, 3023b, 3027.

*Leskea angustata* Tayl. México, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú. Entre 3000 y 3200 m (Robinson, 1959). \*JAL. NC: 56, 103.

*Leucodon* sp. JAL. NC: 94. VER. CP: 465. No fue posible identificar a especie estos ejemplares por ser estériles.

*Microdus longirostris* (Schwaegr.) Schimp. México, Indias Occidentales, Brasil. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Mielichhoferia campylocarpa* (Hook. & Arn.) Mitt. México, Guatemala, Costa Rica, Ecuador, Bolivia, Perú, Sudáfrica,

Australia, Nueva Zelanda, Islas Marion, Hawaii (Shaw & Crum, 1982). JAL. NC: (Shaw & Crum, 1982). VER. CP: 395, 411. PO: (Delgadillo, 1971).

*Mielichhoferia schiedeana* C.M. México (Shaw & Crum, 1982). VER. PO: (Delgadillo, 1971).

*Mielichhoferia serrata* Card. & Herz. México (Shaw & Crum, 1982). VER. PO: (Cardot, 1911a; Ross, 1912). Delgadillo (1971, 1979) no incluyó esta especie en su listado de la flora alpina de México; a juzgar por la altitud, la colección de Ross 1246 (4050 m) citada en Cardot (1911a) y en Ross (1912) sí proviene de la zona alpina.

*Mielichhoferia toluensis* Thér. México. \*JAL. NC: 25a, 50, 487. \*VER. CP: 410a. Esta especie sólo era conocida por la colección tipo de la zona alpina del Nevado de Toluca (Thériot, 1933; Delgadillo, 1971) y no fué estudiada por Shaw y Crum (1982); Index Muscorum la considera como válida (Wijk *et al.*, 1959-1969).

*Morinia crassiuspis* (Robins.) Zand. México, Guatemala. Entre 3000 y 4200 m de elevación (Zander, 1978). \*VER. CP: 814. PO: 588a, 592a, 597. Esta especie fue descrita de Oaxaca (Robinson, 1964) y a la fecha se ha colectado en los estados de Jalisco, Puebla (Zander, 1978) y Veracruz.

*Morinia ehrenbergiana* (C.M.) Thér. var. *ehrenbergiana*. México, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador. Entre 2700 y 4200 m (Zander, 1978). JAL. NC: 6b, 519, Cárdenas 1278. VER. CP: 797, Cárdenas 622b, Delgadillo 4055. PUE. PO: 705, 725, Delgadillo 4090a.

*Morinia saitoana* Zand., Delg. & Eckel. México (Zander *et al.*, 1980). Desde los 3000 hasta 4200 m de altitud. \*JAL. NC: 8b, 83, 536c. VER. CP: 771c, 801c; (Zander *et al.*, 1980). \*PUE. PO: Delgadillo 4148. Esta especie fue descrita con

colecciones del Cofre de Perote. A la fecha su área de distribución incluye todo el Eje Neovolcánico en los estados de Jalisco, México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz.

*Neckera chlorocaulis* C.M. México, Guatemala, Costa Rica. Entre los 1800 y los 3500 m de elevación. VER. CP: 805a, 813. PO: 246, 617, (Wagner, 1951, como *N. pachycarpa*).

*Neckera ehrenbergii* C.M. México, Guatemala, Costa Rica. Entre los 1200 y los 3500 m de altitud. JAL. NC: 104, 108a. VER. PO: Delgadillo 4195.

*Neosharpiella aztecorum* Robins. & Delg. México (Robinson & Delgadillo, 1973). VER. CP: Delgadillo 3056, 4072. PUE. PO: Delgadillo 4130. Esta especie fue descrita como *Funariaceae* por Robinson y Delgadillo (1973) pero Fife (1980) la transfirió a la familia *Gigaspermaceae*. Sólo se conoce de las zonas alpinas del centro y Este del Eje Neovolcánico.

*Orthodicranum flagellare* (Hedw.) Loesk. Sur de Canadá, Este de EUA, México, Guatemala, Costa Rica, Europa, Asia. JAL. NC: 531. VER. PO: 232, 233.

*Orthodicranum rhabdocarpus* (Sull.) Holz. Oeste de EUA, México y Guatemala. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *Dicranella rhabdocarpum*).

*Orthodontium gracile* Schwaegr. Oeste de EUA, México, Costa Rica. Sudamérica, Oeste de Europa, Africa. Desde los 2500 hasta los 4000 m. JAL. NC: 27, 523, Cárdenas 1253b.

*Orthotrichum malacophyllum* Card. México, Guatemala. \*JAL. NC: 63.

*Orthotrichum pycnophyllum* Schimp. EUA (Nuevo México), México, Guatemala. Entre los 2500 y 3500 m. JAL. NC: 90. VER. CP: 744, 779, Delgadillo 3042. PO: 242, (Delgadillo, 1971).



PUE. PO: 657.

*Oxystegus tenuirostris* (Hook. & Tayl.) A.J.E. Sm. De Norte a Sudamérica, Europa, Asia. Entre 1200 y 3000 m. JAL. NC: Cárdenas 1283. VER. PO: 158.

*Paraleucobryum enerve* (Thér.) Loeske. Alaska, Oeste de EUA, México, Cáucaso y Noreste de India. 2700-4200 m. VER. CP: 398, 400, Delgadillo 3034. PUE. PO: Delgadillo 4091.

*Philonotis corticata* Crum & Griffin. México. A elevaciones mayores de 3900 m. VER. CP: Delgadillo 3024, (Crum & Griffin, 1981). PUE. PO: Delgadillo 4110.

*Philonotis fontana* (Hedw.) Brid. Canadá, EUA, México, Europa, Islas Madera, Azores, Canarias. Este de Africa, Norte y Centro de Asia, Japón. Desde los 1840 m. JAL. NC: 565.

*Philonotis longiseta* (Michx.) Britt. Este de EUA, México, Guatemala, Costa Rica. Entre 700 y 3500 m. VER. PO: (Müller, 1874, como *Bartramia graminicola*).

*Physcomitrium subsphaericum* Schimp. México, Guatemala. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Plagiothecium schraderi* (C.M.) Kindb. México, Noroeste de Sudamérica. JAL. NC: 553.

*Platygyrium fuscoluteum* Card. EUA (Arizona), México. VER. CP: 792, 794a.

*Pogonatum comosum* (C.M.) Mitt. México. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Pogonatum cuspidatum* Besch. México, Guatemala, Colombia. JAL. NC: 84, 95, 101. VER. CP: 771d, 773, Delgadillo 3067. PUE. PO: 623a. No se encontró diferencia significativa entre

las descripciones originales de *P. cuspidatum* (Bescherelle, 1872) y *P. carionis* (Müller, 1897); los ejemplares se citan como *P. cuspidatum* en vista de que es el primer nombre validamente publicado; Robinson (1967) usó este nombre para los musgos de Colombia y Delgadillo (1971) lo usó para los musgos alpinos de México.

*Pogonatum leptocarpum* Besch. México. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Pogonatum leptopelma* (C.M.) Par. México, Guatemala. Entre los 2000 y los 3000 m. \*JAL. NC: 93. La primera mención de esta especie para México fue hecha por Reese y Pursell (1963) con base en colecciones de Veracruz. Este es el segundo registro de la especie en el país.

*Pogonatum liebmannianum* (Schimp. ex C.M.) Mitt. México, Guatemala, Costa Rica. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *P. liebmanni*).

*Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb. Ampla distribución en el mundo (Shaw, 1982a). En México, desde los 2500 hasta los 4200 m. JAL. NC: 3, 532. VER. CP: 374a, 391, 804a. PUE. PO: 651b.

*Pohlia elongata* Hedw. Ampla distribución en las regiones boreales del mundo (Shaw, 1982a). Desde los 2500 hasta los 4200 m. JAL. NC: 25b, 38, 525. VER. CP: 385a, Delgadillo 3032. Esta especie se conocía como *P. integridentis*, pero Shaw (1982a) ha sugerido que *P. elongata* es el binomio correcto.-

*Pohlia falcata* (Besch.) Broth. México. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *Webera falcata*). Shaw (1982a) no la incluye en su discusión a pesar de que en *Index Muscorum* (Wijk et al., 1959-1969) es un nombre válido.

*Pohlia oerstediana* (C.M.) Shaw. México, Guatemala y Costa Rica (Shaw, 1982a). VER. PO: (Cardot, 1913, como *Webera orizabensis*)

*Pohlia wahlenbergii* (Web. & Mohr.) Andrews. Amplia distribución en las regiones boreales del mundo (Shaw, 1982a). \*JAL. NC: 96, 97b. \*VER. PO: 224. PUE. PO: 638.

*Polytrichum alpiniforme* Card. México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Venezuela (Delgadillo, 1970). JAL. NC: 16, 91, 500. VER. CP: 409. PO: 226. PUE. PO: 689, 729.

*Polytrichum alpinum* Hedw. Artico Americano a México, Europa, Asia, Norte y Sur de Africa. Tasmania, Australia, Nueva Zelanda, Antártida. \*VER. CP: Delgadillo 3064a. Delgadillo (1970) dió a conocer la presencia de esta especie en las zonas alpinas de México.

*Polytrichum juniperinum* Hedw. Amplia distribución en el mundo. En México, desde los 1800 hasta los 4300 m. VER. CP: 382, 771e. PUE. PO: 672.

*Pseudosymblypharis schimperiana* (Par.) Crum. México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Venezuela, Islas del Caribe. 300-2800 m. JAL. NC: 112.

*Ptychomitrium cylindrothecium* (C.M.) Par. \*México, Guatemala. \*VER. PO: 152, 258. La presencia de esta especie en México no se ha publicado a pesar de que existen numerosos ejemplares con este nombre en los herbarios. Se ha colectado en los estados de Veracruz, Hidalgo, Coahuila, Distrito Federal, México, Nuevo León, Oaxaca y Tamaulipas.

*Ptychomitrium lepidomitrium* (C.M.) Schimp. México, Centroamérica hasta Chile y Argentina. VER. PO: (Bescherelle, 1872), (Thériot, 1921, como *Glyphomitrium lepidomitrium*). PUE. PO: 694.

*Ptychomitrium serratum* B.S.G. México, Centroamérica hasta Chile y Argentina. VER. PO: (Bescherelle, 1872).

*Pylaisiella falcata* (B.S.G.) Ando var. *falcata*. México, Guatemala, Colombia, Ecuador, Bolivia, disyunta en el Este de Asia. 2200-4000 m (Ando, 1978). VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *Stereodon falcatus*), (Ando, 1978).

*Racomitrium crispulum* (Hook. f. & Wils.) Hook. f. & Wils. México a Tierra del Fuego, Africa, Java, Sumatra, Borneo, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Australia, Hawaii, Antártida. 2600-4200 m. JAL. NC: 19, 501a. VER. CP: Delgadillo 3031. PO: (Delgadillo, 1971) PUE. PO: Delgadillo 3031.

*Racomitrium tomentosum* (Hedw.) Brid. EUA (Florida), México, Centroamérica, Sudamérica, Caribe, disyunta en Africa. Desde los 270 hasta los 3500 m de altitud. JAL. NC: 108b, Cárdenas 1301.

*Rhexophyllum subnigrum* (Mitt.) Thér. ex Hilp. EUA (Arizona, Nuevo México), México, Bolivia (Zander, 1976). \*JAL. NC: Cárdenas 1265a. \*VER. CP: Delgadillo 3932, \*PUE. PO: 606a, 614, 615.

*Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb. Groenlandia, EUA, México, Guatemala, Europa, Asia, Japón. 2000-4000 m. VER. CP: 430, Delgadillo 3925! y 3030a.

*Rozea andrieuxii* (C.M.) Besch. México, Guatemala, Venezuela (Buck & Crum, 1976). JAL. NC: 564d. No fue posible identificar la variedad por ausencia de esporofitos.

*Rozea andrieuxii* (C.M.) Besch. var. *bourgeana* (Besch.) Buck. México, Guatemala (Buck, 1981). VER. PO: (Thériot, 1921; Buck & Crum, 1976, como *R. chrysea*).

*Schraderobryum subpungens* (C.M.) Fleish. México (Crum, 1951a). VER. PO: (Müller, 1874), como *Hypnum subpungens*).

- Symblepharis vaginata* (Hook.) Wijk. & Marg. Suroeste de EUA, México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, disyunta en los Himalayas en Asia. Entre los 2300 y 3700 m. JAL. NC: 35b, 73, 575. VER. CP: 424, 433, 451. PO: 161, 169.
- Tayloria splachnoides* (Schwaegr.) Hook. Canadá, Oeste de EUA, México, Europa, Asia. VER. CP: 799c. PUE. PO: Delgadillo 4142a.
- Tayloria tortelloides* Thér. México. A 2600 y 3300 m. \*JAL. NC: 69. Esta es la segunda colección de la especie desde que fue descrita por Crum (1951b) con un ejemplar colectado en Hidalgo.
- Thuidium philiberti* Limpr. EUA, México, Indias Occidentales, Colombia, Brasil, Europa, Asia (Gier, 1980). 2300-3300 m. JAL. NC: 545. VER. PO: 710b.
- Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B.S.G. México, Honduras, Panamá, Costa Rica, Venezuela, Brasil, Argentina, Europa, Asia, Africa (Gier, 1980). JAL. NC: 70. VER. PO: 627. CP: 798.
- Timmia anomala* (B.S.G.) Limpr. Oeste de EUA, México, Guatemala, El Salvador, Europa, Asia. JAL. NC: 102b. VER. PO: (Bescherelle, 1872, como *Trichostomum subanomalum*), (Thériot, 1921, como *T. anomala*).
- Tortula amphidiacea* (C.M.) Broth. Sureste de EUA, México, América Central, Ecuador. JAL. NC: 78, 89, Cárdenas 1298. VER. CP: 808a. PO: (Müller, 1874, como *Barbula amphidiacea*).
- Tortula andicola* Mont. México, Oeste de Sudamérica. En elevaciones superiores a 3000 m. VER. CP: 731a, Delgadillo 3050. PUE. PO: 658, Delgadillo 4123a.
- Tortula fragilis* Tayl. Sureste a suroeste de EUA, México, Guatemala, Colombia, Ecuador, Bolivia, Haití, Europa, Irán,

China. JAL. NC: 57, 564c, Cárdenas 1264. VER. PO: 592b, 619.

*Tortula guatemalensis* Bartr. México, Guatemala. \*VER. PO: 171c, 620.

*Tortula mniadelphus* (C.M.) Broth. México, Bolivia. JAL. NC: 68, 71, 558, Cárdenas 1262.

*Tortula obtusissima* (C.M.) Mitt. Suroeste de EUA, México. PUE. PO: 660b.

*Tortula papillosa* Wils. Suroeste y Este de EUA, México, Colombia, Ecuador, Europa, Malvinas, Sudáfrica, Australia, Tasmania, Nueva Zelanda. VER. CP: Zander 4762.

*Tortula ruralis* (Hedw.) B.S.G. Amplia distribución. VER. CP: 319b, 760b. PUE. PO: 631, 659, Cárdenas 679a.

*Zygodon angustatus* Schimp. México. VER. PO: (Bescherelle, 1872). De acuerdo con Grout (1946) esta es una especie poco conocida.

*Zygodon ehrenbergii* C.M. México, Guatemala. JAL. NC: 55, 106, 564b. VER. CP: 780. PO: 621.

*Zygodon obtusifolius* Hook. México a Sudamérica, Asia, Nueva Zelanda, Tasmania. 2000-3000 m. VER. CP: 435. PUE. PO: 630, 708.

*Zygodon pichinchensis* (Tayl.) Mitt. México, Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Chile, Patagonia. \*JAL. NC: 479. VER. CP: 282, 330, 741, Delgadillo 4056. PUE. PO: 660a, 662, Delgadillo 4142.

*Zygodon viridissimus* (Dicks.) Brid. EUA, México, Europa, Cáucaso, Asia Menor, Norte de Africa, Islas Canarias. \*VER. CP: 742a.

b) Especies dudosas o poco conocidas.

El número de especies puede incrementarse con exploraciones de otras laderas de cada montaña, además, podría confirmarse la presencia de un grupo de especies del Pico de Orizaba que sólo se conocen por publicaciones antiguas o bien son especies cuya validez taxonómica es incierta, por ejemplo, *Aongstroemia jamaicensis*, *Bartramia campylopus*, *Brachythecium laxireticulatum*, *Microdus longirostris*, *Mielichhoferia toluensis*, *Orthodicranum rhabdocarpus*, *Philonotis longiseta*, *Physcomitrium subsphaericum*, *Pogonatum leptocarpum*, *P. liebmannianum*, *Pohlia falcata*, *Schraderobryum subpungens* y *Zygodon angustatus*.

*Tortula limbata* Mitt., citada del Pico de Orizaba (Cardot, 1911b; Crum, 1951a), de acuerdo con Index Muscorum (Wijk et al., 1959-1969) es un homónimo ilegítimo que equivale a *Barbula longirostris* Hampe; sin embargo, Zander (1981b) no incluye *B. longirostris* ni como nombre válido ni en el conjunto de sinónimos; por lo anterior esta especie no fue incluida en la lista florística.

## VI. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FLORA

La flora de musgos del Nevado de Colima hasta el momento incluye 82 especies y variedades; en el extremo oriental del Eje, la brioflora conocida incluye 73 especies y variedades para el Cofre de Perote y 99 para el Pico de Orizaba. El conjunto de la flora de las tres montañas incluye 150 especies y variedades que pertenecen a 72 géneros y 32 familias, de las cuales *Bryaceae*, *Pottiaceae*, *Bartramiaceae* y *Dicranaceae* son las más frecuentes. Entre el material botánico aún no identificado existen además ejemplares de otras familias de musgos pleurocárpicos.

La flora de musgos más diversa se encuentra en los bosques de *Abies* y el número de taxa disminuye hacia las zonas alpinas. Los cambios observados en la diversidad florística pueden relacionarse en parte con la diversidad de sustratos donde crecen los musgos. Los musgos epífitos son abundantes en el bosque de *Abies*; pero son raros a mayores elevaciones donde las especies arbóreas y arbustivas están casi ausentes. En consecuencia, las

especies epilíticas y del suelo, aunque están presentes en las tres comunidades vegetales que fueron objeto de estudio, en las zonas alpinas constituyen casi el total de la flora.

En la zona alpina del Nevado de Colima son comunes, creciendo sobre rocas, musgos de los géneros *Andreaea* y *Grimmia*, sobre el suelo son frecuentes los géneros *Campylopus*, *Leptodontium*, *Pohlia*, *Bryum*, *Morinia* y *Barthamia*; en el Pico de Orizaba y Cofre de Perote además podemos encontrar *Tortula* y *Zygodon*.

En las tres montañas es frecuente observar creciendo estas mismas especies en los ambientes del bosque subalpino, aquí se incorporan además especies de *Thuidium*, *Brachythecium* y *Plagiothecium* entre otros. *Leptodontium* y abundantes líquenes cubren los troncos y ramas de *Pinus hartwegii*.

Al nivel altitudinal del bosque de *Abies* la diversidad florística en las rocas probablemente depende de su estado sucesional; ciertas especies de *Grimmia*, *Ptychomitrium* y *Zygodon* forman cojinetes aislados; en cambio los manchones de *Campylopus*, *Bryum* y *Tortula* pueden crecer entremezclados con musgos pleurocárpicos como *Plagiothecium*, *Brachythecium*, *Hypnum* y otros más que en ocasiones cubren completamente las rocas. *Leptodictyum riparium* crece sobre rocas bañadas por corrientes de agua.

Los suelos en el bosque de *Abies* están mejor desarrollados que los existentes en las comunidades superiores; la humedad, la disponibilidad de nutrientes y la cantidad de materia orgánica es mayor, asimismo, la microflora del suelo es más activa y diversa (Valdés, 1972). La diversidad de musgos del suelo también se incrementa en sitios privilegiados como manantiales, cañadas o a lo largo de los arroyos donde su crecimiento es vigoroso. En estos sitios son frecuentes especies de los géneros *Didymodon*, *Tortula*, *Bryum*, *Morinia*, *Campylopus*, *Leptodontium*, *Thuidium*, *Plagiothecium*, *Brachythecium* y *Breutelia*. En los cortes de las laderas a la orilla de los caminos es común encontrar especies de *Pohlia*, *Bryum*, *Ceratodon*, *Funaria*, *Didymodon*, *Bryoerythrophyllum*, *Polytrichum* y *Pogonatum*.

Los troncos, ramas y bases de los árboles o arbustos tienen también una flora de musgos diversa. Son frecuentes especies de los géneros *Didymodon*, *Tortula*, *Symblepharis*, *Entodon*, *Leptodontium*,



*Neckera*, *Leskea*, *Fabronia*, *Orthotrichum*, *Rozea*, *Plagiothecium*, *Brachythecium* y *Leucodon*.

## VII. DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES

Varios investigadores han descrito los cambios de la brioflora a lo largo de gradientes altitudinales, por ejemplo, Lee y LaRoi (1979), Slack (1977) y Watson (1980). Estos autores han concluido que las briofitas tienen una distribución altitudinal más amplia que las plantas vasculares. Este comportamiento probablemente es semejante en las especies mexicanas pero la información publicada es insuficiente para hacerla extensiva a toda la flora especialmente en vastas áreas del país aún inexploradas. Existen datos confiables sobre la distribución altitudinal de ciertos taxa mexicanos que se han estudiado en detalle y de otros que están bien representados en los herbarios. La distribución altitudinal en México del conjunto de especies listado en este trabajo se obtuvo de datos publicados y del herbario.

El total de las especies de musgos se analizó por su distribución vertical desde la zona alpina hasta el bosque de *Pinus hartwegii* y/o *Abies*. Este análisis hizo evidente la presencia de tres tipos de especies: a) especies característicamente alpinas, b) especies de distribución vertical amplia en los tres tipos de vegetación y c) especies propias de los bosques de *Abies* (Fig. 2). Prácticamente no hay especies restringidas al bosque subalpino de *Pinus hartwegii*; las especies de este piso se comparten con los inferiores y superiores.

En el primer caso, el 6.3% de las especies se encontraron preferentemente en las zonas alpinas de los extremos del Eje Neovolcánico. Las bajas temperaturas con heladas frecuentes, oscilaciones extremas de temperatura y de humedad, alta exposición a radiación solar y a los vientos, así como las características físicas y químicas del sustrato, actúan en conjunto como los factores limitantes del medio ambiente alpino para la colonización y el establecimiento de ciertas especies (Daubenmire, 1954).

Las siguientes especies se han colectado en las zonas alpinas de México, aunque frecuentemente se les encuentra en el bosque

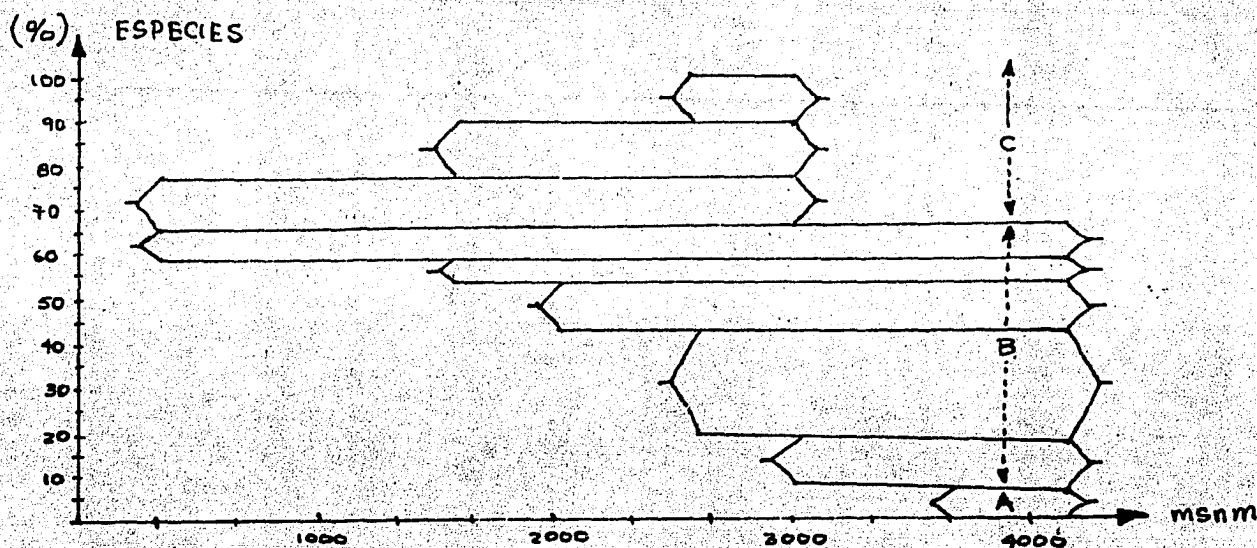


FIG. 2. Distribución altitudinal de la flora de musgos de los extremos del Eje Neovolcánico. A= taxa alpinos, B= taxa de distribución amplia, C= taxa del bosque de *Abies*. 150 spp.=100%.

subalpino: *Bartramia campylopus*, *B. mathewsii*, *Ditrichum gracile*, *Hymenolomopsis toluensis*, *Mielichhoferia toluensis*, *Neosharpiella azteconum*, *Philonotis corticata*, *Polytrichum alpinum* y *Zygodon pichinchensis*.

El segundo grupo incluye el 60.2% de las especies que están presentes desde las zonas alpinas hasta los bosques de *Abies*. Estas especies deben tolerar cambios de ciertos factores a lo largo del gradiente altitudinal, como son sustrato, temperatura, humedad, radiación solar, exposición a vientos, etc. La mayoría de las especies de este grupo se encuentran hasta los 2500 y 2000 m. (Fig. 2). Para algunos taxa los 3000 m representan el límite inferior de distribución vertical: *Andreaea rupestris*, *Aongstroemia julacea*, *Brachythecium frigidum*, *Tortula andicola*, *Globulinella peruviana*, *Bartramia schimperi*, *Polytrichum alpiniforme* y *Mielichhoferia serrata*, entre otros. Otros taxa, por ejemplo, *Bryum argenteum*, *B. capillare* y *Didymodon australasiae* tienen una distribución vertical generalizada.

El tercer conjunto incorpora las especies que sólo se colectaron en el bosque de *Abies* y constituyen aproximadamente el

33.3% del total incluido en la lista florística.

Las condiciones ambientales en el bosque de *Abies* son menos hostiles que las de las zonas alpinas, por ejemplo, las temperaturas medias, la precipitación y la frecuencia de neblinas son considerablemente más altas. Por otro lado, existen ambientes menos expuestos a radiación solar y vientos; además existen sustratos no disponibles en las zonas alpinas como son los árboles de *Alnus*, *Abies*, *Buddleia* y *Pinus*. La ausencia de este conjunto de condiciones limita la distribución de las especies de musgos hacia elevaciones superiores aunque algunas también se encontraron en los bosques de *Pinus hartwegii*.

Algunas de las especies del bosque de *Abies* se distribuyen verticalmente entre los 2000 y los 3300 m de altitud. Para otros taxa los 1200 m representan el límite inferior. Las otras especies son de amplia distribución altitudinal, pero el bosque de *Abies* es el límite superior (Fig. 2).

#### VIII. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ESPECIES

Con base en los datos de distribución en el mundo las especies con áreas de distribución semejante se agruparon en siete conjuntos que constituyen los elementos de las floras estudiadas (Tabla 1). Tres de ellos son elementos estrictamente americanos; los otros cuatro están constituidos por especies que se conocen también en los otros continentes.

a) Elemento Endémico.- Consta de 18 taxa conocidos únicamente en México que representan el 12.0% del total de la flora. Delgadillo (1971) registró un 20% de endemismos en la flora de musgos alpinos y Rzedowski (1978) estimó que hay un 40% de especies endémicas en la flora vascular de México. Es evidente que el elemento endémico es importante en las zonas de estudio.

Las especies de este elemento no están ampliamente distribuidas en el país. Algunas especies como *Mielichhoferia schiedeana*, *M. serrata* y *Neosharpiella aztecorum*, son conocidas únicamente en las zonas alpinas del Eje Neovolcánico; otras como *Bartramia schimperii*, *Bryoxiphium norvegicum* var. *mexicanum*, *Hymenolomopsis toluensis* y *Morinia saltaana* se distribuyen a lo largo del Eje

TABLA 1. Elementos y distribución de los taxa alpinos (A) subalpinos (Sa) y del bosque de *Abies religiosa* (BA) en el Nevado de Colima (NC), Cofre de Perote (CP) y Pico de Orizaba (PO). Los registros se basan en ejemplares examinados (X) y en datos bibliográficos (O).

ELEMENTOS	A			Sa			Ba		
	NC	CP	PO	NC	CP	PO	NC	CP	PO
<b>Endémico</b>									
<i>Bartramia campylopus</i>	-	-	-	-	-	O	-	-	-
<i>B. schimperi</i>	X	-	O	X	X	-	-	X	-
<i>Brachymerium spirifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	O
<i>Bryoerythrophyllum</i>									
<i>andersonianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	O	-
<i>Bryoxiphium norvegicum</i>									
<i>var. mexicanum</i>	-	-	O	-	-	-	O	-	O
<i>Entodon abbreviatus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Hymenolomopsis toluensis</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Mielichhoferia schiedeana</i>	-	-	O	-	-	-	-	-	-
<i>M. serrata</i>	-	-	O	-	-	-	-	-	-
<i>M. toluensis</i>	X	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Morinia saitoana</i>	X	X	X	X	X	-	X	X	-
<i>Neosharpiella aztecorum</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Philonotis corticata</i>	-	X	X	-	-	-	-	O	-
<i>Pogonatum comosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	O
<i>P. leptocarpum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	O
<i>Pohlia falcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	O
<i>Schraderobryum subpungens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	O
<i>Tayloria tortelloides</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<b>Mesoamericano</b>									
<i>Aloinella catenula</i>	-	-	-	X	-	-	X	X	X
<i>Anacolia intertexta</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Andreaea turgescens</i>	X	X	X	X	X	X	-	-	-
<i>Anomobryum semiovatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Aongstroemia jamaicensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	O
<i>Atractylocarpus stenocarpus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Bartramia glauca</i>	X	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>B. mathewsii</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-

TABLA 1. Cont.

ELEMENTOS	A			Sa			Ba		
	NC	CP	PO	NC	CP	PO	NC	CP	PO
<i>B. microstoma</i>	x	x	-	-	x	-	-	-	-
<i>Bartramidula patula</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Brachymenium systylium</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	o
<i>Brachythecium laxireticulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	o
<i>Braunia squarrulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	o
<i>Breutelia subarcuata</i>	-	-	-	-	-	o	x	-	-
<i>Bryoerythrophyllum bolivianum</i>	-	x	-	-	-	-	-	o	-
<i>B. calcareum</i>	-	-	-	-	-	-	-	x	x
<i>Bryum procerum</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>B. soboliferum</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Campylopus chrismarii</i>	x	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Dicranella herminieri</i>	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>D. hilariana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	o
<i>Ditrichum gracile</i>	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>var. mexicanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Entodon jamesonii</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Epipterygium immarginatum</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Fabronia wrightii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	o
<i>Globulinella peruviana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Haplodontium argenti-folium</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Leptodontium viticulosoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>var. panamense</i>	-	-	o	-	-	-	-	-	-
<i>Leskea angustata</i>	-	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Microdus longirostris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	o
<i>Mielichhoferia campylocarpa</i>	-	-	o	-	x	-	o	-	-
<i>Morinia crassiuspis</i>	-	-	-	-	-	-	-	x	x
<i>M. ehrenbergiana</i> var. <i>ehrenbergiana</i>	x	x	x	-	-	-	x	x	x
<i>Neckera chlorocaulis</i>	-	-	-	-	-	-	-	x	x
<i>N. ehrenbergii</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Orthodicranum rhabdocarpus</i>	-	-	-	-	-	o	-	-	-
<i>Orthotrichum malacophyllum</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>O. pycnophyllum</i>	-	x	o	-	-	x	x	x	x

TABLA 1. Cont.

ELEMENTOS	A			Sa			Ba		
	NC	CP	PO	NC	CP	PO	NC	CP	PO
<i>Philonotis longiseta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Physcomitrium subsphaericum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Plagiothecium schraderi</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Platygyrium fuscoluteum</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Pogonatum cuspidatum</i>	-	X	-	-	X	-	X	-	X
<i>P. leptopelma</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>P. liebmannianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Pohlia oerstediana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Polytrichum alpiniforme</i>	X	-	-	X	X	X	X	-	X
<i>Pseudosymblepharis schimperiana</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Ptychomitrium cylindrothecium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Rhexophyllum subnigrum</i>	-	X	-	X	X	-	-	-	X
<i>Rozea andrieuxii</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>R. andrieuxii</i> var. <i>bourgeana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Tortula amphidiacea</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	X
<i>T. guatemalensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>T. mniadelphus</i>	-	-	-	X	-	-	X	-	-
<i>T. obtusissima</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Zygodon angustatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Z. ehrenbergii</i>	-	-	-	X	-	-	X	X	X
<b>Sudamericano</b>									
<i>Anomobryum prostratum</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Bartramia potosica</i>	-	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Lepyrodon tomentosus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ptychomitrium lepidomitrium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>P. serratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Tortula andicola</i>	-	X	X	-	-	X	-	-	-
<i>Zygodon pichinchensis</i>	-	X	X	X	-	X	-	-	-
<b>Boreal</b>									
<i>Andreaea rupestris</i>	-	X	-	X	-	X	X	-	-
<i>Brachythecium frigidum</i>	-	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>Bryoerythrophyllum ferruginacens</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Didymodon rigidulus</i> var. <i>gracilis</i>	-	X	X	X	-	-	-	X	-

TABLA 1. Cont.

ELEMENTOS	A			Sa			Ba		
	NC	CP	PO	NC	CP	PO	NC	CP	PO
<i>Didymodon rigidulus</i> var. <i>icmadophila</i>	-	x	-	-	x	-	x	x	x
<i>Fabronia ciliaris</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Grimmia affinis</i>	x	x	-	-	x	-	-	-	-
<i>G. elongata</i>	-	-	o	-	-	-	-	-	o
<i>Hypnum revolutum</i>	-	x	x	-	x	-	-	-	-
<i>Orthodicranum flagellane</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	x
<i>Oxystegus tenuinostriis</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Paraleucobryum enerve</i>	-	x	x	-	x	-	-	-	-
<i>Philonotis fontana</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Pohlia elongata</i>	x	x	-	x	x	-	-	-	-
<i>P. wahlenbergii</i>	-	-	x	-	-	x	x	-	o
<i>Rhytidium rugosum</i>	-	x	-	-	-	-	-	x	-
<i>Tayloria splachnoïdes</i>	-	-	x	-	-	-	-	x	-
<i>Thuidium philiberti</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	x
<i>Timmiella anomala</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	o
<i>Tortula fragilis</i>	-	-	-	x	-	-	x	-	x
<i>Zygodon viridissimus</i>	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<b>Austral</b>									
<i>Amphidium cyathicarpum</i>	-	x	-	-	-	-	x	-	-
<i>Didymodon australasiae</i>	-	x	-	x	-	-	-	x	x
<i>Hedwigidium integrifolium</i>	-	x	-	x	x	x	x	x	-
<i>Orthodontium gracile</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Racomitrium crispulum</i>	x	x	x	x	-	-	-	-	-
<i>Tortula papillosa</i>	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<b>- Cosmopolita</b>									
<i>Anoectangium aestivum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	o
<i>Anomobryum filiforme</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	x	-	x	-	-	-	x	x	x
<i>Bryum argenteum</i>	x	x	x	x	-	x	x	x	x
<i>B. billardieri</i>	-	-	o	x	-	x	x	x	x
<i>B. capillare</i>	x	-	x	-	x	-	x	x	-
<i>Campylopus flexuosus</i>	-	x	-	-	-	-	-	-	-





en elevaciones superiores a 2700 m.

Es probable que *Bryoerythrophyllum andersonianum*, una especie recientemente descrita (Zander & Sharp, 1981), pueda ser colectada a lo largo del Eje, como lo ha sido *Morinia saitoana* también recientemente descrita (Zander et al., 1980). En contraste, existen especies que sólo se conocen del Pico de Orizaba y que no se han colectado desde que fueron descritas, por ejemplo, *Bartramia campylopus*, *Pogonatum leptocarpum*, *Pohlia falcata* (Bescherelle, 1872) y *Schraderobryum subpungens* (Müller, 1874). La revisión taxonómica de estos grupos permitirá establecer su validez dentro del elemento endémico.

b) Elemento Mesoamericano.- Este elemento lo constituyen 59 especies distribuidas esencialmente entre México y el norte de Sudamérica. Estas especies representan el 39.3% de la flora.

Varias especies son conocidas únicamente en México y Centroamérica. Entre estas están *Bartramidula patula*, *Morinia crassicuspis*, *Neckera ehrenbergii*, *Orthotrichum pycnophyllum*, *Tortula guatemalensis* y otras.

Se incluyeron en el elemento Mesoamericano algunas especies que se conocen además del suroeste de Estados Unidos como *Bartramia microstoma*, *Fabronia wrightii* y *Orthodicranum rhabdocarpus* cuyo límite sur parece ser Centroamérica; *Leptodontium viticulosoides* var. *panamense*, *Philonotis longiseta* y *Tortula amphidiacea* también han sido colectadas en el sureste de Estados Unidos.

Algunas especies se conocen adicionalmente de las islas del Caribe, por ejemplo *Aongstroemia jamaicensis*, *Brachymenium systylium*, *Entodon jamesonii* y *Pseudosymblypharis schimperiana*.

c) Elemento Sudamericano.- Este elemento incorpora 7 especies distribuidas desde Tierra del Fuego, a lo largo de los Andes, hasta las montañas de Centroamérica y México. Son especies frecuentemente colectadas en volcanes y páramos a altas elevaciones (3000-5300 m).

El Elemento Sudamericano representa el 4.6% de la flora pero el porcentaje puede aumentar si se encuentra que especies del elemento Mesoamericano se distribuyen ampliamente en Sudamérica.

d) Elemento Boreal.- Este elemento está constituido por 21 especies de amplia distribución en el hemisferio norte,

por ejemplo, Norteamérica, Europa y Asia; representan el 14.0% de la flora y son especies que en este continente se distribuyen principalmente a lo largo de las montañas del oeste de Norteamérica.

El área de distribución de algunas especies como *Grimmia affinis*, *Oxystegus tenuirostris*, *Thuidium philiberti* y *Tortula fragilis* se extiende hasta Sudamérica; para otras especies Guatemala o Costa Rica y El Salvador representan el límite de su área de distribución en América.

e) Elemento Austral.- Este elemento está formado por 6 especies que se conocen básicamente del hemisferio sur; están distribuidas en Sudamérica, en las regiones centro y sur de Africa y en el área Australiana.

El Elemento Austral es un pequeño conjunto de especies que representan el 4.0% de la flora. De ellas *Didymodon australasiae*, *Orthodontium gracile* y *Tortula papillosa* tienen su límite norte de distribución americana en California (EUA).

f) Elemento Cosmopolita.- Es un grupo de 27 especies (18.0%) de amplia distribución en todos los continentes; algunas como *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Encalypta ciliata* y *Polytrichum alpinum* no son cosmopolitas en sentido estricto, pues no se han mencionado para Sudamérica. *Bryum argenteum*, *B. capillare*, *Ceratodon purpureus*, *Campylopus flexuosus* y *Funaria hygrometrica* son verdaderas cosmopolitas. Las otras especies de este conjunto sólo son de amplia distribución.

g) Elemento Disyunto.- Este elemento está constituido por 12 especies (8.0%) que se conocen de dos o tres áreas geográficas localizadas en México, Sudamérica, Africa y/o el sur y sureste de Asia. *Anacolia laevisphaera*, *Aongstroemia julacea* y *Leptodontium viticulosoides* var. *viticulosoides* son tricéntricas; otras especies son bicéntricas, por ejemplo, *Leptodontium pungens* y *Racopilum tomentosum* que se distribuyen en Latinoamérica y Africa; varias especies como *Aongstroemia orientalis*, *Bryoerythrophyllum inaequalifolium*, *B. recurvum*, *Pylaisiella falcata*, *Symblepharis vaginata* y *Zygodon obtusifolius* se conocen de Mesoamérica y el sur y/o sureste de Asia.

## IX. COMPARACION FLORÍSTICA DE LOS EXTREMOS DEL EJE NEOVOLCANICO

La comparación florística entre los sitios estudiados se hizo utilizando los índices de similitud de Jaccard, Koch y Sørensen. Con los datos de la Tabla 1 se analizaron las relaciones florísticas a dos diferentes niveles: 1) las similitudes entre la flora de musgos de cada una de las tres montañas y 2) las similitudes entre la flora de musgos de los extremos del Eje Neovolcánico, el Nevado de Colima en el extremo occidental y el sistema Cofre de Perote-Pico de Orizaba en el extremo oriental.

La Tabla 2 muestra que de acuerdo con el índice de Jaccard no hay diferencias importantes entre los valores para cada par de montañas. Sin embargo, debe hacerse notar que el grado de comunidad entre Cofre de Perote y Pico de Orizaba es comparativamente bajo en virtud de su proximidad geográfica. En contraste, considerando la distancia entre Cofre de Perote y/o Pico de Orizaba con respecto al Nevado de Colima, el grado de similitud es alto. Lo mismo puede decirse de la comparación de valores por medio del índice de Sørensen. Los datos de este último están por encima del 50% de la escala de Muller-Dombois y Ellenberg (1974) y podrían reflejar, de acuerdo con ese criterio, fallas en el método de muestreo o que las áreas comparadas son demasiado amplias. No obstante, pensamos que estos datos son correctos porque el sistema de muestreo pretendía incorporar todas las especies encontradas en el campo; además los datos bibliográficos y de herbario no fueron tratados preferencialmente.

Por último, el Índice de Dispersión Biótica (IDB) de Koch (1957) refleja y apoya los análisis anteriores, es decir, que el grado de similitud florística entre las tres montañas es alto (Tabla 2).

Considerando su distribución en México, del grupo de especies comunes al Nevado de Colima y Cofre de Perote, por lo menos *Amphidium cyathicarpum*, *Fissidens bryoides*, *Grimmia trichophylla*, y *Pohlia elongata* podrían encontrarse en el Pico de Orizaba. De la misma manera aquellas especies que sólo se han encontrado en el Nevado de Colima y en el Pico de Orizaba podrían encontrarse en el Cofre de Perote, por ejemplo: *Aongstroemia orientalis*,

TABLA 2. Valores de los Indices de Similitud Florística de Jaccard (J), Sørensen (S) y del Índice de Dispersión Biótica (I. D. B.) para la flora de musgos del Nevado de Colima (NC), Pico de Orizaba (PO) y Cofre de Perote (CP). T= suma del número de taxa en cada sitio, S= número real de taxa presentes en los sitios comparados, n= número de sitios bajo comparación.

	J $\left(\frac{T-S}{S}\right)$	S $\left(\frac{2(T-S)}{T}\right)$	I. D. B. $\left(\frac{T-S/n-1}{S}\right)$
NC - PO	36.0%	53.0%	
NC - CP	37.1%	51.6%	34.6%
PO - CP	39.8%	54.6%	
NC - PO+CP	36.6%	53.6%	

*Bryoxiphium norvegicum* var. *mexicanum*, *Pohlia wahlenbergii* y *Tortula fragilis*. Lo anterior sugiere que los porcentajes de similitud florística calculados de manera preliminar podrían incrementarse como consecuencia de un mejor conocimiento de las floras comparadas.

En la Figura 3 se presenta una comparación florística de los extremos del Eje Neovolcánico analizando la participación de los elementos en la flora de cada montaña. Los musgos comunes a los extremos del Eje Neovolcánico representan un 36.6% del total de las especies. La mitad del número de esas especies corresponden a los elementos Mesoamericano y Cosmopolita; los otros elementos también están representados (Fig. 3). Las especies comunes a los extremos del Eje incluyen a *Andreaea rupestris*, *A. turgescens*, *Bartramia mathewsii*, *B. shimperi*, *Morinia ehrenbergiana* var. *ehrenbergiana*, *M. saitoana*, *Polytrichum alpiniforme* y *Zygodon pichinchensis* entre otros (cf. Tabla 1). La distribución en México de estas especies está restringida a las montañas a lo largo del Eje Neovolcánico, en elevaciones mayores a 2500 m. Este hecho, las similitudes ecológicas de las montañas y las relaciones florísticas de los extremos (con predominio de elementos endémico, mesoamericano y sudamericano en el extremo oriental) sugieren que el Eje ha actuado como ruta de

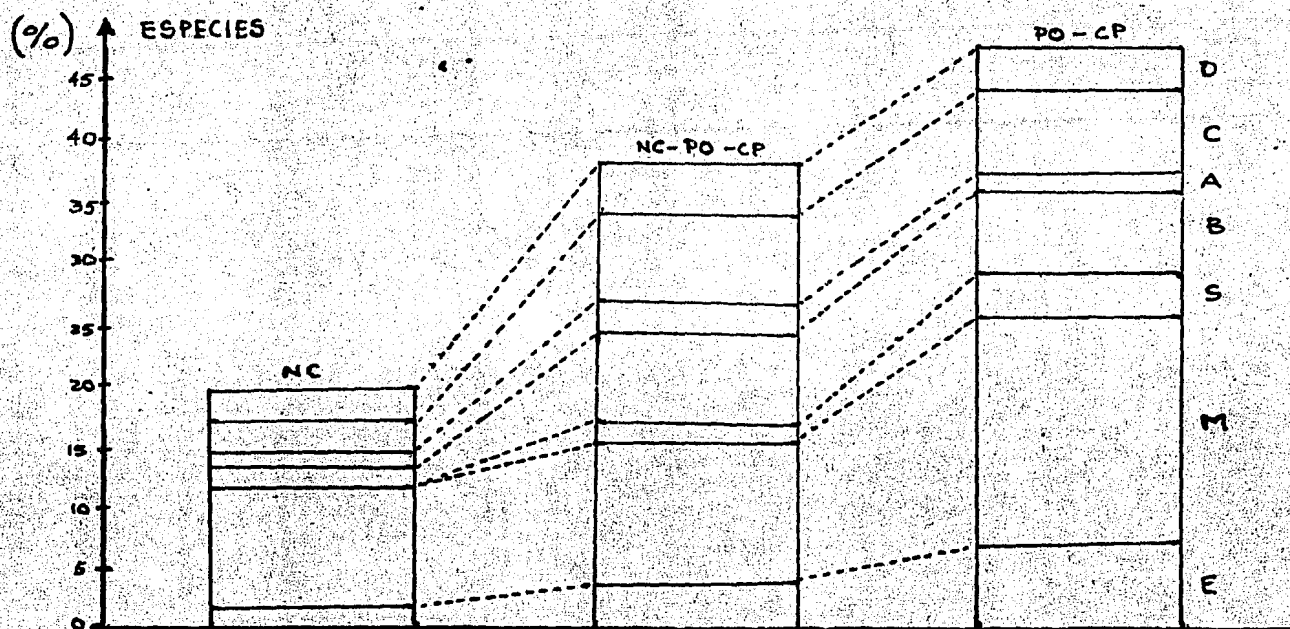


FIG. 3. Comparación de la flora de musgos de los extremos del Eje Neovolcánico. NC= Nevado de Colima, CP= Cofre de Perote, PO= Pico de Orizaba, E= Endémico, M= Mesoamericano, S= Sudamericano, C= Cosmopolita, B= Boreal, A= Austral, D= Disyunto. 150 spp.=100%.

migración después del establecimiento de estos taxa en México. En contraste la distribución en el país de especies como *Bryum argenteum*, *B. billardieri*, *B. capillare*, *Ceratodon stenocarpus*, *Didymodon australasiae* y *D. rigidulus* var. *icmadophila* aparentemente no ha sido influenciada por la presencia del Eje Neovolcánico; de acuerdo con la información disponible estos taxa se han encontrado en áreas geográficas al norte y al sur del Eje, así como a lo largo de las montañas.

Las diferencias florísticas entre los tres volcanes incluyen taxa sólo conocidos para cada uno de ellos que en promedio representan el  $18 \pm 6.6\%$  del total de la flora. La validez taxonómica y/o la distribución en México de esas especies está aún por determinarse para hacer una comparación definitiva de las relaciones de los extremos del Eje.

Si se establece la presencia en los dos extremos del Eje Neovolcánico de *Didymodon rigidulus* var. *rigidulus*, *Polytrichum juniperinum*, *Hypnum revolutum*, *Neckera chlorocaulis*, *Anoectangium*

*aestivum*, *Ptychomitrium cylindrothecium* y otras por ahora desconocidas del Nevado de Colima, y de *Anomobryum filiforme*, *Leptodictyum riparium*, *Orthodontium gracile*, *Entodon abbreviatus*, *E. jamesonii*, *Leskea angustata*, *Bryum procerum*, *Epypterigium immarginatum*, *Pogonatum leptopelma*, *Pseudosymblepharis schimperiana* y *Campylopus chrismarii* que se desconocen del Pico de Orizaba y Cofre de Perote, las diferencias florísticas entre esos extremos disminuirá sensiblemente. La distribución conocida en México de estas especies hace suponer que están presentes en ambos extremos del Eje Neovolcánico.

La diferencia florística más notable entre los extremos del Eje Neovolcánico es la ausencia en el Nevado de Colima de un conjunto de especies que son características de la flora de musgos en la Serranía del Citlaltépetl. La comparación florística por cinturones de vegetación sugiere que esas diferencias están más acentuadas entre las floras alpinas. Los géneros *Didymodon*, *Philonotis*, *Pogonatum*, *Tortula* y *Zygodon* están presentes en los bosques de *Abies* de ambos extremos del Eje, pero sólo en el extremo oriental se encuentran en la zona alpina. Otros taxa ausentes en la zona alpina del Nevado de Colima y característicos de las otras zonas alpinas del Eje son por ejemplo: *Ditrichum gracile*, *Lepyrodon tomentosus*, *Neosharpiella aztecorum*, *Paraleucobryum enerve*, *Philonotis corticata*, *Polytrichum alpinum*, *Rhytidium rugosum* y el género *Tortula*. Las diferencias entre la flora de musgos de los extremos del Eje disminuyen hacia los bosques de *Abies*, sin embargo, los géneros *Cyclodictyon*, *Dicranella*, *Drepanocladus*, *Globulinella*, *Platygyrium*, *Ptychomitrium* y *Rhytidium* no se registraron del Nevado de Colima.

A pesar de que los extremos del Eje Neovolcánico pueden considerarse como una sola unidad florística, las especies que establecen las diferencias tienen distribuciones geográficas peculiares. Por esto sugerimos que los extremos del Eje Neovolcánico mantienen relaciones en distinto grado con las áreas boreales y australes de América, en particular. La Fig. 3 muestra que las relaciones meridionales del extremo oriental del Eje Neovolcánico son más importantes que las del Nevado de Colima. Por ejemplo, un conjunto de especies del elemento Sudamericano

como *Bartramia potosica*, *Lepyrondon tomentosus* y *Tortula andicola* se conocen en las montañas del centro del Eje (Delgadillo, 1971), del Pico de Orizaba y/o el Cofre de Perote, pero no se conocen del Nevado de Colima. A los ejemplos anteriores se suman *Anacolia laevisphaera*, *Bryoerythrophyllum bolivianum*, *B. inaequalifolium*, *Globulinella peruviana*, *Leptodontium pungens*, *Pylaisiella falcata* y *Zygodon obtusifolius* entre otras especies de los elementos Mesoamericano y Disyunto que se distribuyen desde los Andes en Sudamérica hasta las montañas del centro y oriente del Eje Neovolcánico en México pero están ausentes en el extremo occidental.

La presencia de especies Sudamericanas, Mesoamericanas y Disyuntas en el centro y extremo oriental del Eje y su ausencia en el extremo occidental presupone cierta inhabilidad de las mismas para dispersarse y/o establecerse en el Nevado de Colima.

Existen además diferencias ecológicas entre el Nevado de Colima y las otras montañas del Eje que pueden explicar su ausencia; las diferencias más notables parecen ser la distribución de la lluvia durante el año; en el extremo oriental del Eje es más o menos homogénea mientras que en el extremo occidental la lluvia se presenta en los meses de verano. Además las lluvias de ceniza y arena volcánica son frecuentes en el Nevado como consecuencia de la actividad del Volcán de Colima, mientras que en los otros volcanes del Eje este fenómeno no ocurre desde hace 300 años, a excepción del Popocatepetl que todavía en 1920 hizo erupciones (Mooser, *et al.*, 1958). Es probable también que las diferencias florísticas señaladas esten ligadas a la edad de las montañas y a la posible llegada de ciertas especies a cada extremo del Eje Neovolcánico por diferentes rutas de migración; esto implica algunas consideraciones históricas que serán discutidas más adelante.

## X. FACTORES HISTORICOS

En ausencia de registro fósil la distribución de los musgos se ha explicado tomando como referencia datos de muy diferentes disciplinas. Las discusiones fitogeográficas frecuentemente aluden a deriva continental, migración paso a paso o a larga

distancia, glaciación, etc. para interpretar los patrones de distribución actual de las plantas (Zanten & Pócs, 1981). En la discusión que sigue, hemos tomado un enfoque similar proponiendo una explicación como la más factible.

La evolución de las floras modernas de México se inició a fines del Cretácico; entre las plantas vasculares, los elementos de la flora boreal estuvieron presentes en México desde el Cretácico Superior mientras que los elementos meridionales pudieron establecerse, por lo menos, desde el Oligoceno (Rzedowski, 1978). Crum (1951a) y Delgadillo (1971, 1979a) han sugerido la hipótesis de migraciones en el Plioceno-Pleistoceno desde Norte y Sudamérica para explicar las afinidades florísticas de los musgos mexicanos. En general los estudios mencionados indican que la brioflora de México es el resultado de migraciones y la evolución de taxa autóctonos.

Los taxa de musgos del Pico de Orizaba, Cofre de Perote y Nevado de Colima que indican las relaciones florísticas con Norteamérica son un grupo heterogéneo que comprende a los elementos Boreal y Disyunto principalmente. La mayoría de estos taxa están concentrados en el oeste y/o suroeste de Estados Unidos de América; como ejemplos pueden citarse *Didymodon vinealis*, *Timmia anomala*, *Brachythecium frigidum*, *Andreaea rupestris*, *Paraleucobryum enerve*, *Hypnum revolutum*, *Grimmia elongata* y *G. trichopylla* entre otras especies. En contraste pocas especies establecen la relación florística con el este y/o sureste de Estados Unidos de América; los ejemplos son *Brachythecium inaequalifolium*, *Leptodontium flexifolium*, *L. viticulosoides* var. *panamense*, *Tortula amphidiacea*, entre otros. Esta relación florística diferencial entre México y Estados Unidos fué observada por Rzedowski (1978) al estudiar la flora vascular del país. El concluyó que las semejanzas florísticas de las regiones de clima templado y frío de México son mayores con el oeste que con el este de Estados Unidos (Rzedowski, 1978). La misma relación con Estados Unidos se encontró en los estudios de los hongos de las regiones templadas de México (Guzmán, 1973; Sharp, 1948).

Las explicaciones que se han dado para interpretar las



afinidades boreales de la flora vascular mexicana asumen que la continuidad geográfica entre Estados Unidos y México permitió la continuidad de diferentes comunidades vegetales a través de las cuales fue posible la migración de especies. La continuidad ecológica fue interrumpida por los cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno; a ciertas elevaciones algunos bosques persistieron y se adaptaron mientras que otros se extinguieron o quedaron como relictos. Los bosques de *Abies* en el centro de México y en Guatemala representan el primer fenómeno, mientras que los bosques con *Picea*, *Pseudotsuga* y *Taxodium* conocidos únicamente en Nuevo León, Durango y Chihuahua representan el segundo proceso (Rzedowski, 1978).

La emergencia de las altas montañas del Eje Neovolcánico durante el Oligo-Mioceno (Gunn & Mooser, 1970) dió origen a los actuales ambientes con elevación mayor de 3000 m; estas nuevas áreas pudieron haber sido colonizadas por especies de musgos de afinidades boreales de la flora preexistente y por las de migración posterior. Algunos taxa probablemente ampliaron su área de distribución mediante dispersión a larga distancia, por ejemplo Shaw (1982b) ha señalado que la distribución disyunta de ciertos taxa en Norteamérica (EUA) y en las elevaciones de México y/o Guatemala podría ser resultado de este fenómeno.

La presencia en México de algunas especies del elemento Endémico puede interpretarse como resultado de una evolución reciente a partir de taxa de afinidades boreales. Delgadillo (1971) discutió que *Bryoxiphium norvegicum* var. *mexicanum* pudo haberse diferenciado desde el Pleistoceno a partir de antecesores boreales; la historia del orden *Bryoxiphiales* indica que éste siempre se ha distribuido en el Hemisferio Norte (Miller, 1976). La existencia de taxa como *Barthamidula* en Estados Unidos, México y Guatemala se ha explicado sugiriendo que sus especies son relictos de una flora ampliamente distribuida en el Terciario (Matti & Anderson, 1960).

Todas las montañas del Eje parecen haber sido igualmente colonizadas por especies de afinidades boreales; los musgos del elemento Boreal están representados en la misma proporción en el Nevado de Colima, Cofre de Perote y Pico de Orizaba (Fig. 3).

Sin embargo, esto aparentemente no ha sucedido con los taxa meridionales pues los resultados indican que el Nevado de Colima no ha sido colonizado por la mayoría de esos taxa. Las relaciones florísticas con el hemisferio sur se indican por la presencia de un grupo heterogéneo de especies que comprenden a los elementos Austral, Sudamericano, Mesoamericano y Disyunto (Fig. 3), la mayoría de las cuales en América se conocen del norte de los Andes.

En el contexto de la flora vascular, se sabe que Norteamérica y Sudamérica intercambiaron elementos florísticos mediante las migraciones a través de Centroamérica desde la emergencia del Istmo de Panamá durante el Plioceno (Graham, 1978). Sin embargo, la discontinuidad ecológica del Istmo sugiere que la dispersión a larga distancia tuvo que estar involucrada (Moore, 1972). Los musgos con afinidades meridionales de ambos extremos del Eje exhiben algunos ejemplos que sugieren que tanto la migración lenta como la dispersión a larga distancia son responsables de la actual composición florística de las áreas estudiadas.

→ La presencia de algunas especies del elemento Disyunto también pudo ser resultado de migración lenta. *Bryoerythrophyllum recurvum* y *Symblepharis vaginata* se conocen de los Himalayas y del Suroeste de EUA y México; la segunda especie se conoce también de Centroamérica. Por otro lado, *Aongstroemia orientalis* y *Pylaisiella falcata* ejemplifican el grupo de especies que se conocen de Mesoamérica y el este de Asia. Este tipo de distribución que exhiben también varios taxa de plantas vasculares se ha explicado como resultado de deriva continental proponiendo la hipótesis de que la distribución original incluía el Noroeste de Gondwana en áreas que actualmente corresponden a Sudamérica y la India; la migración de la Placa de la India hacia el norte y su contacto con Eurasia explica la presencia de estos taxa en los Himalayas o el Sureste de Asia mientras que su distribución en América implica migraciones desde Sudamérica hacia México (Schuster, 1976). Aunque debe aceptarse que la evolución de estos taxa ha sido lenta desde la separación de los continentes, existen indicaciones de que otros pudieron evolucionar, por ejemplo, algunos taxa vicariantes como *Rozea*, un pequeño género

disyunto con dos especies en las elevaciones de Mesoamérica y otras cinco en los Himalayas (Buck & Crum, 1976), parece ser resultado de procesos de especiación por el aislamiento geográfico posterior a la ruptura de Gondwana.

La existencia en México de taxa endémicos de afinidades con taxa meridionales presupone procesos evolutivos de divergencia muy recientes; la presencia de *Neosharpiella aztecorum* en el Eje Neovolcánico, excepto el Nevado de Colima, representa una extensión del área de distribución, predominantemente austral de la familia *Gigaspermaceae* (Fife, 1980).

Otros taxa de afinidades australes también parecen haber migrado desde Sudamérica; *Lepyrondon tomentosus* representa en México una extensión del área de distribución de la familia *Lepyrodontaceae* la cual incluye Australasia y Sudamérica (Vitt, 1982). Otro ejemplo es el de *Racomitrium crispulum* el cual parece haber establecido su área de distribución desde antes del fracturamiento de Gondwana; su distribución actual parece estar afectada por las condiciones climáticas actuales y también por las glaciaciones del Cuaternario (Seki, 1974). La historia del género *Orthotrichum* indica que su probable centro de origen se localizó en el oeste de Gondwana, en la región de Sudamérica actual, desde ahí las especies migraron hacia Norteamérica en el Plioceno (Lewinsky, 1977).

Algunos taxa de plantas vasculares distribuidos disyuntamente en México y en Sudamérica parecen haber migrado a larga distancia. En el caso de las especies herbáceas de la zona alpina de México se ha admitido la probabilidad de transporte a larga distancia (Rzedowski, 1978). Por su parte, Tryon (1972) ha sugerido que los procesos de migración a larga distancia podrían explicar la presencia de *Jamesonia* y otros taxa en las montañas de Costa Rica, México y en los Andes. En cuanto a las briofitas se ha discutido poco la presencia disyunta de musgos en los Andes y en las montañas de México. En el caso del género *Aloinella* se sugiere que al menos *A. catenula* se originó en el extremo norte de su área geográfica y posteriormente migró hacia el sur desde México hasta Sudamérica (Delgadillo, 1975b). Recientemente Lewis (1981) mencionó que la historia migratoria de *Bryoerythrophyllum columbianum*

distribuido disyuntamente entre el noroeste de Estados Unidos y Bolivia, podría estar influenciada por la dispersión a gran distancia mediante los vientos. Entre los taxa presentes en el extremo oriental del Eje Neovolcánico, hay varios que tampoco se han colectado en Centroamérica y que podrían interpretarse como resultado de dispersión a larga distancia, por ejemplo: *Zygodon pichinchensis*, *Tortula andicola*, *Globulinella peruviana* y *Bryoerthyrophyllum bolivianum* sólo se conocen de México y Sudamérica.

La historia del elemento Mesoamericano parece ser reciente a juzgar por el área pequeña y la historia geológica de Centroamérica (Delgadillo, 1971). Las especies de musgos del elemento Mesoamericano presentes en los extremos del Eje no han sido evaluadas por sus relaciones taxonómico-geográficas; sin embargo, es muy probable que aquellas especies y variedades sólo conocidas entre México y Centroamérica sean de afinidades boreales mientras que las de distribución principalmente sudamericana sean de origen austral; cada uno de esos grupos de especies podría representar historias diferentes de migración. Tryon (1972) estudiando la distribución de helechos en Mesoamérica demostró que la migración es posible en ambas direcciones sugiriendo que ciertos taxa como *Jamesonia* han emigrado desde los Andes en el norte de Sudamérica hasta el sur de México, mientras que otros taxa, como el grupo de *Sphaeropteris horrida*, han emigrado en la dirección contraria pero existe poca evidencia para demostrar que lo mismo ocurrió con los musgos del elemento Mesoamericano.

La posibilidad de que las especies sólo conocidas en México y Guatemala representan un elemento desarrollado "*in situ*" también debe tomarse en consideración. En estas áreas se han localizado supuestas "zonas de refugio" de la flora del Pleistoceno que no fueron afectadas por las glaciaciones (Toledo, 1982). Tal aislamiento ecológico pudo haber contribuido a la diferenciación de algunos taxa de musgos. Una vez reestablecida la continuidad ecológica extendieron su distribución hasta el Eje Neovolcánico.

## XI. CONCLUSIONES

La historia geológica común, las similitudes edafológicas, climáticas y botánicas sugieren que el Eje Neovolcánico ha actuado como vía de migración de musgos, lo cual a su vez explica la similitud florística del Nevado de Colima con respecto al Cofre de Perote y Pico de Orizaba.

El predominio de los elementos mesoamericano y sudamericano en el extremo oriental indica que las relaciones florísticas a lo largo del Eje no son homogéneas. Parte de la flora de musgos del Nevado de Colima pudo haberse originado de la flora de musgos establecida en el centro de México desde el inicio del Terciario y de la migración posterior a la emergencia del Eje Neovolcánico en el Oligo-Mioceno. Por otro lado, la flora de musgos del Pico de Orizaba y Cofre de Perote es resultado de los procesos semejantes y de la incorporación de especies características del norte de Sudamérica que probablemente emigraron a partir del Plioceno.

La flora de musgos de los extremos del Eje Neovolcánico incluye taxa que pudieron haber migrado lentamente y/o a larga distancia tanto desde Norte como desde Sudamérica. Algunos taxa representan áreas de distribución relictual y otros son taxa autóctonos.

A pesar de que el Eje Neovolcánico ha actuado como ruta de migración, las especies del elemento Sudamericano presentes en el extremo oriental no han ocupado hábitats en el extremo occidental del Eje. Esto puede depender de la posición y distancia geográfica, así como de algunos factores históricos, climáticos y de las características biológicas (dispersabilidad y sexualidad) de los musgos. Es posible sugerir que las especies procedentes de Sudamérica actualmente presentes en el Pico de Orizaba y Cofre de Perote llegaron a través de las elevaciones de Guatemala hacia la Sierra Madre Oriental. La zona seca de la Sierra Madre del Sur aparentemente ha sido un obstáculo muy importante para estas especies.

En vista de que los antecedentes florísticos del Eje Neovolcánico son escasos, esta comparación preliminar de sus extremos deberá actualizarse conforme se estudian con mayor detalle

las floras de esos lugares.

## XII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, N. 1969. Geographic distribution and characteristics of volcanic ash soils in Mexico. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación, Turrialba. Costa Rica, A. C. 3/12.
- ANDO, H. 1978. *Pyralisiella falcata* (B.S.G.) Ando, a moss of East Asia-Latin American distribution. *Phyta* 1: 14-23.
- ARAGON, A. J. 1945. Contribución al estudio del problema forestal del Parque Nacional Cofre de Perote, Ver. Tesis, ENA. México.
- AUBERT DE LA RUE, E. 1946. Quelques aspects biogéographiques des grands volcans du Mexique. *Compt. Rend. Somm. Séanc. Soc. Biogeogr. Paris*. 23(194-196): 18-21.
- BARTRAM, E. B. 1949. Mosses of Guatemala. *Fieldiana, Bot.* 25: 1-442.
- BEAMAN, J. H. 1959. The alpine flora of Mexico and Central America. *Yearbook Amer. Phil. Soc.* 266-268.
- \_\_\_\_\_. 1960. Observaciones sobre la flora alpina de México. *In: Resúmenes, 1er. Congr. Mex. Bot. México.*
- BESCHERELLE, E. 1872. *Prodomus bryologiae Mexicanae* ou enumeration des mousses du Mexique avec description des especes nouvelles. *Mem. Soc. Sci. Nat. Cherbourg* 16: 144-256.
- BLASQUEZ, L. 1957. Estudios Hidrogeológicos: Hidrogeología de la Cuenca Superior de los ríos Jamapa, Atoyac y una parte del Río Blanco. *An. Inst. Geol. UNAM*, 12: 57-95.
- BUCK, W. R. 1981. The Taxonomy of *Encodon* and notes on other South American genera of *Brachytheciaceae* with erect capsules. *Brittonia* 33(4): 556-563.
- \_\_\_\_\_. & H. A. CRUM. 1976. Revision of the Genus *Rozea* (Musci). *Bryologist* 79: 406-421.

- CARDENAS, M. A. & C. DELGADILLO M. 1982. Manual de Briofitas. Una gufa para los profesores de Biología. Instituto de Biología, UNAM. México.
- CARDOT, J. 1910. Diagnoses préliminaires de Mousses mexicaines. *Revue Bryol.* 37: 65-72, 117-128.
- \_\_\_\_\_. 1911a. Diagnoses préliminaires de Mousses mexicaines. *Revue Bryol.* 38(1): 1-9.
- \_\_\_\_\_. 1911b. Coup. d'oeil sur la flore bryologique du Mexique. *Revue Bryol.* 38: 79-84.
- \_\_\_\_\_. 1913. Diagnoses préliminaires de Mousses mexicaines. *Revue Bryol.* 40(3): 33-40.
- CRUM, H. A. 1951a. The Appalachian-Ozarkian element in the moss flora of Mexico with a check-list of all known Mexican mosses. Ph. D. Dissertation, Univ. Michigan, Ann Arbor.
- \_\_\_\_\_. 1951b. Notes on Mexican *Tayloria*, with the description of a new species. *Bryologist* 54: 269-273.
- \_\_\_\_\_. & L. E. ANDERSON. 1981. Mosses of Eastern North America. Columbia Univ. Press. New York. 2 Vols.
- \_\_\_\_\_. & D. GRIFFIN, III. 1981. *Philonotis corticata*, new from Mexico. *Bryologist* 84: 399-401.
- DAUBENMIRE, R. 1954. Alpine timberlines in the Americas and their interpretation. *Butler Univ. Bot. Stud.* II:119-136.
- DELGADILLO M., C. 1969. Literatura para las briofitas de México. *Soc. Bot. Méx. Bol.* 30: 127-135.
- \_\_\_\_\_. 1970. Two additions to the bryoflora of Mexico. *Bryologist* 73: 722-724.
- \_\_\_\_\_. 1971. Phytogeographic studies on alpine mosses of Mexico. *Bryologist* 74: 331-346.
- \_\_\_\_\_. 1975a. Literatura adicional para las briofitas de México. *Soc. Bot. Méx. Bol.* 35: 1-12.
- \_\_\_\_\_. 1975b. Taxonomic revision of *Aloina*, *Aloinella* and *Crossidium* (Musci). *Bryologist* 78: 245-303.
- \_\_\_\_\_. 1979a. Mosses and phytogeography of the *Liquidambar* forest of Mexico. *Bryologist* 82: 432-449.

- DELGADILLO M., C. 1979b. Notes on alpine mosses of Mexico. *Bryologist* 82: 629-631.
- \_\_\_\_\_. 1981. Flora Briológica de México. Resúmenes, VIII Congr. Mex. Bot. México.
- \_\_\_\_\_. 1982. Current knowledge of the Mexican moss flora and its temperate element. *Nova Hedwigia* 71: 449-453.
- \_\_\_\_\_ & M. A. CARDENAS. 1979. Musgos de Zacatecas, México. I. *Soc. Bot. Méx. Bol.* 38: 1-16.
- DEMANT, A. & C. ROBIN. 1975. Las fases del vulcanismo en México. Una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. *Rev. Inst. Geol. UNAM* 75(1): 70-83.
- \_\_\_\_\_, R. MAUVOIS & L. SILVA. 1976. El Eje Neovolcánico Transmexicano. III Congreso Latinoamericano de Geología. Excursión 4. Instituto de Geología, UNAM.
- FIFE, A. J. 1980. The affinities of *Costesia* and *Neosharpiella* and notes on the *Gigaspermaceae* (Musci). *Bryologist* 83: 466-476.
- FINCK, H. 1876. Una excursión a las faldas del Pico de Orizava (sic.). *Naturaleza* 3: 231-235.
- FLOWERS, S. 1952. Monograph of the genus *Anacolia*. *Bull. Torrey Bot. Club* 79: 161-185.
- \_\_\_\_\_. 1973. Mosses: Utah and the West. Brigham Young Univ. Press.
- FRAHM, J.-P. 1975. Conspectus der mittel-und sudamerikanischen *Campylopus*-Arten (*Dicranaceae*). *Bryophyt. Bibl.* 5.
- \_\_\_\_\_. 1977. Zur *Campylopus*-Flora von Mexico. *Bryologist* 80: 119-124.
- GARCIA, E. 1965. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Publ. Inst. Geogr. UNAM* I: 173-191.
- \_\_\_\_\_. 1970. Los climas del estado de Veracruz. *An. Inst. Biol. UNAM, Ser. Bot.* 41(1): 3-42.
- GIER, L. J. 1980. A preliminary study of *Thuidiaceae* (Musci) of Latin America. *Jour. Bryol.* 11: 253-309.
- GOMEZ-POMPA, A. 1978. Ecología de la vegetación del Estado de Veracruz. CECSA-INIREB. México.



- GRADSTEIN, S. R. & H. J. M. SIPMAN. 1978. Taxonomy and world distribution of *Campylopus introflexus* and *C. pilifer* [= *C. polytrichoides*]: A new synthesis. *Bryologist* 81: 114-121.
- GRAHAM, A. 1978. Distribution and migration of Cenozoic floras in Mesoamerica. *Bol. Inst. Geol. UNAM* 101: 166-181.
- GROUT, A. J. 1928-1940. Moss flora of North America north of Mexico. Newfane, Vermont. 3 Vols.
- \_\_\_\_\_. 1946. *Orthotrichaceae*. *N. Amer. Fl.* 15(1): 1-62.
- \_\_\_\_\_. 1965. Mosses with hand-lens and Microscope. Lundberg. Maryland.
- GUNN, B. M. & F. MOOSER. 1970. Geochemistry of the volcanoes of Central Mexico. *Bull. Volcanologique* 34(1): 557-616.
- GUZMAN, G. 1973. Some distributional relationships between Mexican and United States mycofloras. *Mycologia* 65: 1319-1330.
- HEILPRIN, A. 1894. Among the world's highest mountains-An ascent of Orizaba, México. *Around World* 1: 21-26, 49-53.
- JOHNSON, E. L. 1970. Morfogénesis y clasificación de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas del Pico de Orizaba, Puebla y Veracruz. Tesis, Fac. Ciencias, UNAM. México.
- KOCH, L. F. 1957. Index of Biotal Dispersion. *Ecology* 38: 145-148.
- LAVIER, W. & D. KLAUS. 1975. Geocological investigations on the timberline of Pico de Orizaba, Mexico. *Arc. Alp. Res.* 7: 315-330.
- LAWTON, E. 1971. Moss flora of the Pacific Northwest. *Hattori Bot. Lab.-Japan*.
- LEE, T. D. & G. H. LAROI. 1979. Bryophyte and understory vascular plant beta diversity in relation to moisture and elevation gradients. *Vegetatio* 40: 29-38.
- LEWINSKY, J. 1977. The genus *Orthotrichum*. Morphological studies and Evolutionary remarks. *Jour. Hattori Bot. Lab.* 43: 31-61.
- LEWIS, M. 1981. Prodrromus Bryologiae Andinae II. *Bryoerythrophyllum columbianum* disjunctively distributed between steppes of

- Northwestern U.S.A. and Bolivia. *Bryologist* 84: 536-538.
- LORENZO, J. L. 1961. Notas sobre la geología glacial del Nevado de Colima. In: L. Blasquez *et al.* (Eds.). Fenómenos geológicos de algunos volcanes mexicanos. Bol. Inst. Geol. UNAM. 61: 77-91.
- \_\_\_\_\_. 1964. Los glaciares de México. Inst. Geof. UNAM. Monogr. 1. Ed. 2.
- LÖVE, A. & D. LÖVE. 1953. Studies in *Bryoxiphium*. *Bryologist* 56: 73-94, 183-203.
- MADRIGAL S., X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham.) en el Valle de México. Bol. Téc. 18. Inst. Nal. Invest. Forest. SAG. México.
- \_\_\_\_\_. 1970. Caracterización fitoecológica preliminar de los volcanes de Fuego y Nevado de Colima (México). Bol. Divulg. 31. Inst. Nal. Invest. Forest. SAG. México.
- MAGILL, R. E. 1977. A reexamination of *Globulinella* (Musci: Pottiaceae). *Bryologist* 80: 76-82.
- MANZANILLA, H. 1974. Investigaciones epidométricas y silvícolas en bosques mexicanos de *Abies religiosa*. México. Ed. Dir. Gral. de Inf. Rel. Publ. SAG. México.
- MATTI, A. & L. E. ANDERSON. 1960. The chromosomes of *Bartramidula carolinae*. *Bryologist* 63: 26-29.
- MCVAUGH, R. 1972. Botanical exploration in Nueva Galicia, Mexico, from 1790 to the present time. Contr. Univ. Mich. Herb. 9: 205-357.
- MILLER, H. A. 1976. A Geobotanical overview of the Bryophyta. In: R.C. ROMANS (Ed.). Geobotany Conference, Bowling Green State University, Plenum Press, New York. 95-107.
- MIRANDA, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. rasgos de la vegetación en la cuenca del Río de las Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 8: 95-114.
- \_\_\_\_\_. & A. J. SHARP. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31: 313-333.

- MOORE, D. M. 1972. Connections between cool temperate floras, with particular reference to Southern South America. In: D. H. Valentine (Ed.). Taxonomy, Phytogeography and Evolution. Columbia Univ. Press. New York. 115-138.
- MOOSER, F. 1961. Los Volcanes de Colima. In: L. Blásquez *et al.* (Eds.). Fenómenos geológicos de algunos volcanes mexicanos. Bol. Inst. Geol. UNAM 61: 49-71.
- \_\_\_\_\_. 1972. The Mexican Volcanic Belt: structure and tectonics. Geof. Int. 12(2): 55-70.
- \_\_\_\_\_. 1975. Historia geológica de la Cuenca de México. In: Memorias de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. D.D.F. México. 1: 7-38.
- \_\_\_\_\_, H. MEYER-ABICH, & A. R. MCBIRNEY. 1958. Catalogue of the active volcanoes and solfatara fields of Central America. In: M. N. van Padang (Ed.). Catalogue of the active volcanoes of the World. Int. Volc. Ass. Part VI: 1-56.
- MÜLLER, C. 1851. Synopsis muscorum frondosorum Omnium hucusque cognitorum. Sumptibus Alb. Foerstner. II. Berlin.
- \_\_\_\_\_. 1851. Novitates Bryothecae Mullerianae 3. Musci Mexicani. Linnaea N.S. 4: 620-660.
- \_\_\_\_\_. 1897. Bryologia Guatemalensis. Bull. Herb. Boiss. 5: 171-220.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, New York.
- OBIETA O., M. C. 1977. Estructura y Composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de *Pinus hartwegii*. Tesis, Fac. Ciencias, UNAM. México.
- OCHI, H. 1980. A revision of the Neotropical *Bryoideae*, Musci (First Part). Jour. Fac. Educ. Tottori Univ. Nat. Sci. 29: 49-154.
- \_\_\_\_\_. 1981. A revision of the Neotropical *Bryoideae*, Musci (Second Part). Jour. Fac. Educ. Tottori Univ. Nat. Sci. 30: 21-55.
- ORTIZ S., G. 1944. La zona volcánica "Colima" del Estado de Jalisco, Instituto de Geografía, Universidad de Guadalajara. México.

- REED, C. F. & H. ROBINSON. 1967. Some bryophytes from the highlands of Mexico. *Phytologia* 14(4): 193-204.
- REESE, W. D. & R. A. PURSELL. 1963. New moss records from eastern Mexico. *Bryologist* 66: 208-210.
- ROBINSON, H. 1959. *Leskea angustata* in Mexico. *Bryologist* 62: 31-35.
- \_\_\_\_\_. 1963. The nomenclature and distribution of three species of *Brachythecium*. *Bryologist* 66: 136-139.
- \_\_\_\_\_. 1964. New taxa and new records of bryophytes from Mexico and Central America. *Bryologist* 67: 446-458.
- \_\_\_\_\_. 1967. Preliminary studies on the bryophytes of Colombia. *Bryologist* 70: 1-61.
- \_\_\_\_\_ & C. DELGADILLO M. 1973. *Neosharpiella*, a new genus of musci from high elevations in Mexico and South America. *Bryologist* 76: 536-540.
- ROSS, H. 1912. Contributions a la flore du Mexique. avec la collaboration de spécialistes. Mem. Soc. Cient. "Antonio Alzate" 32: 155-199.
- RZEDOWSKI, J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Cient. Potos.* 5: 5-291.
- \_\_\_\_\_. 1978. La vegetación de México. Limusa. México.
- \_\_\_\_\_ & R. MCVAUGH. 1966. La Vegetación de Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9: 1-123.
- SCHUSTER, R. M. 1976. Plate tectonics and its bearing on the geographical origin and dispersal of Angiosperms. In: C.B. Beck (Ed.). Origin and early evolution of Angiosperms. Columbia Univ. Press, New York. 48-138.
- SEKI, T. 1974. A moss flora of Provincia de Aisen, Chile. Results of the second Scientific Expedition to Patagonia by Hokkaido and Hiroshima Universities, 1967. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 2 (Bot.)*, 15(1): 9-101.
- SHARP, A. J. 1948. Some Fungi common to the highlands of Mexico and Guatemala and eastern United States. *Mycologia* 40: 499-502.
- \_\_\_\_\_ & F.D. BOWERS. 1975. Additional mosses from Mexico of geographical significance. *Bryologist* 78: 218-222.
- SHAW, A. J. 1982a. *Pohlia* Hedw. (Musci) in North and Central

- America and the West Indies. Contr. Univ. Mich. Herb. 15: 219-295.
- SHAW, A. J. 1982b. *Plagiobryum zleri* (Hedw.) Lindb. disjunct in Guatemala, with phytogeographic notes. Bryologist 85: 243-250.
- \_\_\_\_\_ & H. A. CRUM. 1982. Comments on the *Mielichhoferioideae* of Central America, with the description of a new species of *Synthetodontium*. Contr. Univ. Mich. Herb. 15: 209-217.
- SLACK, N. G. 1977. Species diversity and community structure in bryophytes: New York studies, N.Y.S. Museum Bull. 428.
- SOSA, A. H. 1935. Los Bosques de Colima. Méx. For. 13(7-8): 65-70.
- \_\_\_\_\_. 1937. El parque "Nauhcampatépetl". Bol. Depto. For. Méx. 2(7): 269-292.
- SOTO, M. 1969. Consideraciones ecoclimáticas del Estado de Veracruz. Tesis, Fac. Ciencias, UNAM. México.
- TAMAYO, J. 1962. Geografía General de México. Inst. Mex. Invest. Econ. México, Tomo III.
- THERIOT, J. 1921. Reliquiae Delessertianae. Mousses du Mexique. Soc. Havraise D'Etudes Diverses, 8-10 pp.
- \_\_\_\_\_. 1933. Mexican mosses, IV. Rev. Bryol. Lichénol. 5: 91-110.
- TOLEDO, V. M. 1982. Pleistocene changes of vegetation in Tropical Mexico. In: G.T. Prance (Ed.), Biological Diversification in the Tropics. Columbia Univ. Press. 93-111.
- TRYON, R. 1972. Endemic areas and geographic speciation in Tropical American Ferns. Biotropica 4(3): 121-131.
- VALDES, R., M. 1972. Microflora of a coniferous forest of the Mexican basin. Plant & Soil 36(1): 31-38.
- VITT, D. H. 1980. A comparative study of *Andreaea acutifolia*, *A. mutabilis* and *A. rupestris*. New Zealand Jour. Bot. 18: 367-378.
- \_\_\_\_\_. 1982. Bryopsida. In: S.P. Parker (Ed.), Synopsis and classification of living organisms McGraw-Hill, New York. 1: 307-336.
- VOGELMAN, H. W. 1973. Fog precipitation in the cloud forest of

- Eastern Mexico. *BioScience* 23(2): 96-100.
- WAGNER, K. A. 1951. *The Neckeriaceae of North America*. Ph. D. Dissertation, Univ. Michigan, Ann. Arbor.
- WATSON, M. A. 1980. Shifts and patterns of microhabitat occupation by six closely related species of mosses along a complex altitudinal gradient. *Oecologia* 47: 46-55.
- WELCH, W. H. 1966. *The Hookeriaceae of Mexico*. *Bryologist* 69: 1-68.
- WIJK, R. VAN DER, W. D. MARGADANT & P. A. FLORSCHÜTZ. 1959-1969. *Index Muscorum*. Vols. 1-5. *Regnum Veg.* 17, 26, 33, 48, 65.
- ZANDER, R. H. 1972. Revision of the genus *Leptodontium* (Musci) in the New World. *Bryologist* 75: 213-280.
- \_\_\_\_\_. 1973. El género *Amphidium* antes desconocido en México. *Misc. Bryol. Lichénol.* 6: 96-97.
- \_\_\_\_\_. 1976. Notes on *Pottiaceae* in Middle America. *Bryologist* 79: 227-231.
- \_\_\_\_\_. 1977. The Tribe *Pleurozisiae* (*Pottiaceae*, Musci) in Middle America. *Bryologist* 80: 233-269.
- \_\_\_\_\_. 1978. A synopsis of *Bryoerythrophyllum* and *Morinia* (*Pottiaceae*) in the New World. *Bryologist* 81: 539-560.
- \_\_\_\_\_. 1981a. *Didymodon* (*Pottiaceae*) in Mexico and California: Taxonomy and nomenclature of discontinuous and non discontinuous taxa. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 2: 379-422.
- \_\_\_\_\_. 1981b. Descriptions and illustrations of *Barbula*, *Pseudocrossidium* and *Bryoerythrophyllum* (p.p.) of Mexico. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 2: 1-22.
- \_\_\_\_\_. 1982. *Trichostomum molariforme* sp. nov. and *Atractylocarpus stenocarpus* (Wils. in Seem.) comb. nov. *Bryologist* 85: 126-128.
- \_\_\_\_\_ & A. J. SHARP. 1981. Two species of *Bryoerythrophyllum* (*Pottiaceae*) new to Mexico. *Bryologist* 84: 543-547.
- \_\_\_\_\_, C. DELGADILLO M. & P. M. ECKEL. 1980. *Morinia saitoana* a new species of *Pottiaceae* (*Bryopsida*) from México. *Bryologist* 83: 508-511.

ZANTEN, B.O. VAN & T. POCS. 1981. Distribution and Dispersal of Bryophytes. In: W. Schultze-Motel (Ed.). Advances in Bryology 1: 479-562.

ZANONI, T. A. 1982. Cupressaceae. Flora de Veracruz. Fasc. 23. México.