

CAPÍTULO

8

BRIOFITAS

Musgo de la familia Orthotrichaceae

BRIOFITAS

ANGEL MOTITO MARÍN
YOIRA RIVERA QUERALTA

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad

INTRODUCCIÓN

En el Reino vegetal se reconocen dos grupos de plantas: las traqueofitas y las briofitas. El primer grupo comprende a las plantas vasculares, las cuales tienen un gran porte o tamaño, muestran un sistema de conducción desarrollado y presentan estructuras complejas; este grupo incluye a las plantas con semillas, helechos y afines. El segundo grupo, conocido como briofitas o plantas no vasculares, agrupa a plantas que tienen un tamaño pequeño, con estructuras más sencillas que las plantas vasculares y carecen de sistema de conducción desarrollado. No obstante, en este grupo existen células que forman estructuras rudimentarias a manera de un cordón, encargadas de la distribución del agua y los productos de la fotosíntesis en disolución.

Popularmente estas plantas son conocidas como musgos (Magill, 1990). Sin embargo, este término en ocasiones crea confusiones, ya que con ese mismo vocablo se han nombrado a otros organismos dentro del Reino Plantae o de otros reinos (Monera y Protocista), por ejemplo: “musgos de Irlanda” a un alga roja (Strasburger *et al.*, 1971 y Villedo, 1974), “musgos de Islandia” y “musgo canino” a algunos líquenes (González *et al.*, 1926; Villedo, 1974), “musgo derecho” a un licopodio (González *et al.*, 1926) y “musgo español” o “barbas de viejo” a *Tillandsia usneoides* (Strasburger *et al.*, 1971; Villedo, 1974).

Las briofitas, por lo general, solo llegan a alcanzar unos pocos centímetros de alto y están



Meteorium sp. © A. Motito

formadas, casi siempre, por una sola capa de células sin cutícula protectora, lo que las hace muy susceptible a las variaciones atmosféricas. Son considerados organismos poiquilohídricos, ya que son incapaces de regular la pérdida de agua y dependen de los niveles de humedad del medio, no obstante, estas plantas tienen la capacidad de soportar largos períodos de desecación y después reiniciar su metabolismo normal.

CLASIFICACIÓN DE LAS BRIOFITAS

Las plantas no vasculares han sido tratadas por diferentes autores en diversos sistemas de clasificación (Dixon, 1932; Reimers, 1954; Robinsons, 1971, Crosby y Magill, 1977). La clasificación más generalizada incluía en la División Bryophyta a tres clases: Anthocerotopsida, Hepaticopsida y Bryopsida. Actualmente, estudios moleculares han demostrado que las plantas no vasculares son un grupo parafilético que converge evolutivamente y comparten caracteres afines. Por consenso se tratan como tres divisiones independientes: Anthocerotophyta (antocerotes), Marchantiophyta (hepáticas) y Bryophyta (musgos) (Shaw y Renzaglia, 2004; Cargill *et al.*, 2005; Duff *et al.*, 2007; Goffinet y Shaw, 2009).

La División Anthocerotophyta (antocerotes) (Fig. 8.1) incluye 215 especies en 14 géneros y cinco familias bien establecidas a nivel mundial. La homogeneidad morfológica de los integrantes de esta división son la causa de que su clasificación se mantenga caótica (Villarreal y Renzaglia, 2006; Renzaglia *et*



Figura 8.1. Antocerote con esporofito del género *Anthoceros*. © Y. Rivera.

al., 2009). Las peculiaridades morfológicas, el desarrollo del esporofito, la presencia de cloroplastos y de las colonias de *Nostoc* (cianobacterias), entre otras características, diferencian este grupo del resto de los integrantes del Reino Plantae. Esta división con frecuencia es tratada como un orden dentro de Hepaticopsida (actual división Marchantiophyta), por su parecido a las hepáticas talosas. Los antocerotes habitan en lugares húmedos, abiertos, en suelos perturbados y mineralizados de ríos y montañas y ampliamente distribuidos en zonas templadas y subtropicales del mundo (Frey y Stech, 2005).

La División Marchantiophyta (hepáticas) incluye alrededor de 5 000 especies en unos 391 géneros y 77 familias. Constituye un grupo muy diverso en formas y estructuras y se reconocen dos tipos morfológicos: hepáticas talosas (Fig. 8.2A) y hepáticas foliosas (Fig. 8.2B). Se pueden encontrar en hábitats perturbados y en ecosistemas naturales, preferentemente en lugares húmedos y sombreados (Gradstein *et al.*, 2001; Crandall-Stotler *et al.*, 2009).

La División Bryophyta (musgos) (Fig. 8.3) tiene aproximadamente 13 000 especies agrupadas en 913 géneros y 114 familias (Goffinet *et al.*, 2014). Los musgos comprenden la segunda División más diversa entre las plantas terrestres y han colonizado todos los hábitats excepto el marino (Goffinet *et al.*, 2009).



Figura 8.2. A. Hepática talosa con esporofito y B. Hepática foliosa. © Y. Rivera.

Dentro de las briofitas es el grupo más diverso y morfológicamente más complejo; el gametofito siempre tiene morfología foliosa.

La flora briológica cubana es relativamente conocida; su estudio se remonta a la obra de Montagne (1895), quien describe e ilustra varias de las especies cubanas. Un trabajo importante en esa época fue el de Sullivant (1861), quien en su *Musci cubenses*, incluyó 130 especies de musgos recolectados por Charles Wright en la región oriental de Cuba entre los años 1856 y 1858. Otros estudios clásicos son los realizados por León (1933), Thériot (1939, 1940, 1941) y Welch (1950). A partir de la década de los setenta del siglo pasado, se profundiza en el estudio de los antocerotes, hepáticas y musgos debido al desarrollo de especialistas nacionales; entre estos trabajos podemos mencionar los trabajos de Reyes (1979, 1981, 1982, 1987), Schubert (1978), Duarte (1995, 1997), Motito (2012,



Figura 8.3. Musgo con esporofito. ©Y. Rivera.

2014), Motito y Potrony (2005a, 2005b, 2010, 2015), Motito *et al.* (2013), Mustelier (2005a, 2005b, 2005c, 2006, 2012), Mustelier y Vicario (2000), Potrony y Motito (2005, 2006) y Rivera (2012, 2013).

Los estudios anteriormente citados indican que en Cuba las plantas no vasculares están representadas por las tres divisiones. Hasta la fecha la flora briológica cubana asciende a 924 táxones (Tabla 8.1) y la mayor diversidad de especies se encuentra en lugares húmedos y sombríos, en el interior de los bosques, así como en las cañadas u orillas de ríos y arroyos.

Tabla 8.1. Número de especies de antocerotes, hepáticas y musgos en el Neotrópico y Cuba.

Plantas no vasculares	Neotrópico	Cuba
Anthoetophyta (antocerotes)	≈ 25-30	9
Marchantiophyta (hepáticas)	≈ 1350	500
Byophyta (musgos)	≈ 2600	415

HÁBITATS DE LAS BRIOFITAS

Las briofitas tienen diferentes formas de crecimiento en dependencia de su capacidad para adaptarse a los diversos microambientes dentro del bosque. Estas formas de crecimiento están condicionadas por la competencia y las condiciones abióticas, principalmente relacionadas con el agua (Gimingham y Smith, 1971; Mägdefrau 1982; During, 1992; Chur-

chill y Linares, 1995). Se pueden encontrar ocupando diferentes tipos de sustratos: tierra, roca, madera podrida, hojarasca, humus y sobre la base de troncos, ramas y hojas de árboles y arbustos (Fig. 8.4).

La abundancia de los que crecen sobre la tierra (Fig. 8.4A) puede variar en dependencia del tipo de vegetación; Frahm y Gradstein (1991) y Gradstein *et al.* (2001) señalaron que en los bosques secos y esclerófilos las briofitas son menos frecuentes, ya que el suelo se encuentra cubierto por una densa capa de hojas muertas que no permiten su crecimiento. En los bosques lluviosos son más abundantes debido a la gran riqueza de humus y materia orgánica en descomposición que se acumula. Existen algunos musgos de la familia Polytrichaceae que prefieren los suelos ácidos (Brugues *et al.*, 1982). En los suelos procedentes de rocas ultramáficas abundan táxones acidófilos, el endemismo es relativamente alto, aunque en su mayor parte no son endémicos de las serpentinas (Hattori, 1955; Lewis *et al.*, 2004).

La presencia de las briofitas que colonizan la superficie de las rocas (Fig. 8.4B) está condicionado por los niveles de sombra, humedad, rugosidad de la superficie y la composición química de la roca (Schofield, 1985). Pueden existir determinados grupos con preferencias hacia las rocas silíceas o calizas, siendo estos últimos menos tolerantes a la desecación (Schofield, 1985).

Por otra parte, el epifitismo en plantas no vasculares está determinado por la humedad, la disponibilidad de nutrientes y la tolerancia a la desecación (Schofield, 1985; Delgadillo y Cárdenas, 1990). En este grupo se observan diferencias fisiológicas en dependencia del lugar que ocupen en el árbol. Las que se encuentran en el dosel requieren de una mayor iluminación y son más tolerantes a la desecación, mientras que las que viven en la base de los troncos necesitan menos iluminación y son más susceptibles a los cambios de humedad (Schofield, 1985). En la distribución vertical de estos grupos epífitos se pueden distinguir las comunidades esciófitas



Figura 8.4. A. Musgos sobre tierra, B. sobre rocas, C. sobre corteza y D. hepática epífita sobre hojas. © A. Motito.

(amantes a la sombra), las fotófitas o heliófitas (amantes a la luz solar) y las generalistas (crecen tanto a la sombra como expuestas a la luz solar) (Richards, 1954; Cornelissen y Ter Steege, 1989 y Gradstein *et al.*, 2001). La mayor cantidad de táxones epífitos viven sobre corteza (corticícolas; Fig. 8.4C) (Schofield, 1985; Dauphin, 1999).

Cuando las condiciones de humedad en el bosque son elevadas las briofitas se pueden encontrar creciendo sobre las hojas vivas de los árboles y arbustos, estos epífilos se caracterizan por ser plantas muy pequeñas, de colores pálidos (Fig. 8.4D). Crecen formando tapices y producen abundantes rizoides agrupados formando “discos adhesivos”, lo cual posibilita su fijación a la superficie de la hoja. Son menos abundantes en el dosel del bosque y son los más vulnerables a cualquier cambio en la composición o destrucción de la vegetación, siendo uno de los primeros grupos

en desaparecer (Gradstein, 1997). Richards (1954) y Pócs (1982) describieron las comunidades de musgos, hepáticas y antocerotes que pueden vivir sobre los troncos en descomposición, siendo los más abundantes los musgos pleurocárpicos y las hepáticas de la familia Lejeuneaceae, ambos grupos crecen formando una densa alfombra.

LAS BRIOFITAS COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Este grupo de plantas son más sensibles a la contaminación atmosférica que las plantas vasculares. Esta sensibilidad parece estar asociada con la facilidad de acumular las sustancias tóxicas del medio ya que sus hojas no poseen una capa epidérmica diferenciada ni cutícula, sino que generalmente consta de un solo estrato de células expuestas directamente al aire. Las sales minerales y los aerosoles suministrados por la lluvia y la deposición,

son las principales fuentes de nutrientes para estas plantas (Casas y Sáiz, 1982).

La sensibilidad a la polución es mayor en los táxones epífitos, resulta menor en los rupícolas y aún mucho menor en las formas que crecen sobre el suelo (Matteri, 1998). Debido a esta cualidad las plantas no vasculares son utilizadas como bioindicadores de la contaminación del aire con metales pesados e isótopos radioactivos (Bolyukh, 1994; Gupta, 1995; Herpin *et al.*, 1997; Tonguc, 1998 y Bates, 2000), del agua (Schofield, 1985; Delgadillo y Cárdenas, 1990 y Martínez Abaigar *et al.*, 1993) y de depósitos minerales en el suelo (Schofield, 1985 y Bargagli *et al.*, 1995). Gilbert (1968) señaló que la respuesta a la contaminación por dióxido de azufre se inicia con una decoloración de los extremos de las hojas, la cual progresa gradualmente hasta que todas las hojas y tallos pierden su clorofila. Leblanc y De Sloover (1970) y Nash y Nash (1974) indicaron que los protonemas son más sensibles a los contaminantes que los gametofitos adultos, lo que sugiere que la ausencia de briofitas en ambientes contaminados puede estar condicionado por el bloqueo de su ciclo reproductivo.

TAXONOMÍA DE LOS BRIOFITOS CUBANOS

DIVISIÓN ANTHOCEROTOPHYTA

La división de los antocerotes es la más pequeña de las plantas no vasculares y se caracterizan por tener un gametofito taloso, con simetría dorsiventral, lobulado, con márgenes enteros, sinuosos o crispados, multiestratificados. Sus células poseen un cloroplasto grande y laminar, sin cuerpos de grasa (oleocuerpos). El tejido interno tiene usualmente grandes cavidades donde generalmente se encuentran colonias simbióticas de *Nostoc*, visibles como manchas oscuras. Los gametangios están inmersos en el talo. Los esporofitos se proyectan a partir de la superficie del talo (Fig. 8.1) y son de color verde y negro después de la dehiscencia de la cápsula. Esta última es angosta, de forma cilíndrica a filiforme, con esporas, pseudoeláteres y columela, su dehiscencia se produce por me-

dio de dos valvas. En Cuba se encuentran tres órdenes, tres familias (una de cada orden) y cinco géneros.

- ⇨ Orden Anthocerotales: Anthocerotaceae (*Anthoceros*)
- ⇨ Orden Phymatocerales: Dendrocerotaceae (*Dendroceros* y *Nothoceros*)
- ⇨ Orden Notothyladales: Notothyladaceae (*Notothylas* y *Phaeoceros*).

Las especies de la familia Anthocerotaceae se reconocen por ser plantas talosas verde oscuras a negras en los materiales de herbarios. Usualmente forman rosetas de 10-15 mm de diámetro; sin nervadura media y con colonias de *Nostoc*. Los esporofitos tienen estomas en la cápsula y la columela está bien desarrollada. Las esporas son negras; pseudoeláteres pardos de 1-4 elaterios de paredes delgadas con engrosamientos irregulares, nunca en espiral. En Cuba solo se conocen especies del género *Anthoceros* (Fig. 8.1).

La familia Dendrocerotaceae, con sus géneros *Nothoceros* (Fig. 8.5A) y *Dendroceros* (Fig. 8.5B) son los únicos gametofitos epífitos dentro de la división. Generalmente son plantas verde amarillentas con talo macizo; con o sin nervadura media; cloroplastos conspicuos. Los esporofitos son erectos y no tienen estomas. Las esporas son verdes; pseudoeláteres rectangulares con engrosamientos en espiral.

La familia Notothyladaceae, es la más abundante y sus integrantes se caracterizan por ser plantas verde amarillentas. Los gametofitos no tienen nervadura media y los esporofitos son erectos o proyectados horizontalmente sobre el talo. La cápsula puede o no tener estomas; las esporas son amarillas o pardas; pseudoeláteres redondeados o rectangulares. Los géneros *Notothylas* y *Phaeoceros* se diferencian por la posición del esporofito, en el primero está proyectado horizontalmente sobre el gametofito, mientras que en el segundo el esporofito es erecto y linear.

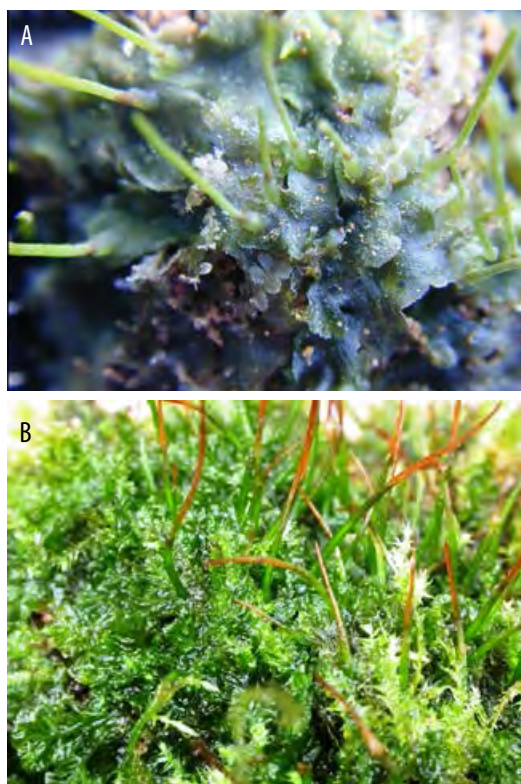


Figura 8.5. A. *Nothoceros vicentianus* y B. *Dendroceros crispus*, nótese en ambos casos la presencia de los esporofitos erectos o proyectados sobre el talo. © Y. Rivera.

DIVISIÓN MARCHANTIOPHYTA

A pesar de la variabilidad estructural de este grupo se pueden diferenciar dos formas generales: las hepáticas talosas y las foliosas. Ambas formas presentan simetría dorsiventral, o sea, se diferencia claramente una superficie dorsal o superior y una ventral o inferior.

HEPÁTICAS TALOSAS

Las hepáticas talosas presentan un gametofito aplanado, usualmente con ramificación dicotómica y bilobulado en el ápice. Cuentan con una gran diversidad anatómica que va, desde los compuestos por una sola capa de células en las formas más simples a otros más complejos con un gametofito diferenciado, en el que la parte media del cuerpo está formada por varias capas de células.

En el orden Metzgeriales los talos son uniestratificados a ambos lados de un eje cilíndrico en la línea media; en el orden Marchantiales el talo presenta una estructura interna diferenciada, incluyendo un parénquima clorofílico, uno de reserva y numerosos poros que comunican con cámaras aéreas. En ocasiones se presentan escamas laminares pluricelulares dispuestas en una o más hileras, incoloras o púrpuras (*Marchantia*).

Los órganos sexuales, anteridios y arquegonios, se pueden encontrar cubiertos por un involucre o sumergidos en cámaras especiales en la superficie dorsal del talo. En algunos géneros se presentan prolongaciones del talo formadas por un pedúnculo perpendicular y un receptáculo de forma discoidal que contiene los órganos sexuales. En tales casos, las prolongaciones que sostienen los arquegonios se conocen con el nombre de arquegonióforo y las que sostienen los anteridios como el anteridióforo.

El esporofito está formado por el pie, una seta usualmente hialina y una cápsula donde se producen las esporas. La cápsula está cubierta por la caliptra hasta su madurez y generalmente aparece rodeadas de estructuras protectoras (involucre o pseudoperianto), esta cápsula usualmente se abre en cuatro valvas.

Las hepáticas talosas presentes en Cuba se agrupan en cuatro órdenes, nueve familias y 12 géneros.

- ⇒ Orden Marchantiales: Aytoniaceae (*Asterella*), Dumortieraceae (*Dumortiera*), Ricciaceae (*Riccia*, *Ricciocarpos*), Marchantiaceae (*Marchantia*) y Monocleaceae (*Monoclea*).
- ⇒ Orden Metzgeriales: Aneuraceae (*Aneurara*, *Riccardia*), Metzgeriaceae (*Metzgeria*).
- ⇒ Orden Fossombroniales: Fossombroniaceae (*Fossombronia*).
- ⇒ Orden Pallaviciniales: Pallaviciniaceae (*Pallavicinia*, *Symphyogyna*).

Las dos familias más abundantes y diversas en Cuba son Marchantiaceae y Metzgeriaceae (Fig. 8.6 y 8.7), ambas representadas por un único género, *Marchantia* y *Metzgeria*, res-



Figura 8.6. Talos de *Marchantia* sp., A. con poros y receptáculo y B. con arquegonióforo. © Y. Rivera.

pectivamente. Las especies del género *Marchantia* (Fig. 8.6) se distinguen por presentar un gametofito verde oscuro, con poros compuestos y receptáculos en forma de copa sobre la superficie dorsal del gametofito, donde se desarrollan yemas grandes y discoidales. Las especies más abundantes en Cuba son: *M. chenopoda* y *M. polymorpha*, ambas comunes sobre suelos y rocas húmedas, en taludes o laderas, con frecuencia en hábitats perturbados por el hombre, a veces consideradas como intrusas en jardines y plantaciones.

El género *Metzgeria* (Fig. 8.7), de la familia Metzgeriaceae, se caracteriza por presentar un gametofito pequeño de color verde amarillento, delgado, bifurcado, con un nervio medio delgado, numerosos pelos en el margen, los gametangios en posición ventral y de hábitat mayormente epífita.

Debe destacarse también a la familia monotípica Dumortieraceae; su único género, *Dumortiera* se reconoce por su gametofito



Figura 8.7. Hábito de *Metzgeria* sp. © Y. Rivera.

verde oscuro, con numerosos pelos en los márgenes de los receptáculos y rizoides largos y tuberculados en la superficie ventral del talo, radiando hacia los márgenes. En Cuba se encuentra la especie *D. hirsuta*, que es abundante en bosques pluviales montanos, en suelos o rocas húmedas, a menudo cerca de corrientes de agua.

HEPÁTICAS FOLIOSAS

El gametofito en este grupo de hepáticas está formado por un eje principal (tallo o caulidio) en el cual se insertan diagonalmente dos hileras de hojas (filidios) dorsales y una tercera hilera ventral, generalmente reducidas en tamaño o ausentes, conocidas también como anfigastrios. Las hojas son generalmente de una capa de células, enteras o lobuladas, sin nervadura media, las células en su mayoría son hexagonales o redondeadas, con numerosos cloroplastos y usualmente oleocuerpos y las paredes celulares frecuentemente con trígonos. Los gametangios se localizan en ramas laterales cortas o sobre el tallo principal; los anteridios son esféricos, con frecuencia en las axilas de las hojas perigoniales reducidas y los arquegonios rodeados por un perianto formado por la fusión de las hojas. El esporofito es semejante al de las hepáticas talosas, así como la dehiscencia de la cápsula y la maduración de las esporas.

Todas las hepáticas foliosas presentes en Cuba se agrupan en el gran Orden Junguermanniales, que incluye 18 familias y 79 géneros. Algunas de las familias con mayor diversidad de especies en Cuba son: Lejeuneaceae (*Lejeunea*), Lophocoleaceae (*Lophocoleaceae*), Jubulaceae (*Jubula*), Frullaniaceae (*Frullania*), Herbertaceae (*Herbertus*), Plagiochilaceae (*Plagiochila*), Radulaceae (*Radula*), Porellaceae (*Porella*) y Trichocoleaceae (*Trichocolea*).

Las especies de la familia Lejeuneaceae (Fig. 8.2B) se caracterizan por presentar sus hojas incubas, divididas en un lobo dorsal grande y un lóbulo ventral pequeño largamente unido al lobo a lo largo de una quilla y por la presencia de anfigastrios (excepto en *Aphanolejeunea* y *Cololejeunea*). La ramificación tipo *Lejeunea* y el arquegonio único por gineceo son otros caracteres importantes de esta familia. Es la más abundante y numerosa, la mayoría de sus especies son epífitas y crecen sobre raíces, corteza, ramas y hojas en los bosques húmedos, el crecimiento sobre hojas vivas (epifilia) es una característica especial de esta familia; la mayoría de los briofitos epífilos son miembros de esta familia.

La familia Frullaniaceae se caracteriza por presentar un gametofito con hojas incubas, con el lóbulo ventral transformado en saco de agua, casi libre del lobo, perianto picudo y ramificación del tipo *Frullania*. El género *Frullania* es el más abundante de los dos géneros de la familia presentes en Cuba y se reconoce fácilmente por su pigmentación rojiza. Crece mayormente epífito sobre cortezas y ramas de árboles y arbustos.

Los representantes de la familia Herbertaceae pueden ser confundido fácilmente con un musgo por la gran densidad de sus hojas, dispuestas transversalmente sobre el tallo; ambos tipos de hojas, laterales y ventrales son ampliamente bilobados. Sus integrantes tienen hábitos epífitos, a menudo colgantes en los bosques húmedos. Por otra parte, la familia Plagiochilaceae se reconoce fácilmente por presentar hojas súcubas, con márgenes dorsales reflexos y bases decurrentes y gene-

ralmente dentados o ciliados (especialmente en el ápice), es típica de bosques húmedos.

DIVISIÓN BRYOPHYTA

Los representantes de esta división, comúnmente referidos como musgos, presentan un gametofito cormoide con simetría radial. El tallo en algunos géneros presenta pequeños grupos de células especializadas para la conducción. Las hojas se distribuyen en forma de espiral sobre el tallo y pueden tener formas muy variadas. La lámina está constituida normalmente por una única capa de células (a veces se presenta pluriestratificada o con engrosamientos en los bordes), con o sin nervadura central o costa (en ocasiones doble), margen frecuentemente dentado con células de diferentes formas y ornamentación. Los gametangios (anteridios y arquegonios) se encuentran protegidos por hojas modificadas y pueden encontrarse entremezclados o en ramas separadas. La seta puede ser corta o larga, hialina o coloreada, erecta o torcida y en su parte superior va a portar la cápsula que puede ser de forma cilíndrica, ovoide, esférica o prismática y en cuyo interior se encuentra un cilindro central de tejido estéril (columela), rodeado por el tejido esporógeno. La cápsula se abre al caer el opérculo, dejando al descubierto los dientes y segmentos, que en su conjunto forman el perístoma, esta estructura es la encargada de regular la salida de las esporas.

Esta división está representada en Cuba por 15 órdenes y 50 familias, algunos de ellos son:

- ⇒ Orden Sphagnales: Sphagnaceae (*Sphagnum*)
- ⇒ Orden Polytrichales: Polytrichaceae (*Polytrichum*, *Pogonatum*, *Atrichum*)
- ⇒ Orden Dicranales: Fissidentaceae (*Fissidens*), Leucobryaceae (*Leucobryum*, *Campylopus*) y Calymperaceae (*Calymperes*, *Syrrhopodon*).
- ⇒ Orden Pottiales: Pottiaceae (*Barbula*, *Hyophiladelphus*).
- ⇒ Orden Rhizogoniales: Rhizogoniaceae (*Pyrrhobryum*).

⇒ Orden Hookeriales: Hypopterygiaceae (*Hypopterygium*), Daltoniaceae (*Daltonia*), Hookeriaceae (*Hookeria*).

⇒ Orden Hypnales: Rutenbergiaceae (*Pseudocryphaea*), Thuidiaceae (*Thuidium*, *Cyrtohypnum*).

La familia Sphagnaceae (Fig. 8.8A) se caracteriza por sus gametofitos verde pálido a blancuzcos, en ocasiones con tintes rojizos o rosados. Las ramas se disponen en fascículos agrupados. Hojas del tallo y ramas dimórficas, ecostadas, uniestratificadas, en las que alternan células clorofílicas (clorocistes) y células hialinas (leucocistes), éstos pueden presentar poros y fibrillas helicoidales. En los representantes de esta familia raramente se observa el esporofito maduro, ya que la formación de anteridios y arquegonios no es frecuente. Son plantas típicas de lugares pantanosos, muy húmedos y ácidos. Se pueden encontrar en las zonas de arenas cuarcíticas de Pinar del Río e Isla de la Juventud y las partes más altas y húmedas de las montañas orientales (Sierra de Nipe, Alto de Iberia, Pico Bayamesa, Pico Turquino y Gran Piedra). El

género *Sphagnum* está representado en Cuba por nueve especies, entre las más frecuentes se encuentran: *S. meridense*, *S. magellanicum*, *S. palustre* y *S. portoricense*.

La familia Polytrichaceae (Fig. 8.8B) presenta gametofitos acrocárpicos, erectos, rígidos, verde oscuros o pardos y tamaño variable que va desde unos pocos centímetros hasta cerca de 30 cm. La hoja presenta una base envainadora, costa ancha y lamelas continuas o discontinuas en su superficie ventral. La especie más representativa de la familia es *Polytrichum juniperinum*, planta por lo general de gran tamaño que crece sobre suelo o rocas húmedas y ácidas, a partir de los 900 m de altitud. Se distribuye exclusivamente en las cimas más altas de la Sierra Maestra.

La familia Fissidentaceae presenta un solo género, sin embargo, es la de mayor número de especie en Cuba. Las especies del género *Fissidens* (Fig. 8.8C) presentan gametofitos acrocárpicos, de color verde pálido a verde oscuro. Las hojas alternan en dos hileras opuestas y son conduplicadas y diferenciadas



Figura 8.8. A. *Sphagnum meridense* con esporofito, B. *Polytrichum juniperinum*, plantas masculinas, C. *Fissidens polypodoides* con esporofito, D. *Leucobryum martianum*, E. *Calymperes erosum* y F. *Octoblepharum albidum*. © J. Mercado (A) y © A. Motito (B, C, D, E, F).

en lámina dorsal, lamina ventral y dos láminas vaginantes. El género está representado por 39 especies, que pueden crecer sobre tierra, rocas, árboles vivos y materia orgánica en descomposición, preferentemente en lugares húmedos, aunque algunas especies son tolerantes a la sequía por lo que se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta las mayores alturas. Entre las especies más ampliamente distribuidas y abundantes por todo el país se encuentran: *F. bryoides*, *F. elegans*, *F. polypodioides* y *F. zollingeri*.

La familia Leucobryaceae (Fig. 8.8D) es acrópica y sus integrantes se reconocen fácilmente por la apariencia blanquecina de sus gametofitos, las hojas del tallo y de las ramas son monomórficas, aparentemente ecostadas y están distribuidas uniformemente a lo largo del tallo; lámina bi a multiestratificada. Son plantas de sitios húmedos a semi-secos, usualmente lignícolas o epífitas. En Cuba la familia está representada por cuatro géneros y 22 especies. Uno de los géneros más ampliamente distribuido es *Leucobryum*, en particular las especies *L. albidum*, *L. crispum* y *L. martianum*.

La familia Calymperaceae (Fig. 8.8E), que también posee gametofitos acrópicos, se caracteriza por presentar células alargadas y translúcidas en la parte basal de las hojas muy bien diferenciadas de las células del margen basal y de la parte distal, la parte superior de la lámina con células isodiamétricas. Casi siempre con propágulos sobre las hojas, particularmente hacia el ápice. En Cuba la familia está representada por cuatro géneros y 20 especies, dos de los géneros más ampliamente distribuidos son *Syrrhopodon* y *Octoblepharum* (Fig. 8.8F), este último incluye plantas blanquecinas de hojas apretadas, carnosas, frágiles y costa ancha. Muy abundante en todas las provincias del país, crece sobre corteza, en la base de las palmas y de otros árboles, se puede encontrar desde el nivel del mar hasta las altas altitudes. De este último género se encuentran en Cuba las especies: *O. albidum*, *O. cucuiense*, *O. erectifolium* y *O. pulvinatum*.

MÉTODOS DE RECOLECTA

Para la recolección de plantas no vasculares se sugiere: 1) trazar el itinerario y ruta con un mapa, lo que permite predecir, en cierta medida, cuáles son los lugares más idóneos para realizar las recolectas; 2) tener un conocimiento previo sobre el clima, la vegetación y la geología del sitio de trabajo, lo que permite tener una idea la diversidad. La existencia de cursos de agua y cañadas podría dar una medida de hacia dónde dirigir los esfuerzos de recolecta.

Para la recolecta de briofitas se debe disponer de una serie de objetos, entre los que se encuentran: navaja o cuchillo, lupa de 10× y 20×, sobres de recolección, cuaderno de notas, lápiz o bolígrafo indeleble, sacos o bolsas y un GPS (en la actualidad muchos teléfonos móviles lo tienen incorporado). Otras herramientas como un cincel y martillo pequeño son recomendadas si se pretenden recolectar especies que crecen sobre rocas (rupícolas).

La recolección se efectúa con la mano o con la ayuda de cualquiera de los instrumentos ya citados si los individuos se encuentran fuertemente adheridos al sustrato. Las muestras extraídas deben tener esporofitos, aunque si no es así no se deben desechar porque en la actualidad existen claves que permiten la identificación del material a partir del gametofito. Además, estas muestras deben ser representativas, pero con el cuidado de no extraer los parches enteros.

Las muestras se depositan en sobres donde se anota el número de la recolecta y otros datos de interés como son: el tipo de sustrato, iluminación, humedad, localidad, fecha, recolector y cualquier otro dato que se considere de interés. Estos sobres se pueden realizar de papel periódico u hojas de papel desechables. No es recomendable el uso de papel delgado o lustroso ya que las muestras húmedas lo deterioran, ni tampoco el empleo de bolsas de nylon pues no permite el secado de los ejemplares. No obstante, algunos recolectores utilizan bolsas de nylon para muestrear en ambientes acuáticos o en zonas de alta

precipitación, en este caso conviene llevar estas muestras a sobres de papel lo más rápido posible para evitar su deterioro y contaminación con hongos. Posteriormente, los sobres se colocan en el saco o la bolsa para su secado al aire o al sol, y luego se trasladan al laboratorio.

Algunos recolectores recomiendan prensar a los antocerotes y hepáticas talosas similar a como se realiza con las plantas vasculares. Sin embargo, la experiencia cubana demuestra que este proceso no es necesario. En el caso de las hepáticas foliosas y musgos la presión ejercida durante el prensado puede deformar los tallos y alterar la disposición de las hojas o la forma de la cápsula. En el caso de las muestras recolectadas en zonas de alta precipitación o en medios acuáticos, es aconsejable presionar ligeramente entre las manos las muestras que se recolecten para eliminar el exceso de agua.

MÉTODOS DE INVENTARIO

INVENTARIO DE ESPECIE. Consiste en listar las especies avistadas en el área de estudio. Las recolectas se realizan de manera intensiva, sin que exista un recorrido predeterminado: a orillas y talud del camino, cañadas y en el interior del bosque, muestreando todos los posibles microhábitats donde estas plantas pueden crecer. De esa manera se puede recolectar el mayor número de especies en menor tiempo. La realización de listas de especies de briofitas *in situ* no es un método confiable ya que requiere de una elevada experiencia y conocimiento taxonómico. Debido a la propia biología del grupo, es complicado reconocer especies o incluso géneros a simple vista.

MUESTREO POR TRANSECTOS. El uso de transectos permite hacer estimados de abundancia (e. g. individuos/m o km) para comparar la diversidad de las plantas no vasculares entre áreas, a través de rangos altitudinales, tipos de vegetación o hábitats. El largo del transecto puede ser desde unos pocos metros hasta cientos de metros, incluso hasta kilómetros, lo cual está en función de los objetivos de la investigación y de otros aspectos

como la pendiente, los tipos de formaciones vegetales y los criterios asumidos al hacer el diseño de muestreo. Se realiza la recolecta de todas las plantas no vasculares presentes en los transectos independientemente el sustrato sobre el que se encuentre. Es importante identificar mediante señales el trazado del transecto ya que podría garantizar realizar réplicas temporales. Los transectos deben disponerse entre 5 -10 m de la orilla del camino o del límite del bosque para evitar el efecto de borde.

MUESTREO POR PARCELAS. En este caso se utilizan parcelas cuadradas para realizar el inventario de las plantas no vasculares. En los bosque húmedos (pluviales y siempreverdes) donde la riqueza y diversidad de los musgos, hepáticas y antocerotes suele ser elevado, es recomendable, a partir de la experiencia obtenida, realizar parcelas de muestreos de 1000 m² (1/10 de hectárea). Cada una de estas parcelas se subdivide en nueve subparcelas de 2 × 2 m, distribuidas en los cuatro ángulos y cinco en la parte central. Se realiza la recolecta de todas las plantas no vasculares presentes en las subparcelas independientemente del sustrato sobre el que se encuentre.

EPIFITISMO. Este método se utiliza para determinar la composición y riqueza vertical en los forófitos (plantas que sirven de sustrato a otras plantas, pero no lo parasitan). También es útil en estudios de evaluación del estado de conservación del ecosistema, pues las briofitas epífitas poseen alta sensibilidad ante los cambios ambientales y pueden ser empleadas como bioindicadores. Este método tiene varias etapas, las que se explican a continuación:

1. Se establece una parcela en la formación vegetal en estudio. Las dimensiones de esta parcela dependerán de las condiciones del sitio.
2. Definida la parcela se realiza la identificación taxonómica de los forófitos presentes, se pueden medir algunas variables climatológicas de interés, que puedan caracterizar el

clima del sitio. El investigador define según sus objetivos cuales son los forófitos a evaluar.

3. Para un estudio preciso sobre la localización de los musgos, hepáticas y antocerotes se utiliza la zonificación del forófito propuesta por Gradstein *et al.* (2003) (Fig. 8.9). En general se pueden trabajar en todas las zonas o en alguna seleccionada según los objetivos de la investigación. Es necesario esclarecer que la zonificación del forófito puede modificarse teniendo en cuenta la estructura de la formación vegetal.

4. Realizada la zonificación del forófito se procede a la recolección de los individuos presentes, siguiendo el método tradicional o definiendo subparcelas (10×10 cm); para abarcar toda la zona seleccionada.

5. Caracterización del forófito teniendo en cuenta parámetros físicos-químicos de la corteza como: pH, humedad y rugosidad. Esto podría ser útil para explicar la preferencia de un forófito sobre otro.

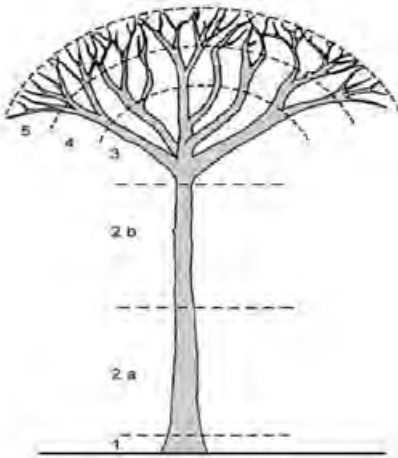


Figura 8.9. Zonificación del forófito propuesta por Gradstein *et al.* (2003).

MÉTODOS DE PRESERVACIÓN

Las muestras recolectadas no necesitan del secado en la estufa ni el tratamiento con sustancias químicas (envenenamiento). En el laboratorio a las muestras se les sustituye el so-

bre de recolección por un sobre de herbario luego de ser apropiadamente identificado. Para la confección de un sobre de herbario se puede emplear una hoja tipo carta ($21,5 \times 28$ cm). Se realiza el primer doblez transversal (parte inferior de la hoja) a los 10 cm, el extremo opuesto se dobla 8 cm sobre el primero y los extremos libres se doblan hacia adentro unos 3,5 cm (Fig. 8.10). El sobre resultante mide unos $14,5 \times 10$ cm aproximadamente, no obstante, estas medidas son relativas al tamaño de la hoja de papel utilizado. Dentro del sobre se introduce la etiqueta del herbario con toda la información del material.

El material seco que se coloca en el sobre de herbario no debe llevar porciones excesivas de sustrato, ya que esto ocasiona que los extremos del sobre se abran, se salgan las muestras y se deterioren los sobres con mayor rapidez. Los ejemplares identificados y ensobrados se encuentran listos para ser incorporados a la colección o herbario. La colección puede or-

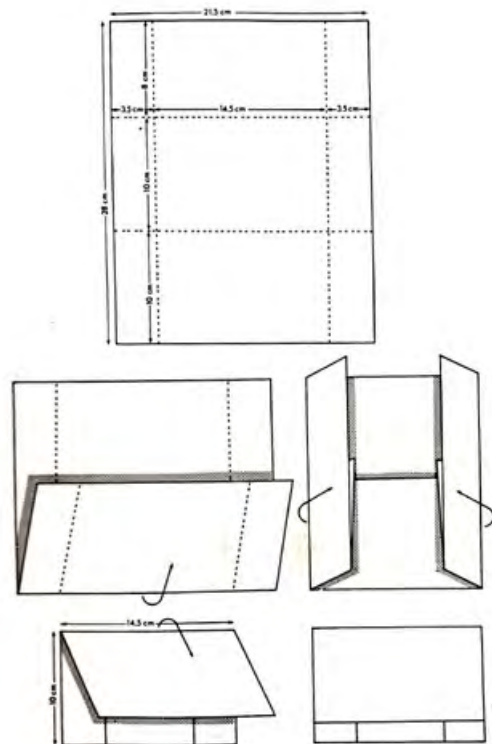


Figura 8.10. Confección del sobre de herbario.

ganizarse en orden alfabético o filogenético, en muebles de madera o de metal, montadas en cartulina o de forma individual organizadas en ficheros independientes. Una forma que hace más fácil la manipulación es la organización por orden alfabético de familias, géneros y especies. Los muebles a utilizar dependen de las posibilidades y condiciones en el herbario, que pueden ir desde los armarios y tarjeteros clásicos, hasta el empleo de cajas de cartón, de zapatos u otras similares. Si existen las condiciones se recomienda el uso de métodos computarizados para producir las etiquetas y para la utilización, manejo y recuperación de la información.

LITERATURA CITADA

- Bargagli, R., D. H. Brown y L. Nell. 1995. Metal biomonitoring with mosses: procedures for correcting for soil contamination. *Environmental Pollution* 89 (2):169-175.
- Bates, J. W. 2000. Mineral nutrition, substratum ecology, and pollution. Pp. 248-311. En: *Bryophyte Biology* (A. J. Shaw y B. Goffinet, Eds.). Cambridge University Press, New York, 476 pp.
- Bolyukh, V. O. 1994. Radioecological monitoring of bryophytes. *Ukrains'kyj Botanichnyj Zhurnal* 51 (2-3): 172-178.
- Brugues, M., C. Casas y M. Alcaraz. 1982. Estudio monográfico del Orden Polytrichales en España. *Acta Botánica Malacitana* 7:45-86.
- Cargill, D. C., K. Renzaglia, J. C. Villarreal y R. J. Duff. 2005. Generic concepts within hornworts: Historical review, contemporary insights and future directions. *Australian Systematic Botany* 18:7-16.
- Casas, C. y C. Sáiz. 1982. Los briófitos de la Catedral de Sevilla. *Collectanea Botanica* 13 (1):163-175.
- Churchill, S. P. y E. Linares. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Parte I y II. 925 pp.
- Cornelissen, J. H. C. y H. Ter Steege. 1989. Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology* 5:131-150.
- Crandall-Stotler, B., R. E. Stotler y D. G. Long. 2009. Morphology and classification of the Marchantiophyta, Pp. 1-54. En: *Bryophyte Biology* (Goffinet, B. y A. J. Shaw, Eds.). Second Edition. Cambridge University Press, New York, 535 pp.
- Crosby, M. R. y R. E. Magill. 1977. *A dictionary of Mosses*. Missouri Botanical Garden, St. Louis, 43 pp.
- Dauphin, G. 1999. Bryophytes of Cocos Islands, Costa Rica: diversity, biogeography and ecology. *Revista de Biología Tropical* 47:309-328.
- Delgadillo M., C. y A. Cárdenas. 1990. *Manual de Briofitas. Cuaderno 8*. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México, México, 135 pp.
- Dixon, H. N. 1932. Classification of mosses. Pp. 397-412. En: *Manual of Bryology* (F. Verdoorn, Ed.). Martius Nijhoff, The Hague, 450 pp.
- Duarte P. 1995. *De musci cubensibusnotulae (in floramnovan cubensem studiointendentia)*. *Fontqueria* 42: 117-118.
- Duarte, P. 1997. Musgos de Cuba. *Fontqueria* 47:1-717.
- Duff, R. J., J. C. Villarreal, C. D. Cargill y K. Renzaglia. 2007. Progress and challenges towards developing a phylogeny and classification of hornworts. *The Bryologist* 110 (2):214-243.
- During, H. J. 1992. Ecological classifications of bryophytes and lichens. Pp. 1-25. En: *Bryophytes and lichens in changing environment* (J. W. Bates y A. M. Farmer, Eds.). Oxford University Press 404 pp.
- Frahm, J. P. y S. R. Gradstein. 1991. An altitudinal zonation of tropical rain forest using bryophytes. *Journal of Biogeography* 18:669-678.
- Frey, W. y M. Stech. 2005. A morpho-molecular classification of the Anthocerotophyta (hornworts). *Nova Hedwigia* 80: 541- 545.
- Gilbert, O. L. 1968. Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. *New Phytology* 67: 15-30.
- Gimingham, C. H. y R. I. L. Smith. 1971. Growth form and water relations of mosses in the maritime Antarctic *Bulletin of the British Antarctic Survey* 25:1-21.
- Goffinet, B. y A. J. Shaw (Eds.). 2009. *Bryophyte Biology*. Second Edition. Cambridge University Press, New York, 565 pp.
- Goffinet, B., W. R. Buck y A. J. Shaw. 2014. Classification of the Bryophyta. <http://www.eeb.uconn.edu/people/goffinet/Classificationmosses.html> (revisado abril 2016).
- González, R.; A. Luisier y P. F. Quer. 1926. *Historia Natural. Botánica*. Instituto Gallach, Barcelona. España. Tomo III. Pp. 5-112.
- Gradstein, S. R. 1997. The taxonomy diversity of epiphyllous bryophytes. *Abstracta Botanica* 21 (1): 15-19.

- Gradstein, S. R., N. M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz y N. Nöske, 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selbyana* 24: 87-93.
- Gradstein, S. R., S. P. Churchill y N. Salazar. 2001. *Guide to the Bryophytes of Tropical America*. Memoirs of the New York Botanical Garden, Vol. 86, 573 pp.
- Gupta, A. 1995. Heavy metal accumulation by three species of mosses in Shillong, north eastern India. *Water, Air and Soil Pollution* 82 (3-4): 751-756.
- Hattori, A. 1955. Hepaticae occurring on serpentine on Mt. Apoi (Hokkaido). *Botanical Magazine (Tokyo)* 68: 320-323.
- Herpin, U., B. Markert, W. Weckert, J. Berkelamp; K. Friese, U. Siemers y H. Lieth. 1997. Retrospective analysis of heavy metal concentrations at select locations in the Federal Republic of Germany using moss material from a herbarium. *Science of the Total Environment* 205 (1): 1-12.
- Leblanc, F. y J. De Sloover. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Botany* 48:1485-1496.
- León Hno. 1933. Catalogue des mousses de Cuba. *Annales de Cryptogamie Exotique* 6 (3-4): 1-50.
- Lewis, G. J., J. M. Ingram y G. E. Bradfield. 2004. Diversity and habitat relationships of bryophytes at an ultramafic site in southern British Columbia. Pp. 199-204. En: *Ultramafic rocks: their soils, vegetation and fauna* (R. S. Boy, A. J. M. Baker y J. Proctor, Eds.). Proceedings of the Fourth International Conference on Serpentine Ecology, La Habana, 347 pp.
- Mägdefrau, K. 1982. Life-forms of bryophytes. Pp. 45-58. En: *Bryophyte Ecology* (A. J. E. Smith, Ed.). Chapman and Hall, London, 511 pp.
- Magill, R. E. (Ed.). 1990. *Glossarium Polyglottum Bryologiae. A multilingual glossary for bryology*. Missouri Botanical Garden, St. Louis, 297 pp.
- Martínez Abaigar, J., E. Núñez Olivera y M. Sánchez Díaz. 1993. La peroxidación de lípidos en briofitos acuáticos sometidos a contaminación orgánica. *Limnética* 9:37-42.
- Matteri, C. M. 1998. La Diversidad briológica (o sobre como y por que proteger los musgos). *CIENCIA HOY* 8 (46):1-3.
- Motagne, C. 1895. Cryptogamia. Pp. 257-316. En: *Historia física, política y natural de la Isla de Cuba* (R. de la Sagra, Ed.), Arthur Bertrand, Paris Arthur Bertrand, Paris, 350 pp.
- Motito A. 2012. *Musgos de Cuba oriental: diversidad, distribución, ecología y conservación*. Editorial Académica Española, Alemania, 345 pp.
- Motito, A. 2014. Aportes a la flora de musgos en el Subsector Pinar del Río del Sector Cuba Occidental, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 34/35: 9-17.
- Motito A. y M. E., Potrony. 2005a. Musgos. Pp. 71-73, 228-233. En: *Cuba: Parque Nacional Alejandro de Humboldt* (D. Maceira F., A. Fong G., W. S. Alverson y T. Wachter, Eds.). Rapid Biological Inventories Report 14. The Field Museum, Chicago, 368 pp.
- Motito A. y M. E., Potrony. 2005b. Musgos. Pp. 51-54, 167-171. En: *Cuba: Parque Nacional La Bayamesa* (D. Maceira F., A. Fong G., W. S. Alverson y T. Wachter, Eds.) Rapid Biological Inventories Report 13. The Field Museum, Chicago, 243 pp.
- Motito A. y M. E. Potrony. 2010. Diversidad de musgos en Cuba Oriental. *Rodriguésia* 61(3): 383-403.
- Motito, A. y M. E. Potrony. 2015. Caracterización de la flora de musgos en los bosques pluviales del oriente cubano. Pp. 169-180. En: *Pluvialvas Cubanas: Tesoro de Biodiversidad* (R. Pérez-Rivero, Comp.). Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre, La Habana. Cuba, 248 pp.
- Motito, A.; M. E. Potrony y A. Vicario. 2013. Caracterización de la flora de musgos de la Reserva Ecológica Limones-Tuabaquey, Sierra de Cubitas, Camagüey, Cuba. *Moscosoa* 18: 121-131.
- Mustelier, K. 2005a. Hepáticas. Pp. 69-71, 220-227. En: *Cuba: Parque Nacional Alejandro de Humboldt* (D. Maceira F., A. Fong G., W. S. Alverson y T. Wachter, Eds.). Rapid Biological Inventories Report 14. The Field Museum, Chicago, 368 pp.
- Mustelier, K. 2005b. Hepáticas y antoceros. Pp. 50-51, 162-166. En: *Cuba: Parque Nacional La Bayamesa* (D. Maceira F., A. Fong G., W. S. Alverson y T. Wachter, Eds.). Rapid Biological Inventories Report 13. The Field Museum, Chicago, 243 pp.
- Mustelier, K. 2005c. Hepáticas. Pp. 50-51, 140. En: *Cuba: Siboney-Juticí* (A. Fong G., D. Maceira F., W. S. Alverson y J. M. Shopland, Eds.). Rapid Biological Inventories Report 10. The Field Museum, Chicago, 210 pp.
- Mustelier, K. 2006. Hepáticas. Pp. 46-47, 126-129. En: *Cuba: Pico Mogote* (D. Maceira F., A. Fong G. y W. S. Alverson, Eds.). Rapid Biological Inventories Report 09. The Field Museum, Chicago, 191 pp.

- Mustelier, K. 2012. Hepáticas foliosas en los bosques pluviales de la región oriental de Cuba. *Boletín de la Sociedad Española de Briología* 38-39: 51-68.
- Mustelier K. y Vicario A. 2000. Caracterización hepaticológica de las cuencas Toa-Duaba, Cuba. *Biodiversidad de Cuba Oriental* 5: 23-28.
- Nash, T. H. y E. H. Nash. 1974. Sensibility of mosses to sulphur dioxide. *Oecologia* 17: 257-263.
- Pócs, T. 1982. Tropical forest bryophytes. Pp. 59-104. En: *Bryophyte Ecology* (A. J. E. Smith, Ed.). Chapman & Hall, London, 511 pp.
- Potrony, M. E. y A. Motito. 2005. Musgos. Pp. 51-52, 141. En: *Cuba: Siboney-Juticí* (A. Fong G., D. Maceira F., W. S. Alverson y J. M. Shopland, Eds.) Rapid Biological Inventories Report 10. The Field Museum, Chicago, 210 pp.
- Potrony, M. E. y A. Motito. 2006. Musgos. Pp. 47-48, 130-132. En: *Cuba: Pico Mogote* (D. Maceira F., A. Fong G. y W. S. Alverson, Eds.). Rapid Biological Inventories Report 09. The Field Museum, Chicago, 191 pp.
- Reimers, H. 1954. Bryophyta. Moose. Pp. 218-268. En: *A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien* (H. Melchior y E. Werdermann, Eds.). Doceava Edition. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 653 pp.
- Renzaglia, S. K., J. C. Villarreal y R. J. Duff. 2009. New insights into morphology anatomy, and systematics of hornworts, pp. 139-162. En: *Bryophyte Biology* (B. Goffinet, A. J. Shaw, Eds.) Second Edition. Cambridge University Press, New York, 535 pp.
- Reyes, D. 1979. Nuevos reportes para la flora hepaticológica de América Latina, I. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 25 (2-3): 359-360.
- Reyes, D. 1981. *Monocleaforsteri* Hook. en Cuba. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 27 (1-2): 211-214.
- Reyes, D. 1982. El género *Diplasiolejeunea* en Cuba. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 28 (1-2): 145-180.
- Reyes, D. y A. Vicario. 1987. Catálogo de tipos de la Sección de Hepáticas del HAC. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 8 (2): 25-28.
- Richards, P. W. 1954. Notes on the bryophyte communities of lowland tropical rain forest with special reference to Morabilli Creek, British Guiana. *Vegetatio* 5-6: 319-328.
- Rivera, Y. 2012. *La División Anthocerotophyta en Cuba: taxonomía, ecología, distribución y estado de conservación*. Editorial Académica Española, Alemania, 60 pp.
- Rivera, Y. 2013. Catálogo de esporas de los antocerotes (Anthocerotophyta) de Cuba. *Brenesia* 79: 27-36.
- Robinsons, H. 1971. A revised classifications for the orders and families of mosses. *Phytologia* 21: 289-293.
- Schofield, W. B. 1985. *Introduction to the Bryology*. Macmillan, New York, 431 pp.
- Schubert R. 1978. Beitrag zur Mossflora Kubas. *Feddes Reptert* 89 (5-6): 307-326.
- Shaw, J. y K. Renzaglia. 2004. Phylogeny and diversification of bryophytes. *American Journal of Botany* 91:1557-1581.
- Strasburger, E., F. Noll, H. Schenck y A. F. W. Schimper. 1971. *Tratado de Botánica*. Quinta Edición. Editorial Marín, Barcelona, 651 pp.
- Sullivant, W. S. 1861. *Musci Cubenses*, or mosses collected by Charles Wright in the Eastern parts of the island of Cuba during the years 1856, 1857, and 1858. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 5: 273-290.
- Thériot, I. 1939. Complemento au catalogue des mosses de Cuba et revision de plusieurs genres. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"* 13: 203-222.
- Thériot, I. 1940. Complemento au catalogue des mosses de Cuba et revision de plusieurs genres. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"* 14: 369-372.
- Thériot, I. 1941. Complemento au catalogue des mosses de Cuba et revision de plusieurs genres. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"* 15: 211-234.
- Tonguc, O. 1998. Determination of heavy metal levels in some moss species around thermic power stations. *Turkish Journal of Biology* 22(2): 171-180.
- Villarreal, J. C. y K. S. Renzaglia. 2006. Structure and development of *Nostoc* strands in *Leiosporoseiros Dusii* (Anthocerotophyta): A novel symbiosis in land plants. *American Journal of Botany* 93 (5):693-705.
- Villee, C. A. 1974. *Biología*. Sexta Edición. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F., 821 pp.
- Welch W. H. 1950. A contribution to the bryophytes flora of Cuba. *The Bryologist* 53: 238-243.