



Diversidad vegetal y estado de conservación de dos localidades con parches de vegetación seminatural del municipio Cacocum, Holguín, Cuba

Plant diversity and conservation status of two localities with seminatural vegetation patches of Cacocum municipality, Holguín, Cuba

José Luis Gómez-Hechavarría^{1*}, Jacobo Urbino Rodríguez², Pedro Alejandro González Gutiérrez²

¹ Jardín Botánico de Holguín, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales de Holguín (CISAT), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Holguín, Cuba.

² Departamento de Gestión de Ecosistemas Terrestres, Centro de Investigaciones y Servicios CISAT), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Holguín, Cuba.

*Correspondencia:
dasytropis@gmail.com

Recibido: 10 de agosto de 2023

Aceptado: 28 de noviembre de 2023

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: JLG-H, JUR y PAGG: Igual contribución (conceptualización, validación, análisis formal, investigación, recursos, visualización, redacción del borrador original). Todos los autores participaron en la edición final del documento.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v222e15>

RESUMEN

El municipio Cacocum es uno de los menos explorados de la provincia Holguín desde el punto de vista florístico, debido fundamentalmente a que la vegetación natural prácticamente ha desaparecido como consecuencia de la actividad agrícola y ganadera. Sin embargo, aún persisten parches aislados de vegetación seminatural. Para contribuir a incrementar el conocimiento de la diversidad florística del municipio Cacocum, se exploraron dos localidades con remanentes de vegetación seminatural, Concepción Infante y Melones, donde se confeccionaron listados florísticos y se recolectaron especímenes para depositar en herbarios cubanos. Además, se evaluó el estado de conservación de la vegetación mediante el cálculo de métricas de fragmentación de hábitat y del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. Se registraron 128 táxones, pertenecientes a 100 géneros y 47 familias; entre ellos 16 son endémicos, 11 están amenazados y 14 son exóticos naturalizados, considerados invasores. La α -diversidad fue más elevada en Melones (94 especies) que en Concepción Infante (60 especies), mientras que la β -diversidad entre sitios fue de 0.88. En ambas localidades se observaron indicadores de degradación de la vegetación como pastoreo de ganado vacuno, invasión por especies exóticas y parches de vegetación muy pequeños. Los efectos de la fragmentación fueron más severos en Concepción Infante, localidad con parches proporcionalmente más pequeños, menor diversidad de especies, mayor número de especies invasoras y valores significativamente más bajos del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. A pesar de la antropización sufrida, estos resultados sugieren que ambas localidades pudieran ser manejadas para preservar los valores florísticos que aún poseen.

Palabras clave: distrito fitogeográfico *Cautoense*, endemismo, especies amenazadas, especies invasoras

ABSTRACT

The Cacocum municipality is one of the least explored floristically in the Holguín province, fundamentally because the natural vegetation has practically disappeared as a result of agricultural and livestock activity. However, there are some isolated patches of semi-natural vegetation. To contribute to increasing knowledge of the floristic diversity of the Cacocum municipality, two locations with remnants of semi-natural vegetation were explored, Concepción Infante and Melones, where floristic lists were made and specimens were collected to deposit in Cuban herbaria. In addition, the conservation status of the vegetation was evaluated by calculating habitat fragmentation metrics and the Normalized Difference Vegetation Index. 128 taxa were recorded, belonging to 100 genera and 47 families; among them, 16 are endemic, 11 are threatened and 14 are naturalized exotics, considered invasive. α -diversity was higher in Melones (94 species) than in Concepción Infante (60 species), while β -diversity between sites was 0.88. In both locations, indicators of vegetation degradation such as cattle grazing, invasion by exotic species and very small patches of vegetation were recorded. The effects of fragmentation were more severe in Concepción Infante, a locality with proportionally smaller patches, lower species diversity, a greater number of invasive species and significantly lower values of the Normalized Difference Vegetation Index. Despite the anthropization suffered, these results suggest that both localities could be managed to preserve the floristic values that they still possess.

Keywords: endemism, invasive species, phytogeographic district *Cautoense*, threatened species

INTRODUCCIÓN

La región occidental de la provincia Holguín ha sufrido una intensa antropización por más de 100 años, debido fundamentalmente a la agricultura y ganadería continuada, que la han convertido en una de las zonas más deforestadas de la provincia (Hernández *et al.*, 2014). Por otra parte, esta porción del territorio holguinero carece de ecosistemas con alta riqueza de plantas (e.g., vegetación de mogotes, bosques húmedos y vegetación serpentinícola), motivo por el cual ha sido poco atractiva para estudios de flora y vegetación. No obstante, en algunos municipios de esta parte de la provincia existen localidades con vegetación seminatural, que fueron visitadas en la primera mitad del siglo XX por conocidos botánicos como J. A. Shafer, Erik Leonard Ekman y el hermano León (Kallunki, 1980; González, 2022).

El municipio Cacocum se localiza en el extremo suroccidental de la provincia de Holguín. Tiene una extensión superficial de 662.2 Km², limita al norte con el municipio Holguín, al oeste con Calixto García, al sur con la provincia Granma y al este con el municipio Urbano Noris (ONEI, 2017). Desde el punto de vista fitogeográfico, la región norte del municipio pertenece al distrito *Guaimarensis* y la porción sur al *Cautoense* (Borhidi, 1996). La vegetación natural ha desaparecido casi en su totalidad como consecuencia de la actividad agrícola y ganadera, aunque debido a las características climáticas y edáficas, la formación vegetal potencial debió ser el bosque semideciduo micrófilo (Capote y Berazaín, 1984). No obstante, Borhidi (1996) definió un tipo especial de bosque que crecía en los vertisoles de los grandes valles de los ríos, como el Cauto, que denominó bosque de galería aluvial, y también debió estar representado en este municipio.

Las referencias actuales sobre de la flora de Cacocum se limitan a especies registradas en tratamientos taxonómicos de familias de la flora de Cuba. Algunos ejemplos son: *Rorippa portoricensis* subsp. *pumila* (Rankin y Greuter, 2009), *Caesalpinia bahamensis* subsp. *orientensis*, *Chamaecrista pedicellaris* subsp. *holguinensis* (Barreto, 2013) y *Terminalia catappa* (González Géigel *et al.*, 2018). Por otra parte, existe muy poca literatura publicada referente a las comunidades vegetales y composición florística del distrito fitogeográfico *Cautoense* (Reyes y Acosta, 2007a,b; 2008a,b). Este hecho limita la identificación de los

principales remanentes de vegetación seminatural, su composición florística y estado de conservación, elementos de línea base esenciales para la preservación de los valores florísticos que han persistido a pesar de la fuerte antropización sufrida por esta región.

Para contribuir a suplir los vacíos de información sobre el estado actual de la biodiversidad en el municipio Cacocum y el distrito *Cautoense*, se realizaron exploraciones botánicas en dos localidades con parches de vegetación seminatural, en el marco del Servicio Científico Técnico “Diversidad biológica de la provincia Holguín”. En cada localidad se hicieron listados florísticos donde se cuantificaron los componentes de la diversidad vegetal, se caracterizó la composición florística a través de las familias y géneros más diversos, los niveles de endemismo, así como la identidad de las especies amenazadas de extinción. Además, se evaluó el estado de conservación de los ecosistemas mediante indicadores cualitativos y cuantitativos de diversidad y fragmentación de hábitat. Esta información puede servir de base para trazar estrategias de conservación de la biodiversidad en el municipio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las localidades estudiadas

Las localidades exploradas, Concepción Infante (20.70838888° lat. N, 76.34043111° long. W) y Melones (20.73083305° lat. N, 76.33194732° long. W), se encuentran en el sureste del municipio Cacocum, a una distancia aproximada de 4 Km una de otra (Fig. 1). Según la regionalización físico-geográfica de Mateo y Hernández (2019) forman parte de la Llanura del Cauto. El relieve es muy plano, representado por una llanura aluvial acumulativa, con un descenso ligero de norte a sur, por lo que es común que esta zona registre inundaciones en el periodo lluvioso. La altitud promedio de ambas zonas es de 60 msm (Hernández *et al.*, 2014). En toda la región prospectada aflora la Formación Cauto, constituida por depósitos aluviales de arcillas, limos, arenas, gravas y conglomerados polimícticos del Pleistoceno. Los mismos presentan una estratificación horizontal y que pueden presentar influencia marina en algunas regiones (IGP, 2014). Los suelos son de tipo vertisol crómico, con un drenaje muy deficiente debido al alto contenido de arcillas montmorilloníticas. Se formaron a partir de materiales limo-arcillosos (Corella *et al.*, 2002) y son muy susceptibles a la compactación y a la

salinización (Núñez *et al.*, 2010). El clima es seco, de tipo sabana tropical, con una temperatura media anual de 24 a 26°C y una precipitación inferior a 1000 mm anuales (Pérez e Hidalgo, 2016). En la Estación Meteorológica de Jucarito, la más cercana al área de estudio, en el año 2022 se registró una temperatura máxima media de 32.0°C, una mínima media de 20.7°C, una precipitación total de 1 147.8 mm y una humedad relativa promedio de 77% (ONEI, 2023).

La vegetación natural ha desaparecido casi en su totalidad, actualmente solo persisten fragmentos muy pequeños y aislados de bosques, que todavía mantienen una composición florística representativa. En Concepción Infante la vegetación actual está representada por una sabana con palmas altas y parches de especies leñosas (Fig. 2A). Por su parte, en Melones existe un bosque secundario

sobre suelos temporalmente inundados, rodeado de áreas de pastos y herbazales de zonas inundadas (Fig. 2B,C). Desde el punto de vista fitogeográfico ambas localidades están incluidas en el distrito *Cautoense* de la subprovincia Cuba Central (Borhidi, 1996) (Fig. 1). Las dos localidades fueron seleccionadas de manera intencional ya que poseen parches de vegetación seminatural, en medio de extensas áreas de pastos, de plantaciones de caña de azúcar y de otros cultivos.

Toma de Datos

La localidad Concepción Infante se prospectó en octubre de 2021 y Melones en el mes de enero de 2022. Se utilizó la metodología de inventarios rápidos de biodiversidad (Fong *et al.*, 2005). Para ello, las áreas fueron exploradas a través de transectos de longitud variable, que se establecieron aprovechando

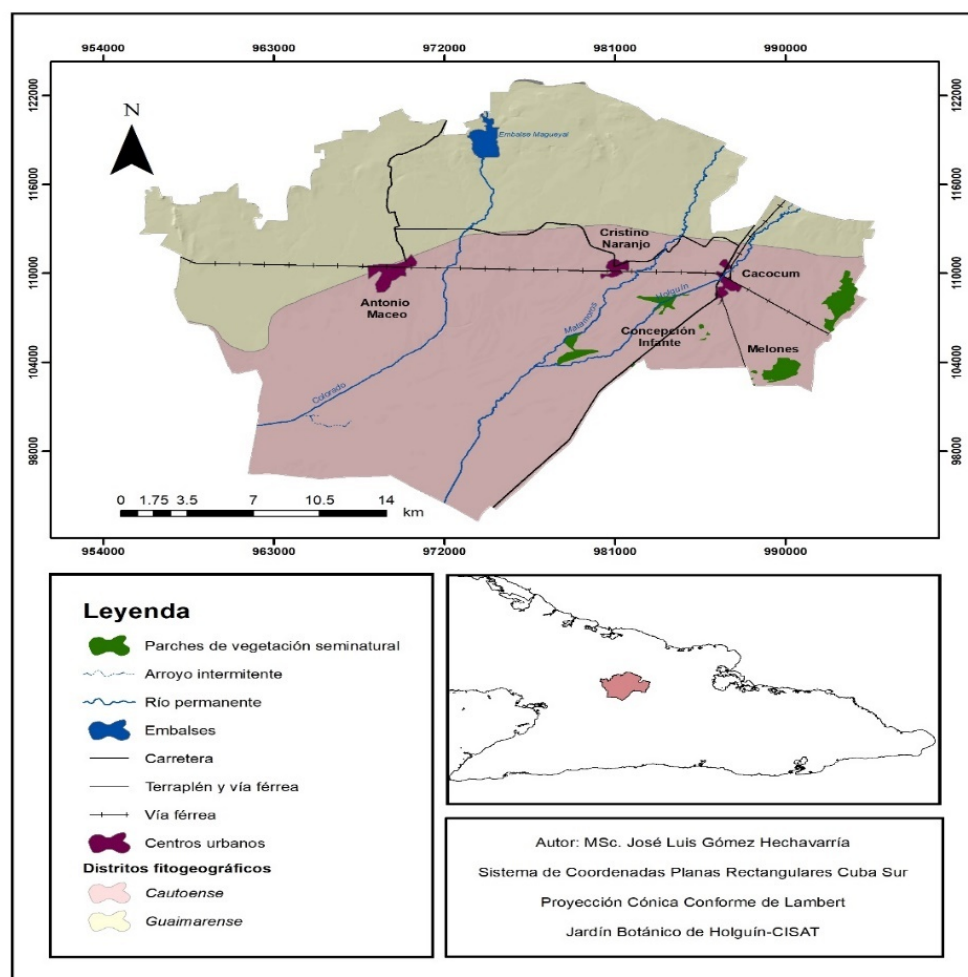


Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades estudiadas.

Figure 1. Geographic location of the studied localities.



Figura 2. Vegetación actual de las localidades estudiadas. A: Sabanas seminaturales con palmas de *Copernicia baileyana* en Concepción Infante. B: Bosque secundario sobre suelos temporalmente inundados en Melones. C: Comunidad acuática de agua dulce en zonas temporalmente inundadas de Melones (Fotos: Pedro A. González Gutiérrez).

Figure 2. Current vegetation of the studied localities. A: Semi-natural savannas with *Copernicia baileyana* palms in Concepción Infante. B: Secondary forest on temporarily flooded soils in Melones. C: Freshwater aquatic community in temporarily flooded areas of Melones (Photos: Pedro A. González Gutiérrez).

la accesibilidad de los caminos existentes. Durante los recorridos se anotaron todos los táxones vegetales observados. La mayoría de las identificaciones se realizaron *in situ*. Las especies dudosas o aquellas de interés por ser poco frecuentes se recolectaron y herborizaron usando las técnicas tradicionales de herborización. Los especímenes recolectados se depositaron en el Herbario del Jardín Botánico de Holguín y del Jardín Botánico Nacional (HAJB). La determinación se realizó usando como literatura básica la Flora de Cuba (León, 1946; León y Alain, 1951; Alain 1953; 1957; 1964), además se consultó

a Beyra (1998), Borhidi *et al.* (2017) y los tratamientos de familias publicados en la “Flora de la República de Cuba”: Bässler (1998), Greuter (2002), Gutiérrez (2002), Méndez (2003), Rankin (2003, 2005), Albert (2005), Areces y Fryxell (2007), Mory (2010), Catasús (2011, 2015), Barreto (2013), Lepper y Gutiérrez (2014), Acevedo (2015), González-Géigel *et al.* (2018), González y Meyer (2019) y Castañeda (2021). La actualización taxonómica de las familias o géneros no publicados en la “Flora de la República de Cuba” se realizó según Greuter y Rankin (2022). La confirmación de los nuevos registros

de especies para la provincia de Holguín se realizó mediante la consulta de las bases de datos de los herbarios del New York Botanical Garden (NY) (<http://sweetgum.nybg.org/science/vh/>) y Estocolmo (S) (<http://herbarium.nrm.se/search/>), donde están depositadas importantes colecciones de plantas cubanas.

La categoría de amenaza se asignó de acuerdo con [González-Torres *et al.* \(2016\)](#). Los nombres vulgares fueron tomados de la literatura empleada para la identificación de las especies y de la obra de [Roig \(1965\)](#). Las especies exóticas invasoras o potencialmente invasoras se clasificaron según los criterios de [González *et al.* \(2009\)](#) y [Oviedo y González-Oliva \(2015\)](#).

Se determinaron los componentes de diversidad vegetal del área estudiada. Como indicador de α -diversidad se utilizó la riqueza de especies de plantas observadas en cada sitio ([Feinsinger, 2004](#)). Se calculó además la β -diversidad según los criterios de [Harrison *et al.* \(2006\)](#), mediante la siguiente fórmula.

$$\beta = 1 - C / (A + B - C)$$

Donde: C es el número de especies compartidas entre ambos sitios de estudio; A es la riqueza de especies en Concepción Infante y B es la riqueza de especies en Melones.

El valor de γ -diversidad se determinó mediante la riqueza total de especies de ambos sitios de estudio ([Feinsinger, 2004](#)).

Estado de conservación de los parches de vegetación

Se evaluó el estado de conservación de los parches de manera cualitativa, teniendo en cuenta indicadores de degradación de la vegetación como: tala, evidencias de pastoreo, dominancia de especies nativas o endémicas en los estratos de vegetación, presencia y abundancia de especies exóticas invasoras. Además, se cuantificaron las siguientes métricas de fragmentación de hábitat: tamaño de los parches de vegetación seminatural, tasa media perímetro-área del parche, porcentaje del paisaje ocupado por parches de vegetación seminatural y distancia media al parche más cercano ([De Luque *et al.*, 2019](#)). Para determinar la superficie de los parches de vegetación seminatural y su fragmentación se cartografiaron los fragmentos de bosque mediante una composición en falso color de las bandas 5 (Infrarrojo cercano), 6 (Infrarrojo de onda corta) y 4 (Rojo) de una imagen Landsat 8, del 11 de marzo de 2023 (descargada en:

<https://earthexplorer.usgs.gov>). Esta composición de bandas permite diferenciar los tipos de cobertura vegetal en una región determinada ([Chuvieco, 2008](#)). El procesamiento de las imágenes se realizó en el programa ArcGis v. 10.4 ([ESRI, 2015](#)). Una vez digitalizados los parches de vegetación seminatural, se calculó el área de los mismos y su perímetro utilizando la calculadora geométrica de ArcGis v.10.4 y se estimó la distancia entre los bordes de los parches más cercanos a través de la herramienta Proximity. La tabla de atributos resultante se exportó a Microsoft Excel para calcular las métricas de fragmentación mencionadas anteriormente.

Adicionalmente, como medida del estado de salud de la cobertura vegetal de las localidades de estudio, se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Para ello se utilizaron las bandas 5 (Infrarrojo cercano) y 4 (Rojo) de una imagen Landsat 8 del 11 de marzo de 2023. Los valores del índice se calcularon con la herramienta Raster Calculator de ArcGis 10.4. Como resultado se obtuvo una imagen en formato ráster del NDVI sobre la que se superpuso una capa de 20 puntos seleccionados al azar en cada localidad. En estos puntos se extrajeron los valores del índice NDVI mediante la herramienta Extraction. Ello permitió obtener los estadísticos de tendencia central y dispersión de dicho índice para cada sitio de estudio. Además, se compararon los valores del índice entre sitios mediante una prueba U de Mann-Whitney, dado que los datos no se ajustaron a una distribución normal ([Zar, 1999](#)). El NDVI oscila entre -1 y 1, valores positivos por encima de 0.3 indican una vegetación heterogénea de alta cobertura y con elevada productividad, mientras que los valores inferiores a 0 son típicos de sitios con suelo desnudo o con vegetación muy abierta o senescente ([Carreira y Niell, 1995](#)). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa Past versión 3.11 ([Hammer, 2015](#)).

RESULTADOS

Composición florística

En toda el área de estudio (Concepción Infante y Melones) se registraron 128 táxones, pertenecientes a 100 géneros y 47 familias; entre ellos 16 son endémicos, 11 están amenazados y 14 son exóticos naturalizados, considerados invasores ([Anexo 1](#)). Las familias más diversas fueron Fabaceae, con 14 especies y Poaceae y Bromeliaceae con ocho táxones respectivamente. Por su parte, los géneros mejor re-

presentados fueron *Tillandsia* (Bromeliaceae) con 7 especies y *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) y *Eugenia* (Myrtaceae) con tres cada uno. Entre las especies observadas se encontraron algunas representativas de áreas costeras con alta salinidad como *Heliotropium curassavicum*, *Sesuvium portulacastrum*, *Rabdadenia biflora* e *Hippomane mancinella*. Además, se destaca el registro de *Eugenia aeruginea* por primera vez para la provincia de Holguín. Se encontraron 16 especies endémicas, que constituyen el 14% de la sumatoria de las especies nativas y endémicas reportadas. La riqueza de endémicos fue mayor en Concepción Infante, con 11 especies, mientras que en Melones se registraron nueve especies. Un total de seis endemismos se distribuyeron en ambas localidades, cinco solo se encontraron en Concepción Infante y tres solo en Melones.

Diversidad de especies

La γ -diversidad de las localidades prospectadas fue de 128 táxones. La α -diversidad fue mayor en Melones donde se registraron 94 especies, mientras que en Concepción Infante se registraron 60 especies. Por otra parte, el valor de β -diversidad fue de 0.88, con solo 27 táxones compartidos entre ambas localidades.

Estado de conservación de las especies

En cuanto al estado de conservación de las especies inventariadas, 11 táxones están amenazados de extinción, seis de los cuales son endémicos. De ellos, uno se considera En Peligro Crítico (CR) [*Sarcomphalus havanensis*], tres En Peligro (EN) [*Copernicia × curbeloi*, *Harrisia fernowii*, *Manilkara jaimiqui* subsp. *wrightiana*], dos Vulnerables (VU) [*Abarema glaucum*, *Albizia berteriana*] y cinco táxones se han categorizado preliminarmente como Amenazados (A). Del resto de las especies nativas y endémicas,

dos se han evaluado como Datos Deficientes (DD) y tres como Casi Amenazadas, mientras que 53 táxones se consideran Preocupación Menor (LC). Un total de 34 táxones no han sido evaluados (NE). La riqueza de especies amenazadas fue similar entre ambas localidades con ocho táxones en Melones y siete en Concepción Infante, cuatro táxones amenazados se detectaron en ambas localidades (**Anexo 1**).

Estado de conservación de los parches de vegetación

En ambas localidades se observó dominancia de especies nativas en los estratos de vegetación y la presencia de especies endémicas. No obstante, se registraron indicadores de degradación como pastoreo de ganado vacuno y discontinuidad en la cobertura de los estratos leñosos de vegetación. Se identificaron 14 especies exóticas naturalizadas, de ellas 10 en Concepción Infante y cuatro en Melones. *Cryptostegia grandiflora* se encontró en las dos localidades. Por otra parte, la tala de especies maderables solo se verificó en Melones.

En ambas localidades la vegetación presentó fragmentación de hábitat (**Tabla 1**). La localidad de Concepción Infante tuvo menor número de parches, pero estos fueron mucho más pequeños que los de Melones (**Fig. 3**). La superficie cubierta por los parches de vegetación seminatural en ambas localidades representó solo 6.43 % de la extensión del paisaje evaluado, siendo muy superior en Melones (6.04%) que en Concepción Infante (0.37%). El aislamiento de los parches, expresado como distancia media al parche vecino más cercano, fue similar en ambas localidades, aunque los parches de Melones tendieron a estar más alejados entre sí en promedio.

Los valores del NDVI variaron entre 0.2 y 0.4 en ambas localidades analizadas (**Fig. 4**). Las diferencias

Tabla 1. Métricas de fragmentación de hábitat en dos remanentes de vegetación seminatural del municipio Cacocum. DE (desviación estándar).

Table 1. Habitat fragmentation metrics in two seminatural vegetation remanent of Cacocum Municipality. SD (standard deviation).

Métrica de fragmentación	Concepción Infante	Melones	Área total
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
Número de parches	3	4	7
Porcentaje del paisaje	0.37	6.04	6.41
Tamaño medio de los parches (ha)	4.59 $\pm$ 2.24	54.76 $\pm$ 103.74	33.26 $\pm$ 78.12
Tasa media Perímetro/Área	0.024 $\pm$ 0.01	0.023 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01
Distancia media al parche más cercano (m)	219.9 $\pm$ 71.62	263.1 $\pm$ 23.1	244.62 $\pm$ 50.11

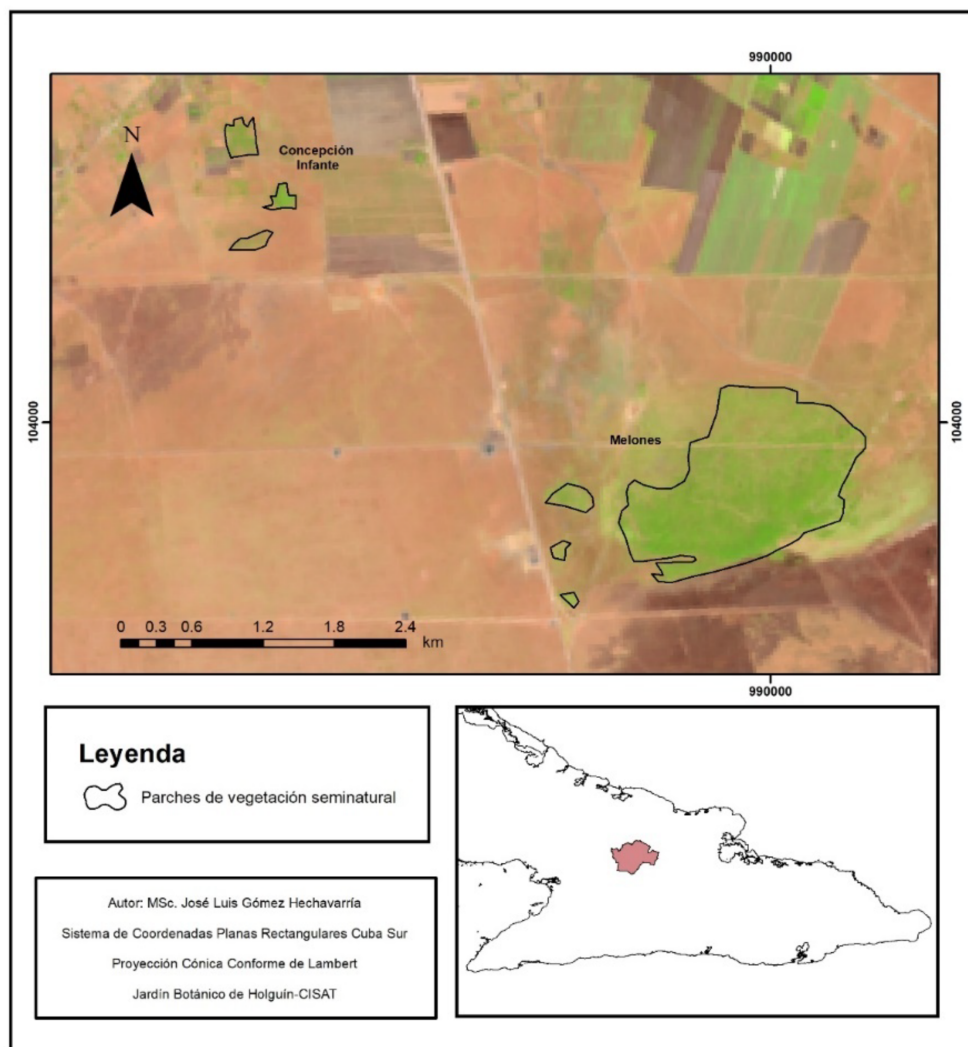


Figura 3. Fragmentos de vegetación seminatural en las localidades estudiadas en el municipio Cacocum.

Figure 3. Seminatural vegetation fragments in the studied localities in the Cacocum Municipality.

entre sitios en los valores de este índice fueron estadísticamente significativas ($U = 79$; $z = -3.2603$; $P = 0.0003$), con un valor medio de 0.29 ± 0.04 en Melones y de 0.23 ± 0.06 en Concepción Infante.

DISCUSIÓN

La composición taxonómica de especies leñosas encontrada en Cacocum se caracteriza por una gran proporción de especies de amplia distribución, incluyendo especies exóticas e invasoras, y un bajo endemismo. Estos resultados fueron similares a los referidos para otras localidades de las llanuras y colinas de la subprovincia Cuba Central (Godínez *et al.*, 2006; González, 2022). Por otra parte, en el área de estudio se registraron algunas especies como *Heliotropium curassavicum*, *Sesuvium*

portulacastrum y *Rabdadenia biflora*, que son típicas de zonas con influencia marina directa, como herbazales halófitos, complejos de vegetación de costa rocosa y arenosa y manglares (Capote y Berazaín, 1984; Borhidi, 1996; Oviedo *et al.*, 2006; Reyes y Acosta, 2007b). La presencia de estas especies indica condiciones de salinidad en el sustrato, a pesar de que ambas localidades están a más de 40 Km de la costa. Este hecho constituye una evidencia del proceso de salinización de los suelos que ha sido documentado en varios estudios en la cuenca del Cauto (Herrera *et al.*, 2009; Núñez *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2013).

El registro de *Hippomane mancinella* también resulta notable, pues hasta el momento, este taxon solo se había observado en localidades de la franja costera de la provincia Holguín, pertenecientes al distrito

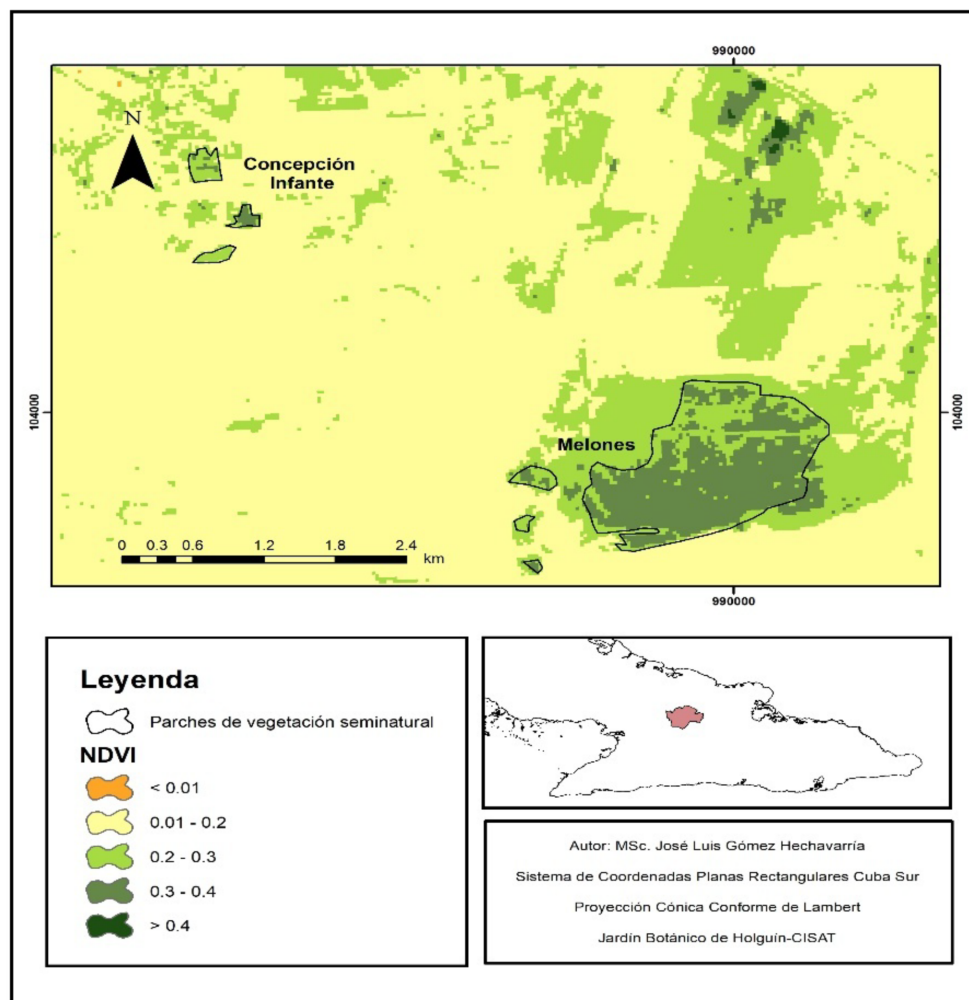


Figura 4. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) obtenido a partir de una imagen Landsat 8 del 11 de marzo de 2023.

Figure 4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) obtained from a Landsat 8 image from March 11, 2023.

fitogeográfico *Gibarensis* (González *et al.*, 2015; 2017). Por su parte, Bisse (1988) menciona a *Hippomane mancinella* como un elemento característico de los montes secos costeros sobre suelo calizo. Probablemente la localidad de Melones esté entre las pocas en Cuba, donde crece esta especie en zonas interiores alejadas de las costas. La persistencia de estas especies costeras en sitios tan alejados del mar probablemente evidencia que la vegetación de la cuenca del Cauto se originó a partir de los remanentes de una antigua línea de costa que existió en la región durante las transgresiones marinas del Pleistoceno (ver Iturralde-Vinent, 2005). Estos elementos costeros han sobrevivido hasta la actualidad debido a la salinidad de los suelos que caracterizan la región (Herrera *et al.*, 2009).

Por otra parte, *Eugenia aeruginea* es una especie con amplia distribución en Las Antillas, América Central y América del Norte (Greuter y Rankin, 2022). Alain (1953) la refiere para la región oriental de Cuba. Sin embargo, no se encontraron referencias de herbario, al consultar las bases de datos de NY y S, de que el taxon fuera colectado con anterioridad en el territorio de la actual provincia de Holguín, lo que permitió confirmar que es un nuevo registro para la provincia.

Las familias mejor representadas en el área de estudio se encuentran entre las más ricas en especies dentro de la flora cubana (Vales *et al.*, 1998; Greuter y Rankin, 2022). En el caso particular de la familia Poaceae la elevada riqueza de especies es un indicador de antropización y se debe a la existencia de áreas de

pastos y vegetación ruderal asociada a los márgenes de caminos y trochas (Barreto *et al.*, 1995; Catasús, 2011; 2015). Por su parte, la elevada diversidad de *Bromeliaceae* resulta llamativa teniendo en cuenta que esta familia está compuesta mayormente por especies epífitas, que tienden a disminuir su diversidad y abundancia en áreas degradadas (Hietz, 1999; Oishi y Doe, 2015). La diversidad de bromeliáceas epífitas en el área se distribuye exclusivamente en el parche de mayor extensión de Melones (Anexo I). Este parche constituye el remanente de un bosque sobre suelos temporalmente inundados, que aún en temporada seca mantiene altos valores de humedad (Borhidi, 1996). Estas condiciones húmedas todo el año, en interacción con la elevada cobertura del dosel, que regula la cantidad de luz que llega al interior del bosque, favorece el crecimiento de las epífitas (Laube y Zotz, 2003). Por otra parte, la diversidad y abundancia de epífitas en Melones es una evidencia de que este fragmento probablemente nunca ha sido completamente talado y por tanto, constituye en auténtico remanente de la vegetación que originalmente debió cubrir la llanura del Cauto. Por otra parte, de los géneros más diversos en el área de estudio, solo *Eugenia* se ha referido entre los más ricos en especies de la Flora de Cuba (Vales *et al.*, 1998).

El porcentaje de endemismo obtenido para los sitios estudiados fue similar al referido para localidades pertenecientes al distrito fitogeográfico *Gibarense* (González *et al.*, 2015; González y Carmenate, 2018), ligeramente más bajo que el estimado recientemente en localidades del distrito *Guaimarense* (González, 2022) y mucho más bajo que el estimado para el distrito *Holguinense* (Gómez-Hechavarría y Cuellar, 2011). El distrito fitogeográfico *Cautoense* es muy pobre en endemismos (Borhidi, 1996) y carece de especies endémicas locales, lo cual responde probablemente a que este territorio emergió recién en el Pleistoceno (Iturralde-Vinent, 2005) y a la carencia de suelos extremos o condiciones climáticas de aridez o exceso de lluvias. Esta combinación de factores no ha favorecido la diversificación de la flora, pues los niveles de diversidad y endemismo vegetal en Cuba están asociados mayormente a territorios antiguos y/o a condiciones ecológicas extremas (Borhidi, 1996; Vales *et al.*, 1998).

La γ -diversidad de los sitios estudiados en el municipio Cacocum fue baja si se compara con otras localidades con vegetación natural y seminatural de la provincia de Holguín, donde en todos los casos

se refieren más de 200 táxones (González *et al.*, 2015; 2017; González y Carmenate, 2018; González, 2022). Estas regiones muestran mayor extensión de vegetación natural y seminatural, lo que pudiera indicar que la pérdida de hábitat por antropización ha incidido en una disminución significativa de diversidad florística en Cacocum. De ser cierta esta hipótesis, los parches actuales serían remanentes depauperados de una vegetación originalmente mucho más rica. Al respecto, Borhidi (1996) planteó que el distrito *Cautoense* posee una flora monótona y pobre en especies, a causa de la influencia humana. Sin embargo, la carencia de estudios que cuantifiquen la diversidad en el distrito *Cautoense* limitan las inferencias que puedan realizarse sobre la riqueza de especies en la vegetación original de la llanura del Cauto (Reyes y Acosta, 2008b). En la teoría ecológica es ampliamente aceptado que la diversidad de especies está positivamente relacionada con la heterogeneidad ambiental (Moser *et al.*, 2005; Stein *et al.*, 2014; Ben-Hur y Kadmon, 2020; van Mazijk *et al.*, 2021). En el área de estudio, las condiciones topográficas, edáfica y climáticas son muy homogéneas, por lo que es probable que la diversidad de especies haya sido más baja en la llanura del Cauto que en otras regiones de la provincia, aún en ausencia de antropización.

Las diferencias observadas en la α -diversidad entre sitios probablemente estén relacionadas con la extensión y calidad del hábitat disponible para los ensambles de especies. En Concepción Infante el número de parches de vegetación fue menor y estos fueron considerablemente más pequeños que en Melones. Ello redundó en menor extensión de hábitat y de menor calidad debido al efecto de borde (Bustamante y Grez, 1995). Otro factor a tener en cuenta es que la heterogeneidad de hábitat es mayor en Melones, donde coexisten parches de bosque rodeados de herbazales de zonas inundadas y pastos, por lo que la vegetación es mucho más variable y compleja estructuralmente. Estos factores propician que haya mayor variedad de hábitats para la colonización de especies que en Concepción Infante, donde solo se observó vegetación de sabana con palmas altas y parches de árboles.

La elevada β -diversidad entre sitios responde probablemente a que ambos remanentes de vegetación se originaron de formaciones vegetales diferentes. La estructura y composición florística de los parches de Melones es muy similar a los bosques de galería aluviales descritos por Borhidi (1996), que según este

autor, se desarrollaban en los valles extensos de los ríos de tierras bajas, como el Cauto. Estos bosques crecían sobre vertisuelos temporalmente inundados o con humedecimiento constante y entre las especies características se encontraban *Terminalia buceras*, *Tabebuia angustata*, *Erythroxylum confusum* y una alta diversidad y abundancia de especies de *Tillandsia* (Borhidi, 1996), tal y como se pudo constatar en el área de estudio. En el caso de Concepción Infante, los suelos no son temporalmente inundados y en la composición florística faltan las especies antes mencionadas. En este sitio abundan *Cordia collococca*, *Guazuma ulmifolia*, *Eugenia monticola*, *Erythroxylum havanense*, cactáceas como *Harrisia fernowii* y palmas de los géneros *Sabal* y *Copernicia*. Esta composición florística es más afín a un bosque semideciduo micrófilo (Capote y Berazaín, 1984; Borhidi, 1996).

A pesar de la antropización que ha tenido lugar en las áreas estudiadas, ambos parches de vegetación todavía sustentan poblaciones de especies amenazadas de extinción. Según observaciones de campo, de las 11 especies con categoría de amenaza referidas, solo *Manilkara jaimiqui* subsp. *wrightiana* posee un número de individuos estimado en más de 20 adultos, en la localidad de Melones. Este sitio, hasta el momento sustenta la población más importante del taxon en la provincia de Holguín, según observaciones personales de los autores. Por tal motivo, Melones constituye un área para la protección *in situ* de esta especie amenazada por la pérdida de hábitat y la tala como árbol maderable. El resto de las especies en riesgo de extinción está representado por poblaciones con muy pocos individuos, que han persistido en los remanentes de vegetación y que requieren de manejo activo de sus poblaciones y hábitats para lograr una conservación efectiva. Ello resulta complicado desde el punto de vista del manejo porque ninguna de las dos áreas prospectadas tiene estatus legal de protección.

Las localidades estudiadas han sufrido un intenso proceso de asimilación socioeconómica por más de 100 años (Hernández *et al.*, 2014) y actualmente muestran un alto nivel de fragmentación y degradación de hábitat. En ambos sitios, el porcentaje que representan los fragmentos de vegetación seminatural respecto a la extensión total del paisaje fue menor de 6%. Este valor fue muy bajo teniendo en cuenta que se recomiendan valores de cobertura de parches superiores al 40% del paisaje, para mantener los procesos ecosistémicos que garanticen la conservación de los

bosques (Arroyo *et al.*, 2020). Por otra parte, ambos parches de vegetación muestran una composición florística heterogénea, con mezcla de táxones nativos, endémicos y exóticos. Además, la cobertura de la vegetación es discontinua, con fragmentos de bosques que alternan con agroecosistemas.

A pesar de que el número de parches, la tasa media perímetro/área y la distancia al parche más cercano fueron similares en ambos sitios; las métricas de tamaño medio de los parches indicaron que Concepción Infante presentó una fragmentación de hábitat más severa que Melones. El tamaño medio de los fragmentos fue muy inferior en Concepción Infante, lo que implica que el efecto de borde ejercido por los agroecosistemas aledaños es mayor. Los fragmentos de vegetación en esta localidad variaron entre 100 y 300 m de ancho, por lo que el efecto de borde incidió negativamente en toda la extensión del parche, dado que la influencia de los bordes es perceptible hasta aproximadamente 100 m del límite entre hábitats (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2019). Ello incrementa la variabilidad microclimática dentro de los fragmentos, con temperaturas más altas y variables, menor humedad relativa y del suelo y mayor cantidad de luz (Riutta *et al.*, 2012). Estas condiciones ecológicas, en interacción con el pequeño tamaño de los parches y a la baja cobertura de especies nativas favorecen la invasión por especies exóticas (Foster *et al.*, 1990; Harrison *et al.*, 2001; Going *et al.*, 2009), tal y como muestran los resultados obtenidos, donde 71.4% de las plantas invasoras se localizaron en Concepción Infante.

Por su parte, los valores del Índice NDVI reflejaron un mejor estado de conservación de los remanentes de Melones que los de Concepción Infante. Los valores significativamente más altos de este índice en Melones indican una elevada cobertura vegetal, con mayor actividad fotosintética y productividad (Cramer *et al.*, 1999). Estas diferencias entre sitios probablemente reflejan disimilitudes estructurales y funcionales en la vegetación como resultado de presiones antrópicas de diferente intensidad. Los resultados obtenidos apoyan lo referido en otros estudios, donde se ha demostrado que los valores del Índice NDVI disminuyen en sitios antropizados respecto a los conservados (Trujillo, 2019). También es probable que las diferencias entre sitios pudieran ser más acentuadas debido a que los valores del índice se calcularon a partir de imágenes obtenidas en el período seco. Durante este período

la vegetación de pastos, integrada mayormente por especies anuales (Borhidi, 1996), experimenta alta mortalidad, lo que provoca una disminución del índice NDVI (Trujillo, 2009). Dado que en Melones la cobertura de pastos fue menor que en Concepción Infante es de esperar que esta localidad presente valores más elevados del NDVI. Debido a que los valores de este índice varían con las estaciones del año, siendo más bajos en la época de seca (Cobos *et al.*, 2016), es probable que las diferencias entre localidades sean menos perceptibles en el período lluvioso, hipótesis que no se comprobó en este estudio.

A partir de los resultados obtenidos se recomienda la protección de los remanentes de vegetación de ambas localidades. La propuesta se fundamenta en que ambos sitios todavía sustentan una representación de la composición florística de la vegetación que originalmente debió cubrir el distrito *Cautoense* y altos valores de β -diversidad. Como acciones de manejo se recomienda incrementar la cobertura de los parches y su conectividad, para aumentar la proporción de bosques en el paisaje y las probabilidades del movimiento de especies a través de la matriz de agroecosistemas. Estas acciones son esenciales para una conservación efectiva de los bosques en un paisaje antropizado (Arroyo *et al.*, 2020). Como elementos de conectividad entre parches se puede fomentar el uso de especies nativas para crear cercas vivas, el arbolado en los parterres y orillas de caminos y la reforestación de los bosques de galería (Arroyo *et al.*, 2020). En ese sentido, la lista taxonómica proporcionada en este estudio puede servir de base para la selección de especies para estrategias de restauración y para la identificación de objetos de conservación. Además, se deben manejar las poblaciones de las especies invasoras más nocivas (e.g., *Cordia obliqua*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium dulce* y *Vachellia farnesiana*), que en el contexto de alta fragmentación presente en el área pueden interferir con la dinámica sucesional de los parches de vegetación. El incremento de la cobertura de bosques en la llanura del Cauto contribuiría a mitigar los efectos del cambio climático que se prevén para esta región, donde se proyecta un aumento de las temperaturas y una disminución de las precipitaciones (Álvarez-Adán *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

Concluimos que la diversidad de especies y endemismo en las localidades estudiadas en el municipio Ca-

cocum fue baja en comparación con otros sitios de la provincia de Holguín. Los valores de α -diversidad fueron mayores en la localidad de Melones debido a la mayor extensión de los parches de vegetación y heterogeneidad de hábitat de esta localidad. La β -diversidad entre sitios fue elevada lo que indica que los remanentes de vegetación actual de Cacocum se originaron a partir de formaciones vegetales distintas. Ambos sitios mostraron efectos negativos de la fragmentación de hábitat, pero estos fueron más severos en Concepción Infante, lo que se infiere a partir de la existencia de parches de vegetación más pequeños, con menor riqueza de especies, mayor número de especies invasoras y valores más bajos del NDVI que en Melones. A pesar de la antropización sufrida por el área, ambos sitios ameritan ser protegidos porque sustentan una flora representativa de las comunidades que debieron existir en llanura del Cauto, incluyendo las poblaciones más importantes dentro de la provincia de la especie amenazada de extinción *Manilkara jaimiqui* subsp. *wrightiana*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la conservación de los remanentes de vegetación de Concepción Infante y Melones como parte de la Estrategia Ambiental del Municipio Cacocum. Además, realizar estudios florísticos de otros parches de vegetación seminatural de la llanura del Cauto y monitorear su dinámica temporal utilizando índices espectrales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó como parte del Servicio Científico Técnico “Diversidad biológica de la provincia Holguín” dirigido por Carlos M. Peña Rodríguez, a quien agradecemos su gestión para poder realizar este trabajo. A su vez, agradecemos a los revisores anónimos del trabajo por la revisión crítica del manuscrito y sus sugerencias. También agradecemos a Ilsa M. Fuentes y Jorge A. Sánchez por la edición del manuscrito y sus acertados comentarios.

LITERATURA CITADA

- Acevedo P. 2015. Sapindaceae. En: Greuter W, Rankin R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 20 (5), Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Alain Hno. 1953. *Flora de Cuba 3. Dicotiledóneas: Malpighiaceae a Myrtaceae*. Contribuciones

- Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". No. 13, La Habana.
- Alain Hno. 1957. *Flora de Cuba 4. Melastomataceae a Plantaginaceae*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". No. 16, La Habana.
- Alain Hno. 1964. *Flora de Cuba 5. Rubiales-Valerianales-Cucurbitales Campanulales-Asterales*. Asociación de Estudiantes de Ciencias Biológicas, La Habana.
- Albert D. 2005. Meliaceae. En: Greuter W, Rankin R. (eds.). *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 10 (5), A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Álvarez-Adán A, Febles G, Díaz L. 2015. La variabilidad climática y análisis de contextos futuros de cambio climático en la cuenca del Cauto. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 16: 107-116.
- Areces Berazaín F, Fryxell PA. 2007. Malvaceae. En: Greuter W, Rankin R. (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 13, A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Arroyo-Rodríguez V, Arasa-Gisbert R, Arce-Peña N, Cervantes-López MJ, Cudney-Valenzuela SJ, Galán-Acedo C, *et al.* 2019. Determinantes de la biodiversidad en paisajes antrópicos: Una revisión teórica. En: Moreno CE. (ed.). *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*, 65-111, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/ Libermex, Ciudad de México.
- Arroyo V, Fahring L, Tabarelli M, Watling JJ, Tischendorf L, Benchimol M, *et al.* 2020. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. *Ecology Letters*. 23: 1404-1420.
- Barreto A, Catasús L, Acosta Z. 1995. *Gramíneas y leguminosas naturales y/o naturalizadas de la provincia de Camagüey, Cuba*. Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana.
- Barreto Valdés A. 2013. Caesalpiniaceae. En: Greuter W, Rankin Rodríguez R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 18, Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Bässler M. 1998. Mimosaceae. *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 2, Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Ben-Hur E, Kadmon R. 2020. Heterogeneity-diversity relationships in sessile organism: a unified framework. *Ecology Letters*. 23: 193-207.
- Beyra A. 1998. Las leguminosas (Fabaceae) de Cuba, II: Tribus Crotalarieae, Aeschynomeneae, Millettieae y Robinieae. *Collectanea Botanica*. 24: 150-332.
- Bisse J. 1988. *Árboles de Cuba*. Editorial Científico-Técnica, La Habana.
- Borhidi A. 1996. *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Borhidi A, Fernández M, Oviedo R. 2017. *Rubiáceas de Cuba*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bustamante R, Grez A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*. 11: 58-63.
- Capote R, Berazaín Iturralde R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 5: 27-75.
- Carreira J, Niell F. 1995. Análisis de componentes principales sobre datos multispectrales "Landsat-TM" e interpretación de cubiertas vegetales en las sierras de Tejeda y Almijara. *Acta Botánica Malacitana*. 20: 153-164.
- Castañeda Noa I. 2021. Polygonaceae. En: Greuter W, Rankin R, González Gutiérrez PA (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 26(3), BGBM Press, Berlín.
- Catasús Guerra L. 2011. Poaceae I (Parte General y Panicoideae). En: Greuter W, Rankin Rodríguez R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 17a, Tomo 1, A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Catasús Guerra L. 2015. Poaceae II (Pharoideae a Chloridoideae). En: Greuter W, Rankin Rodríguez R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 21A. Tomo 1. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Chuvieco E. 2008. *Teledetección Ambiental*. Ariel S.A, Barcelona.
- Cobos ME, Cruz DD, Hernández M. 2016. Análisis multitemporal del Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI) en Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 37: 15-18.
- Corella TR, Andrés M, Taboada mm, Taboada MT. 2002. Principales aspectos edafológicos de la provincia de Holguín (Cuba). Uso y manejo de los suelos. *Cadernos Lab. Xeológico de Laxe Coruña*. 27: 103-115.
- Cramer W, Kicklighter DW, Bondeau A, Moore B, Churkina C, Nemry B, *et al.* 1999. Comparing

- global models of terrestrial net primary productivity (NPP): overview y key results. *Global Change Biology*. 5: 1-15.
- De Luque MA, Pérez YP, Rodríguez YA, Jiménez C. 2019. Análisis del proceso de fragmentación de bosques: metodologías orientadas en el uso de sistemas de información geográfica y métricas del paisaje. *Revista Ciencias Agropecuarias*. 5: 32-42.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2015. ArcGIS Desktop: v 10.4. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Feinsinger P. 2004. *El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad*. Edición FAN, Santa Cruz de la Sierra.
- Fong A, Maceira D, Alverson WS, Wachter T. 2005. *Rapid Biological Inventories: 14. Cuba: Parque "Alejandro de Humboldt"*. The Field Museum, Chicago.
- Foster L, Hamburg SP, Koide R, Mooney HA, Vitousek PM. 1990. Effects of soil resources on plant invasion and community structure in California serpentine grassland. *Ecology*. 71: 478-491.
- Godínez D, Placencia JM, Enríquez N. 2006. Flora y vegetación de Loma La Llagu, cuenca del río San Pedro, Camagüey, Cuba. *Polibotánica*. 21: 123-140.
- Going BM, Hillerislambers J, Levine, JM 2009. Abiotic and biotic resistance to grass invasion in serpentine annual plant communities. *Oecologia*. 159: 839-847.
- Gómez-Hechavarría JL, Cuéllar N. 2011. Flora de las serpentinitas de San Andrés, Holguín, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 111-124.
- González Géigel L, Greuter W, Rankin Rodríguez R. 2018. Combretaceae. En: Greuter W, Rankin Rodríguez R, González Gutiérrez PA (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 23, BGBM Press, Berlín.
- González Gutiérrez PA. 2022. Inventarios florísticos en localidades del municipio Calixto García, provincia Holguín, Cuba. *Acta Botanica Cubana*. 221: <https://cu-id.com/2402/v221e05>.
- González Gutiérrez PA, Carmenate Reyes W. 2018. Inventarios florísticos en localidades de la península El Ramón, Antilla, provincia Holguín, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 39: 59-73.
- González Gutiérrez PA, Gómez-Hechavarría JL, Leyva Bermúdez O, Hernández Y. 2015. Flora de la Reserva Florística Manejada Cabo Lucrecia-Punta de Mulas, Banes, Holguín. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 65-77.
- González Gutiérrez PA, Meyer FK. 2019. Malpighiaceae. En: Greuter W, Rankin Rodríguez R, González Gutiérrez PA (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 24, BGBM Press, Berlín.
- González Gutiérrez PA, Suárez SI, Hechavarría-Schwesinger L, Oviedo R. 2009. Plantas exóticas invasoras o potencialmente invasoras que crecen en ecosistemas naturales o seminaturales de la provincia Holguín, región nororiental de Cuba. *Botanica Complutensis*. 33: 89-103.
- González Gutiérrez PA, Suárez Terán SI, Leyva Bermúdez O, Gómez-Hechavarría J L, Carmenate Reyes W. 2017. Flora y vegetación de la Reserva Ecológica Caletones, Gibara, Holguín, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 38: 15-41.
- González-Torres LR, Palmarola A, González-Oliva L, Bécquer ER, Testé E, Barrios D. 2016. *Lista Roja de la flora de Cuba*. Bissea. 10 (NE1): 1-352.
- Greuter W. 2002. Phytolaccaceae. En: Greuter W. (ed.). *Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares*. Fascículo 6 (3), Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Greuter W, Rankin R. 2022. *Vascular Plants of Cuba A Checklist. Third, updated edition of The Spermatophyta of Cuba*. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. DOI: <https://doi.org/10.3372/cubalist.2022.1>.
- Gutiérrez J. 2002. Sapotaceae. En: Greuter W. (ed.). *Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares*. Fascículo 6 (4), Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Hammer Ø. 2015. *PAST. Paleontological statistics. Version 3.11*. Natural History Museum, University of Oslo.
- Harrison SP, Rice K, Maron, J. 2001. Habitat patchiness promotes invasion by alien grasses on serpentine soils. *Biological Conservation*. 100: 45-53.
- Harrison SP, Davies KF, Safford H, Viers JH. 2006. Beta-diversity and the scale-dependence of productivity-diversity relationship: a test in the Californian serpentine flora. *Journal of Ecology*. 94: 110-117.
- Hernández PL, Guarch J, Sotolongo O. 2014. *Cuba pasaje a la Naturaleza: Holguín*. Editorial Científico-Técnica, La Habana.

- Herrera J, Pujol R, Alarcón R, Espinosa E. 2009. Calidad de las aguas de drenaje procedentes de campos arroceros sobre sauelos salinos en la Cuenca del Cauto. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 18: 14-18.
- Hietz P. 1999. Diversity and conservation of epiphytes in a chaining environment. *Pure and Applied Chemistry*. 70: 1-11.
- IGP (Instituto de Geología y Paleontología). 2014. *Léxico Estratigráfico de Cuba*. Editorial Centro Nacional de Información Geológica, La Habana.
- Iturralde-Vinent MA. 2005. La Paleogeografía del Caribe y sus implicaciones para la Biogeografía histórica. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 49-78.
- Kallunki JA. 1980. Cuban plant collections of J. A. Shafer, N. L. Britton and P. Wilson. *Brittonia*. 32: 397-420.
- León Hno. 1946. *Flora de Cuba 1. Gimnospermas. Monocotiledóneas*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". No. 8, La Habana.
- León Hno, Alain Hno. 1951. *Flora de Cuba 2. Dicotiledóneas: Casuarinaceae a Meliaceae*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". No.10, La Habana.
- Laube S, Zotz G. 2003. Wich abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? *Functional Ecology*. 17: 598-604.
- Lepper L, Gutiérrez Amaro J. 2014. Theophrastaceae. En: Greuter W, Rankin Rodríguez R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 19 (3), Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Mateo JM, Hernández D. 2019. Los mapas de las regiones geográficas de Cuba como vía para la integración de la cartografía geoinformacional y la geoecología. En: Dias S, Salinas E. (eds.) *Cartografía biogeográfica da paisagem*, 89-112, Editorial Tupã, ANAP.
- Méndez I. 2003. Verbenaceae. En: Greuter W. (Ed.). *Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares*. Fascículo 7 (3), A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Mory B. 2010. Celastraceae. En: Greuter W, Rankin Rodríguez R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 16 (1), A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Moser D, Dullinger S, Englisch T, Niklfeld H, Plutzer Ch, Sauberer N, *et al.* 2005. Environmental determinants of vascular plant species richness in the Austrian Alps. *Journal of Biogeography*. 32: 1117-1127.
- Núñez R, López V, Ricardo S, Paz A. 2010. Estudio de la resistencia de penetración de un suelo Vertisol con el uso del penetrómetro de impacto en la localidad de "Antonio Maceo". Cacocum. Holguín. Cuba. *Ciencias Holguín*. 16: 1-9.
- Oishi Y, Doei H. 2015. Changes in epiphyte diversity in declining forest: implications for conservation and restoration. *Landscape and Ecological Engineering*. 11: 283-291.
- ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2017. Anuario Estadístico de Holguín 2016. Edición 2017. http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_provincial/00_holguin.pdf.
- ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2023. Anuario Estadístico de Cuba 2022. Edición 2023. <http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/.pdf>.
- Oviedo Prieto R, González-Oliva L. 2015. Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba-2015. *Bissea*. 9 (NE2): 1-88.
- Oviedo Prieto R, Menéndez L, Guzmán J.M. 2006. Flora asociada a manglares y sus ecotonos. En: Menéndez L, Guzmán J.M (eds.). *Ecosistemas de manglar en el Archipiélago Cubano. Estudios y experiencias enfocados en su gestión*, 44-57, Editorial Academia, La Habana.
- Pérez G, Hidalgo A. 2016. Regionalización climática de la provincia de Holguín. *Revista Cubana de Meteorología*. 22: 39-48.
- Rankin, R. 2003. Polygalaceae. En: Greuter W, Rankin R. (eds.). *Flora de la República de Cuba. Serie A, Plantas Vasculares*. Fascículo 7 (1), A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Rankin, R. 2005. Capparaceae. En: Greuter W, Rankin R. (eds.). *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 10 (1), A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Rankin R, Greuter W. 2009. Brassicaceae. En: Greuter W, Rankin Rodríguez R (eds.), *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares*. Fascículo 15 (4), A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Gómez-Hechavarría *et al.*: Diversidad vegetal y conservación de parches de Cacocum

- Reyes O, Acosta F. 2007a. Principales fitocenosis en el humedal del delta del río Cauto I. Vegetación lacustre y herbazal de humedal. *Foresta Veracruzana*. 9: 15-22.
- Reyes O, Acosta F. 2007b. Principales fitocenosis en el humedal del delta del río Cauto II. Herbazal halófito y manglares. *Foresta Veracruzana*. 9: 1-27.
- Reyes O, Acosta F. 2008a. Principales fitocenosis en el humedal del delta del río Cauto III. Sabana natural precostera. *Foresta Veracruzana*. 10: 1-8.
- Reyes O, Acosta F. 2008b. Principales fitocenosis en el humedal del delta del río Cauto IV. Bosque siempreverde de ciénaga. *Foresta Veracruzana*. 10: 1-8.
- Riutta T, Slade EM, Bebbler DP, Taylor ME, Malhi Y, Riordan P., Macdonald DW, Morecroft MD. 2012. Experimental evidence for the interacting effects of forest edge, moisture and soil macrofauna on leaf litter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*. 49: 124-31.
- Roig JT. 1965. *Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos*. Editora del Consejo de Universidades, La Habana.
- Sánchez Y, Fernández CM, Rothenel S. 2013. Caracterización hidrogeológica del Valle del Cauto, Cuba. *Minería y Geología*. 29: 16-34.
- Stein A, Gerstner K, Kreft H. 2014. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecology Letters*. 17: 866-880.
- Trujillo R. 2019. Respuesta del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) a la actividad antrópica, variabilidad climática y ambiental en bosque de encino. Tesis de Maestría. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C, San Luis Potosí.
- Vales M, Álvarez A, Montes A, Ávila A. 1998. *Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba*. Ed. CECYTA, Madrid.
- van Mazijk R, Cramer MD., Verboom A. 2021. Environmental heterogeneity explains contrasting plant species richness between the South African Cape and southwestern Australia. *Journal of Biogeography* 48: 1875-1888.
- Zar, JH. 1999. Biostatistical analysis. 4th Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

ANEXO

Anexo 1. Táxones registrados en dos localidades de Cacocum, provincia Holguín, Cuba. Categoría de amenaza: A (Amenazada), DD (Datos Deficientes), EN (En Peligro), LC (Preocupación Menor), NE (No Evaluado), NT (Casi Amenazado), VU (Vulnerable). A continuación del nombre científico “***”: significa que el taxon fue recolectado y se dispone de al menos un espécimen en el herbario del Jardín Botánico de Holguín (sin acrónimo). Localidades: CI (Concepción Infante), Me (Melones).

Appendix 1. Recorded taxa in two localities of Cacocum, Holguín province, Cuba. Category of threat: A (Threatened), DD (Deficient data), EN (Endangered), LC (Less concern), NE (Not Evaluated), NT (Near threatened), VU (Vulnerable). After the scientific name “***”: means that the taxon was collected and there is at least one specimen at the herbarium of Botanical Garden of Holguín (without acronym). Localities: CI (Concepción Infante), Me (Melones).

Familias/Especies	Nombre común	Estatus	Categoría de amenaza	Localidad
Acanthaceae				
<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	Banderita	Nativa	LC	Me
<i>Ruellia paniculata</i> L.**		Nativa	LC	Me
Aizoaceae				
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Verdolaga de costa	Nativa	NE	Me
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. ex DC.		Nativa	NE	Me
Anacardiaceae				
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Guao de costa	Nativa	LC	Me
Antirrhinaceae				
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennell	Graciola, Verdolaga de costa	Nativa	NE	Me
Apocynaceae				

Gómez-Hechavarría *et al.*: Diversidad vegetal y conservación de parches de Cacocum

Familias/Especies	Nombre común	Estatus	Categoría de amenaza	Localidad
<i>Cameraria latifolia</i> L.	Maboa	Nativa	NE	Me
<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	Estrella del Norte, Bejuco estrella	Naturalizada		CI, Me
<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schult.	Bejuco revienta chivo	Nativa	NE	Me
<i>Pentalinon luteum</i> (L.) B. F. Hansen & Wunderlin	Curamagüey	Nativa	NE	CI, Me
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L. **	Palo boniato	Nativa	NE	CI, Me
<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Muell. Arg.	Cativo mangle, Clavelitos de manglar	Nativa	NE	Me
Areaceae				
<i>Acrocomia crispa</i> (Kunth) C. F. Baker ex Becc.	Corojo	Endémica	LC	CI
<i>Coccothrinax macroglossa</i> (León) O. Muñiz & Borhidi	Yuraguana	Endémica	LC	CI
<i>Copernicia baileyana</i> León	Yarey hembra	Endémica	LC	CI, Me
<i>Copernicia ×curbeloi</i> León	Yarey de tejer	Endémica	EN	CI
<i>Sabal maritima</i> (Kunth) Burret	Palma cana	Nativa	LC	CI, Me
Asparagaceae				
<i>Asparagus racemosus</i> Willd.	Espárrago	Naturalizada		CI
Asteraceae				
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	Rompesaragüey	Nativa?		Me
<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Yerba de sapo	Nativa	LC	CI, Me
Bignoniaceae				
<i>Crescentia cujete</i> L.	Güira	Nativa?	LC	Me
<i>Tabebuia angustata</i> Britton **	Roble blanco	Nativa	LC	Me
<i>Tabebuia brooksiana</i> Britton **	Roble	Endémica	NT	Me
<i>Tabebuia</i> sp. (taxon híbrido?) **				Me
Boraginaceae				
<i>Bouqueria virgata</i> (Sw.) G. Don. **	Cafecillo, raspalengua	Nativa	A	CI
<i>Cordia collococca</i> L.	Ateje	Nativa	LC	CI
<i>Cordia dentata</i> Poir	Ateje	Nativa	LC	CI
<i>Cordia obliqua</i> Willd.	Uva gomosa, ateje americano	Naturalizada		CI
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Alacrancillo de playa	Nativa	LC	Me
<i>Varronia bullata</i> subsp. <i>globosa</i> (Jacq.) Greuter & R. Rankin	Papita de perro	Nativa	LC	CI
Bromeliaceae				
<i>Bromelia pinguin</i> L.	Maya	Naturalizada		CI
<i>Tillandsia balbisiana</i> J. A. & J. H. Schult.	Curujey	Nativa	LC	Me
<i>Tillandsia clavisipica</i> (Mez) L. Hechavarría & B. Sidoti	Curujey	Nativa	LC	Me
<i>Tillandsia elongata</i> Kunth	Curujey	Nativa		Me
<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.	Curujey	Nativa	LC	Me
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Curujey	Nativa	LC	Me
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Guajaca	Nativa	LC	Me
<i>Tillandsia utriculata</i> L.	Curujey	Nativa	NT	Me

Gómez-Hechavarría *et al.*: Diversidad vegetal y conservación de parches de Cacocum

Familias/Especies	Nombre común	Estatus	Categoría de amenaza	Localidad
Burseraceae				
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Almácigo	Nativa	NE	Me
Cactaceae				
<i>Harrisia fernowii</i> Britton	Jijira, Pitahaya	Endémica	EN	CI, Me
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J. S. Muell.) Stearn	Disciplinilla	Nativa	LC	Me
<i>Selenicereus pteranthus</i> (A. Dietr.) Britton	Pitahaya	Nativa		Me
Canellaceae				
<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	Cúrbana	Nativa	NE	Me
Capparaceae				
<i>Capparis cynophallophora</i> L.	Aceituno	Nativa	LC	Me
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Mostacilla	Nativa	LC	CI, Me
Celastraceae				
<i>Elaeodendron attenuatum</i> A. Rich.	Laurel de costa	Nativa	NE	Me
<i>Hippocratea volubilis</i> L.	Bejuco de vieja	Nativa	NE	Me
Clusiaceae				
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Cupey	Nativa	LC	Me
Combretaceae				
<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Júcaro	Nativa	NE	Me
Commelinaceae				
<i>Commelina erecta</i> L.	Canutillo	Nativa	NE	Me
Convolvulaceae				
<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Campanilla blanca	Nativa?	NE	Me
Cyperaceae				
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.		Nativa		Me
<i>Fimbristylis caroliniana</i> (Lam.) Fernald		Nativa	LC	Me
<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.		Nativa	LC	Me
Ebenaceae				
<i>Diospyros halesioides</i> Griseb.	Ebano blanco	Endémica	A	CI, Me
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	Arabo carbonero	Nativa	LC	Me
<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	Arabo colorado	Nativa	LC	Me
<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Jibá	Nativa	NE	CI
Euphorbiaceae				
<i>Adelia ricinella</i> L.	Jía blanca	Nativa	LC	CI, Me
<i>Hippomane mancinella</i> L. **	Manzanillo	Nativa	LC	Me
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Tua-tua, frailecillo	Nativa	LC	CI
Fabaceae				
<i>Abarema glaucum</i> (Urb.) Barneby & J.W. Grimes	Abey, abey blanco	Nativa	VU	Me
<i>Abrus precatorius</i> L.	Peonía	Naturalizada		CI

Gómez-Hechavarría *et al.*: Diversidad vegetal y conservación de parches de Cacocum

Familias/Especies	Nombre común	Estatus	Categoría de amenaza	Localidad
<i>Albizia berteriana</i> (DC.) Fawc. & Rendle **	Abey blanco	Nativa	VU	CI, Me
<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Brasilete	Nativa	LC	CI, Me
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	Conchita	Nativa	NE	CI, Me
<i>Leucaena leucocephala</i> (L.) de Wit	Aroma blanca	Naturalizada		CI
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Humboldt & al. ex DC. **	Guamá	Nativa	NT	CI
<i>Lonchocarpus blainii</i> C. Wright **	Guamá hediondo	Endémica	A	CI
<i>Lysiloma sabicu</i> Benth.	Sabicú	Nativa	A	Me
<i>Parkinsonia aculeata</i> L. **	Espinillo, junco marino	Naturalizada		CI
<i>Pictetia mucronata</i> (Griseb.) Beyra & Lavin		Endémica	LC	Me
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guinga	Naturalizada		CI
<i>Senna robiniiifolia</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby **	Carbonero	Nativa	LC	CI
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Willd.	Aroma	Naturalizada		CI
Lamiaceae				
<i>Volkameria aculeata</i> L.	Clavellina espinosa	Nativa	NE	CI, Me
Loranthaceae				
<i>Dendropemon purpureus</i> (L.) Krug & Urb.	Palo caballero	Nativa	LC	Me
Malpighiaceae				
<i>Malpighia cubensis</i> Kunth **	Palo bronco	Nativa	LC	CI, Me
<i>Malpighia suberosa</i> Small	Palo bronco	Endémica	LC	CI
<i>Mascagnia lucida</i> (Kunth) W. R. Anderson & C. Davis subsp. <i>lucida</i>	Amansa guapo, bejuco San Pedro	Nativa	NE	CI
<i>Stigmaphyllon microphyllum</i> Griseb.	Bejuco San Pedro	Endémica	A	Me
<i>Stigmaphyllon sagraanum</i> A. Juss.	Bejuco de an Pedro	Nativa	LC	CI, Me
Malvaceae				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásima	Nativa	LC	CI
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodón	Nativa		CI
<i>Kosteletzkya depressa</i> (L.) O.J. Blanch. & al. **	Malva mulata	Nativa	LC	CI, Me
<i>Melochia nodiflora</i> Sw.	Malva colorada	Nativa		CI
Meliaceae				
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Caoba	Nativa	LC	Me
Myrtaceae				
<i>Eugenia aeruginosa</i> DC. **	Comecará	Nativa	NE	CI, Me
<i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd. **	Guairaje	Nativa	LC	CI, Me
<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Guairaje	Nativa	NE	CI, Me
<i>Myrcia neopallens</i> A. R. Lourenço & E. Lucas	Mije	Nativa	NE	Me
<i>Myrcia zuzygium</i> (L.) A. R. Lourenço & E. Lucas	Arraiján blanco	Nativa	NE	Me
Nyctaginaceae				
<i>Guapira discolor</i> (Spreng.) Little	barrehorno	Nativa	NE	Me
<i>Pisonia aculeata</i> L.	Zarza	Nativa	NE	CI, Me
Oleaceae				

Gómez-Hechavarría *et al.*: Diversidad vegetal y conservación de parches de Cacocum

Familias/Especies	Nombre común	Estatus	Categoría de amenaza	Localidad
<i>Forestiera segregata</i> (Jacq.) Krug. & Urb.	Yanilla blanca	Nativa	DD	Me
<i>Jasminum fluminense</i> Vell.	Jazmín de oriza	Naturalizada		CI
Passifloraceae				
<i>Passiflora ciliata</i> var. <i>polyadena</i> Griseb.	Pasionaria hedionda	Endémica		CI, Me
<i>Passiflora suberosa</i> L.	Huevo de gallo, meloncillo	Nativa	LC	Me
Petiveriaceae				
<i>Rivina humilis</i> L.	Coralitos, ojo de ratón	Nativa	LC	CI
Poaceae				
<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus	Yerba de ovejo, camagüeyana	Naturalizada		CI
<i>Chloris barbata</i> Sw.	Barba de indio, pata de gallina	Naturalizada		Me
<i>Chloris sagrana</i> A. Rich. subsp. <i>sagrana</i>		Nativa	NE	Me
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Yerba fina	Naturalizada		Me
<i>Dichanthium caricosum</i> (L.) A. Camus	Jiribilla	Naturalizada		Me
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Cambute, cañamazo amargo	Nativa	NE	Me
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	Pitillo	Nativa	NE	Me
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth.	Gramma de costa	Nativa	NE	Me
Polygalaceae				
<i>Securidaca elliptica</i> Turcz.	Maravedí	Endémica	LC	CI, Me
Polygonaceae				
<i>Coccoloba diversifolia</i> Jacq.	Uvilla	Nativa	LC	Me
<i>Coccoloba praecox</i> C. Wright ex Lindau **	Uverillo	Endémica	LC	CI, Me
<i>Coccoloba</i> sp. (taxon híbrido?)**				CI
Rhamnaceae				
<i>Sarcomphalus havanensis</i> (Kunth.) Griseb. **	Bruja, azofaifa de costa	Nativa	CR	CI, Me
Rubiaceae				
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Bejuco de verraco	Nativa	LC	Me
<i>Erithalis fruticosa</i> L.	Cuaba prieta, vibona	Antillas		Me
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Cigüilla, cuero de sabana	Nativa	LC	CI
<i>Guettarda calyptrata</i> A. Rich.	Cuero de hojas grandes	Endémica	LC	CI
Sapindaceae				
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Palo de caja	Nativa	NE	Me
<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guáranó	Nativa	NE	Me
<i>Serjania subdentata</i> Juss. ex Poir.	Bejuco colorado	Nativa	DD	CI
Sapotaceae				
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. subsp. <i>oliviforme</i>	Caimitillo	Nativa	LC	CI, Me
<i>Manilkara jaimiqui</i> subsp. <i>wrightiana</i> (Pierre) Cronquist **	Acana, Jaimiquí	Endémica	EN	Me
Theophrastaceae				
<i>Jacquinia aculeata</i> (L.) Mez	Espuela de caballero, rosetilla	Nativa	NE	CI, Me
Typhaceae				

Gómez-Hechavarría *et al.*: Diversidad vegetal y conservación de parches de Cacocum

Familias/Especies	Nombre común	Estatus	Categoría de amenaza	Localidad
<i>Typha domingensis</i> Pers.	Macío	Nativa	NE	Me
Verbenaceae				
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Oro azul	Nativa	NE	Me
Viscaceae				
<i>Phoradendron quadrangulare</i> (Kunth) Krug & Urb.	Cepa caballero	Nativa	LC	Me
Vitaceae				
<i>Cissus obovata</i> Vahl	Bejuco uví	Nativa	LC	Me
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	Bejuco uví	Nativa	LC	CI