

Los musgos y la fitogeografía de México

CLAUDIO DELGADILLO

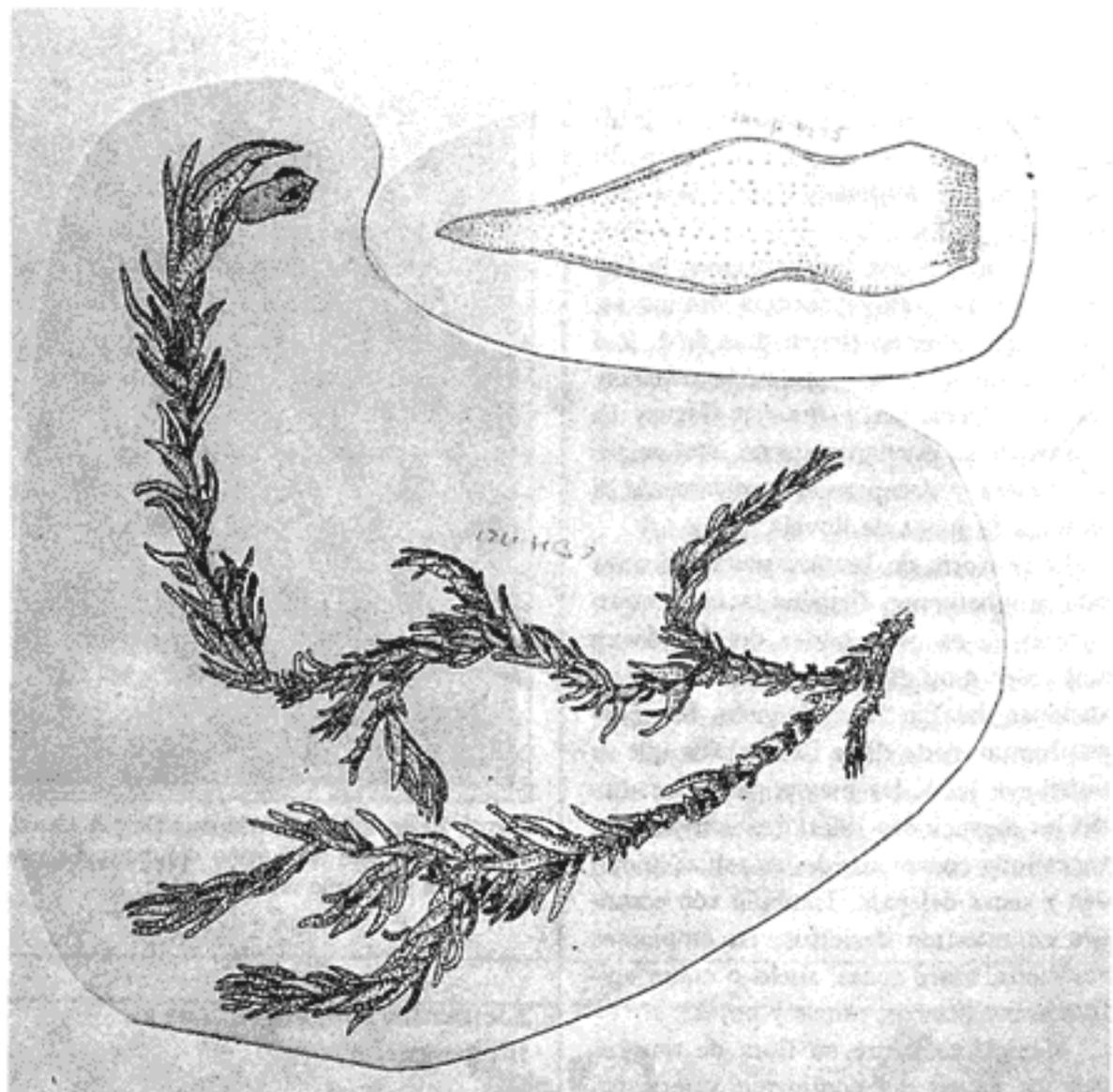
México es un país de gran interés florístico y fitogeográfico. Su diversidad de especies en todos los grupos vegetales es bien conocida y se atribuye a una combinación de rasgos peculiares. Por un lado, su territorio está situado entre las zonas tropical y subtropical del continente americano, en el punto de contacto entre dos reinos florísticos: el Holártico y el Neotropical; por otra parte, su diversidad geológica, sus grandes desniveles topográficos y su gran variedad de climas, han dado lugar a muchos tipos de vegetación así como a una flora, de diversos orígenes, rica en endemismos.

Las relaciones florísticas y los probables orígenes de la flora mexicana han sido motivo de estudio desde el siglo pasado (cf. Rzedowski, 1978). La mayoría de los trabajos fitogeográficos, sin embargo, ponen énfasis en las plantas vasculares y se sabe comparativamente poco de la fitogeografía de otros grupos de plantas. Por este motivo, en este trabajo presento una síntesis y algunos datos generales sobre la distribución geográfica de los musgos mexicanos, basados en los resultados de trabajos recientes. Los interesados en ampliar la presente información, deben recurrir a las publicaciones originales que se citan en la bibliografía.

Datos generales sobre la flora de musgos mexicanos

La flora de musgos de México incluye aproximadamente 946 especies y variedades.

Claudio Delgadillo: Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM.



Andreaea rupestris

des. Esta cifra no es definitiva, pues a pesar de que los estudios taxonómicos están muy avanzados, existen diferentes criterios entre los especialistas respecto a la taxonomía de muchos grupos. Además, muchas partes del país, entre ellas los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Nayarit, Querétaro y Tabasco no han sido visitados por briólogos profesionales, por lo que son casi desconocidas

(Delgadillo y Equihua, 1990). En contraste, ciertas zonas como la del Valle de México, aunque han sido ampliamente estudiadas, todavía son fuente de nuevos registros para la flora de musgos del país (cf. Cárdenas 1988, 1989).

Los musgos mexicanos están incluidos en unas 65 familias. Entre las más importantes por su número de especies están las Bryaceae, Dicranaceae, Fissidentaceae,

Hookeriaceae, Meteoriaceae y Pottiaceae. La flora contiene muchos géneros, pero los siguientes son particularmente importantes porque están representados por numerosas especies en México: *Bryum*, *Campylopus*, *Fissidens*, *Grimmia* y *Tortula*.

La diversidad está también expresada en las formas de crecimiento, tamaño y hábitat. Las formas de vida postrada (musgos pleurocárpicos) son las que alcanzan las mayores longitudes. Por ejemplo, sobre los árboles de zonas templadas y tropicales crecen especies de *Papillaria* y *Pilotrochella* que con frecuencia miden 20 cm, pero pueden alcanzar hasta 30 o 40 si se recuperan completas; sobre el suelo o humus de los bosques de coníferas, algunas especies de *Hypnum* y *Thuidium* forman carpetas que cubren áreas de varios metros de extensión, aunque cada planta sólo mide unos 10 cm, entre las formas erectas (musgos acrocárpicos), algunas especies de *Dicranum* miden 20 cm y otras de *Pogonatum* pueden alcanzar hasta 35 cm.

En contraste con las anteriores, la flora mexicana incluye formas diminutas, donde los tallos no tienen más de 1, 2 o 3 mm de altura. Las especies de *Astomum*, *Acaulon*, *Archidium* y *Bruchia* (Figura 1), además de su estatura pequeña, son de vida efímera y desaparecen rápidamente al terminar la época de lluvias.

La mayoría de los musgos mexicanos está ampliamente distribuida en nuestro territorio y en otras partes del mundo en ambientes muy diversos. En las altas elevaciones del Eje Neovolcánico, los musgos forman parte de la flora alpina que se distribuye hasta las nieves perpetuas; hacia las elevaciones inferiores son parte, a veces muy conspicua, de las selvas húmedas y secas del país. También son comunes en nuestros desiertos, en ambientes acuáticos, sobre rocas, suelo o como epífitos sobre troncos, ramas y hojas.

México comparte su flora de musgos con los países del continente americano, pero hay un contingente numeroso que se distribuye de manera discontinua o disyunta en otros continentes. Las relaciones con Asia y con África son particularmente difíciles de explicar. Al mismo tiempo, la flora incluye alrededor de 106 especies de musgos que están restringidas a México, es decir, son endémicas a este país.

En la siguiente sección se explicará con mayor detalle la distribución de los musgos en México y en el mundo.

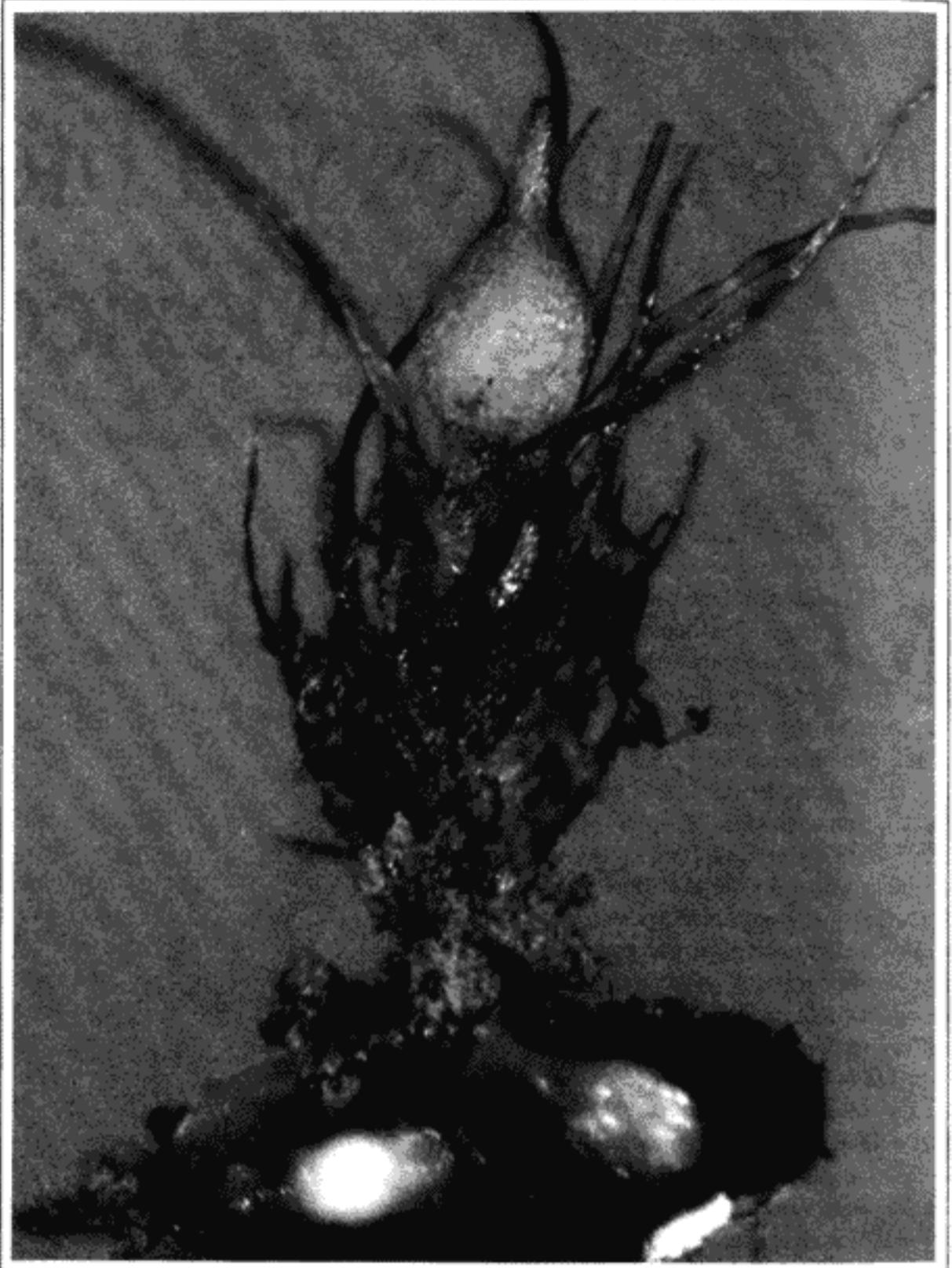


Figura 1. *Bruchia paricutinensis* Delg. & Cárde., recientemente descrita de Michoacán, es una especie cleistocárpica de tamaño diminuto. La cabeza del alfiler sobre la cual está montada, sirve de referencia al tamaño de la planta.

Elementos fitogeográficos y fitogeografía

En términos generales, los patrones de distribución de las especies de musgos son similares a los de los géneros de plantas vasculares. Los estudios de los primeros pueden complementar o afinar los de los segundos y, como teóricamente los musgos tienen una tasa de evolución más lenta, el análisis de sus áreas de distribución puede ayudar a proponer explicaciones a procesos de evolución y de dispersión en otros grupos de plantas.

No existen análisis formales de la dis-

tribución general de los musgos en México, es decir, aun cuando se tienen datos para cada una de las especies conocidas, éstos todavía son insuficientes para determinar los patrones de distribución regional; sin datos florísticos de amplias zonas, la proposición de provincias florísticas es prematura.

Los estudios fitogeográficos recientes se han centrado en análisis locales que han servido para proponer y evaluar varias de las hipótesis que a continuación revisamos brevemente.

El Eje Neovolcánico de México es una cordillera que cruza el continente

desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México y en su trayecto incluye elevaciones de hasta 5 650 m. Por su posición geográfica, por su elevación y por su naturaleza volcánica, esta cordillera ha ejercido una profunda influencia en la distribución de musgos en el continente americano (Delgadillo 1971, 1987a). Por un lado, en las altas elevaciones del Eje Neovolcánico se ha establecido una flora alpina que se ha dispersado en dirección este-oeste y viceversa; por esta razón, las altas montañas del Eje comparten muchas especies alpinas y, en proporciones similares, los mismos elementos fitogeográficos. Los musgos de la flora alpina pueden agruparse en cinco elementos fitogeográficos: el elemento boreal, que relaciona al Eje Neovolcánico con Norteamérica, pues sus especies se distribuyen desde Alaska y Groenlandia hasta México y Centroamérica; el **mesoamericano** está formado por especies que se distribuyen esencialmente desde México hasta el norte de Sudamérica; el **austral** está constituido por taxa que aparecen desde México hasta Tierra del Fuego y otros continentes australes; los musgos que conforman el elemento de **amplia distribución** son conocidos de varios continentes. Por último, el elemento **endémico** está formado por especies restringidas a México. Estos elementos están representados en la flora de musgos de las elevaciones superiores de México, pero sus proporciones cambian según la región.

La identificación de los elementos fitogeográficos en la flora del Eje Neovolcánico ha servido para proponer hipótesis sobre el papel de esta cordillera en la distribución de las plantas, particularmente

de los musgos. Su conexión con las principales cordilleras continentales sugiere, por ejemplo, que ha permitido el intercambio florístico con otras áreas del país y del continente. Algunos estudios preliminares muestran que las altas elevaciones de Chiapas comparten numerosas especies con el centro de México y con Centroamérica y no debe sorprendernos que el elemento mesoamericano, entre otros, esté bien representado en las altas elevaciones del estado (Delgadillo & Cárdenas, 1989). Debe hacerse notar que, además de las altas elevaciones del Eje Neovolcánico, el intercambio florístico con Centro y Sudamérica también ha sido intenso, a través de las elevaciones inferiores, a juzgar por el número de taxa tropicales compartidos con esas áreas (cf. Delgadillo, 1987b).

Al mismo tiempo que ha servido de vía de migración de floras, el Eje Neovolcánico también ha ejercido un efecto de barrera fitogeográfica, es decir, que ha reducido o impedido el flujo florístico entre los valles situados al norte y al sur del mismo. Cuando se revisa la distribución de los musgos de Zacatecas (Delgadillo y Cárdenas, 1979; Cárdenas y Delgadillo, 1984), se reconocen especies que no se han detectado en localidades situadas al sur del Eje Neovolcánico (Delgadillo y Cárdenas, 1987). De la misma manera, existen especies tropicales cuya distribución continental sólo se extiende hasta las elevaciones intermedias del sur del Eje Neovolcánico; son ejemplo de este patrón los musgos de la Península de Yucatán (Delgadillo, 1984), cuya área de distribución se extiende hacia el norte siguiendo las llanuras costeras hasta Sonora o Tamaulipas, pero no penetran en la zona de influencia del Eje.

El efecto de barrera del Eje Neovolcánico puede ser enteramente físico en algunas localidades, particularmente en la cercanía de los grandes volcanes. Sin embargo, es probable que la ausencia de musgos, a uno y otro lado de la cordillera, se deba principalmente a las modificaciones ambientales inducidas por la misma cordillera. Las sombras de lluvia, los cambios en los patrones de precipitación y temperatura y la disponibilidad de sustratos similares, son algunas de las causas que determinan la distribución de las especies a ambos lados del Eje. No hay información sobre la capacidad de dispersión de las esporas de musgos en México.

El efecto de barrera del Eje Neovolcánico no es completo. Debido a las discontinuidades topográficas, o a que su elevación no es uniformemente alta, muchas especies de musgos han podido cruzarlo. A tales discontinuidades, por permitir el paso de floras, se las ha denominado "Corredores Florísticos" (Delgadillo, 1988). Hasta ahora sólo el corredor Tuxpan —situado alrededor de los 100° 30' en los estados de Guanajuato y Michoacán (Figura 2)—, ha sido analizado con mayor detalle y los datos de distribución de las especies indican que, por lo menos, algunas de ellas están presentes a ambos lados del Eje Neovolcánico.

Fuera del Eje Neovolcánico, los estudios florísticos y fitogeográficos han dado lugar al conocimiento de otros grupos de musgos que muestran una distribución particular. Entre los musgos de las zonas secas del norte de México, los del estado de Zacatecas han recibido especial atención recientemente. En su flora se pueden reconocer los elementos de amplia distribución, mesoamericano y endémico; ade-

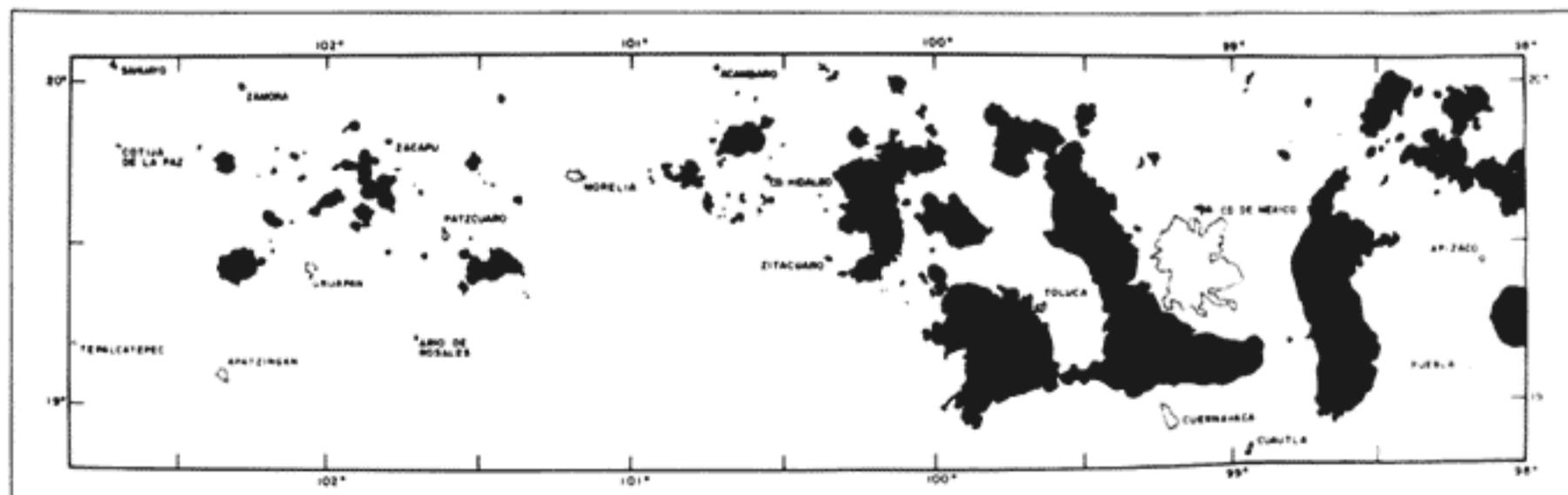
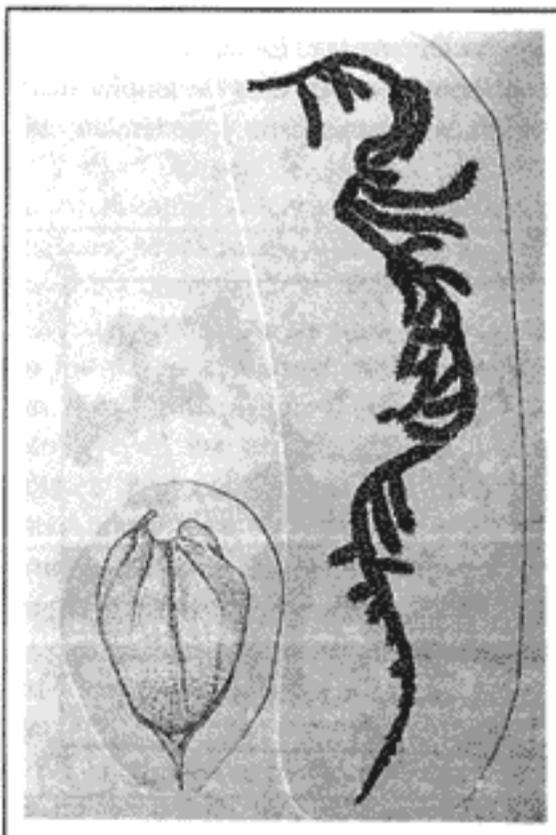


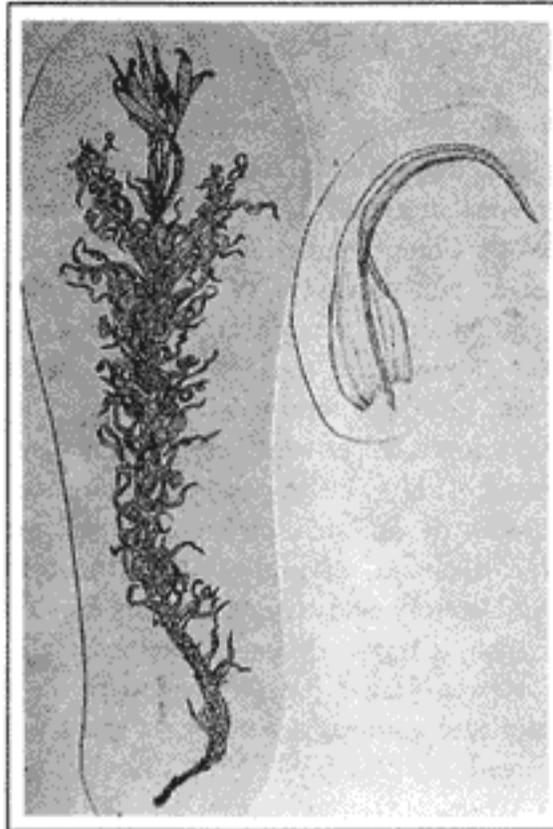
Figura 2. Las discontinuidades topográficas o "corredores florísticos" del Eje Neovolcánico son evidentes cuando se oscurecen las áreas por encima de la cota de los 2 700 m, en un mapa topográfico. Tomada de Delgadillo (1988).

más, se observa el llamado elemento mexicano, que está constituido por especies de musgos distribuidas desde el suroeste de los Estados Unidos de América hasta Guatemala (Delgadillo y Cárdenas, 1987). Como muchas de las especies de este y de otros elementos, también se encuentran en otras localidades hacia el norte; y considerando la historia geológica del estado, se ha sugerido que la flora de musgos de Zacatecas ha mantenido una estrecha relación con los Estados Unidos de América, desde el Mioceno, lo que ha dado origen a un intercambio florístico continuo entre esas dos áreas. Una situación similar se observa en la Península de Baja California, donde la flora de musgos está íntimamente relacionada con la del oeste de los Estados Unidos de América y con la del noroeste de México (Bowers *et al.*, 1976).

En el extremo sur del país, la flora de musgos de la Península de Yucatán tiene también ciertas peculiaridades; con respecto a la de la Península de Baja California, es comparativamente más pequeña y sus elementos fitogeográficos reflejan sus profundas relaciones tropicales. El elemento de amplia distribución también está representado en la Península de Yucatán, junto con un elemento antillano, distribuido en los estados del Golfo de los Estados Unidos de América, en las Antillas, Centroamérica y norte de Sudamérica (Delgadillo, 1984). El elemento antillano tiene en México una distribución similar a la de la Región Florística



Meteorium illecebrum



Ptychomitrium lepidomitrium

Caribea de Rzedowski (1978) y está bien representado en la flora del bosque decíduo (Delgadillo, 1979). La distribución de los musgos en la planicie costera del Golfo de México y en los Estados Unidos de América fue señalada por primera vez por Pursell & Reese (1970).

En términos generales, el elemento de amplia distribución de la flora de musgos mexicanos agrupa a musgos cosmopolitas, pantropicales y disyuntos. Estos últimos son de interés fitogeográfico porque incluyen especies con patrones de distribución peculiar. Por ejemplo, desde 1937 se sabe que algunos musgos tropicales conocidos de México y Centroamérica, están también presentes en el este de los Estados Unidos de América (Sharp, 1939); algunas de esas especies, además, son conocidas en el sureste asiático, por lo que exhiben una distribución tricéntrica (Sharp 1966) y muchas de ellas son comunes a México y a Japón (Sharp & Iwatsuki, 1965). Por otra parte, se desconoce el número de especies de musgos compartidas con África, pero se pueden señalar, entre otras, a *Aloina bifrons*, *Aschisma aethiopicum*, *Levierella perserrata* y *Tortula chisosa*, como ejemplos de tal relación. Algunas disyunciones son más espectaculares; recientemente, en el Valle de México se encontró *Ulebryum curtisii*, una especie que sólo era conocida en Australia (Cárdenas, 1988). Las plantas de este última especie son de vida efímera, sus esporofitos carecen de un mecanismo especial de dehiscencia y las esporas son liberadas cerca del suelo, cuan-

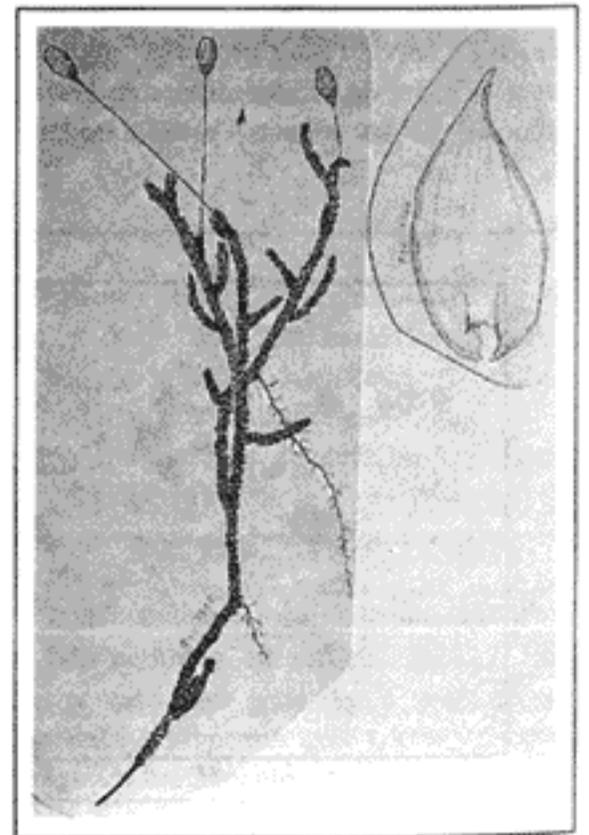
do la pared de la cápsula se degrada. Por estas razones, su presencia en México es difícil de explicar.

Edad y origen de la flora de musgos mexicanos

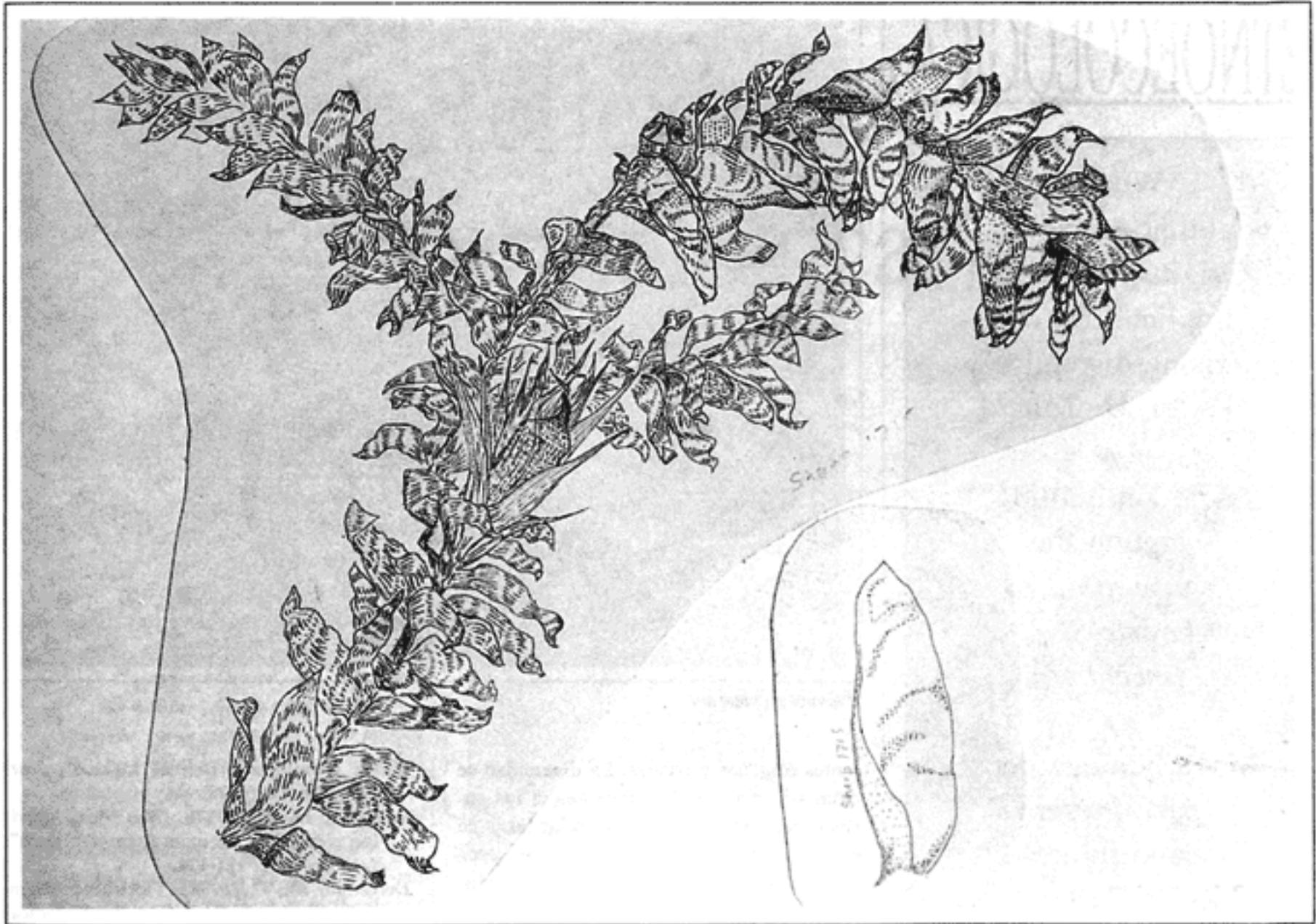
La flora de musgos de México es, seguramente, el producto de procesos de migración y de especiación. Debido a que no hay registros fósiles de los musgos de nuestro país, no es posible determinar los eventos históricos que dieron lugar a su flora. Por ello, para tener una idea de la edad y el origen de los musgos de México es necesario recurrir a evidencias indirectas, como la de los patrones de distribución o la de los elementos fitogeográficos de la flora, para relacionarlos con eventos geológicos significativos. Las inferencias basadas en estudios cladísticos y los datos de disciplinas como la citología y la genética, pueden ser útiles, pero lamentablemente en México no contamos con ellos.

Independientemente de las deficiencias señaladas, el conocimiento florístico actual es suficiente para permitir cierto grado de análisis en algunas zonas del país. A continuación se presentan, de manera resumida, algunas de las propuestas.

Se ha sugerido que los musgos del elemento boreal de las zonas alpinas emigraron hacia México en el Plioceno-Pleistoceno, después de los eventos orogénicos de la segunda mitad del Mesozoico y del Terciario temprano que dieron origen a



Braunia secunda



Neckera ehrenbergii

las sierras occidentales. Por su parte, el elemento mesoamericano de la misma flora también debe haber emigrado hacia México en el mismo periodo, al completarse la formación de las altas elevaciones de Centroamérica (Delgadillo, 1971). Sin embargo, es probable que en las zonas bajas, el elemento mesoamericano haya emigrado desde el Cretácico tardío a través de islas que precedieron a la configuración final de Centroamérica en el Plioceno (Delgadillo, 1987b). Es probable que los componentes antiguos de la flora de musgos mexicanos no estén restringidos al elemento mesoamericano, sino que estén presentes en casi todos los elementos fitogeográficos. Sin embargo, además de los eventos orogénicos ya mencionados, los cambios climáticos del Pleistoceno deben haber favorecido la migración de floras en épocas recientes.

En el este de México, como parte del bosque deciduo, la flora de musgos también es una mezcla de especies templadas y tropicales, que tienen una distribución

altitudinal muy amplia. Algunas de estas especies son de distribución bi y tricéntrica, por lo que se sugiere que esta zona ha estado abierta a la ocupación por musgos, por lo menos desde mediados del Cenozoico, aun cuando muchas especies son de origen reciente (Delgadillo, 1979). De manera similar, aunque por diferentes razones, la flora de musgos de Zacatecas parece haberse originado durante el Terciario. A principios de este periodo el clima se hizo más caliente y permitió el avance de floras tropicales y subtropicales hacia el norte (Axelrod, 1950), lo que probablemente modificó la distribución de plantas en el estado. La progresiva aridez y la formación de las montañas, debe haber permitido la diferenciación de una flora desértica modificada, a partir del Mioceno, con el intercambio florístico con otras localidades situadas hacia el norte (Delgadillo & Cárdenas, 1987).

En México se conocen alrededor de 106 especies endémicas, o sea, aproximadamente el 11% del total de la flora de

musgos. Con respecto a los datos para otros grupos de plantas, esta figura es comparativamente baja. Exceptuando a los de la flora alpina, la mayoría de los estudios florísticos regionales que hemos emprendido, muestran un elemento endémico empobrecido, aun en zonas como el Valle de Tehuacán, que son consideradas como de alta concentración de endemismos. La razón no es clara, pero se sugiere que, debido al intercambio florístico con otras regiones, muchas especies diferenciadas en nuestro territorio se han dispersado hacia otras latitudes. Las especies que carecen de mecanismos efectivos de dispersión, o que son de diferenciación reciente, tienen patrones de distribución restringidos, por ejemplo, las del elemento mexicano y algunas del elemento mesoamericano. Es probable que existan también algunas especies relictuales como parte del elemento endémico, pero aún carecemos de esta información.

En resumen, la flora de musgos mexicanos es una mezcla de especies de dife-

ETNOECOLÓGICA

What is
ethnoecology?
Origins, scope and
implications of a
rising discipline
Víctor M. Toledo

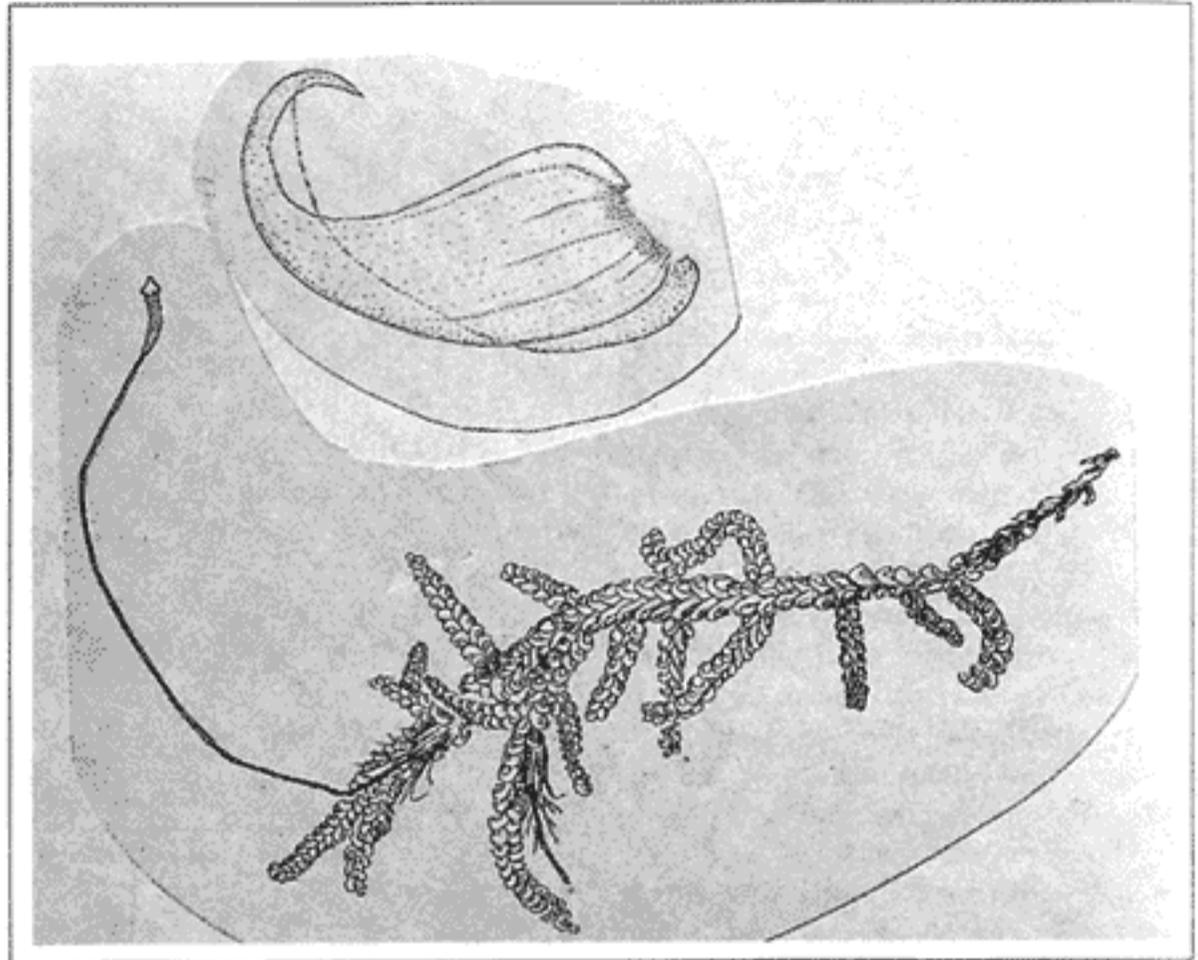
▲
Garden hunting
among the
yucatec maya
*Laurie S. Z.
Greenberg*

▲
Maya homegardens:
past, present
and future
Javier Caballero

▲
Las terrazas
prehispánicas en
México: un patrón de
distribución
Felipe García-Oliva

▲▲▲
Para mayor
información escribir a

Víctor M. Toledo,
editor de
Etnoecológica
Apdo. Postal 41-H.
Sta. Ma. Guido
Morelia Michoacán.
58090 México



Hypnum polypterum

rentes orígenes y edades. La diversidad se debe a la riqueza de ambientes, a los sucesos históricos que afectaron las tasas de migración y especiación y a los procesos evolutivos que aún se están dando en ambientes altamente selectivos como el de las zonas alpinas de México. ♦

Bibliografía

- Axelrod, D.I., 1950, Evolution of desert vegetation in western North America, *Carnegie Inst. Washington Publ.* 590: 215-306.
- Bowers, F.D., C. Delgadillo M. & A.J. Sharp, 1976, "The mosses of Baja California". *Jour. Hattori Bot. Lab.* 40: 397-410.
- Cárdenas S., A., 1988, "Los musgos cleistocápicos del Valle de México, México", *Bryologist* 91: 214-216.
- Cárdenas, S., A., 1989, "Nuevos registros para la flora de musgos de México y del Valle de México", *Anales Inst. Biol. UNAM* 58: 93-96.
- Cárdenas S., A. y C. Delgadillo M., 1984, "Musgos de Zacatecas, México. II". *Bol. Soc. Bot. Méx.* 46: 13-18.
- Delgadillo M., C., 1971, "Phytogeographic studies on alpine mosses of Mexico". *Bryologist* 74: 331-346.
- Delgadillo M., C., 1979, "Mosses and phytogeography of the Liquidambar forest of Mexico", *Bryologist* 82: 432-449.
- Delgadillo M., C., 1984, "Mosses of the Yucatan Peninsula, Mexico. III Phytogeography", *Bryologist* 87: 12-16.
- Delgadillo M., C., 1987a, "Moss distribution and the phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of Mexico", *Jour. Biogeogr.* 14: 69-78.
- Delgadillo M., C., 1987b, "The Meso-American element in the moss flora of Mexico", *Lindbergia* 12: 121-124.
- Delgadillo M., C., 1988, "Floristic corridors for moss distribution across the Neovolcanic Belt of Mexico. I. The Tuxpan corridor", *Jour. Bryol.* 15: 165-175.
- Delgadillo M., C. y A. Cárdenas S., 1979, "Musgos de Zacatecas, México I.". *Bol. Soc. Méx.* 47: 13-24.
- Delgadillo M., C. y A. Cárdenas S., 1987, "Musgos de Zacatecas. III. Síntesis y fitogeografía". *Bol. Soc. Bot. Méx.* 47: 13-24.
- Delgadillo M., C. & A. Cárdenas S., 1989, "Phytogeography of high-elevation mosses from Chiapas, Mexico", *Bryologist* 92: 461-466.
- Delgadillo M., C. y C. Equihua Z., 1990. *Bibliografía comentada para las briofitas de México*, Consejo Nacional de la Flora de México. México D.F.
- Pursell, R.A. & W.D. Reese, 1970, "Phytogeographic affinities of the mosses of the Gulf coastal plain of the United States and Mexico", *Jour. Hattori Bot. Lab.* 33: 115-152.
- Rzedowski, J., 1978, *Vegetación de México*. Ed. LIMUSA, México D.F.
- Sharp, A.J., 1939, "Taxonomic and ecological studies of eastern Tennessee bryophytes", *Amer. Midland Natur.* 21: 267-354.
- Sharp, A.J., 1966, "Some aspects of Mexican phytogeography", *Ciencia Méx.* 26: 229-232.
- Sharp, A.J. & Z. Iwatsuki, 1965, "A preliminary statement concerning mosses common to Japan and Mexico", *Ann. Missouri Bot. Gard.* 52: 452-456.