

DIVERSIDAD BRIOLÓGICA EN LAS RESERVAS FLORÍSTICAS MANEJADAS LA CAOBA Y CHARRASCALES DE MÍCARA (SANTIAGO DE CUBA, CUBA)

BRYOLOGICAL DIVERSITY IN THE LA CAOBA AND CHARRASCALES DE MÍCARA MANAGED FLORISTIC RESERVES (SANTIAGO DE CUBA, CUBA)


Yoira Rivera-Queralta^{1*}, Ángel E. Motito Marín¹ & Alberto M. Beyris Mazar¹

1. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Museo de Historia Natural "Tomás Romay", Santiago de Cuba, Cuba

*yoira@bioeco.cu

Citar este artículo

RIVERA-QUERALTA, Y., Á. E. MOTITO MARÍN & A. M. BEYRIS MAZAR. 2024. Diversidad briológica en las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba y Charrascales de Mícará (Santiago de Cuba, Cuba). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 59: 135-150.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v59.n2.43458>

SUMMARY

Background and aims: Bryological inventories in Cuban protected areas support the updating of management plans by inventorying species, detecting threats and designing actions for their conservation. The aim of this research is to characterize the bryoflora present in the Managed Floristic Reserves La Caoba and Charrascales de Mícará, Santiago de Cuba, Cuba.

M&M: In the collection of the specimens, suitable habitats for the establishment of the bryophytes were explored following the method of Floristic Habitat Sampling. Specialised literature and databases were consulted in the determination of taxa. All collected material was deposited in the Bryophyta collection of the BSC herbarium.

Results: For the Managed Floristic Reserves La Caoba and Charrascales de Mícará 49 infrageneric taxa of hornworts, liverworts and mosses were recorded. The La Caoba reserve was the most diverse (73.5% of the total) and mosses the best represented division (55.1%). The epiphytic substrate is the most diverse and the mesophyll semi-deciduous forest the best represented plant formation (83.3%). All threatened taxa were recorded in the La Caoba Managed Floristic Reserve.

Conclusions: In the Managed Floristic Reserves La Caoba and Charrascales de Mícará the bryoflora is characterised by the presence of taxa with a wide ecological plasticity and geographical distribution. The conditions present in the Charrascales de Mícará reserve limit the development of bryophytes. The bryological diversity in La Caoba is threatened by habitat fragmentation due to landscape alterations.

KEY WORDS

Cuba island, Insular Caribbean, non-vascular plant, plant conservation, Sierra Cristal.

RESUMEN

Introducción y Objetivos: Los inventarios briológicos en los espacios protegidos cubanos apoyan la actualización de los planes de manejos al inventariar las especies, detectar sus amenazas y diseñar acciones para su conservación. El objetivo de esta investigación es caracterizar la brioflora presente en las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba y Charrascales de Mícará, Santiago de Cuba, Cuba.


M&M: En la recolecta de los especímenes se exploraron los hábitats adecuados para la instalación de los briófitos siguiendo el método del Muestro Florístico del Hábitat. En la determinación de los taxones se consultó la bibliografía especializada y las bases de datos. Todo el material colectado fue depositado en la colección Bryophyta del herbario BSC.

Resultados: Se registraron para las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba y Charrascales de Mícará 49 taxones infragenéricos de antocerotas, hepáticas y musgos. La reserva La Caoba fue la más diversa (73,5% del total) y los musgos la división mejor representada (55,1%). El sustrato epifito es el más diverso y el Bosque semidecíduo mesófilo la formación vegetal mejor representada (83,3%). La totalidad de los taxones amenazados se registraron en la Reserva Florística Manejada La Caoba.

Conclusiones: En las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba y Charrascales de Mícará la brioflora se caracteriza por la presencia de taxones de amplia plasticidad ecológica y distribución geográfica. Las condiciones presentes en la reserva Charrascales de Mícará limitan el desarrollo de los briófitos. La diversidad briológica en La Caoba está amenazada por la fragmentación del hábitat debido a las alteraciones del paisaje.

PALABRAS CLAVE

Caribe insular, conservación vegetal, isla de Cuba, planta no vascular, Sierra Cristal.

Recibido: 5 Dic 2023
Aceptado: 5 Jun 2024
Publicado impreso: 30 Jun 2024
Editor: Guillermo Suárez 

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCCIÓN

El Caribe insular por sus excepcionales valores naturales pertenece a unos de los puntos calientes con mayor importancia para la conservación de la biodiversidad en el planeta (*hotspot*) (Olson *et al.*, 2001; Zachos & Habel, 2011). El archipiélago cubano es considerado entre los territorios insulares con mayor número de especies vegetales a nivel mundial. La isla de Cuba alberga la mayor riqueza de plantas en el Caribe insular y es la primera en representatividad de taxones por kilómetros cuadrados (González-Torres *et al.*, 2016; González-Oliva *et al.*, 2017; Reyes-Tur *et al.*, 2023). Mancina & Cruz (2017) reconocen que la distribución de la biodiversidad no es homogénea, siendo los sistemas montañosos las áreas con mayor concentración de especies y endemismos. Sin embargo, estas zonas han sido degradadas, lo que provoca la disminución de los hábitats naturales con la consecuente extinción y deterioro de las poblaciones de plantas y animales (Mancina & Cruz, 2017).

En la República de Cuba, el desarrollo del sistema de áreas protegidas con un enfoque integrador basado en la conservación de los ecosistemas y la gestión comunitaria, es un elemento clave para disminuir la pérdida de la diversidad biológica y el deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos (Cítma, 2023; CBD, 2019). El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) abarca el 21,26% de la superficie (terrestre y marina) del territorio nacional (CNAP, 2023). Este sistema garantiza la conservación y uso sostenible de los valores naturales y constituye una estructura necesaria para lograr la conexión entre la planificación y el manejo de los espacios protegidos cubanos (Ruiz, 2017; Ruiz-Plasencia *et al.*, 2019). No obstante, las problemáticas administrativas conjuntamente con los vacíos y el desbalance de conocimiento presentes en algunas áreas limitan su gestión (CNAP, 2013, 2023; Mancina & Cruz, 2017).

Los valores florísticos y de vegetación constituyen criterios empleados para la delimitación de los espacios protegidos cubanos (CNAP, 2013). Diferentes estudios actualizan el estado de la flora cubana y avalan las categorías de manejo de las áreas protegidas (Berazaín *et al.*, 2005; González-Torres *et al.*, 2016). No obstante, es insuficiente la información sobre la diversidad de las algas, los líquenes y las plantas no vasculares

(antocerotas, hepáticas y musgos). El conocimiento más profundo en los grupos anteriormente citados enriquecería las propuestas o fundamentaciones de las áreas protegidas, y a su vez permitiría trazar estrategias de conservación y manejo (CNAP, 2013, 2023; Motito & Rivera, 2017).

Los inventarios briológicos realizados en los espacios protegidos cubanos reconocen el aporte de la flora briológica a los valores naturales del área: Méndez *et al.* (1990), Motito (2012), Motito & Potrony (2005a, b, 2010), Motito *et al.* (2013, 2015, 2019, 2020), Mustelier (1999, 2005a, b, 2006), Mustelier & Vicario (2000) y Potrony & Motito (2005, 2006). Estos autores consideran que los estudios briológicos en las áreas protegidas cubanas, apoyan la actualización de los planes de manejo al inventariar las especies, detectar sus amenazas actuales y potenciales, así como, proponer medidas y recomendaciones para mitigar los impactos que puedan afectar la diversidad del grupo.

El objetivo de esta investigación es caracterizar la flora briológica en las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba (RFMC) y Charrascales de Mícará (RFMCh), pertenecientes a la provincia Santiago de Cuba, Cuba. Para dar cumplimiento al objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos: 1) listar las especies de briófitos presentes en las RFMC y RFMCh, 2) describir los requerimientos ecológicos de los briófitos en los espacios protegidos estudiados (sustrato, distribución altitudinal y por formaciones vegetales) y 3) conocer los elementos más importantes para la conservación del grupo en los espacios protegidos estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba (RFMC) y Charrascales de Mícará (RFMCh), dos áreas protegidas de significación local actualmente en el proceso de actualización (Fig. 1A). La RFMC se localiza en las coordenadas 20° 18' 50.3689'' N, -75° 43' 48.8412'' O, municipio San Luis, provincia Santiago de Cuba (Figs. 1A-B; 2A). Se ubica en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa y presenta una extensión superficial de 927 ha según CNAP (2013, 2023).

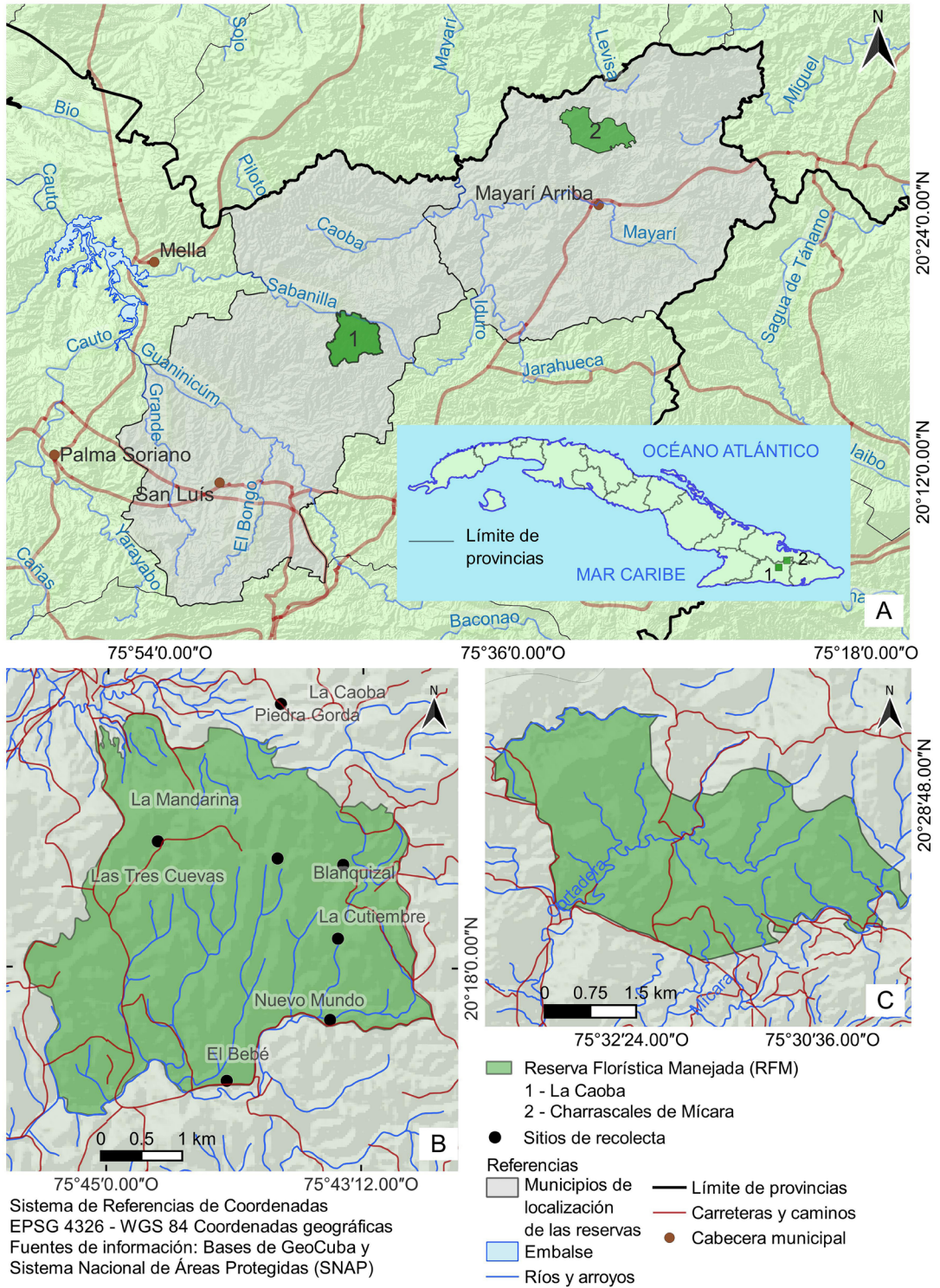


Fig. 1. Mapas de las áreas de estudio en Santiago de Cuba, Cuba. **A:** Localización geográfica de las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba (RFMC) y Charrascales de Mícara (RFMCh). **B:** Reserva Florística Manejada La Caoba (RFMC). **C:** Reserva Florística Manejada Charrascales de Mícara (RFMCh).

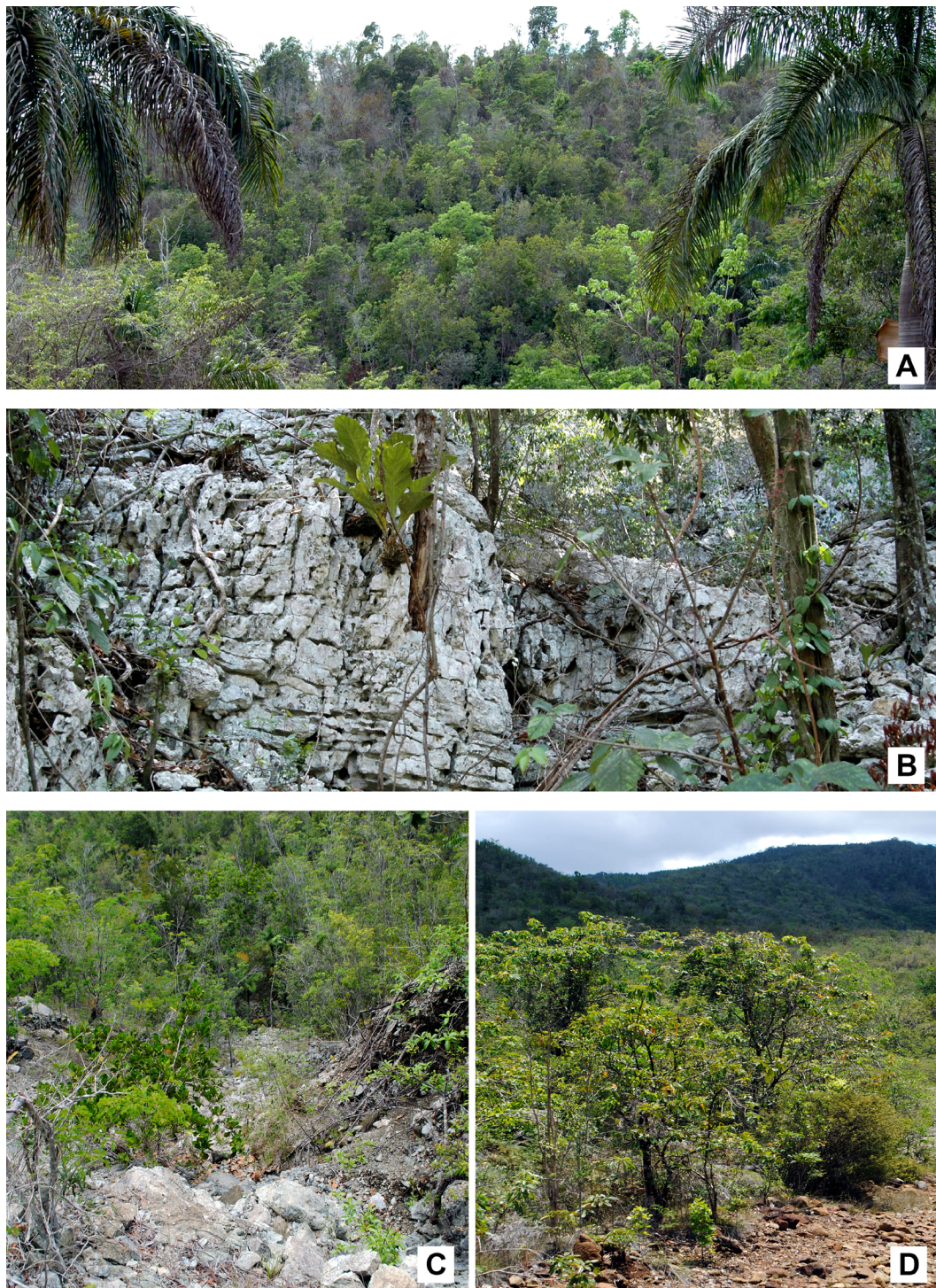


Fig. 2. Reservas Florísticas Manejadas La Caoba (RFMC) y Charrascales de Mícará (RFMCh). **A:** Bosque semidecíduo mesófilo (RFMC). **B:** Formación geológica Charco Redondo (RFMC). **C:** Suelo de serpentinas (RFMCh). **D:** Matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina (charrascal) (RFMCh). Fotos: M. Sánchez Lozada (A), M. Beyris Mazar (B) y A. Méndez Hernández (C-D).

Se identifican cuatros formaciones geológicas: Sabaneta, La Picota, San Luís y Charco Redondo, esta última la de mayor afloración (Fig. 2B). Las formas del relieve irregular con características de mogote y pendientes casi verticales, se deben principalmente a esta formación (Jakus, 1985; Hernández *et al.*, 1991). En la reserva se presentan características climáticas típicas de las Alturas del Segundo Frente, con temperaturas medias anuales entre 22 °C y 24 °C (Lapinel, 1989). La precipitación media anual para este territorio oscila entre 1200 y 1400 mm anuales según Rodríguez (2006). Se identifican varios cauces de primer orden que tributan a la cuenca del río Cauto. La vegetación es típica de un Bosque semidecíduo mesófilo sobre caliza que constituye un refugio para la biodiversidad de las zonas llanas y premontana. Este tipo de vegetación ha condicionado el establecimiento de diversas especies de la flora y fauna que constituyen endemismos de la región oriental del archipiélago cubano (Bioeco, 2001).

La RFMCh se localiza en las coordenadas 20° 28' 24.2816'' N, -75° 31' 46.114248'' O, municipio Segundo Frente, provincia Santiago de Cuba (Fig. 1A, C). Se encuentra en la Sierra del Cristal, macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. Presenta una extensión superficial de 1530 ha situado en la parte media de la cuenca del río Mayarí (CNAP, 2013, 2023). El área presenta un carácter complejo desde el punto de vista geológico, sus rocas pertenecen al denominado corte ofiolítico que incluyen rocas volcánicas, ultramáficas y mafitas (Jakus, 1985; Hernández *et al.*, 1991) (Fig. 2C). El clima es característico de montaña, con temperaturas medias anuales variables entre 21 °C y 22 °C (Lapinel, 1989). Se registra una alta pluviosidad con una media anual entre 1600 y 1700 mm (Rodríguez, 2006). La geografía accidentada con suelos esqueléticos y muy superficiales sobre serpentina favorecen el desarrollo del Matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina (charrascal), vegetación rica en endemismos (Bioeco, 2001; Fig. 2D).

Método de recolecta y procesamiento de la información

Se utilizó como fuente de información las visitas realizadas a las áreas de estudio, durante los años 1989 y 2019 al 2021. En ambas áreas se recolectaron 230 muestras (130 RMFC y 100 RFMCh). En la recolecta del material briológico se empleó

el método del Muestreo Florístico del Hábitat (MFH), según Delgadillo-Moya *et al.* (2022). Los especímenes recolectados fueron analizados utilizando los métodos tradicionales para el grupo (Vanderpoorten *et al.*, 2010) y depositados en la colección Bryophyta, series musgos (BSCM) y antocerotas y hepáticas (BSCH) del herbario BSC del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco). El acrónimo del herbario se corresponde con Thiers (2023).

En la RFMCh debido a la antropización del área se seleccionaron siete sitios de muestreos que se corresponden con la presencia del Bosque semidecíduo mesófilo y parches del Bosque de Galería: Nuevo Mundo, El Bebé, La Mandarina, Las Tres Cuevas, La Cutiembre, Blanquizal y Piedra Gorda (Fig. 1B). Esta última localidad, fuera de los límites, fue considerada por la presencia de bosques naturales y la posibilidad de inclusión dentro del área protegida (Fig. 1B). En el caso de la RFMCh predomina una vegetación natural homogénea, por lo que no fue necesario establecer puntos de recolecta. En esta reserva el muestreo se realizó de forma aleatoria en los microhábitas donde se detectó la presencia del grupo (Fig. 1C).

Se consultó para el inventario briológico la información contenida en las Bases de Datos del herbario BSC. En el ordenamiento taxonómico de las familias y los géneros se siguieron los criterios de Villarreal & Goffinet (2022), Crandall-Stotler *et al.* (2009) y Goffinet & Buck (2020) para las antocerotas, hepáticas y musgos respectivamente. En la identificación taxonómica y las actualizaciones nomenclaturales se utilizaron los criterios de: Allen (1994, 2002, 2010, 2018), Bischler-Causse *et al.* (2005), Buck (1998, 2003), Churchill & Linares (1995a, b), Duarte (1997), Fulford (1968), Gradstein *et al.* (2001), Gradstein & Costa (2003), Gradstein & Ilkiu-Borges (2009), Ireland (1992), Pursell (2007), Reese (1993), Söderström *et al.* (2016) y Zander (1981, 1983, 1993).

En la revisión de los protólogos, sinonimias y distribución de las especies se consultaron las Bases de Datos en línea TROPICOS y GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Se consultó el IPNI (International Plants Names Index) para las abreviaturas de los autores de los taxones. La terminología técnica empleada se corresponde con las definiciones de Magill (1990) y Calzadilla & Churchill (2014).

Los datos ecológicos referidos al sustrato, la altura y la formación vegetal se obtuvieron a partir de la información obtenida de las etiquetas de herbario y la observada durante las recolectas. Para la clasificación de la vegetación se siguió el criterio de Capote & Berzaín (1984). En la determinación de los taxones amenazados se consultaron las propuestas de Motito & Potrony (2009), González-Torres *et al.* (2016), Rivera (2013) y las adecuaciones generales realizadas por Hallingbäck *et al.* (1996) y Hallingbäck & Hodgetts (2000).

RESULTADOS

La flora briológica en las RFMC y RFMCh está representada por 49 taxones infragenéricos de antocerotas, hepáticas y musgos. La RFMC es la más diversa con el 73,5% del total de taxones registrados en ambas áreas protegidas. Los musgos (Bryophyta) constituyen la división mejor representada con el 55,1% (del total de taxones), mientras que las antocerotas (Anthocerotophyta) y las hepáticas (Marchantiophyta) representaron el 2,1% y el 42,8% respectivamente. No se registraron endemismos en ninguna de las divisiones (Tabla 1).

En la RFMC se registraron 36 taxones infragenéricos de antocerotas, hepáticas y musgos (Tabla 1). En las antocerotas la especie *Notothylas breutelii* (Gottsche) Gottsche (Notothyladaceae) fue el único representante de la división (Tabla 1). La flora hepaticológica del área representó el 2,8% del total de hepáticas registradas para Cuba y el 3,9% de las reportadas para el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. Las familias mejor representadas son Lejeuneaceae (siete taxones) y Marchantiaceae (tres taxones). Les continúan en orden descendientes Plagiochilaceae (dos taxones), Calypogeiaceae y Lophocoleaceae (con un taxón). Los géneros más distintivos son *Lejeunea* (cinco taxones), *Marchantia* (tres taxones) y *Plagiochila* (con dos taxones). El resto de los géneros están representados por un solo taxón. Se reconocen dos nuevos registros de la familia Lejeuneaceae para el área protegida: *Cheilolejeunea adnata* (Kunze ex Lehm.) Grolle y *Lejeunea phyllobola* Nees & Mont. (Tabla 1).

Por su parte, la flora de musgos en la RFMC representa el 5% del total de los musgos cubanos y

el 7,5% de los reportados para el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. Las familias más diversas son Fissidentaceae y Pottiaceae (ambas con tres taxones), les continúa Brachytheciaceae y Neckeraceae (con dos taxones infragenéricos). El resto de las familias registraron un taxón. Se reconocen las familias Myriniaceae y Racopilaceae ambas monogénicas y monoespecíficas para Cuba. La mayoría de los géneros estuvo representados por un solo taxón, excepto *Fissidens* tres taxones y *Neckeropsis* con dos. Se señalan nueve familias y 12 taxones infragenéricos nuevos para esta área protegida (Tabla 1).

En la RFMCh se registran 20 taxones infragenéricos pertenecientes a las divisiones Marchantiophyta y Bryophyta (Tabla 1). No se registran representantes de las antocerotas. La flora hepaticológica de la RFMCh representa el 2% del total de hepáticas registradas para Cuba y el 2,8% de las reportadas para el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. En las hepáticas Lejeuneaceae es la más diversa (ocho taxones infragenéricos). Otras como Lophocoleaceae y Plagiochilaceae estuvieron representadas por un taxón. El género *Lejeunea* es el mejor representado (dos taxones) (Tabla 1).

La flora de musgos reportada para la RFMCh representa el 2,8% del total de los musgos cubanos y el 3,6% de los reportados para el macizo Nipe-Sagua-Baracoa. Las familias mejor representadas son Fissidentaceae y Pottiaceae con dos taxones. El resto posee un taxón, de ellas Rutenbergiaceae es monogénica y monoespecífica para Cuba (Tabla 1). Se citan cinco nuevas familias para el área protegida: Calymperaceae, Pottiaceae, Pylaisiadelphaceae, Rutenbergiaceae y Thuidiaceae (Tabla 1).

En la RFMC el 83,3% de los taxones infragenéricos de briófitos recolectados se encontró en el Bosque semidecíduo mesófilo (Tabla 1). En esta formación vegetal se registra el 80% de los musgos y la totalidad de las hepáticas. En el Bosque de galería se recolectaron seis taxones infragenéricos de musgos, de ellos cinco fueron exclusivos a esta formación vegetal: *Austinia tenuinervis* (Mitt.) Müll. Hal. (Myriniaceae), *Callicostella pallida* (Hornsch.) Angstr. (Pilotrichaceae), *Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger (Pottiaceae), *Pilotrichella flexilis* (Hedw.) Angstr. (Lembophyllaceae) y *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton (Sematophyllaceae). El único taxón compartido entre ambas formaciones

Tabla 1. Taxones de briófitos presentes en las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba (RFMC) y Charrascales de Mícará (RFMCh). Abreviaturas y símbolos= A: Amenazado; Altitud (m. s.n.m.); BG: Bosque de galería; BSMé: Bosque semidecíduo mesófilo; CA: Categoría preliminar de Amenaza; EP: Epífito; FV: Formación vegetal; Hu: Humícola; LC: Preocupación Menor; Lig: Lignícola; MXSS: Matorral xeromorfo subespinoso sobre serpienteña (charrascal); Ru: Rupícola; *: Nuevos registros para las reservas.

Divisiones y familias	Especies	RFMC	RFMCh	Substrato	Altitud (m s.n.m.)	FV	CA
ANTHOCEROTOPHYTA. Notothyladaceae	1. <i>Notothylas breuteilii</i> (Gottsche) Gottsche	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 2317, 2321 (BSC)	-	Te	200-500	BSMe	A
MARCHANTIOPHYTA. Calyptogeiaceae	2. <i>Calyptogeia peruviana</i> Nees & Mont.	A. Vicario & A. Motito s.n. BSCH 17041 (BSC)	-	Lig, Ru	200-500	BSMe	-
Lejeuneaceae	3. <i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Kruijt	Y. Rivera s.n. BSCH 231191 (BSC)	A. Vicario s.n. <i>et al.</i> BSCH 16651 (BSC)	Ep	200-400	BSMe, MXSS	-
	4. <i>Caudolejeunea lehmanniana</i> (Gottsche) A. Evans	-	A. Vicario & A. Motito s.n. BSCH 17041 (BSC)	Ep	200	MXSS	-
	5. <i>Cheilojeunea adnata</i> (Kunze ex Lehmann) Grolle*	Y. Rivera s.n. BSCH 23112 (BSC)	-	Ep	418	BSMe	-
	6. <i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A. Evans	-	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 5649 (BSC)	Ep	200-400	MXSS	-
	7. <i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 7553 (BSC)	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 7576, 7577 (BSC)	Ep	200-400	BSMe, MXSS	-
	8. <i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 7644, 7645 (BSC)	-	Ep, Lig	200-400	BSMe	-
	9. <i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Mont.*	Y. Rivera s.n. BSCH 23350 (BSC)	-	Ep	400	BSMe	-
	10. <i>Lejeunea spiniloba</i> Lindenb. & Gottsche	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 7644, 7645 (BSC)	-	Ep	200-400	BSMe	-
	11. <i>Lejeunea trinitensis</i> Lindenb.	A. Vicario <i>et al.</i> s.n. BSCH 7946, 7942 (BSC)	A. Vicario s.n. BSCH 7943 (BSC)	Ep	200-400	BSMe, MXSS	-

Divisiones y familias	Especies	RFMC	RFMCh	Substrato	Altitud (m s.n.m.)	FV	CA
	12. <i>Leptolejeunea exocellata</i> (Spruce) A. Evans	-	A. Vicario s.n. BSCH 6900 (BSC)	Ep	200-400	MXSS	-
	13. <i>Microlejeunea ulicina</i> (Taylor) Steph.	-	A. Vicario s.n. BSCH 7988 (BSC)	Ep	200-400	MXSS	-
	14. <i>Stictolejeunea squamata</i> (Willdenow ex Weber) Schiffn.	-	A. Vicario & A. Motito s.n. BSCH 17141 (BSC)	Ep	200-400	MXSS	-
Lophocoleaceae	15. <i>Cryptolophocolea martiana</i> var. <i>perissodontia</i> (Spruce) Gradst.	A. Vicario et al. s.n. BSCH 1574 (BSC)	-	Ru	200-400	BSMe	-
	16. <i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	-	A. Vicario et al. s.n. BSCH 1328 (BSC)	Ep	200-400	MXSS	-
Marchantiaceae	17. <i>Marchantia breviloba</i> A. Evans	A. Vicario et al. s.n. BSCH 1594, 1595 (BSC)	-	Te	200-400	BSMe	-
	18. <i>Marchantia paleacea</i> Bertol	A. Vicario et al. s.n. BSCH 1761 (BSC)	-	Ru	200-400	BSMe	-
	19. <i>Marchantia polymorpha</i> L.	A. Vicario et al. s.n. BSCH 1811 (BSC)	-	Te	200-400	BSMe	-
Plagiochilaceae	20. <i>Plagiochila distinctifolia</i> Lindenb.	Y. Rivera s.n. BSCH 23120 (BSC)	-	Ep	200-400	BSMe	-
	21. <i>Plagiochila spinulosa</i> (Dicks.) Dum.	A. Vicario et al. BSCH 3745 (BSC)	-	Ep	416	BSMe	-
	22. <i>Plagiochila raddiana</i> Lindenb.	-	A. Vicario et al. s.n. BSCH 3744 (BSC)	Ep	200-400	MXSS	-
B R Y O P H Y T A	23. <i>Helicodontium capillare</i> (Hedw.) A. Jaeger*	Y. Rivera s.n. BSCM 20239, 20622, 20623 (BSC)	-	Ep, Ru	275-580	BSMe, BG	LC
Brachytheciaceae*	24. <i>Meteoridium remotifolium</i> (Müll. Hal.) Manuel*	K. Mustelier s.n. BSCM 19411 (BSC)	-	Lig	580	BSMe	-
Calymperaceae*	25. <i>Syrhoptodon incompletus</i> Schwägr. var. <i>incompletus</i>	-	G. Guerra s.n. BSCM 20675 (BSC)	Ep	237	MXSS	-
Dicranaceae*	26. <i>Anisothecium varium</i> (Hedw.) Mitt*	Y. Rivera s.n. BSCM 20624 (BSC)	-	Ru	418	BSMe	A

Divisiones y familias	Especies	RFMC	RFMCh	Substrato	Altitud (m s.n.m.)	FV	CA
Fissidentaceae	27. <i>Fissidens elegans</i> Brid.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20232 (BSC)	-	Te	580	BSMe	-
	28. <i>Fissidens palmatus</i> Hedw.	A. Motito & M. E. Potrony s.n. BSCM 10048, 10097 (BSC)	A. Motito & M. E. Potrony s.n. BSCM 10027, 10040 (BSC)	Te, Ru	220-490	BSMe, MXSS	-
	29. <i>Fissidens weirii</i> Mitt. var. <i>weirii</i>	-	A. Motito & M. E. Potrony s.n. BSCM 10022 (BSC)	Te	220	MXSS	-
	30. <i>Fissidens zollingeri</i> Mont.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20236 (BSC)	-	Ru	580	BSMe	LC
Hypnaceae*	31. <i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W. R. Buck*	Y. Rivera s.n. BSCM 20234 (BSC)	-	Ru	580	BSMe	LC
Lembophyllaceae*	32. <i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Angstr.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20627 (BSC)	-	Ep	300	BG	-
Meteoriaceae*	33. <i>Meteorium nigrescens</i> (Hedw.) Dozy & Molk.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20619, 20621 (BSC)	-	Ep, Lig	418	BSMe	LC
Myriniaceae*	34. <i>Austinia tenuinervis</i> (Mitt.) Müll. Hal.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20629 (BSC)	-	Ep	275-300	BG	A
Neckeraceae	35. <i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	Y. Rivera s.n. BSCM 20241 (BSC)	-	Ep	580	BSMe	A
	36. <i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	A. Motito <i>et al.</i> s.n. BSCM 10106 (BSC)	A. Motito A. & A. Vicario s.n. BSCM 10046, 10062 (BSC)	Ep	220-490	BSMe, MXSS	LC
Octoblepharaceae	37. <i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	A. Motito A. & M. E. Potrony s.n. BSCM 10096, 10114 (BSC)	G. Guerra s.n. BSCM 20672, 20673 (BSC)	Ep, Lig	237-490	BSMe, MXSS	LC
Pilotrichaceae*	38. <i>Callicostella pallida</i> (Hornsch.) Angstr.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20620, 20628 (BSC)	-	Ep, Ru	300	BG	-
Pottiaceae*	39. <i>Barbula arcuata</i> Griff.	-	G. Guerra s.n. BSCM 20674 (BSC); Y. Rivera s.n. BSCM 20567 (BSC)	Te	237	MXSS	-
	40. <i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng. var. <i>indica</i>	A. Motito & M. E. Potrony s.n. BSCM 10099 (BSC)	-	Te, Ru	490	BSMe	LC

Divisiones y familias	Especies	RFMC	RFMCh	Substrato	Altitud (m s.n.m.)	FV	CA
	41. <i>Hymenostylium recurvirostrum</i> (Hedw.) Dixon	A. Motito & M. E. Potrony s.n. BSCM 10081 (BSC); K. Mustelier s.n. BSCM 19428 (BSC)	-	Ru	490-580	BSMe	-
	42. <i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger *	Y. Rivera s.n. BSCM 20626 (BSC)	-	Ep	300	BG	LC
	43. <i>Weissia controversa</i> Hedw.	-	Y. Rivera s.n. BSCM 20560 (BSC)	Te	236	MXSS	-
Pyliasiadelphaceae*	44. <i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.*	Y. Rivera s.n. BSCM 20625 (BSC)	Y. Rivera s.n. BSCM 20563, 20565 (BSC)	Ep	243-360	BSMe, MXSS	-
Racopilaceae	45. <i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	Y. Rivera s.n. BSCM 20233, 20238, 20244 (BSC)	-	Ep, Ru	580	BSMe	LC
Rutenbergiaceae*	46. <i>Pseudocryphaea domingensis</i> (Spreng.) W. R. Buck	-	Y. Rivera s.n. BSCM 20562 (BSC)	Ep	237	MXSS	-
Sematophyllaceae	47. <i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	Y. Rivera s.n. BSCM 20618 (BSC)	-	Lig	300	BG	LC
Stereophyllaceae	48. <i>Eulacophyllum culteliforme</i> (Sull.) W. R. Buck & Irel.	Y. Rivera s.n. BSCM 20237 (BSC)	-	Lig	580	BSMe	A
Thuidiaceae*	49. <i>Pelekium involvens</i> (Hedw.) Touw	-	Y. Rivera s.n. BSCM 20561 (BSC)	Hu	263	MXSS	-

vegetales fue *Helicodontium capillare* (Hedw.) A. Jaeger (Brachytheciaceae) (Tabla 1).

La totalidad de taxones de briófitos en la RFMCh se registraron en el matorral xeromorfo subespinoso sobre serpentina (charrascal) (Tabla 1). Se reconocen siete taxones compartidos para ambas reservas: *Acanthocoleus aberrans* (Lindenb. & Gottsche) Kruijt, *Lejeunea flava* (Sw.) Nees y *Lejeunea trinitensis* Lindenb. por las hepáticas y por los musgos a *Fissidens palmatus* Hedw. (Fissidentaceae), *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt. (Pylaisiadelphaceae), *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt (Neckeraceae) y *Octoblepharum albidum* Hedw. (Octoblepharaceae) (Tabla 1).

En relación al sustrato el 59,2% de los briófitos son epífitos, 24,3% rupícolas, 18,3% terrícolas y el 12,2% lignícolas. Solo un taxón *Pelekium involvens* (Hedw.) Touw se encontró húmica (Tabla 1). El 17,9% de los taxones infragenéricos (cuatro Amenazados y seis Preocupación Menor) han sido categorizados preliminarmente (Tabla 1). En la RFMC se presenta la totalidad de los taxones amenazados, registrándose la mayor diversidad en los sustratos epífitos y rupícolas (Tabla 1).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La diversidad briológica varía en correspondencia a las características del ecosistema, diferentes autores (Gradstein & Weber, 1982; Reenen & Gradstein, 1983; Gradstein *et al.*, 2001; von Konrat *et al.*, 2008) coinciden que en el Neotrópico los mayores valores de riqueza de briófitos se registran en las formaciones boscosas. Similares resultados se han reportado para la brioflora cubana (Motito & Potrony, 2010; Motito & Rivera, 2017; Mustelier, 2012). Considerando que los briófitos presentes en ambas áreas protegidas son de amplia distribución (Delgadillo *et al.*, 1995; Gradstein *et al.*, 2001; Gradstein, 2020), el mayor número de taxones registrados en la RFMC puede explicarse entre otros factores, a la existencia del Bosque semidecídulo mesófilo y el Bosque de Galería, formaciones vegetales que presentan una cobertura boscosa que ejerce un efecto protector de las radiaciones solares y favorecen la presencia de microhábitas que influyen en el establecimiento de las plantas no vasculares (Mustelier, 2012; Motito & Rivera, 2017).

Según Borhidi (1988) los suelos con características ultramáficas, como los de la RFMCh tienen un efecto menor en la flora criptogámica, lo que explicaría la menor diversidad del grupo en el área estudiada. Motito *et al.* (2003) y Potrony *et al.* (2003) en los estudios sobre la flora briológica en áreas ultramáficas de Cuba, llegan a esta misma conclusión. La reserva presenta un suelo frágil, fisiológicamente seco, con moderadas concentraciones de calcio, potasio, fósforo y altos niveles de níquel (Coleman & Alexander, 2003). Estas características favorecen el desarrollo de una formación vegetal que presenta una marcada xeromorfía, con estratos superiores abiertos que permite una mayor insolación solar, por lo tanto, eleva el calentamiento del hábitat y la oscilación térmica lo que incrementa la transpiración (Borhidi, 1988, 1996). Las altas temperaturas y el déficit hídrico presentes en la RFMCh pueden influenciar en la menor representatividad de los briófitos. Estas plantas son organismos poiquilohídricos, aunque la tolerancia a la desecación permite su sobrevivencia en ambientes de estrés hídrico; la diversidad del grupo va a estar limitada en los ecosistemas donde el agua constituye un factor limitante (Gradstein *et al.*, 2001; Proctor, 2002; Goffinet & Shaw, 2009).

La mayor representatividad de Lejeuneaceae en ambas áreas era la esperada a partir de la diversidad y distribución de esta familia, siendo la América Tropical su centro de origen y dispersión (Gradstein, 2020; He-Nygrén *et al.*, 2006). Gradstein *et al.* (2001) reconoce que el 70% de los taxones de hepáticas en los bosques de tierras bajas del trópico pertenecen a esta familia. En estudios sobre la diversidad de las hepáticas foliosas en los bosques pluviales de Cuba oriental Lejeuneaceae presentó la mayor diversidad dentro de la división (Mustelier, 2012).

En los musgos las familias Fissidentaceae y Pottiaceae son las más diversas. Igual comportamiento se reporta por Zander (1993), Pursell (2007) y Gradstein *et al.* (2001) a nivel mundial y para Cuba por Motito & Rivera (2017). Schofield (1985) reconoce que la amplia distribución de estas familias se explica a partir de su origen (Pangea) y la capacidad de dispersión de sus diásporas.

En la RFMC y la RFMCh el predominio de taxones epífitos y rupícolas responde a las condiciones ecológicas del hábitat. En el caso de la

RFMC el mayor porcentaje de los taxones epífitos y rupícolas se debe a la disponibilidad de troncos y ramas que proporcionan los árboles y arbustos del Bosque semidecíduo mesófilo con estratos arbóreo y arbustivo bien desarrollados que ofrecen sombra y favorecen el mantenimiento de la humedad en el hábitat. Estas condiciones presentes al interior de la vegetación, unido a la presencia de rocas cársicas con oquedades, que favorecen la instalación de los briófitos y otros grupos pioneros como las algas, entre otros. La baja representación de los taxones terrícolas se corresponde con los criterios referidos por Gradstein & Weber (1982) y Reenen & Gradstein (1983), en los Bosques semidecíduos tropicales las hojas al caer forman una capa continua en la tierra que limita el crecimiento de los briófitos.

En las exploraciones realizadas en la RFMCh, se pudo observar que los taxones epífitos se encuentran, preferentemente en la base de los troncos de los árboles y arbustos, lo que se puede inferir que en esta región del forófito existe una mayor protección ante las altas temperaturas y la insolación solar existente. En el área de estudio este comportamiento ha sido observado también en los helechos (Serguera, comp. pers.). La ausencia de rupícolas y terrícolas se corresponde con el pobre desarrollo de la flora briológica en los suelos de serpentinas (Borhidi, 1988).

La conservación de los briófitos depende de la protección de los ecosistemas donde habitan (Pócs, 1996; Gradstein *et al.*, 2001; Hallingbäck & Tang, 2010). Brooks-Laverdeza *et al.* (2019) señala que la presencia de especies invasoras, la intensificación de las actividades agrícolas y la tala furtiva en la RFMC son causas que originan la fragmentación del ecosistema y modifican la estructura y composición del bosque; lo que altera los microhábitats de los cuales depende este grupo biológico. Este resultado coincide con lo reportado por Mancina *et al.* (2022) los Bosques semidecíduos son unos de los ecosistemas cubanos más impactados por la expansión y el desarrollo agropecuario. Además, estudios en las especies asociadas a estos ecosistemas indican su alta exposición al impacto del Cambio Climático (Mancina *et al.*, 2022).

La flora briológica en las áreas protegidas RFMC y RFMCh está caracterizada por taxones de amplia plasticidad ecológica y distribución

geográfica. La brioflora en la RMFCh responde a las características ambientales y de vegetación determinadas por las complejidades geológicas del área. En la RFMC la variabilidad de microhábitats presentes en el Bosque semidecíduo mesófilo y el Bosque de Galería condiciona la mayor representatividad de los briófitos, sin embargo, esta brioflora está amenazada por las transformaciones en el ecosistema.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

YRQ y AEMM diseñaron y realizaron la investigación, recolectaron el material de campo y determinaron los especímenes. AMB participó en el trabajo del campo, caracterizó el área de trabajo y confeccionó las figuras. Todos los autores participaron en la escritura del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Maité Serguera Niño, MSc. Margarita Sánchez Lozada y al MSc. Abelardo Alan Méndez por sus acertados comentarios. El estudio fue apoyado por los proyectos “Diversidad biológica y cultural en las Reservas Florísticas Manejadas La Caoba, Charrascales de Mícaro y el Parque Nacional Pico Cristal, Santiago de Cuba: vulnerabilidades y amenazas” del Programa Sectorial Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba; Agencia del Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), Cuba y el proyecto internacional “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados” GEF/PNUD.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, B. H. 1994. Moss Flora of America Central. Part 1 Sphagnaceae-Calymperaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot.* 49: 1-242.
- ALLEN, B. H. 2002. Moss of Central America. Part 2. Encalyptaceae-Orthotrichaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot.* 90: 1-685.
- ALLEN, B. H. 2010. Moss of Central America. Part 3. Anomodontaceae-Symphyodontaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot.* 117: 1-699.

- ALLEN, B. H. 2018. Moss of Central America. Part 4. Fabroniaceae-Polytrichaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot.* 132: 1-697.
- BERAZAÍN, R., F. ARECES, J. C. LAZCANO & L. C. GONZÁLEZ. 2005. Lista roja de la Flora Vascular cubana. *Doc. Jard. Bot. Atlántico (Gijón)* 4:1-86.
- BIOECO. 2001. Propuesta de áreas protegidas provincia Santiago de Cuba. Informe División de Áreas Protegidas. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Santiago de Cuba.
- BISCHLER-CAUSSE, H., S. R. GRADSTEIN, S. JOVET-AST, D. G. LONG & N. SALAZAR-ALLEN. 2005. Marchantiidae. *Fl. Neotrop. Monogr.* 97: 1-262.
- BORHIDI, A. 1988. El efecto de la serpentina sobre la vegetación tropical en Cuba. *Acta Bot. Hung.* 34: 123-174.
- BORHIDI, A. 1996. *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akadémiai Kiado, Budapest.
- BROOKS-LAVERDEZA, R., F. ACOSTA-CANTILLO & C. MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ. 2019. Espermatófitos de la Reserva Florística Manejada La Caoba, San Luis, Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC* 1: 63-84.
- BUCK, W. R. 1998. Pleurocarpus Mosses of the West Indies. *Mem. New York Bot. Gard.* 82: 1-400.
- BUCK, W. R. 2003. Guide to the plants of Central French Guiana. Part 3. Mosses. *Mem. New York Bot. Gard.* 76:1-167. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0167:BR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0167:BR]2.0.CO;2)
- CALZADILLA, E. & S. P. CHURCHILL. 2014. *Glosario ilustrado para musgos neotropicales*. Missouri Botanical Garden, Saint Louis.
- CAPOTE, R. P. & R. BERAZAÍN. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Uni. Habana* 5: 27-75.
- CBD. 2019. Sexto Informe Nacional al Convenio sobre la diversidad biológica, República de Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma). Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/nr/nr-06/cu-nr-06-p1-es.pdf>. [Acceso: 12 diciembre 2022].
- CHURCHILL, S. P. & E. LINARES. 1995a. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia Parte I*. Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CHURCHILL, S. P. & E. LINARES. 1995b. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia Parte II*. Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CITMA. 2023. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Estrategia Ambiental Nacional 2021-2025. Disponible en: <https://www.citma.gob.cu/estrategia-ambiental-nacional/> [Acceso: 19 enero 2023].
- CNAP. Centro Nacional de Áreas Protegidas. 2013. *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba: Periodo 2014-2020*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- CNAP. Centro Nacional de Áreas Protegidas y Dirección General de Medio Ambiente CITMA. 2023. *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2023-2030*. Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- COLEMAN, R. G. & E. B. ALEXANDER. 2003. Geologic setting of the ultramafic floristic districts of Cuba. En: BOYD, R. S., A. J. M. BAKER & J. PROCTOR (eds.), Ultramafic rocks: their soils, vegetation and fauna. *Proceedings of the Fourth International Conference on Serpentine Ecology*, pp. 1-9. Science Reviews, St. Albans.
- CRANDALL-STOTLER, B., R. E. STOTLER & D. G. LONG. 2009. Morphology and Classification of Marchantiophyta. En: GOFFINET, B. & A. J. SHAW (eds.), *Bryophyte Biology*, pp. 33-45. Cambridge University Press, Cambridge.
- DELGADILLO, C., B. BELLO & A. CÁRDENAS. 1995. Latmoss a catalogue of neotropical mosses. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 56: 1-191.
- DELGADILLO-MOYA, C., D. A. ESCOLÁSTICO, E. HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, P. HERRERA-PANIAGUA, P. PEÑA-RETES & C. JUÁREZ-MARTÍNEZ. 2022. *Manual de Briofitas*. Tercera Edición. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, México DF.
- DUARTE, P. 1997. Musgos de Cuba. *Fontqueria* 47:1-717. <https://doi.org/10.1023/A:1021234717937>
- FULFORD, M. 1968. Manual of the leafy Hepaticae of Latin America, Part III. *Mem. New York Bot. Gard.* 11: 1-535.
- GBIF. Global Biodiversity Information Facility. Disponible en: <http://www.gbif.org> [Acceso: 24 noviembre 2022].
- GOFFINET, B. & A. J. SHAW (eds.). 2009. *Bryophyte Biology*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754807>

- GOFFINET, B. & R. W. BUCK. 2020 Classification of the Bryophyta. Disponible en: <http://bryology.uconn.edu/classification> [Acceso: 16 marzo 2023].
- GONZÁLEZ-OLIVA, L., J. FERRO, D. RODRÍGUEZ-CALA & R. BERAZAÍN. 2017. Métodos de inventario de plantas. En: MANCINA, C. A. & D. D. CRUZ (eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, pp. 60-85. Editorial AMA, La Habana.
- GONZÁLEZ-TORRES, L. R., A. PALMAROLA, L. GONZÁLEZ-OLIVA, R.E BÉCQUER, E. TESTÉ & D. BARRIOS. 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10: 1-352.
- GRADSTEIN, S. R. & W. A. WEBER. 1982. Bryogeography of the Galapagos Islands. *J. Hattori Bot. Lab.* 52: 127-152.
- GRADSTEIN, S. R., S. P. CHURCHILL & N. SALAZAR-ALLEN. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Mem. New York Bot. Gard.* 86: 1-577.
- GRADSTEIN, S. R. & D. P. COSTA. 2003. Hepáticas e Antoceros do Brasil. *Mem. New York Bot. Gard.* 86: 1-318.
- GRADSTEIN, S. R. & L. A. ILKIU-BORGES. 2009. Guide to the Plants of Central French Guiana Part 4. Liverworts and Hornworts. *Mem. New York Bot. Gard* 76: 1-140.
- GRADSTEIN, S. R. 2020. The genera of Lejeuneaceae (Marchantiophyta) of tropical America - an update. *Nova Hedwigia Beih.* 150: 81-96. <https://doi.org/10.1127/nova-suppl/2020/081>
- HALLINGBÄCK, T., N. HODGETTS & E. URMI. 1996. How to use the new IUCN red list categories on bryophytes. Guidelines proposed by the IUCN SSC bryophyte specialist group. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mexico, Bot.* 67: 147-157.
- HALLINGBÄCK, T. & N. HODGETTS (comps.). 2000. Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. *IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group*. IUCN, Gland, Switzerland & Cambridge.
- HALLINGBÄCK, T. & B. TANG. 2010. Past and present activities and future strategy of bryophyte conservation. *Phytotaxa* 9: 266-274. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.9.1.15>
- HE-NYGRÉN, X., A. JUSLÉN, I. GLENNY & S. PIIPPO S. 2006. Illuminating the evolutionary history of liverworts (Marchantiophyta)-towards a natural classification. *Cladistics* 22: 1-31. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2006.00089.x>
- HERNÁNDEZ, J., J. DÍAZ, A. MAGAZ, R. GONZÁLEZ, A. PORTELA & F. ARTEAGA. 1991. Criterios geomorfológicos para la clasificación morfotectónica de Cuba Oriental. En: *Morfotectónica de Cuba Oriental*, pp. 10-18. Editorial Academia, La Habana.
- IPNI. 2022. International Plant Names Index. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. Disponible en: <http://www.ipni.org>. [Acceso: 12 junio 2022].
- IRELAND, R. R. 1992. The moss genus *Isopterygium* (Hypnaceae) in Latin America. *Trop. Bryol.* 111-132. <https://doi.org/10.11646/bde.6.1.13>
- JAKUS, P. 1985. Formaciones vulcanógeno-sedimentarias de Cuba Oriental. En: ALBCAR, J. F (ed.), *Contribución a la Geología de Cuba Oriental*, pp. 17-80. Editorial Científico-Técnica, La Habana.
- LAPINEL, B. 1989. Temperatura media anual del aire. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. VI.2.4-Clima. Mapa 15.
- MAGILL, R. E. (ed.) 1990. *Glossarium Polyglottum Bryologiae. A multilingual glossary for bryology*. Missouri Botanical Garden. Editorial Saint Louis, Chicago.
- MANCINA, C. A. & D. D. CRUZ. (eds.). 2017. *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA, La Habana.
- MANCINA, C. A., C. VEGA-CATALÁ, S. L. DEL CASTILLO & I. M. FUENTES (eds.). 2022. *El cambio climático y la biodiversidad en Cuba: impactos, adaptación y áreas prioritarias para la conservación*. Editorial AMA, La Habana.
- MÉNDEZ, E. I., V. MARTÍNEZ, R. CABALLERO, R. RISCO, ..., & M. GÓMEZ. 1990. Valoración de la propuesta de Reserva Natural Hoyo de Bonet Sierra de Cubitas, Camagüey. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana.* 11: 135-153.
- MOTITO, A., K. MUSTELIER, M. E. POTRONY & A. VICARIO. 2003. Caracterización de la brioflora de las áreas ultramáficas de Cuba. En: BOYD, R. S., A. J. M. BAKER & J. PROCTOR (eds.), *Ultramafic rocks: their soils, vegetation and fauna. Proceedings of the Fourth International Conference on Serpentine Ecology*, pp. 1-9. Science Reviews, St. Albans.
- MOTITO, A. & M. E. POTRONY. 2005a. Musgos. En: MACEIRA, D., A. FONG, S. W. ALVERSON & T. WACHTER (eds.), *Cuba: Parque Nacional La Bayamesa. Rapid Biological Inventories Report 13*,

- pp. 51-54. The Field Museum, Chicago.
<http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.86395>
- MOTITO, A. & M. E. POTRONY. 2005b. Musgos. En: MACEIRA, D., A. FONG, S. W. ALVERSON & T. WACHTER (eds.), *Cuba: Parque Nacional Alejandro de Humboldt. Rapid Biological Inventories Report 14*, pp. 7-73. The Field Museum, Chicago. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.86396>
- MOTITO, A. & M. E. POTRONY. 2009. *Categorización preliminar de los taxones de la flora de Cuba-2009. Briófitos I*. En: GONZÁLEZ-TORRES, L. R., R. RANKIN, A. T. LEIVA, D. BARRIOS & A. PALMAROLA (eds.). *Bissea* 3: 4-25.
- MOTITO, A. & M. E. POTRONY. 2010. Diversidad de musgos en Cuba Oriental. *Rodriguésia* 61: 383-403. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201061303>
- MOTITO, A. 2012. La flora de musgos del Paisaje Natural Protegido Gran Piedra, Santiago de Cuba, Cuba. En: *Convención Trópico 2012*. Editora Geotech, La Habana.
- MOTITO, A. & Y. RIVERA. 2017. Briofitas. En: MANCINA, C. A. & D. D. CRUZ (eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario monitoreo y colecciones biológicas*, pp. 118-133. Editorial AMA, La Habana.
- MOTITO, A., M. E. POTRONY & A. VICARIO. 2013. Caracterización de la flora de musgos de la Reserva Ecológica Limones-Tuabaquey, Sierra de Cubitas, Camagüey, Cuba. *Moscosoa* 18: 121-131.
- MOTITO, A., M. E. POTRONY & D. SÁNCHEZ. 2015. Caracterización de la flora de musgos del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Cuba. En: *Memorias X Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, La Habana.
- MOTITO, A., Y. RIVERA & K. MUSTELIER. 2019. Caracterización de la brioflora en la Reserva Natural El Retiro, Santiago de Cuba, Cuba. *Ciencia en su PC* 1: 15-26.
- MOTITO, A., Y. RIVERA & K. MUSTELIER. 2020. Los antoceros, hepáticas y musgos en el macizo montañoso Guamuhaya, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 219: 46-66.
- MUSTELIER, K. 1999. Hepáticas y antoceros (Bryophyta) presentes en la Sierra de la Gran Piedra, Santiago de Cuba. *Biodiversidad de Cuba Oriental* 4: 29-35.
- MUSTELIER, K. 2005a. Hepáticas. En: Fong, A., D. MACEIRA, S. W. ALVERSON & M. J. SHOPLAND (eds.), *Cuba: Siboney-Jutici. Rapid Biological Inventories Reports 10*, pp. 50-51. The Field Museum, Chicago.
<https://doi.org/10.5962/bhl.title.86301>
- MUSTELIER, K. 2005b. Hepáticas. En: MACEIRA, D., A. FONG, S. W. ALVERSON & T. WACHTER (eds.), *Cuba: Parque Nacional La Bayamesa. Rapid Biological Inventories Report 13*, pp. 162-166. The Field Museum, Chicago.
<http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.86395>
- MUSTELIER, K. 2006. Hepáticas. En: MACEIRA, D., A. FONG, S. W. ALVERSON & T. WACHTER (eds.), *Cuba: Reserva Ecológica Pico Mogote. Rapid Biological Inventories Report 9*, pp. 126-129. The Field Museum, Chicago.
<http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.86303>
- MUSTELIER, K. 2012. Hepáticas foliosas en los bosques pluviales de la región oriental de Cuba. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 38-39: 51-68.
- MUSTELIER, K. & A. VICARIO. 2000. Caracterización Hepaticológica de las cuencas Toa-Duaba, Cuba. *Biodiversidad de Cuba Oriental* 5: 23-28.
- OLSON, D., M. E. DINERSTEIN, E. D. WIKRAMANAYAKE, N. D. BURGESS, ..., & K. R. KASEM. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of the Life on Earth. *BioScience* 51: 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- PÓCS, T. 1996. Epiphyllous liverworts diversity at worldwide level and its threat and conservation. *Annales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67: 109-127.
- POTRONY, M. E., A. MOTITO & K. MUSTELIER. 2003. Brioflora de las áreas ultramáficas del Parque Nacional Pico Cristal. En: BOYD, R. S., A. J. M. BAKER & J. PROCTOR (eds.), *Ultramafic rocks: their soils, vegetation and fauna. Proceedings of the Fourth International Conference on Serpentine Ecology*, pp. 25-33. Science Reviews, St. Albans.
- POTRONY, M. E. & A. MOTITO. 2005. Musgos. En: FONG, A., D. MACEIRA, S. W. ALVERSON & M. J. SHOPLAND (eds.), *Cuba: Siboney-Jutici. Rapid Biological Inventories Report 10*, pp. 51-52. The Field Museum, Chicago.
<https://doi.org/10.5962/bhl.title.86301>
- POTRONY, M. E. & A. MOTITO. 2006. Musgos. En: MACEIRA, D., A. FONG & S. W. ALVERSON (eds.), *Cuba: Pico Mogote. Rapid Biological Inventories Report 09*, pp. 47-48. The Field Museum, Chicago.
<http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.86303>

- PROCTOR, M. C. F. & Z. TUBA. 2002. Poikilohydry and homoihydry: antithesis or spectrum of possibilities? *New Phytol.* 156: 327-349.
<https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2002.00526.x>
- PURSELL, R. A. 2007. Fissidentaceae. *Fl. Neotrop. Monogr.* 101: 1-256.
- REENEN, G. B. A. & S. R. GRADSTEIN. 1983. Studies on Colombian Cryptogams XX. A transect analysis of the bryophyte vegetation along an altitudinal gradient on the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Acta Bot. Neerl.* 32: 163-175.
<https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1983.tb01698.x>
- REESE, W. D. 1993. Calymperaceae. *Fl. Neotrop. Monogr.* 58: 1-102.
- REYES-TUR, B., R. A. BOSH, E. R. BÉQUER & J. A. GARCÍA-BELTRÁN. 2023. Cuba: biodiversity, conservation and evolution. *Biol. J. Linn. Soc.* 140: 319-322.
- RIVERA, Y. 2013. Anthocerotophyta. Caracterización preliminar. En: GONZÁLEZ-TORRES, L. R., R. RANKIN, R. RODRÍGUEZ, A. T. LEIVA, D. BARRIOS & A. PALMAROLA (eds.), *Categorización preliminar de los taxones de la flora de Cuba-2013*. Bissea 7: 7.
- RODRÍGUEZ, F. 2006. Nuevos logros en el estudio de la pluviosidad en Cuba: Mapa Isoyético para el período 1961-2000. *Voluntad hidráulica* 98: 2-14.
- RUIZ, I. 2017. *Las Áreas Protegidas en Cuba*. Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), La Habana.
- RUIZ-PLACENCIA, I., J. HERNÁNDEZ-ALBERNAS & E. RUIZ-ROJAS. 2019. Catálogo de las áreas Protegidas de Cuba. En: RUIZ, I. (ed.), *Las Áreas Protegidas de Cuba*, pp. 117-371. Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), La Habana.
- SCHOFIELD, W. B. 1985. *Introduction to the Bryology*. Macmillan, Nueva York.
- SÖDERSTRÖM, L., A. HAGBORG, M. VON KONRAT, S. BARTHOLOMEW-BEGAN, ..., & R.-L. ZHU. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59: 1-828.
<https://doi.org/10.3897/phytokeys.59.6261>
- THIERS, B. 2023. Continuously updated. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>. [Acceso: 8 agosto 2023]
- TROPICOS. 2023. Tropicos. org. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://mobot.mobot.org> [Acceso: 8 agosto 2023].
- VANDERPOORTEN, A., B. PAPP & R. GRADSTEIN. 2010. Sampling of bryophytes. En: EYMAN, J., J. DEGREEF, C. HÄUSER, J. C. MONJE, Y. SAMYN & D. VANDENSPIEGEL (eds.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring*, pp. 340-354. ABC Taxa, Bruselas.
- VILLARREAL, J. & B. GOFFINET. 2022. Clasificación of the Phylum Anthocerotophyta Stotl. & Crand.-Stotl. [on-line]. Disponible en: <https://bryology.uconn.edu/classification-hornworts/> [Acceso: agosto 2023].
- VON KONRAT, M., A. HAGBORG, L. SÖDERSTRÖM, M. RENNER & J. MUKE. 2008. Liverworts species diversity and the relationship with Higher taxonomy and Higher Plants. *Fieldiana Botany* 47: 91-104.
<http://dx.doi.org/10.3158/0015-0746-47.1.91>
- ZACHOS, F. E. & J. C. Habel (eds.). 2011. *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas*. Springer Science & Business Media, Nueva York.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5>
- ZANDER, R. H. 1981. Descriptions and illustrations of *Barbula*, *Pseudocrossidium* and *Bryoerythrophyllum* (p.p.) of Mexico. *Cryptogamic: Bryologist and Lichénologist*. 2: 1-22.
- ZANDER, R. H. 1983. A reevaluation of *Neohyophila* Crum (Pottiaceae). *Bryologist* 86: 134-139.
<https://doi.org/10.2307/3243179>
- ZANDER, R. H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of Harsh Environments. *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci* 32: 378.