

BOSQUE NUBLADO, SUS FITOCENOSIS Y VULNERABILIDADES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

CLOUD FOREST, IT'S PHYTOCOENOSES AND VULNERABILITY TAKING ACCOUNT THE CLIMATIC CHANGE

DR. ORLANDO J. REYES-DOMÍNGUEZ E ING. FÉLIX ACOSTA-CANTILLO

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma). José A. Saco 601 esq. a Barnada, C.P. 90 100, Santiago de Cuba, Cuba.
joel@bioeco.cu

RESUMEN

En la Sierra Maestra se encuentran las mayores altitudes del archipiélago cubano, ocupadas por el bosque nublado. Se estudió mediante la metodología de la Escuela Zurich Montpellier, considerándose una nueva clase *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae* con su orden, alianza y tres asociaciones correspondientes. También se investigaron las vulnerabilidades ante el cambio climático.

Palabras claves: Bosque nublado, sintaxonomía, cambio climático, Cuba oriental.

ABSTRACT

The highest mountains of Cuba are found in Sierra Maestra, mainly occupied for the cloud forest. By using the Zurich Montpellier school methodology one new class is described *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae* with the corresponding order, alliance and their three associations. The vulnerability taking account the climatic change was studied too.

Key words: Cloud forest, syntaxonomy, climatic change, Eastern Cuba.

INTRODUCCIÓN

El primero que denominó como bosque nublado a los bosques de las montañas más altas del archipiélago cubano fue Samek (1975). Este calificativo fue posteriormente reconocido por diversos autores. Capote & Berazaín (1984) denominaron con este nombre al bosque existente entre 900 y 1600 msnm. Reyes (2006, 2011-2012) y Reyes & Acosta (2005) describieron su flora y ecología, así como Reyes & Fornaris (2011) y Reyes *et al.* (2011) su funcionamiento. Con anterioridad dicho bosque fue destacado como monte fresco por León (1946) y Samek (1974), y como Elfin forest por Borhidi (1996). Bisse (1988) denominó monte nublado al existente en el macizo del Turquino a más de 1000 msnm.

En este estudio se considera como bosque nublado al descrito por Samek (1975) y Reyes (2006, 2011-2012), que de acuerdo a su estructura y altura puede considerarse como bosque. Reyes *et al.* (2011) lo designaron como subtipo *Cyrilla racemiflora* de los 1500 a los 1700 msnm con predominio de *Cyrilla silvae* y subtipo *Oco tea reticularis* desde esa altitud hasta la cima del Pico Real del Turquino (1972 msnm) debido a la abundancia de dicha especie.

Es ampliamente conocido internacionalmente (Álvarez, Mercadet *et al.*, 2012; Barros *et al.*, 2014; Edenhofer *et al.*, 2014) que el clima en nuestro planeta está cambiando aceleradamente.

En el archipiélago cubano se percibe desde hace años que las sequías se intensifican, que la temperatura aumenta (media 0,9 °C desde mediados del siglo XX a la actualidad) y que el mar se eleva (IPCC, 2014).

El Estado cubano ha tomado medidas para mitigar esos efectos, entre ellos el aumento del área boscosa del 13,4 % en 1959 (Russó Milhet, 2015), a un 31,1 % en 2017 (VII Congreso Forestal de Cuba, 2017), también el Lineamiento 133 y la Tarea Vida indican el tomar medidas contra este desastre ambiental (Citma, 2017).

El objetivo de este trabajo es describir desde el punto de vista fitocenológico el bosque nublado del Parque Nacional La Bayamesa, el más extenso y conservado del archipiélago cubano, así como valorar sus vulnerabilidades ante el cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El bosque nublado se presenta como formación zonal en las áreas más elevadas de la Sierra Maestra, por encima de los 1500 msnm (Reyes, 2006, 2011-2012), territorios que en Cuba se encuentran solamente en ese macizo montañoso. Ocupa rocas del grupo El Cobre, tobas, areniscas tobáceas, etc. (Méndez *et al.*, 1994). El suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado. Según Renda *et al.* (1981) y Renda (1989), el pH en los horizontes superiores es de ácido a muy ácido, alcanza valores de 4,45 a 5,3 en agua y de 3,5 a 4,15 en CLK. El nitrógeno asimilable varía de 0,80 a 11,08 mg/100 g y tiene tendencia a disminuir bruscamente en profundidad. El fósforo está ausente o en trazas; el potasio asimilable fluctúa entre 3,0 y 10 mg/100 g. La CCB (valor de S) es muy baja, generalmente varía entre 1,44 y 5,02 cmol (+) • kg⁻¹, y la CIC (valor de T) de 2,5 a 18,75 cmol (+) • kg⁻¹. En el rango de variación altitudinal de este bosque nublado la temperatura media fluctúa a los 1500 msnm entre 15,2 °C en la ladera norte y 15,5 °C en la vertiente sur, a su vez 14 °C a los 1750 msnm (Montenegro, 1991a). Aunque no existen mediciones directas en el área que ocupa esta fitocenosis, caen alrededor de 2000 mm de lluvia; el período más lluvioso es de abril o mayo hasta octubre, y el menos lluvioso de noviembre

a marzo o abril (Trusov *et al.*, 1983). La humedad relativa media anual se encuentra entre el 85 y 90 %. Es destacable que a los 1500 msnm, a las 13:00 horas es mayor en la ladera sur con un 93 % que en la norte, con un 91,5 %; por el contrario, a las 07:00 horas se produce una situación inversa con un 88 y 91 %, respectivamente en las mismas vertientes anteriormente expuestas (Montenegro, 1991b,c). Las neblinas o nubes orográficas se presentan casi todos los días del año.

Metodología

Los inventarios de vegetación (listas, muestras, relevés), con un área mínima de 625 m², se hicieron por el método de Braun Blanquet (1951). El estudio de la abundancia dominancia, la sociabilidad y las condiciones ecológicas se encuentran en Reyes & Acosta (2011, 2013), por lo que se consideró innecesario exponerlas. La ordenación de los inventarios de vegetación y la separación de las fitocenosis se efectuaron por métodos fitocenológicos; para la combinación característica se consideraron las especies con grados de presencia V y IV (Scamoni & Passarge, 1959, 1963), y para las subasociaciones y variantes las combinaciones diferenciales (Samek, 1973; Mueller-Dombois & Ellemberg, 1974). La categorización y denominación de las fitocenosis se realizó según el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.*, 2000). Para nombrar las especies se siguió la *Flora de Cuba*, vol. 1-5 (León, 1946; León & Alain, 1951, 1953, 1957; Alain, 1964), corregidas por otras publicaciones más modernas (Gutiérrez, 2000; Hagen, 2007; Acevedo & Strong, 2012; Greuter & Rankin, 2016, 2017; Borhidi *et al.*, 2017; Sánchez, 2017). El nombre completo de los taxones (género, especie y autor) se encuentra en la *Tabla 1*, como recomienda Weber *et al.* (2000). Solo cuando no se observan en la misma se incluyen en el texto.

En la descripción de los estratos y sinucias se establecieron las siguientes categorías de presencia de las especies (Reyes & Acosta, 2011): constantes, detectadas en el 80 % o más de los inventarios; frecuentes, del 60 al 79 %; menos frecuentes, del 30 al 59 % y ocasionales, del 15 al 29 %. Las especies con valores menores al 15 % no fueron nombradas en la descripción.

En la determinación de las especies características de las unidades superiores a la asociación se utilizó la categorización realizada por Braun Blanquet (1951), también recomendada por Mueller Dombois & Ellemberg (1974) de especies restringidas (fiel), fuertemente asociadas y favorablemente asociadas.

Respecto al análisis de la elevación de la parte baja del bosque nublado bajo el efecto del cambio climático, se tomó el gradiente de disminución de la temperatura determinado por Montenegro (1991a), que es de 0,65 °C por cada 100 m de elevación. Tomando el peor escenario estimado para Cuba de 2,5 °C para 2100 (IPCC, 2014), se dividieron los grados entre el gradiente para obtener el aumento en altitud de dicha parte baja del bosque nublado. Esas cifras se compararon con las obtenidas para la pluvisilva montana de la Sierra de la Gran Piedra utilizando el modelo BC, con superposición del modelo digital del terreno (MDT) con las variantes de incrementos de TRC de GEI de 26 y 85 (Beyris *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al caracterizar el tipo de bosque más elevado del archipiélago cubano se expone el siguiente arreglo fitosociológico:

Clase: *Clethro cubensis-Cyrrilletea silvae* Reyes class nova

Holotypus: *Magnolio cubensis-Cyrrilletea silvae* Reyes ord. nov.

Esta fitocenosis se presenta como formación zonal entre los 800 y los 1972 msnm en la Sierra Maestra. Comprende la pluvisilva montana, el bosque nublado y sus estadios sucesionales avanzados; es muy rica en helechos, musgos y hepáticas. El suelo es Ferralítico Rojo y/o Amarillento Lixiviado sobre rocas del grupo El Cobre; las lluvias varían alrededor de 1600 a 2000 mm; importante es que tiene más de 200 días con nieblas y nubes bajas al año.

Especies características, fuertemente asociadas: *Cyrrilla silvae*, *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis*, *Clethro cubensis*, *Lyonia latifolia*, *Lyonia elliptica*, *Purdiaea stenopetala*, *Miconia pteroclada*, *Persea hypoleuca*, *Myrcia fenziiana*, *Cyathea furfuracea*, *Ixora ferrea*, *Viburnum villosum*, *Clusia tetrastigma*, *C. clusioides*, *Brunellia*

comocladifolia subsp. *cubensis*, *Zeugites americanus*. Favorablemente asociadas: *Guatteria moralesii*, *Palicourea alpina*, *Meriania albiflora*, *Miconia umbellata*, *Graffenrieda rufescens*, *Cinnamomum montanum*, *Hedyosmum grisebachii* y *Arthrostylidium multispicatum*.

Se encontraron dos órdenes:

- *Magnolio cubensis-Cyrrilletea silvae* Reyes ord. nov.
- *Clethro cubensis-Magnolietalia cubensis* Reyes ord. novo.

En este trabajo se estudia solo el primero, pues el segundo se corresponde con la pluvisilva montana.

Orden: *Magnolio cubensis-Cyrrilletea silvae* Reyes ord. nov.

Holotypus: *Magnolio cubensis-Cyrrilletea silvae* Reyes all. nov.

Esta fitocenosis constituye un bosque nublado, subtipo *Cyrrilla racemiflora* (con estadios sucesionales); presenta tres estratos, el arbóreo tiene entre 8 y 15 m con árboles delgados y a veces retorcidos. Es muy rico en helechos arborescentes y en epífitas.

Composición y especies características fuertemente asociadas: *Purdiaea stenopetala*, *Cyrrilla silvae*, *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis*, *Weinmannia pinnata*, *Ditta myricoides*, *Ocotea spathulata*, *Ixora ferrea*, *Lyonia elliptica*, *Morella* (*Myrica*) *cacuminis*, *Henriettea ekmanii*, *Bonania erythrosperma*, *Ageratina paucibracteata*, *Alseodaphnophyllum major*. Favorablemente asociadas: *Clusia clusioides*, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis*, *Graffenrieda rufescens*, *Hedyosmum grisebachii*, *Isochilus linearis*, *Cyathea furfuracea*, *Odontosoria uncinella*, *Polybotrya osmundacea*, *Hymenophyllum polyanthos*, *Trichomanes robustum*.

El suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado, oligotrófico, la capa húmica es de gran espesor, con una estera radical muy desarrollada, donde se produce el reciclaje de los nutrientes. Se desarrolla como formación zonal en la Sierra Maestra a más de 1500 msnm.

Syntaxonomía. Borhidi (1996) extendió a esta zona la clase *Ocoteo-Cyrrilletea racemiflorae* unida con la subregión Sagua Baracoa, donde dicha clase tiene un gran desarrollo. En nuestro

estudio se halló una composición florística diferente, por lo que al comparar las combinaciones características de ambas clases (*Ocoteo-Cyrilletea racemiflorae* con *Clethro cubensis-Cyrilletea silvae*) se apreció que solo había entre el 19,2 % y 20,8 %, respectivamente de similitud. Al comparar las combinaciones características del orden *Ocoteo cuneatae-Magnolietalia cubensis* Borhidi 1996, también ampliado hasta este territorio, con *Magnolio cubensis-Cyrilietalia silvae ord. novo*, se constató que dicha similitud solo alcanza entre el 8,3 y 8,7 %, por lo que se considera que *Ocoteo-Cyrilletea racemiflorae* con su orden *Ocoteo cuneatae-Magnolietalia cubensis* Borhidi 1996 limita su localización solo a Sagua-Baracoa. Esto confirma la validez de la nueva clase, orden y demás fitocenosis.

Alianza: *Magnolio cubensis-Cyrillion silvae* Reyes *all. nov.*

Holotypus: *Purdiaeo stenopetalae-Cyrilletum silvae*.

Con las características del orden.

Asociaciones estudiadas:

- *Purdiaeo stenopetalae-Cyrilletum silvae ass. nov.*
- *Dicranopterido flexuosae-Cyrilletum silvae ass. nov.*
- *Ageratino paucibracteatae-Cyrilletum silvae ass. nov.*

Purdiaeo stenopetalae-Cyrilletum silvae* Reyes & Acosta *ass. nov.

Holotypus: *Tabla 1*, inv. 5.

El estrato arbóreo tiene entre 10 y 15 m de altura y una cobertura entre el 80 y 100 %. Las especies constantes y más abundantes son *Cyrilla silvae*, *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis*, *Clusia clusioides* y *Alsophylla major*. Son también constantes *Ditta myricoides*, *Myrsine coriacea*, *Ixora ferrea*, *Chionanthus domingensis*, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis* y *Weinmannia pinnata*. Con menor frecuencia son también comunes *Cyathea furfuracea*, *Clethra cubensis* y *Henriettea ekmanii*.

El estrato arbustivo cubre entre el 40 y 70 %; la especie más conspicua es *Graffenrieda rufescens*. Son también constantes *Palicourea alpina*, *Cyathea parvula*, *Ilex macfadyenii* subsp. *macfadyenii*, *Viburnum villosum*, *Lyonia elliptica*,

Eugenia laeteviridis y *Purdiaea stenopetala* (*Tabla 1*).

El herbáceo a su vez cubre generalmente entre el 50 y 60 %, ocasionalmente más o menos; las especies más frecuentes son *Hedyosmum grisebachii*, *Lisianthus glandulosus* (abundantes), *Scleria lithosperma*, *Zeugites americanus*, *Ocotea spathulata*, *Ilex* sp., *Callicarpa ferruginea*, y los helechos *Odontosoria scandens*, *Sticherus bifidus* y *Trichomanes robustum*. Se observan de forma más dispersa *Bonania erythrosperma*, *Phaius tankervilliae*, *Campyloneurum phyllitidis*, *Peperomia tenella* y una especie de *Polytrichum*. Este bosque es muy pobre en lianas; algunos helechos con este carácter son nombrados en el estrato herbáceo, sin embargo, es muy rico en epífitas. Entre otras se observan *Isochilus linearis*, *Psychotria greeneana*, *Guzmania monostachya*, *Catopsis* sp., *Polybotrya osmundacea*, *Microgramma lycopodioides*, *Hymenophyllum polyanthos* y un gran número de hepáticas y musgos que tienen localmente una gran abundancia.

Una característica de este bosque son sus bien definidas capas de mantillo. La capa L alcanza alrededor de 2 cm, ocasionalmente más o menos; la F fluctúa entre 1 y 2 cm, y la H constituye una bien desarrollada estera radical de 20 a 30 cm, embebida en una matriz de humus, donde se encuentran las raíces finas y las raicillas; se considera que aquí se produce el ciclo de nutrientes de este conspicuo ecosistema (Reyes *et al.*, 2011). Esta fitocenosis sigue bien la ley de Raunkiaer (1934).

Se observan dos variantes *Henriettea ekmanii* que se presenta en las zonas más altas y típica en que faltan varias especies, incluso *Callicarpa ferruginea* y *Catopsis* cf. *floribunda* que forman parte de la combinación característica, y donde *Purdiaea stenopetala* tiene una mayor cobertura.

Este bosque nublado se estudió desde alrededor de los 1500 msnm hasta la cima del Pico La Bayamesa (1754 msnm), entre el 15-20 de marzo de 2003. Generalmente se presenta en posiciones topográficas abruptas.

De las partes más altas de la Sierra Maestra (Pico Turquino), que se corresponde con el bosque nublado subtipo *Ocotea reticularis*, Borhidi (1996) describió la Clase: *Cyrillo-Weinmannietea*

pinnatae Borhidi 1996, Orden: *Cyrillo-Weinmannietalia pinnatae* Borhidi 1996, Alianza: *Weinmannio pinnatae-Myrsinion microphyllae*

Borhidi & Muñiz 1996, con la asociación *Myrsino microphyllae-Nectandretum reticularis* Borhidi & Muñiz 1996.

Tabla 1. Asociación *Purdiaea stenopetalae-Cyrilletum silvae*

Variantes	<i>Henriettea ekmanii</i>			Típica			Presen
	1	2	3	4	5	6	
Inventarios	1	2	3	4	5	6	
Altitud (m snm)	1754	1610	1640	1690	1540	1520	
Inclinación (grados)	40	25	43	40	45	20	
Exposición	SSW	NE	SW	SSW	S	NNE	
E ₃ - Estrato arbóreo (cobertura %)	100	100	100	100	80	80	
E ₂ - Estrato arbustivo (%)	40	50	40	70	70	70	
E ₁ - Estrato herbáceo (%)	50	60	50	30	80	60	
Nr. de especies	37	41	43	44	42	44	41,8
Combinación característica							
E ₃ - <i>Cyrilla silvae</i> Berazain	4.4	3.1	3.2	4.2	3.2	4.2	V(3-4)
<i>Magnolia cubensis</i> Urb. subsp. <i>cubensis</i>	2.1	3.1	3.1	2.2	1.1	1.1	V(1-3)
<i>Clusia clusioides</i> (Griseb.) D'Arcy	+1	+1	1.1	1.1	3.2	3.2	V(+3)
<i>Ditta myricoides</i> Griseb.	+1	r.1	+1	+1	r.1	r.1	V(r-+)
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	+1	1.1	r.1	+1	+1	+1	V(r-1)
<i>Ixora ferrea</i> (Jacq.) Benth.	r.1	2.1	+1	1.1	+1	+1	V(+2)
<i>Chionanthus domingensis</i> Lam.	+1	r.1	+1	+1	+1	+1	V(r-+)
<i>Brunellia comocladifolia</i> subsp. <i>cubensis</i> Cuatrec.	.	+1	r.1	r.1	+1	+1	V(r-+)
<i>Weinmannia pinnata</i> L.	.	r.1	+1	1.1	1.1	1.1	V(+1)
<i>Alsophylla major</i> Caluff & Shelton	2.1	2.2	2.1	1.1	r.1	.	V(r-2)
E ₂ - <i>Graffenrieda rufescens</i> Britton & P. Wilson	3.2	4.2	3.2	4.3	+1	4.2	V(+4)
<i>Purdiaea stenopetala</i> Griseb.	r.1	r.1	r.1	+1	4.2	3.2	V(r-4)
<i>Palicourea alpina</i> (Sw.) DC.	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	V(1-2)
<i>Cyathea parvula</i> (Jenm.) Domin	2.2	2.2	1.2	1.1	+1	1.1	V(+2)
<i>Ilex macfadyenii</i> (Walp.) Rehder subsp. <i>macfadyenii</i>	+1	r.1	+1	+1	+1	+1	V(r-+)
<i>Viburnum villosum</i> Sw.	.	r.1	r.1	+1	r.2	+1	V(r-+)
<i>Lyonia elliptica</i> (Small) Alain	+1	.	+1	+1	1.1	+1	V(+1)
<i>Eugenia laeteviridis</i> Urb.	r.1	+1	r.1	+1	+1	r.1	V(r-+)
E ₁ - <i>Hedyosmum grisebachii</i> Solms	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	r.1	V(r-2)
<i>Lisianthus glandulosus</i> A. Rich.	1.1	.	1.1	1.1	+1	2.2	V(+2)
<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	+2	.	+2	1.2	+2	+2	V(+1)
<i>Zeugites americanus</i> Willd.	1.2	1.2	+2	+2	r.2	+2	V(r-1)
<i>Ilex</i> sp.	+1	.	+1	1.1	+1	r.1	V(r-1)
<i>Odontosoria scandens</i> (Desv.) C. Christ.	r.1	r.1	+1	+1	+1	1.1	V(r-1)
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching	r.1	1.2	1.2	1.2	+2	1.2	V(r-1)
<i>Trichomanes robustum</i> E. Fourn.	.	+2	2.2	2.2	2.2	2.2	V(2)
Ep- <i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R. Br.	+2	+2	.	+2	2.2	1.2	V(+2)

E ₃ - <i>Clethra cubensis</i> A. Rich.	.	.	r.1	r.1	r.1	r.1	IV(r)
<i>Cyathea furfuracea</i> Baker	.	r.1	1.1	1.1	.	r.1	IV(r-1)
E ₂ - <i>Guapira obtusata</i> (Jacq.) Little	.	.	+1	1.1	+1	+1	IV(+1)
E ₁ - <i>Ocotea spathulata</i> Mez.	.	.	+1	+1	r.1	r.1	IV(r+)
<i>Elaphoglossum chartaceum</i> (Baker ex Jenm.) C. Christ.	+2	.	.	r.2	+2	+1	IV(r+)
<i>Callicarpa ferruginea</i> Sw.	r.1	1.1	+1	1.1	.	.	IV(r-1)
Ep- <i>Catopsis</i> cf. <i>floribunda</i> L.B. Sm.	+2	+2	1.2	1.2	.	.	IV(+1)
<i>Combinaciones diferenciales</i>							
E ₃ - <i>Henriettea ekmanii</i> (Urb.) Alain	2.2	1.1	+1	.	.	.	III(+2)
E ₁ - <i>Phaius tankervilleae</i> (Banks) Blume	r.2	+2	1.2	.	.	.	III(r-1)
Ep- <i>Polybotrya osmundacea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	+2	+2	+2	.	.	.	III(+)
E ₁ - <i>Bonania erythrosperma</i> (Griseb.) Benth. & Hook. f. ex B. D. Jacks.	.	1.1	+1	.	.	.	II(+1)
<i>Danaea elliptica</i> Sm.	1.2	1.2	.	.	.	.	II(1)
<i>Koanophyllon</i> sp. 1	.	+1	r.1	.	.	.	II(r+)
Ep- <i>Microgramma lycopodioides</i> (L.) Copel.	1.2	.	+2	.	.	.	II(+1)
E ₁ - <i>Politrichum</i> sp.	.	.	.	2.2	1.2	+2	III(+2)
E ₃ - <i>Lyonia</i> sp.	.	.	.	.	1.1	r.1	II(r-1)
<i>Phoradendron</i> sp.	.	.	.	.	r.2	r.2	II(r)
E ₁ - <i>Vaccinium cubense</i> Griseb.	.	.	.	r.1	.	r.1	II(r)
<i>Koanophyllon</i> sp. 2	.	.	.	+1	+1	.	II(+)
Ep- <i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	.	.	.	+2	.	+2	II(+)
<i>Especies agregadas</i>							
E ₁ - <i>Peperomia tenella</i> A. Dietr.	.	.	+2	+2	r.1	.	III(r+)
<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	.	.	+2	.	3.2	2.2	III(+3)
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	+1	.	.	.	r.2	.	II(r-1)
<i>Odontosoria aculeata</i> (L.) J. Sm.	.	r.1	.	.	.	r.1	II(r)
Ep- <i>Psychotria greeneana</i> Urb.	r.1	.	.	.	.	1.2	II(r-1)
<i>Guzmania monostachya</i> (L.) Rusby ex Mez	.	+2	.	.	1.2	.	II(+1)

Ep: Epífita, E_{1,2,3}: Estratos donde la especie está presente, Presen: Presencia.

Otras especies presentes: Inv. 1. *Guatteria moralesii* (M. Gómez) Urb. +1, *Homolepis glutinosa* (Sw.) Zuloaga & Soderstr. +2, *Plagiochila* sp. 4.3; Inv. 2. *Lobelia assurgens* L. 1.1, *Miconia granulata* (Urb.) Majure & Judd +1, *Prescottia stachyodes* (Sw.) Lindl. r.1, *Ilex* sp. r.1, *Melastomataceae* r.1, *Peperomia spathulata* Ham.+2, *Arthrostylidium multispicatum* Pilg. r.1; Inv. 3. *Vernonia* sp. r.1, *Garrya fadyena* Hook. +1; Inv. 4. *Matayba domingensis* (DC.) Radlk. r.1, *Ageratina paucibracteata* (Alain) R.M. King & H. Robins. +1, *Ichnanthus* sp. r.2^o; Inv. 5. *Meriania albiflora* Carmenate & Michelangeli +1, *Dicranopteris flexuosa* (Shrad.) Underw. 1.2, *Lycopodi-*

um clavatum L. +2; Inv. 6. *Miconia dodecandra* (Desv.) Cogn. r.1, *Pinus maestrensis* Bisse r.1, *Wallenia* sp. r.1, *Tillandsia fasciculata* Sw. r.1

Estadios sucesionales

En la zona correspondiente al bosque nublado se encontraron dos fitocenosis que constituyen estadios sucesionales que son:

Dicranopterido flexuosae-Cyrlletum silvae Reyes & Acosta ass. nov.

Holotypus. Este inventario con 14 especies.

Constituye un matorral nublado situado próximo a la cima del Pico La Bayamesa y fue estudia-

do el 21 de marzo de 2003. El estrato arbustivo es muy disperso, pues cubre alrededor del 30 % y alcanza entre 2 y 2,50 m de altura; excepcionalmente ejemplares aislados llegan a los 3 m. El herbáceo es muy denso (100 %), formando una masa compacta de *Dicranopteris flexuosa*, por lo que se dificulta el andar; tiene además sobre el suelo una masa de partes muertas de la misma planta de alrededor de 30 cm lleno de rizoides.

Estrato arbustivo (E₂): *Cyrilla silvae* 3.1, *Lyonia elliptica* +.1, *Ilex macfadyenii* subsp. *macfadyenii* r.1, *Vaccinium cubense* +.1, *Hedyosmum grisebachii* +.1, *Myrsine coriacea* r.1, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis* r.1, *Ageratina paucibracteata* r.1.

Estrato herbáceo (E₁): *Dicranopteris flexuosa* 5.5, *Lycopodiella cernua* (L.) P. Sermoli 2.2, *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon +.2, *Scleria lithosperma* 1.2, *Lisianthus glandulosus* r.1, *Cyathea parvula* r.1.

El suelo es Ferralítico Amarillento Lixiviado, limoso, muy pobre y ácido, proveniente de tobas y areniscas tobáceas; se encuentra lleno de rizoides de *Dicranopteris flexuosa*. Se encuentra en la exposición noreste, la más afectada por los vientos alisios. Se considera que fue un lugar donde los vientos destruyeron el bosque y luego su continuado efecto ha dificultado su recuperación.

***Ageratina paucibracteatae-Cyrilletum silvae* Reyes & Acosta ass. nov.**

Holotypus. Este inventario con 26 especies.

Matorral nublado antrópico, que fue un bosque nublado desbrozado en 1962 para realizar la triangulación de la Sierra Maestra (estudiado el 21 de marzo de 2003). Este matorral sin estratificación alcanza entre 2 y 3 m de altura, con zonas de un 100 % de cobertura, y la parte visitada tiene plantas dispersas. Es considerado como un estadio sucesional fiero I; su pobre desarrollo en 50 años demuestra la fragilidad del bosque nublado y la lentitud de su recuperación.

E₂ + E₁: *Ageratina paucibracteata* 3.2, *Cyrilla silvae* 3.2, *Lyonia elliptica* +.1, *Purdiaea stenopetala* +.1, *Vaccinium cubense* 2.2, *Morella (Myrica) cacuminis* (Britton & P. Wilson) Berazaín & Falcón +.1, *Morella (Myrica) sp.* +.1, *Myrsine*

coriacea 1.1, *Weinmannia pinnata* +.1, *Cyathea parvula* 1.1, *Alsophylla major* 1.2, *Ilex macfadyenii* subsp. *macfadyenii* +.1, *Brunellia comocladifolia* subsp. *cubensis* +.1, *Garrya fadyena* r.1, *Clusia clusioides* +.1, *Clethra cubensis* r.1, *Viburnum villosum* r.1, *Hedyosmum grisebachii* +.1, *Coccocypselum lanceolatum* 2.2, *Zeugites americanus* 3.2, *Pteridium arachnoideum* 1.2, *Sticherus bifidus* 1.2, *Lycopodium clavatum* 3.2, *Hypericum hypericoides* (L.) Crantz r.1, *Homolepis glutinosa* 1.2, *Scleria lithosperma* +.2.

Se presenta en la cima del Pico La Bayamesa, con 1754 msnm, sobre suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado relativamente erosionado, desarrollado en tobas y areniscas tobáceas. La lluvia alcanza alrededor de 2000 mm y la temperatura media es 14 °C aproximadamente.

En general, en los inventarios estudiados en el bosque nublado se encontraron 44 familias (34 de fanerógamas y 10 de helechos), 70 géneros (56 y 14) y 77 especies (60 y 17), respectivamente. Con relación a las fanerógamas, las familias más prolíficas son *Melastomataceae* (6 géneros y 6 especies), *Rubiaceae* y *Poaceae* (4 y 4), *Asteraceae* (3 y 4), *Orchidaceae* y *Bromeliaceae* (3 y 3).

Es conocido (Reyes *et al.*, 2011) que las condiciones de altitud y su interrelación con la temperatura y la humedad ambiental, la frecuencia casi diaria de las precipitaciones horizontales (nieblas y nubes bajas) (Samek & Travieso, 1968; Boytel, 1972; Hager, 1990), los vientos fuertes, el bajo pH y la elevada oligotrofia del suelo (Renda, 1989) y la intensa radiación solar constituyen tensiones que condicionan la altura, estructura, alta esclerofilia, elevado epifitismo y demás características del bosque nublado. Van Stenis (cit. Leigh, 1982) considera que en bosques de este tipo el crecimiento se atrofia debido a la particular pobreza del suelo.

Debido a la gran masa orgánica y su notable estera radical (13 651,2 g/m²), en ella se produce el ciclo de nutrientes de este conspicuo ecosistema (Reyes & Fornaris, 2011; Reyes *et al.*, 2011). Es decir, este pobre y ácido suelo solo es usado para la fijación de las plantas (raíces gruesas) y prácticamente no participa en su alimentación.

Todas estas condiciones expuestas condicionan la particularidad sintaxonómica de esta fitocenosis, que constituye incluso un orden específico.

Con relación a *Melastomataceae*, la familia más prolífica de este bosque nublado, ya Howard (1968) expuso que en Puerto Rico la misma caracteriza el denominado *elfin forest*.

Vulnerabilidades frente al cambio climático

De los cuatro efectos principales reportados para Cuba por el IPCC (2014), dos afectarán sensiblemente el bosque nublado: el aumento de la temperatura y la pérdida del hábitat; el primero es aquí el fundamental, ya que el segundo es consecuencia del principal.

El aumento de las temperaturas, que se considera puede ser de hasta 2,5 °C en 2100 y tal vez más (IPCC, 2014), puede provocar serios trastornos en este ecosistema. Entre ellos, que al ser el tipo de vegetación con mayor altitud en el archipiélago cubano sus especies no pueden migrar hacia arriba, y gran parte deberán desaparecer cuando las condiciones ambientales las sometan a un estrés intolerable.

Al incrementarse la temperatura, aumentará el déficit de saturación y correspondientemente también la evapotranspiración, con una pérdida sensible de humedad ambiental; disminuirán también las precipitaciones horizontales, nubes bajas o sombra húmeda (Boytel, 1972). Todo ello producirá un estrés hídrico en las plantas y en la estera radical con los proporcionales efectos negativos sobre la biota.

Es conocido que el bosque nublado está sometido a grandes tensiones ambientales (Reyes *et al.*, 2011). En la parte baja del mismo las temperaturas promedios alcanzan poco más de los 15 °C (Montenegro, 1991a), por lo que es el ecosistema cuyos elementos están acostumbrados a las temperaturas relativamente más bajas respecto a otros tipos de vegetación cubanos. Por ello sus componentes son muy sensibles a los aumentos de temperatura.

Infiriendo como el peor escenario cubano el aumento de temperatura de 2,5 °C en 2100, y considerando que se mantiene un gradiente de disminución de temperatura de 0,65 °C/100 m de elevación para la Sierra Maestra (Montenegro, 1991a); el aumento de elevación de la parte baja del bosque nublado (situación actual, 1500 msnm) sería de 383 m, con lo que las condiciones ecológicas de dicha parte baja se producirían a 1944 msnm, es decir, prácticamente la elevación del Pico Turquino. Incluso,

con un aumento medio de 200 m de elevación, esas condiciones se encontrarían a 1700 msnm, desapareciendo prácticamente los bosques de Pico Bayamesa, Pico Maceo y Pico Martí, que son los más elevados fuera del grupo del Turquino; es decir, solo quedaría un pequeño relicto en el grupo expuesto (subtipo *Ocotea reticularis*).

Es preciso puntualizar que los cambios se producirán paulatinamente, con modificaciones taxonómicas a relativamente mediano plazo, cada vez más intensa a medida que aumenta el tiempo de afectación, y estructurales a más largo plazo.

Se considera que las primeras especies afectadas serán las epífilas, las epífitas, las que crecen sobre la hojarasca y las que tienen hojas hipoesclerófilas, como muchos briófitos y helechos epífitos, que incluso aquí crecen sobre el mantillo. Se deduce que en el bosque nublado las especies que serán primeramente afectadas serán *Lisianthus glandulosus*, *Trichomanes robustum*, *Isochilus linearis*, *Elaphoglossum chartaceum*, *Phaius tankervilleae*, *Polybotrya osmundacea*, *Microgramma lycopodioides*, *Hymenophyllum polianthos*, *Zeugites americanus*, *Danaea elliptica*, *Peperomia tenella*, *Peperomia spathulata*, *Coccocypselum lanceolatum*, *Homolepis glutinosa*, *Lobelia assurgens*, *Campiloneurum phyllitidis*, *Henriettea ekmanii*, *Hedyosmum grisebachii*, entre otras.

A medida que se mantiene o acentúa el efecto expuesto, también se causará la pérdida y/o cambios en los microhábitats del bosque debido al aumento de la desecación. Ello producirá afectación a largo plazo de la biota edáfica, fundamentalmente la que participa en la descomposición del mantillo. También habrá desequilibrios en el ecosistema por la pérdida de especies de la cadena trófica dentro del suelo, lo que puede influir incluso en las especies de la superficie. Igualmente puede suceder con los animales, principalmente por el deterioro o disminución de los productores.

Debido al incremento de la temperatura, así como la intensidad y longitud de las sequías, con el consiguiente aumento de la evaporación, se debe producir la disminución y/o pérdida de la estera radical, que como es conocido (Reyes *et al.*, 2011; Reyes y Fornaris, 2011) la vegetación

vive aquí de su propio reciclaje en la misma, lo que provocaría por tanto un cambio insostenible en el régimen nutricional y de absorción del agua del bosque nublado. A su vez, se debe producir un desequilibrio en el proceso normal de descomposición de la materia orgánica. Se ocasionan también cambios profundos en el contenido de carbono de los suelos.

Esencial será la disminución del agua edáfica debido al aumento de la evaporación del agua del suelo y de la estera radical, a causa del incremento de la temperatura y de la frecuencia e intensidad de las sequías, con el consiguiente aumento de la tensión de absorción del agua del suelo por la biota, debido a la acentuación de la presión osmótica de los solutos del suelo. Ello afectaría primeramente a las especies acostumbradas a la baja tensión osmótica.

Habrà un gran deterioro de este ecosistema producto del aumento de los huracanes intensos, debido a que la mayor parte de su enraizamiento se produce en la estera radical, y solo las raíces gruesas de fijación penetran el suelo, lo que producirá la formación de claros debido a la caída de los árboles, lo que originará el desarrollo de procesos sucesionales.

CONCLUSIONES

- La clase *Clethro cubensis-Cyrtiletea silvae* se describe por primera vez.
- El efecto principal del cambio climático sobre el bosque nublado es por el aumento de la temperatura.
- Este bosque nublado es la formación vegetal más amenazada de la Sierra Maestra por el aumento de la temperatura.
- Las primeras especies afectadas por el aumento de la temperatura serán las epífilas, las epífitas y las que crecen sobre la hojarasca.
- El efecto del aumento de la temperatura sobre la estera radical es fundamental para la sobrevivencia de este ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Rodríguez, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Contributions to Botany 98. 1192 p.
- Alain (Hno.). 1964. Flora de Cuba. Vol. 5. Asociación de Estudiantes de Ciencias Biológicas. La Habana. 362 p.
- Álvarez, A.F., et al. 2012. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agroforestales, MINAG. 248 p.
- Barros, V.R., et al. (Edts.). 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II. Contributions to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Beyrís, A., Reyes, O.J., Costa-Acosta, J. 2018. Incremento de la temperatura: Efecto en la pluvisilva montana de la reserva de la biosfera Baconao. En: El cambio climático y la biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba, Proyecto de Programa Nacional. p. 161-169.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico Técnica. 384 p.
- Borhidi, A. 1996. Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. 2 Ed. Budapest. Akadémiai Kiadó. 926 p.
- Borhidi, A., Fernández-Zequeira, M., Oviedo Prieto, R. 2017. Rubiáceas de Cuba. Budapest. Akadémiai Kiadó. 494 p.
- Boytel Yambú, F. 1972. Geografía eólica de Oriente. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 251 p.
- Braun Blanquet, J. 1951. Pflanzensoziologie; Grundzüge der Vegetationskunde. 2 Aufl. Wien.
- Capote, R., Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional (CU) 5(2): 27-75.
- CITMA. 2017. Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Propuestas. Documento del Programa de enfrentamiento al Cambio Climático.
- Congreso Forestal de Cuba (VII). 2017. En: Convención Internacional Agroforestal (INAF). La Habana, 12-16 Junio de 2017.
- Edenhofer, O., et al. 2014. Mitigation of climate change. Working Group III. Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Greuter, W., Rankin Rodríguez, R. 2016. Espermatófitos de Cuba. Inventario preliminar. Botanischer Garten, Botanisches Museum Berlin-Dahlem & Jardín Botánico Nacional Universidad de La Habana. 398 p.
- Greuter, W., Rankin Rodríguez, R. 2017. Vascular plants of Cuba. A preliminary checklist. Second, updated Edition of The Spermatophyte of Cuba, with Pteridophyte added. Botanischer Garten - Botanisches Museum Berlin-Dahlem & Jardín Botánico Nacional, Universidad de la Habana. 444 p.
- Gutiérrez, J.E. 2000. Flacourtiaceae. En: Greuter, W. Manitz, H. & Rankin Rodríguez, R. (eds.). Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares. Fascículo 5(1). Ed. Koeltz Scientific Books, Königstein. 76 p.
- Hagen, S. 2007. Orchidaceae-II. Pleurothallidinae, 1. En: Greuter, W., Rankin Rodríguez, R. & Manitz, H. (Eds.). Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares. Fascículo 12(2). Ed. Koeltz Scientific Books. Königstein. 149 p.
- Hager, J. 1990. Flora y vegetación de Loma Quita Espuela: Restos de la vegetación natural en la parte oriental de la Cordillera Septentrional, República Dominicana. Moscosoa (DO) 6: 99-123.

- Howard, R.A. 1968. The ecology of an elfin forest in Porto Rico: 1. Introduction and composition studies. *Journal of the Arnold Arboretum (US)* 49(4): 381-418.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). 2014. Cuba: Elementos a considerar en el desarrollo de acciones nacionales de enfrentamiento al Cambio Climático. 2015/2030. Borrador 4.2, 15 Septiembre 2014.
- Leigh, R.G. Jr. 1982. Estructura y clima en la pluvisilva tropical. En: *Evolución en los Trópicos*. Smithsonian Tropical Research Institute. p. 161-175.
- León (Hno.). 1946. Flora de Cuba. Vol. 1. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 8, La Habana. 441 p.
- León (Hno.), Alain (Hno.). 1951. Flora de Cuba Vol. 2. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 10, La Habana. 456 p.
- León (Hno.), Alain (Hno.). 1953. Flora de Cuba. Vol. 3. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 13, La Habana. 505 p.
- León (Hno.), Alain (Hno.). 1957. Flora de Cuba. Vol. 4. Contr. Ocas. Museo Historia Natural del Colegio de la Salle, No. 16, La Habana. 556 p.
- Méndez, I. *et al.* 1994. Atlas de rocas de la Sierra Maestra. Empresa Geominera de Oriente. 125 p.
- Montenegro, U. 1991a. Temperatura media anual. En: Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba. Mapa 26. (escala 1,750.000).
- Montenegro, U. 1991b. Humedad relativa media anual a las 13:00 horas. En: Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba. Mapa 28. (escala 1,1.125.000).
- Montenegro, U. 1991c. Humedad relativa media anual a las 07:00 horas. En: Atlas de Santiago de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba. Mapa 42. (escala 1,1.125.000).
- Mueller-Dombois, D., Ellemberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons Ed. 547 p.
- Raunkiaer, C. 1934. The Life Forms of Plant and Statistical Plant Geography. USA. Oxford University. 632 p.
- Renda, A. 1989. Particularidades edafológica-forestales de la región central de la Sierra Maestra. 27 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)—ISCA (Instituto Superior de Ciencias Agrícolas).
- Renda, A. *et al.* 1981. Estudio edafológico, fisiográfico y agrisilvicultural de la Sierra Maestra, municipio Guisa. La Habana. Centro Investigación Forestal. 90 p.
- Reyes, O.J. 2006. Clasificación de la vegetación de la Sierra Maestra. Biodiversidad de Cuba Oriental, Vol. VIII. Editorial Academia. p. 23-41.
- Reyes, O.J. 2011-2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional (CU)* (32-33): 59-71.
- Reyes, O.J., Acosta Cantillo, F. 2005. Vegetation. Cuba: La Bayamesa National Park. In: *Rapid Biological Inventories*: 13. D. Maceira, A. Fong, W.S. Alverson & T. Wachter, Eds. p. 43 – 50 y Appendix 1, p. 150 – 161.
- Reyes, O.J., Acosta Cantillo, F. 2011. Fitocenosis en los bosques semidecíduos de Sabana y Maisí, Guantánamo, Cuba Oriental. *Caldasia (CO)* 33(2): 507-518.
- Reyes, O.J., Acosta Cantillo, F. 2013. Fitocenosis en los mogotes de la Gran Meseta de Guantánamo, Cuba Oriental. *Caldasia (CO)* 35(1): 135-147.
- Reyes, O.J., Fornaris, E. 2011. Características funcionales de los principales bosques de Cuba Oriental. *Polibotánica (MX)* 32: 83-99.
- Reyes, O.J., Portuondo, E., Vadel, E., Fornaris, E. 2011. Características fisonómicas y funcionales del bosque nublado de la Sierra Maestra. *Moscossa (DO)* 17: 139-149.
- Russó Milhet, I. 2015. La política forestal en Cuba. *Agricultura Orgánica (CU)* 21(1): 6-7.
- Samek, V. 1973. Pinares de la Sierra de Nipe; Estudio Sinecológico. La Habana. Academia Ciencias Cuba. Serie Forestal 14. 58 p.
- Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. La Habana. Instituto Cubano del Libro. Ciencia y Técnica. 291 p.
- Samek, V. 1975. Hohenstufengliederung der Sierra Maestra (Kuba) und die Vegetation der Supramontanen Stufe. *Archiv Bereich Waldbau-Forstschutz, TU Dresden*.
- Samek, V., Travieso, A. 1968. Clima regiones de Cuba. *Revista Agricultura (CU)* 2: 5-23.
- Sánchez, C. 2017. Lista de los helechos y licófitos de Cuba. *Brittonia*, DOI 10.1007/s12228-017-9485-1. ISSN: 0007-196X (print) ISSN: 1938-436X (electronic, published online 23 June 2017). 24 p.
- Scamoni, A., Passarge, H. 1959. Gedanken zu einer natürlichen Ordnung der Waldgesellschaften. *Archiv Forstwesen (AL)*. 8: 382-426.
- Scamoni, A. & Passarge, H. 1963. Einführung in die praktische Vegetationskunde. 2 Aufl. Jena. 236 p.
- Trusov, I.I., Izquierdo, A., Díaz, L.R. 1983. Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba. *Acad. Cienc. Cuba. La Habana. Instituto de Geografía*. 150 pp. y 10 mapas. (Monografía).
- Weber, H.E., Moravec, J., Theurillat, J.P. 2000. Internacional Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd Edition. *Journal of Vegetation Science (US)* 11: 739-768.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Orlando J. Reyes Domínguez

Ingeniero Agrónomo, Dr. en Ciencias Forestales (Dr. rer. silv.), profesor e investigador titular, ha dirigido proyectos de investigación y tesis de maestría y doctorado, ha publicado y participado en eventos nacionales e internacionales.