



Integridad ecológica del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, Cuba: un estudio de caso

Ecological integrity of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres, Cuba: a case study

¹Ilsa M. Fuentes Marrero^{1*}, ²Zenia Acosta Ramos², ¹Claudia Vega-Catalá¹, ¹Manuel Bauzá¹, ¹José Manuel de la Cruz Mora², Yaira López-Hurtado¹, ¹Adonis González Carralero¹, ¹Maike Hernández¹, ¹Karina Velasco¹

RESUMEN

¹Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

²Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, CITMA, Pinar del Río, Cuba.

*Correspondencia: ilsa@ecologia.cu

Recibido: 05 de marzo de 2021

Aceptado: 24 de septiembre de 2021

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: IFM, ZAR y CVC concibieron la idea original. **IMF, ZAR, CVC, MB, JMCM, YLH y AGC** realizaron los muestreos y procesaron los datos presentados. Todos los autores contribuyeron en la redacción, discusión de los resultados y revisión crítica del manuscrito.



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



<http://revistasgeotech.com/index.php/abc/article/view/393>

La integridad ecológica constituye una medida de la viabilidad y la resiliencia de los ecosistemas; su evaluación permite medir la efectividad de la gestión y el manejo en las áreas protegidas. Se realizó la estimación de la integridad ecológica del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, a partir del estudio de cinco objetos de conservación: los pinares de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajalbana, el bosque semideciduo y el ensamblaje de moluscos terrestres del Pan de Guajaibón y el bosque de galería y la población de *Anolis vermiculatus* en San Marcos. Se aplicó la metodología propuesta en el “Manual para evaluar la integridad ecológica en áreas protegidas de ecosistemas de montaña en Cuba”. De los 27 indicadores medidos, 63% se encontraron dentro de un rango aceptable. Los más afectados fueron la clase de diámetros de los árboles de *Pinus* y la mayoría de los indicadores del ensamblaje de moluscos en época de seca. Cuatro de los objetos presentaron un estado de conservación aceptable excepto el ensamblaje de moluscos terrestres del Pan de Guajaibón. De manera general, la integridad ecológica del área protegida es aceptable. Las principales amenazas encontradas fueron la tala selectiva y la presencia de especies invasoras de flora y fauna. El monitoreo periódico de estos indicadores proporcionará información útil para guiar las decisiones de manejo en función de reducir las amenazas y lograr la preservación de la biodiversidad a largo plazo en esta área protegida.

Palabras clave: áreas protegidas, atributos ecológicos clave, indicadores, objetos de conservación

ABSTRACT

Ecological integrity is a measure of the long-term viability and resilience of ecosystems; its evaluation makes it possible to measure the effectiveness and the management in the protected areas. The estimation of the ecological integrity of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres was carried out, based on the study of five conservation targets: Pine forests of *Pinus caribaea* in Sierra de Cajalbana, semi-deciduous forest of the mogote base and the assemblage of terrestrial molluscs in the Pan de Guajaibón and gallery forest and *Anolis vermiculatus* population in San Marcos. The methodology proposed in the “Manual para evaluar la integridad ecológica en áreas protegidas de ecosistemas de montaña en Cuba” was applied. Of the 27 measured indicators, 63% were found within an acceptable range. The most affected were the diameter class of *Pinus* trees and most of the terrestrial molluscs assemblage indicators in the dry season. Four of the conservation targets have an acceptable conservation status except the Pan de Guajaibón terrestrial molluscs assemblage. In general, the ecological integrity of the protected area is acceptable. The main threats found were selective logging and the presence of invasive species of flora and fauna. Regular monitoring of these indicators will provide useful information to guide management decisions in order to reduce threats and achieve long-term preservation of biodiversity in this protected area.

Keywords: conservation targets, indicators, key ecological attributes, protected areas

INTRODUCCIÓN

La ausencia de datos cuantitativos que permitan analizar el estado de conservación de las áreas protegidas constituye una preocupación en el ámbito de la biología de la conservación (Miller, 1980). Por esta razón, han surgido varias herramientas para medir la efectividad de la gestión y el manejo de las áreas protegidas (Hockings, 1998; TNC, 2000). Una de ellas son los métodos de evaluación de la integridad ecológica, mediante los cuales se puede estimar la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos similar a los hábitats naturales (Parrish *et al.*, 2003). Determinar la integridad ecológica de un área protegida, así como su cambio en el tiempo, posibilita evaluar si las medidas de manejo implementadas son efectivas (Tierney *et al.*, 2009; Reza y Abdullah, 2011; SINAC, 2016).

Parrish *et al.* (2003) proponen una metodología que consiste en la evaluación de una serie de componentes, que incluyen la identificación de objetos de conservación, atributos ecológicos clave, indicadores, así como, la calificación de cada objeto de conservación. Los objetos de conservación pueden ser un número limitado de especies, comunidades naturales o sistemas ecológicos, que representan la biodiversidad de un paisaje y reflejan las amenazas del ecosistema. Para evaluar su estado de conservación se identifican una serie de atributos ecológicos clave e indicadores (Komar *et al.*, 2014; Lara y Komar, 2015; Guizada, 2018; Krug, 2018). Los indicadores deberán ser relativamente comunes en el área, identificables, cuantificables, sensibles a factores internos y no deben estar sujetos a manejo (Granizo *et al.*, 2006). Es decir, deben ser elementos de la estructura, composición y función que puedan variar en el tiempo en respuesta a agentes de cambio que afectan al ecosistema monitoreado (Tierney *et al.*, 2009). El análisis de la integridad se basa en que dentro de los atributos existen factores críticos para el mantenimiento de la diversidad biológica y de estar alterados o ausentes el objeto de conservación podría perderse.

En Cuba se cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) desde 1995. Su función principal es la protección de la diversidad biológica, así como el uso racional de los recursos naturales (CNAP, 2013). Sin embargo, la valoración del impacto de las acciones de conservación, sigue siendo uno de los retos más importantes en el manejo de las áreas protegidas. Como

parte del proyecto “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados” se trabaja para determinar valores de integridad ecológica en áreas protegidas de ecosistemas montañosos. El objetivo principal es proveer al SNAP de una herramienta para medir la eficacia de la gestión y combatir las amenazas que afectan a las áreas protegidas. De acuerdo a lo anterior, en el presente trabajo se realizó la estimación de la integridad ecológica del Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) Mil Cumbres, a partir del estudio de cinco objetos de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO Y OBJETOS DE CONSERVACIÓN

El APRM Mil Cumbres cuenta con una superficie de 17 521 ha que se extiende por parte de los municipios La Palma de la provincia de Pinar del Río y Bahía Honda de Artemisa. El área es administrada por la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, perteneciente al Ministerio de la Agricultura. Como áreas núcleos de esta APRM se encuentra el Elemento Natural Destacado (END) Pan de Guajaibón y la Reserva Florística Manejada (RFM) San Marcos (Begué-Quiala *et al.*, 2016).

En el área se definieron cinco objetos de conservación, tres de flora y dos de fauna (Velazco *et al.*, 2021). Su selección se basó en el valor que presentan como especies y comunidades distintivas de la región. Los mismos se describen a continuación:

- Pinares naturales de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajalbana: presentan como especie predominante al pino macho (*Pinus caribaea* Morelet). Los pinares típicos de Cajalbana son únicos en el país en cuanto a su composición florística. A pesar de estar próximos a las alturas de pizarras y arenas blancas, su relación fitogeográfica más estrecha es con los pinares del sur de los Estados Unidos (Samek, 1973).
- Bosque semideciduo de la base de mogote en el END Pan de Guajaibón: El Pan de Guajaibón constituye la elevación más alta del occidente cubano (692 m) y es la única formación de tipo mogotiforme de la Sierra del Rosario. El bosque semideciduo se ubica a lo largo de toda la base norte del mogote. Antes de convertirse en un espacio protegido, fue afectado por diferentes actividades agrícolas (Hernández y Cruz, 2015).

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

- Ensamblaje de moluscos terrestres en el END Pan de Guajaibón: integrado por al menos 49 especies de moluscos, de ellas 15 endémicas locales (Espinosa *et al.*, 2005). Las especies ocupan varios nichos, incluidas petrícolas, arborícolas y terrícolas.
- Bosque de galería en la RFM San Marcos: es una franja de bosque que se extiende a lo largo de ambos lados del río San Marcos. La reserva San Marcos constituye un relicto de los extensos bosques de más de mil hectáreas que se extendían desde el valle de San Juan de Sagua hasta La Mulata. Estos fueron utilizados en su mayoría para realizar diversas actividades agroeconómicas hasta su declaración como espacio protegido dentro del APRM Mil Cumbres en 1980 (Rodríguez, 1999).
- *Anolis vermiculatus* en la RFM San Marcos: es un lagarto endémico de la región de Guaniguanico. Su hábitat se encuentra asociado a cursos de agua (Rodríguez-Schettino *et al.*, 2010). Es conocido como lagarto caimán cubano.

El estudio de los objetos de conservación se realizó en la última semana del mes de octubre de 2019, excepto para el ensamblaje de moluscos terrestres en el END Pan de Guajaibón que tuvo lugar en los meses de febrero, marzo y junio de 2019.

CALIFICACIÓN DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN:

Para cada objeto de conservación se analizaron los atributos ecológicos clave a partir de los indicadores identificados en el Manual para evaluar la integridad ecológica en áreas protegidas de ecosistemas de montaña en Cuba (Velazco *et al.*, 2021) (Tabla 1). Para calificar el estado de conservación de los indicadores se siguió la escala de valoración propuesta por Parrish *et al.* (2003) y Granizo *et al.* (2006). Cada indicador se calificó como: Muy bueno = 4 (se encuentra en un estado ecológicamente deseable), Bueno = 3.5 (se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, y pudiera requerir algún tipo de manejo), Regular = 2.5 (se encuentra fuera del rango de variación aceptable y requiere de manejo), Pobre = 1 (cuando el indicador se mantiene en esta categoría por largo tiempo la restauración ecológica es prácticamente imposible). Los valores obtenidos para los indicadores fueron promediados para obtener la calificación general del objeto de conservación.

Para calificar el estado de cada indicador se reunieron y analizaron los datos de la siguiente manera:

Objetos de conservación de flora

Se delimitaron parcelas fijas en los tres objetos de conservación de flora (Tabla 2). En el pinar y el bosque semidecíduo se ubicaron una y dos parcelas cuadradas respectivamente de 400 m² y en el bosque de galería se ubicaron tres parcelas rectangulares de 200 m². En cada parcela, se identificaron las especies vegetales presentes, se contaron los individuos por especies en los estratos arbóreos y arbustivos. Además, se midió la altura y se contaron los individuos por clases de altura (>20 m, 15-20 m, 14.9-10 m, 9.9-5 m, 4.9-1 m). En el estrato arbóreo se estimó el diámetro de los árboles y se agruparon por clases de diámetros (>20 cm, 20-15 cm, 14.9-10 cm, <10 cm). Para caracterizar el estrato herbáceo, se identificaron y contaron los individuos por especie en cinco sub-parcelas de aproximadamente 1 m² ubicadas cerca de los extremos y en el centro de la parcela. A su vez, se estimó el porcentaje de cobertura del estrato arbóreo de la parcela principal, así como, la cobertura total del bosque semidecíduo y del bosque de galería con mapas satelitales del área de 2019. Todos los datos se tomaron y procesaron según Rodríguez-Cala *et al.* (2021).

Uno de los atributos clave del pinar es la presencia de la bijirita del pinar (*Setophaga pitiophila*). Esta especie, considerada vulnerable, solo habita en pinares del occidente y el oriente de Cuba, así como de Gran Bahama y Ábaco (González *et al.*, 2012). Para estimar su densidad se realizó un transecto por el área y a través de este se establecieron 15 puntos de observación con una distancia mínima de separación de 100 m. Las observaciones se realizaron por cinco minutos en parcelas de 25 m de radio en cada punto. Se llevaron a cabo entre 7:30 am y 11:30 am, horario de mayor actividad de las aves. El día fue soleado, con viento moderado y poca nubosidad (entre 0 y 50%).

Objetos de Conservación de fauna

Para la caracterización de los ensamblajes de moluscos terrestres se empleó la búsqueda visual cualitativa. Se realizó fundamentalmente en los troncos caídos, hojarasca, sobre y debajo de las rocas, grietas en los paredones calizos, ramas y hojas de árboles y arbustos (Hernández *et al.*, 2017). Se realizaron dos transectos de 50 m en la base del Pan de Guajaibón cerca de la localidad conocida como Arroyo Canilla. Los muestreos se realizaron en los meses febrero y marzo (época de seca) y junio (época de lluvia) de 2019, durante la noche,

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Tabla 1. Indicadores de integridad ecológica y sus rangos de variación en los cinco objetos de conservación del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres.
Table 1. Indicators of ecological integrity and their ranges of variation in the five conservation targets of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres.

Objeto de Conservación	Atributo ecológico clave	Indicador	Muy Bien (4)	Bien (3.5)	Regular (2.5)	Pobre (1)
Pinares naturales de <i>Pinus caribaea</i> de la Sierra de Cajalbana	Cobertura	Cobertura del estrato arbóreo	≥60%	40-59%	20-39%	<20%
	Composición	Riqueza de especies nativas (400 m ²)	>35	25-35	15-24	<15
	Estructura	Altura promedio de <i>Pinus</i> en el estrato arbóreo	≥15 m	10-14.9 m	6-9.9 m	<6 m
Bosque semideciduo de la base de mogote en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajabón	Presencia de <i>Strophoga ptyophila</i>	Distribución de clases de diámetros de <i>Pinus</i>	>75% (Ø≥20 cm)	50-75% (Ø≥20 cm)	25-49% (Ø≥20 cm)	<25% (Ø≥20 cm)
	Densidad relativa (ind/ha) de <i>Strophoga ptyophila</i>		> 6	3.1-6	1-3	<1
	Cobertura	Cobertura del estrato arbóreo	≥80%	60-79%	40-59%	<40%
	Composición	Riqueza de especies nativas (400 m ²)	>50	40-50	30-39	<30
		Riqueza de especies exóticas (400 m ²)	0	2	3-5	>5
	Abundancia de especies nativas con respecto a las exóticas	>80%	61-80%	50-60%	<50%	
Ensamblaje de moluscos terrestres del Elemento Natural Destacado Pan de Guajabón	Estructura	Distribución de clases de diámetros de árboles	>75% (Ø≥15 cm)	50-75% (Ø≥15 cm)	25-49% (Ø≥15 cm)	<25% (Ø≥15 cm)
	Hábitat potencial disponible	Porcentaje de cobertura total de bosques	≥80%	60-79%	40-59%	<40%
	Densidad	Cantidad de individuos en transectos de 50 m	>450	301- 450	150-300	<150
	Composición	Riqueza de especies en transectos de 50 m	>35	25-35	15-24	<15
		Abundancia por especie	>15 individuos en más de 36% de las spp.	>15 individuos entre 26-35% de las spp.	>15 individuos entre 15-25% de las spp.	>15 individuos en menos de 15% de las spp.
Bosque de galería en la Reserva Florística Manejada San Marcos	Riqueza de especies exóticas		0	1	2	>2
	Hábitat potencial disponible	Porcentaje de cobertura total de bosques	≥80%	60-79%	40-59%	<40%
	Cobertura	Cobertura del estrato arbóreo	≥80%	60-79%	40-59%	<40%
	Composición	Riqueza de especies nativas (200 m ²)	>30	20-30	10-19	<10
		Riqueza de especies exóticas (200 m ²)	0	2	3-5	>5
	Abundancia de <i>Syzygium jambos</i> (200 m ²)	0	1	2-3	>3	
<i>Anolis vermiculatus</i> en la Reserva Florística Manejada San Marcos	Estructura	Distribución de clases de diámetros de árboles	>75% (Ø≥15 cm)	50-75% (Ø≥15 cm)	25-49% (Ø≥15 cm)	<25% (Ø≥15 cm)
	Hábitat potencial disponible	Porcentaje de cobertura total del bosque de galería	≥80%	60-79%	40-59%	<40%
	Cobertura	Cobertura del estrato arbóreo	≥80%	60-79%	40-59%	<40%
	Composición	Número de individuos/hora	>40	20-40	10-19	<10
	Estructura	Porcentaje de machos	41-60%	31-40% y 61-70%	21-30% y 71-80%	0-20% y 81-100%
	Porcentaje de juveniles	41-60%	21-40% y 61-80%	11-20% y 81-90%	0-10% y 91-100%	
	Porcentaje de cobertura total del bosque de galería	≥80%	60-79%	40-59%	<40%	

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres**Tabla 2.** Localización de las parcelas fijas ubicadas en los tres objetos de conservación de flora en el Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres.**Table 2.** Location of fixed plots inside the three flora conservation targets in the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres.

Localidad	No. Parcela	Lat. N	Long. O
Pinar, Sierra de Cajálbana	1	22.77829	- 83.44105
Bosque semideciduo, Pan de Guajaibón	1	22.78503	- 83.39102
Bosque semideciduo, Pan de Guajaibón	2	22.78438	- 83.39127
Bosque de galería, San Marcos	1	22.80426	- 83.38483
Bosque de galería, San Marcos	2	22.804835	- 83.38431
Bosque de galería, San Marcos	3	22.805749	- 83.38406

momento de mayor actividad de los moluscos terrestres (Cook, 2001). Se determinó la riqueza y abundancia, además, se tomaron datos de presencia de especies exóticas de fauna.

Para caracterizar la población de *Anolis vermiculatus* presente en el bosque de galería del río San Marcos, se realizaron dos transectos lineales de aproximadamente 100 m cada uno en ambas orillas a lo largo del río con 200 m de distancia entre ellos. Los transectos se ubicaron en las siguientes coordenadas: 1 [inicio, (22.803924 N, -83.385071 O), final (22.804931 N, -83.385071 O)], 2 [inicio (22.805951 N, -83.384980 O), final (22.805118 N, -83.385610 O)]. Las observaciones se realizaron entre 9:00 am y 11:00 am. Se tomaron datos del sexo, sustrato, altura de percha y observaciones conductuales. Esta especie presenta dimorfismo sexual evidente lo que permite su identificación a cierta distancia. El día en que se realizaron las observaciones fue soleado, con viento moderado y poca nubosidad (entre 0 y 50%).

ESTIMACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Para estimar la integridad ecológica del área protegida, se calculó el promedio de los valores correspondientes a cada objeto de conservación. Al valor obtenido se le asignó un número del 1 al 5 teniendo en cuenta los siguientes rangos para calificar la integridad ecológica del área según Parrish *et al.* (2003) y SINAC (2016): $\geq 3.75 = 5$ (la integridad ecológica se encuentra en un estado aceptable, requiriéndose poca intervención humana), $3-3.74 = 4$ (la integridad ecológica se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, puede requerirse alguna intervención del hombre), $1.75-2.99 = 3$ (la integridad ecológica se encuentra fuera del rango de variación aceptable y requiere intervención humana), $<1.75 = 2$ (si se permite que la integridad ecológica se mantenga en esta categoría, hará la

restauración del objeto de conservación prácticamente imposible), $0 = 1$ (cuando no se realizó la evaluación).

RESULTADOS

PINARES NATURALES DE *PINUS CARIBAEA* DE LA SIERRA DE CAJÁLBANA

En el pinar de la ladera sur de la Sierra de Cajálbana la cobertura del estrato arbóreo fue de 70%. Se observaron 39 especies vegetales pertenecientes a 30 familias de las cuales 38% fueron endémicas (Anexo 1). El estrato arbóreo estuvo dominado por *Pinus caribaea*, seguido por *Matayba oppositifolia*; en el estrato arbustivo *Eugenia rigidifolia* fue la especie más abundante, seguida por *Copernicia glabrescens*. Todos los individuos de *Pinus caribaea* se agruparon en las tres clases de altura superiores (Anexo 2), la altura promedio fue de 16.6 m. A su vez, se observaron individuos en las cuatro clases de diámetros, 23% presentaron diámetros superiores a los 20 cm (Anexo 3), ninguno sobrepasó los 30 cm de diámetro. El estrato herbáceo fue escaso, solo se detectaron plántulas de *Comocladia dentata*, *Allophylus cominia* y una gramínea no identificada.

Se observaron 16 individuos de la bijirita del pinar (*Setophaga pityophila*), cuatro machos, cinco hembras, cuatro juveniles y tres que no se pudieron identificar. Los individuos siempre estuvieron a gran altura y sobre árboles de pino, la mayor parte del tiempo se observaron alimentándose. La densidad de *S. pityophila* fue de 5.5 ind/ha y se detectó en seis de los 15 puntos de monitoreo.

Según los indicadores de integridad ecológica, el pinar de la Sierra de Cajálbana presentó un estado de conservación aceptable y necesita poca intervención humana para su mantenimiento (Tabla 3). Lo anterior estuvo determinado por una buena cobertura del

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Tabla 3. Calificación de los indicadores de integridad ecológica en los Pinares naturales de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajálbana. 4 (muy bien), 3.5 (bien), 2.5 (regular) y 1 (pobre).

Table 3. Qualification of the ecological integrity indicators in the Natural Pine forests of *Pinus caribaea* in Sierra de Cajálbana. 4 (very good), 3.5 (good), 2.5 (fair) and 1 (poor).

Indicadores	Valor	Calificación
Cobertura	70%	4.0
Riqueza de especies nativas (400 m ²)	39	4.0
Altura promedio de <i>Pinus</i>	16.6 m	4.0
Clases de diámetros de <i>Pinus caribaea</i>	23% > 20 cm de Ø	1.0
Densidad de <i>Setophaga pityophila</i>	5.5 ind/ha	3.5
Promedio		3.3

estrato arbóreo, alta riqueza de especies nativas y una altura adecuada de los pinos en este estrato, así como una densidad de bijirita del pinar aceptable. Solo el indicador de clases de diámetros de *Pinus caribaea* fue pobre.

BOSQUE SEMIDECIDUO DE LA BASE DE MOGOTE EN EL END PAN DE GUAJAIBÓN

En el bosque semideciduo de la base del Pan de Guajaibón la cobertura del estrato arbóreo fue de 80%. En estas se identificaron 54 especies vegetales pertenecientes a 31 familias, de las cuales 7% fueron endémicas y 7% exóticas (Anexo 1); 95% de los individuos observados pertenecieron a especies nativas. El estrato arbóreo no superó los 20 m de altura y la especie más abundante fue *Aiouea montana*. En el estrato arbustivo fueron en orden decreciente de abundancia *Guarea guidonia*, *Cupania juglandifolia*, *Cupania glabra* y *Poeppigia procera* (Anexo 2). Se observaron árboles en las cuatro clases de diámetros. Las especies con mayores diámetros fueron *Cecropia peltata*, *Roystonea regia*, *Bursera simaruba* y la especie exótica *Albizia lebbek*; 48% de los árboles presentaron diámetros superiores a 15 cm (Anexo 3). En el estrato herbáceo se encontraron plántulas de 19 especies, 14 de árboles y arbustos nativos. Las especies dominantes fueron *Guarea guidonia*, *Lasiacis divaricata*, *Nectandra coriacea* y las exóticas *Syzygium jambos* y *Oeceoclades maculata* (Anexo 4). De manera general, el bosque cubre alrededor de 70% del área que presenta este tipo de formación vegetal.

Según los valores de los indicadores de integridad ecológica, el bosque semideciduo de la base de mogote en el Pan de Guajaibón presentó un estado de conservación aceptable y necesita poca intervención humana para su mantenimiento (Tabla 4). La cobertura

arbórea del bosque fue elevada, así como la abundancia de especies nativas. Sin embargo, la riqueza de especies nativas y el diámetro de los árboles fue bajo. Además, el número de especies exóticas fue elevado. En el área se detectaron indicios de tala, la presencia de puercos jíbaros, trillos y áreas con cultivos abandonados de café.

ENSAMBLAJE DE MOLUSCOS TERRESTRES DEL END PAN DE GUAJAIBÓN

Se registraron un total de 16 especies de moluscos terrestres pertenecientes a nueve familias (Anexo 5). El número de individuos por sitio de muestreo fue de 80 y 70 para los meses de febrero y marzo respectivamente, mientras que en junio se observó un total de 399 individuos. La riqueza de especies fue de 11, 16 y 15 respectivamente. Las familias Helicinidae y Annularidae fueron las más abundantes y las especies *Emoda sagraina* y *Viana regina* fueron las de mayor registro de individuos con 180 y 51 ejemplares observados respectivamente (Anexo 5). Durante los muestreos se contaron más de 15 individuos en 17% de las especies en el mes de febrero, en 8% de las especies en el mes de marzo y en 33% de las especies en el mes de junio. Se observaron signos de depredación por ratas en varias conchas recogidas en el área y fueron observados cerdos forrajeando cerca de los sitios de muestreo.

Según los valores de los indicadores de integridad ecológica el ensamblaje de moluscos del Pan de Guajaibón se encontró fuera del rango de variación aceptable y requiere intervención humana para su mejoría (Tabla 5). La mayoría de los indicadores presentaron una valoración de regular o pobre en ambas épocas, aunque la calificación general fue más baja en la época de seca.

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Tabla 4. Calificación de los indicadores de integridad ecológica en el bosque semideciduo de la base de mogote en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón. 4 (muy bien), 3.5 (bien), 2.5 (regular) y 1 (pobre).

Table 4. Qualification of the ecological integrity indicators in the semi-deciduous forest of the mogote base in the Outstanding Natural Element Pan de Guajaibón. 4 (very good), 3.5 (good), 2.5 (fair) and 1 (poor).

Indicadores	Valor	Calificación
Cobertura	80%	4.0
Riqueza de especies nativas (400 m ²)	33	2.5
Riqueza de especies exóticas (400 m ²)	3	2.5
Abundancia de especies nativas/exóticas	95% nativas	4.0
Clases de diámetros de árboles	48% >15 cm de Ø	2.5
Porcentaje de cobertura total de bosques	70%	3.5
Promedio		3.2

Tabla 5. Calificación de los indicadores de integridad ecológica del ensamblaje de moluscos terrestres del Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón. 4 (muy bien), 3.5 (bien), 2.5 (regular) y 1 (pobre).

Table 5. Qualification of the indicators of ecological integrity of the assemblage of terrestrial molluscs of the Outstanding Natural Element Pan de Guajaibón. 4 (very good), 3.5 (good), 2.5 (fair) and 1 (poor).

Indicadores	Época de Seca	Calificación	Época de Lluvia	Calificación
Cantidad de individuos en 50 m	75	1	399	3.5
Riqueza de especies en 50 m	14	1	15	2.5
Abundancia por especies	>15 individuos en 13% de las spp.	1	>15 individuos en 33% de las spp.	3.5
Riqueza de especies exóticas	2	2.5	2	2.5
Porcentaje de cobertura total de bosques	70%	3.5	70%	3.5
Promedio por época		1.8		3.1
Promedio General				2.5

BOSQUE DE GALERÍA EN LA RFM SAN MARCOS

En el bosque de galería del río San Marcos la cobertura del estrato arbóreo fue de 80%. Se identificaron 65 especies vegetales pertenecientes a 41 familias, de las cuales 5% fueron endémicas y 15% exóticas (Anexo 1). Se registraron seis individuos de *Syzygium jambos*, dos adultos y cuatro plántulas. El estrato arbóreo superó los 20 m de altura y las especies más abundantes fueron *Trichospermum lessertianum* y *Cecropia peltata*. Por su parte en el estrato arbustivo dominaron *Pseudolmedia spuria*, *Guarea guidonia*, *Amphitecna latifolia* y *Matayba oppositifolia* (Anexo 2). Se observaron árboles en las cuatro clases de diámetros. La especie más abundante con diámetros superiores a los 20 cm fue *Cecropia peltata*, 32% de los árboles presentaron diámetros superiores a 15 cm (Anexo 3). El estrato herbáceo estuvo conformado por individuos y plántulas de 17 especies, nueve de árboles y arbustos nativos. Las especies dominantes fueron *Lasiacis divaricata* y la especie exótica *Costus spiralis* (Anexo 4). De manera general, el bosque cubre alrededor de 75% del área.

Según los indicadores de integridad ecológica el bosque de galería del río San Marcos presentó un estado de conservación aceptable y necesita poca intervención humana para su mantenimiento (Tabla 6). La cobertura arbórea fue elevada, así como la riqueza de especies nativas. Sin embargo, los indicadores riqueza de especies exóticas, abundancia de *Syzygium jambos* y clases de diámetros de árboles presentaron una calificación de regular.

ANOLIS VERMICULATUS EN LA RFM SAN MARCOS

En el área estudiada se observaron 19 individuos de *Anolis vermiculatus*, la mayoría en ramas de *Exostema longiflorum* (clavellina) o troncos caídos. A excepción de dos machos adultos que se observaron a 2 y 3 m de altura, los demás se encontraron a menos de un metro de altura y de la orilla del río. En el primer transecto se avistaron 13 individuos (5 hembras, 4 machos y 4 juveniles) y en el segundo, seis (1 hembra y 5 machos). En el área de estudio no se observaron indicios de

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Tabla 6. Calificación de los indicadores en el bosque de galería de la Reserva Florística Manejada San Marcos. 4 (muy bien), 3.5 (bien), 2.5 (regular) y 1 (pobre).

Table 6. Qualification of the ecological integrity indicators in the gallery forest of the Managed Floristic Reserve San Marcos. 4 (very good), 3.5 (good), 2.5 (fair) and 1 (poor).

Indicadores	Valor	Calificación
Cobertura	80%	4.0
Riqueza de especies nativas (200 m ²)	28	3.5
Riqueza de especies exóticas (200 m ²)	4	2.5
Abundancia de <i>Syzygium jambos</i> (200 m ²)	2	2.5
Clases de diámetros de árboles	32% > 15 cm de Ø	2.5
Porcentaje de cobertura total del bosque de galería	75%	3.5
Promedio		3.1

Tabla 7. Calificación de los indicadores de integridad ecológica de la población de *Anolis vermiculatus* en la Reserva Florística Manejada San Marcos. 4 (muy bien), 3.5 (bien), 2.5 (regular) y 1 (pobre).

Table 7. Qualification of ecological integrity indicators of the population of *Anolis vermiculatus* in the Managed Floristic Reserve San Marcos. 4 (very good), 3.5 (good), 2.5 (fair) and 1 (poor).

Indicadores	Valor	Calificación
Cobertura arbórea	80%	4.0
Número de individuos/hora	10	2.5
Porcentaje de machos	47%	4.0
Porcentaje de juveniles	21%	3.5
Porcentaje de cobertura total del bosque de galería	75%	3.5
Promedio		3.5

contaminación del río o vegetación deteriorada. El estado actual de la población de *A. vermiculatus* en la RFM San Marcos según los valores de los indicadores presentó una calificación de aceptable (Tabla 7), solamente el número de individuos por hora fue bajo.

EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DEL APRM MIL CUMBRES

Los datos mostraron que 63% de los indicadores se encontraron dentro de un rango aceptable. Los más afectados fueron las clases de diámetros de *Pinus* de la Sierra de Cajalbana, la riqueza de especies, el número y abundancia de individuos del ensamblaje de moluscos terrestres en época de seca en el Pan de Guajaibón. Cuatro objetos tuvieron un estado de conservación aceptable y solo el ensamblaje de moluscos terrestres presentó una baja calificación. El promedio de la calificación de los cinco objetos de conservación fue de 3.12 que equivale a un valor de 4 para toda el área. Según este valor, la integridad ecológica del APRM Mil Cumbres presentó un estado aceptable. Sin embargo,

puede requerirse alguna intervención del hombre para mejorar las calificaciones de varios indicadores y objetos de conservación.

DISCUSIÓN

Este trabajo constituye el primer estudio en Cuba donde se aplicó la metodología inicialmente propuesta por Parrish *et al.* (2003) para estimar la integridad ecológica de un área protegida. La información obtenida es útil para guiar las decisiones de manejo en función de reducir las amenazas y lograr la preservación de la biodiversidad a largo plazo en las áreas protegidas. A su vez, destacó la necesidad de disponer de datos biológicos que permitan ajustar los rangos de variación de los indicadores seleccionados. La limitada información relacionada con la ecología de los objetos de conservación es una problemática común en otros espacios protegidos; por ejemplo, Lara y Komar (2015) al estudiar la integridad ecológica de 10 áreas protegidas en Honduras, destacan la necesidad de fortalecer los programas de monitoreo e investigación.

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

De manera general, la integridad ecológica del APRM Mil Cumbres fue aceptable. Sin embargo, se identificaron indicadores de varios de los objetos de conservación con bajas calificaciones que requieren acciones de manejo por parte del personal del área. En el caso de los pinares de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajalbana, no se encontraron árboles de pino con grandes diámetros, posiblemente debido a la larga historia de explotación forestal que la zona presenta (Samek, 1973; Begué-Quiala *et al.*, 2016). Sin embargo, se considera que este pinar aún conserva sus valores florísticos dado que, la estructura y riqueza de especies observada fue similar a la registrada en los bosques de *Pinus caribaea* de la región (Samek, 1973; Berazaín, 1987; Estrada, 1999). Otro indicador que sugiere el aceptable estado de conservación de este pinar fue el alto valor de abundancia de la bijirita del pinar (*Setophaga pityophila*), similar a los encontrados por Alonso *et al.* (2018) y Arteaga (2018) en otros pinares del occidente de Cuba.

En el bosque semidecíduo de la base del Pan de Guajaibón tampoco se encontraron árboles con grandes diámetros. Esto se debió principalmente a actividades que se realizaron en el área como: la tala selectiva, la siembra de cafetales, así como, la fragmentación de la vegetación y pérdida de cobertura debido a la instalación de una unidad militar. A su vez, se detectaron individuos de *Albizia lebeck*, especie invasora transformadora (Oviedo y González-Oliva, 2015) que puede inhibir la germinación y el crecimiento de otras especies (Parvin *et al.*, 2011). Sin embargo, pueden constituir indicios de la recuperación del área el alto porcentaje de cobertura boscosa y la presencia de especies nativas típicas de este tipo de bosque tales como: *Aiouea montana*, *Cedrela odorata*, *Cupania glabra*, *Guarea guidonia*, *Sideroxylon foetidissimum* y *Zanthoxylum martinicense* (Bisse, 1988; Ricardo *et al.*, 2009).

Por su parte, el ensamblaje de moluscos terrestres del Pan del Guajaibón presentó apenas un tercio del número de especies listadas anteriormente para esta región (Espinosa *et al.*, 2005). Esto pudo deberse a que los transectos realizados durante este estudio se limitaron a la base del mogote. Sin embargo, no pueden descartarse las alteraciones observadas en la zona; por ejemplo, la cueva de Arroyo Canilla presentó signos de antropización, tales como la presencia de basura e indicios de haber sido utilizada para acampar en varias ocasiones y como refugio militar. Además, se detectó la presencia de abundantes poblaciones de ratas negras y cerdos que depredan los moluscos en el área.

Schilthuisen *et al.* (2005) y Chiba *et al.* (2009) encontraron que la antropización provoca la reducción de la riqueza y la abundancia de especies de moluscos.

Un aspecto metodológico importante a tener en cuenta al realizar los análisis de integridad ecológica es la selección del momento adecuado para la medición de los indicadores. Este sesgo es más evidente en grupos biológicos altamente estacionales como los moluscos terrestres, donde la actividad y detectabilidad de estos invertebrados está estrechamente ligada a factores ambientales tales como la humedad relativa, la temperatura y el fotoperíodo (de Vaufleury, 2001; Reyes-Tur, 2004; Fimia *et al.*, 2014). Por ejemplo, en este estudio se observó un incremento en cinco veces la cantidad de individuos de moluscos detectados durante el muestreo en la época de lluvia respecto a la época de seca, lo cual influyó en la calificación del indicador. Lo anterior sugiere que el periodo de lluvias es el más apropiado para medir indicadores relacionados con este grupo de fauna.

En el caso del bosque de galería de la RFM San Marcos se detectó un alto número de especies invasoras siendo un signo evidente de antropización. Entre estas se encontró a la pomarrosa (*Syzygium jambos*), invasora típica de ecosistemas húmedos que expide sustancias alelopáticas que pueden impedir el crecimiento de individuos de otras especies. La pomarrosa cuando es muy abundante, puede desplazar completamente a la flora nativa (Bécquer, 2004) y afectar la calidad del agua de los ríos que invade (Paneque, 2009). Sin embargo, se observaron especies nativas típicas del bosque semidecíduo aledaño como: *Andira inermis*, *Cedrela odorata*, *Diospyros crassinervis*, *Pseudolmedia spuria* y *Zanthoxylum martinicense* (Bisse, 1988; Rodríguez, 1999). Resultados similares encontraron Ventosa y Fuentes (2011) en el bosque de galería de la Sierra de la Güira, posiblemente porque las características edáficas de los márgenes del río y del bosque son similares. A su vez, en el área se encontró una alta abundancia de *Trichospermum lessertianum*, especie pionera amenazada de la provincia Pinar del Río (Rodríguez, 2009) y un alto número de plántulas de especies nativas en el estrato herbáceo que constituye un indicio de la regeneración natural del bosque.

Por otra parte, los parámetros demográficos estimados para la población del lagarto caimán (*Anolis vermiculatus*) en el bosque de galería del río San Marcos fueron similares a los registrados por González y Rodríguez-

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Schettino (1982) y Rodríguez-Schettino (1999) para esta especie. Sin embargo, el bajo número de individuos observados pudo deberse a que se realizó el muestreo en época de seca, periodo de menor actividad de los anfibios y reptiles (Torres *et al.*, 2017). Pocos individuos de este lagarto también fueron observados por González y Rodríguez-Schettino (1982) para esta época en el río San Juan. Se recomienda evaluar este indicador en una la época de lluvia. Cabe señalar que se observaron ejemplares del catibo de agua dulce (*Tretanorhinus variabilis*), uno de los depredadores de la especie (Rodríguez-Schettino, 1999).

Aunque la integridad ecológica del APRM Mil Cumbres es aceptable, los resultados obtenidos en este estudio indicaron que se debe trabajar para mejorar el estado de conservación de los objetos de conservación. Se sugiere realizar acciones para el control y erradicación de las especies invasoras de flora y fauna, así como evitar la tala selectiva en los tres tipos de bosques que constituyen objetos de conservación de flora. Se recomienda aplicar este tipo de estudio en otras áreas protegidas de nuestro país. Así como, aumentar el número de réplicas espaciales y temporales para una valoración más precisa de los objetos de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto “Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados” financiado por el GEF-PNUD. Los autores agradecen a todos los trabajadores del área protegida Mil Cumbres, especialmente a Maikel E. Landeiro Martínez, Antonia González Calvo, Gaciel Artiaga Rodríguez y Yudit Valdés; así como a Yosdani Suárez y Valdez, Marta Hidalgo-Gato y Gustavo Blanco por el apoyo brindado. También agradecen a Carlos A. Mancina, Betina Neyra y Jorge A. Sánchez Rendón por la revisión crítica del manuscrito.

LITERATURA CITADA

Alonso Y, Hernández FR, Barrero H. 2018. Diversidad de aves residentes permanentes asociados a un pinar natural de *Pinus tropicalis* y su relación con la estructura vertical de la vegetación. *Revista Cubana de Ciencias Forestales y Ambientales*. 6: 31-44.

Arteaga M. 2018. Estructura y composición de la vegetación de dos pinares de *Pinus caribaea* Morelet y su relación con la diversidad de las aves asociadas.

Revista Cubana de Ciencias Forestales y Ambientales. 3: 193-206.

Bécquer ER. 2004. La flora sinantrópica de las alturas cársicas Tetas de Juana, Alturas de Banao, del Macizo Guamuha, en Cuba Central. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25/26: 103-112.

Begué-Quiala G, Pérez HM, Joubert Y, Guarat RF, Zabala B, Medina A, Navarrete F, Rodríguez JB, Pérez CA, Delgado JL, Rodríguez G, Sánchez NL. 2016. *Plan de Manejo del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres 2016-2020*. Centro Nacional de Áreas Protegidas, Cuba.

Berazaín R. 1987. Notas sobre la vegetación y flora de la Sierra de Cajalbana y Sierra Preluda (Pinar del Río). *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 8: 39-68.

Bisse J. 1988. *Árboles de Cuba*. Editorial Científico-Técnica, La Habana.

Chiba S, Okochi I, Ohbayashi T, Miura D, Mori H, Kimura K, Wada S. 2009. Effects of habitat history and extinction selectivity on species-richness patterns of an island land snail fauna. *Journal of Biogeography*. 36: 1913-1922.

CNAP (Centro Nacional de Áreas Protegidas). 2013. *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020*. Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.

Cook, A. 2001. Behavioural ecology: On doing the right thing, in the right place at the right time. En: Barker GM (ed.) *The Biology of Terrestrial Molluscs*, Center for Agricultural Bioscience International, Wallingford.

de Vauflery AG. 2001. Regulation of Growth and Reproduction. En: *The Biology of Terrestrial Molluscs* (Barker G. M ed.). Center for Agricultural Bioscience International, Wallingford.

Espinosa J, Ortea J, Milera JF, Oliva W. 2005. Catálogo ilustrado de los moluscos terrestres y fluviales del Pan de Guajaibón, Área Protegida Mil Cumbres, Pinar del Río, Cuba. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*. 4: 179-220.

Estrada A. 1999. Fundamentación de Cajalbana y Sierra Preluda como área protegida. Tesis de Maestría. Instituto Superior Pedagógico Rafael María Mendive, Pinar del Río.

Fimia R, Argota G, Osés R, Cepero O, González R. 2014. Influencia climatológica en el comportamiento de taxones de moluscos fluviales y terrestres, Villa Clara-Cuba. *Revista Cátedra Villareal*. 2: 21-28.

González F, Rodríguez-Schettino L. 1982. Datos etoecológicos sobre *Anolis vermiculatus* (Sauria: Iguanidae). *Poeyana*. 245: 1-18.

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

- González H, Rodríguez-Schettino L, Rodríguez A, Mancina CA, Ramos I. 2012. *Libro rojo de los vertebrados de Cuba*. Editorial Academia, La Habana.
- Granizo T, Molina ME, Secaira E, Herrera B, Benítez S, Maldonado O, Libby M, Arroyo P, Ísola S, Castro M. 2006. *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA*. TNC y USAID, Quito.
- Guizada L. 2018. Integridad ecológica de humedales de la cuenca baja del río Tempisque, caso Humedal Protegido Internacional Palo Verde, Costa Rica. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba.
- Hernández Z, Cruz W. 2015. Plan de Manejo Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, MINAGRI.
- Hernández, M, Alvarez-Lajonchere L, Martínez-Borrego D, Maceira D, Fernández A, Espinosa J. 2017. Moluscos terrestres y dulceacuícolas. En: Mancina CA y Cruz DD. (eds.) *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 168-195, Editorial AMA, La Habana.
- Hockings M. 1998. Evaluating management of protected area: integrating planning and evaluation. *Environmental Management*. 22: 337-346.
- Komar O, Schlein O, Lara K. 2014. Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque. Tegucigalpa.
- Krug CP. 2018. Integridad ecológica de los humedales del Bajo Delta del Río Paraná bajo diferentes modalidades productivas. Tesis de Doctorado. Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires.
- Lara K, Komar O. 2015. Síntesis de la línea base de integridad ecológica para diez áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras (SINAPH). Informe técnico. Proyecto USAID ProParque e ICF, Tegucigalpa.
- Miller K. 1980. Planificación de Parques Nacionales para el Ecodesarrollo en Latinoamérica. FEPMA, Madrid.
- Oviedo R, González-Oliva I. 2015. Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba- 2015. *Bissea*. 9 (número especial 2): 1-88.
- Paneque I. 2009. Influencia de la especie *Syzygium jambos* D.C Pomarrosa, en la composición florística y en la calidad de las aguas, de la parte superior de la cuenca hidrográfica del río San Diego, Pinar del Río. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante. Alicante.
- Parrish JD, Braun DP, Unnasch RS. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected area. *Bioscience*. 53: 851.
- Parvin R, Shapla TL, Amin MHA. 2011. Allelopathic effects of *Albizia lebbek* on agricultural crops. *International Journal of Sustainable Crop Production*. 6: 50.
- Reyes-Tur B. 2004. Ritmo de actividad diario del molusco terrestre *Polymita venusta* Gmelin, 1792, en Sardinero, Santiago de Cuba, Cuba. *Biología*. 18: 103-105.
- Reza MIH, Abdullah SA. 2011. Regional Index of Ecological Integrity: A need for sustainable management of natural resources. *Ecological indicators*. 11: 220-229.
- Ricardo NE, Herrera PP, Cejas F, Bastar JA, Regalado T. 2009. Tipos y características de las formaciones vegetales de Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 203: 1-42.
- Rodríguez A. 1999. Flora y Vegetación de la reserva de San Marcos. Tesis de Maestría. Instituto Superior Pedagógico Rafael María Mendive, Pinar del Río.
- Rodríguez A. 2009. *Bombacaceae, Elaeocarpaceae y Tiliaceae*. En: González-Torres LR, Rankin R, Leiva AT, Barrios D, Palmarola A. (eds.). *Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba - 2009. Bissea 3* (número especial): 41-44.
- Rodríguez-Cala D, Fuentes IM, Vega-Catalá C, Gómez JL, Acosta Z, Ferro J, León J, Rosa R. 2021. Métodos para evaluación de indicadores vegetales de integridad ecológica en macizos montañosos de Cuba En: Velasco K, Mancina CA, Neyra B (eds.) *Manual para evaluar la integridad ecológica en áreas protegidas de ecosistemas montañosos de Cuba*. Editorial AMA, La Habana (en prensa).
- Rodríguez-Schettino L, Losos JB, Hertz PE, de Queiroz K, Chamizo AR, Leal M, Rivalta V. 2010. The anoles of Soroa: aspects of their ecological relationships. *Breviora*. 520: 1-22.
- Rodríguez-Schettino L. 1999: Systematic accounts of the species. En: L. Rodríguez Schettino (ed), *The Iguanid Lizard of Cuba*, 104-308. University Press of Florida. Gainesville.
- Samek V. 1973. Pinares de Cajalbana. Estudio sinecológico. *Serie Forestal, Academia de Ciencias*. 13.
- Schilthuizen M, Liew TS, Elahan BB, Lackman-Ancrenaz I. 2005. Effects of karst forest degradation on pulmonate and prosobranch land snail communities in Sabah, Malaysian Borneo. *Conservation Biology*. 19: 949-954.

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2016. *Marco conceptual y guía metodológica para la Integridad ecológica en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*. SINAC, San José.
- Tierney GL, Faber-Langendoen D, Mitchell BR, Shriver WG, Gibbs JP. 2009. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. *Frontiers in Ecology Environment*. 7: 308-316.
- TNC (The Nature Conservancy). 2000. *Esquema de las cinco S para la conservación de sitios. Manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en la conservación*, Vol. 1, segunda edición. Arlington, VA: The Nature Conservancy.
- Torres J, Rodríguez-Cabrera TM, Marrero R. 2017. Reptiles. En: Mancina CA y Cruz DD. (eds.) *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 376-411, Editorial AMA, La Habana.
- Velazco K, Mancina CA, Neyra B. 2021. *Manual para evaluar la integridad ecológica en áreas protegidas de ecosistemas montañosos de Cuba*. Editorial AMA, La Habana (en prensa).
- Ventosa I, Fuentes IM. 2011. Flora espermatófito y las formaciones vegetales de la Sierra de la Güira, Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 145-162.

Anexo 1. Lista de especies en las parcelas de vegetación estudiadas en los tres objetos de conservación de flora del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres. P: Pinares naturales de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajalbana, BSd: Bosque semidecíduo de la base de mogote en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón, BG: Bosque de galería en la Reserva Florística Manejada San Marcos. Las especies endémicas se indican con un * y las exóticas con i.

Appendix 1. List of species in the vegetation plots studied in the three flora conservation targets of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres. P: Natural Pine forests of *Pinus caribaea* in Sierra de Cajalbana, BSd: Semi-deciduous forest of the mogote base in the Outstanding Natural Element Pan de Guajaibón, BG: Gallery forest of the Managed Floristic Reserve San Marcos. Endemic species are indicated with an asterisk * and exotic species with an i.

Familia	Especie	Nombre Común	Porte	P	BSd	BG
Anacardiaceae	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Guao	Arbusto	X		
	<i>Mangifera indica</i> L. i	Mango	Árbol			X
Anemiaceae	<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.		Hierba		X	
Annonaceae	<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill	Yaya hembra	Árbol		X	X
Apocynaceae	<i>Mesechites rosens</i> (A. DC.) Miers*	Clavelito	trepadora	X		
	<i>Plumeria</i> sp.		Arbusto	X		
	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.	Huevo de gallo	Árbol			X
Araceae	<i>Anthurium cubense</i> Engl.		trepadora		X	
	<i>Anthurium</i> sp.		trepadora		X	X
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	Vibona	Árbol		X	X
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire	Yagruma macho	Árbol		X	
Arecaceae	<i>Calyptronoma occidentalis</i> (Sw.) H. E. Moore	Palma enana	Árbol			X
	<i>Coccothrinax yuraguana</i> (A. Rich.) León*	Miraguano	Árbol	X		
	<i>Copernicia glabrescens</i> H. Wendl. ex Becc.*	Guano blanco	Árbol	X		
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	Palma Real	Árbol		X	X
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i> sp.		trepadora	X		
Asparagaceae	<i>Agave cajalbanensis</i> A. Álvarez*		Hierba	X		
Bignoniaceae	<i>Amphitecna latifolia</i> (Mill.) A. H. Gentry	Magüira	Árbol			X
	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv. i	Tulipán africano	Árbol		X	X
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L. i	Bija	Arbusto			X
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Varía	Árbol		X	
Bromeliaceae	<i>Hohenbergia penduliflora</i> (A. Rich.) Mez	Curujey	Epífita	X		X
	<i>Tillandsia</i> sp.		Epífita	X		
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Almácigo	Árbol		X	X
Byttneriaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásima	Árbol		X	X
Calophyllaceae	<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	Ocuje	Árbol	X	X	X

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Familia	Especie	Nombre Común	Porte	P	BSd	BG
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Yagruma	Árbol	X		X
Celastraceae	<i>Maytenus buxifolia</i> (A. Rich.) Griseb.	Carne de vaca	Arbusto	X		
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey	Árbol	X		X
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Júcaro	Árbol			X
Convolvulaceae	<i>Ipomoea microdactyla</i> Griseb.		trepadora		X	
	<i>Ipomoea</i> sp.		trepadora			X
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe i		Hierba			X
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Bejuco colorado	trepadora		X	X
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea alata</i> L. i	Ñame blanco	trepadora			X
	<i>Dioscorea cephalocarpa</i> (R. Knuth) Raz*	Patico blanco	trepadora	X		
Ebenaceae	<i>Diospyros crassinervis</i> B. Walln.*	Ébano	Árbol			X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Jibá	Arbusto		X	
	<i>Erythroxylum minutifolium</i> Griseb.*	Arabo de piedra	Arbusto	X		
Euphorbiaceae	<i>Adelia ricinella</i> L.	Jía Blanca	Árbol		X	
	<i>Platygygia hexandra</i> (Jacq.) Müll. Arg.*	Ortiguilla	trepadora	X	X	
Fabaceae	<i>Albizia lebecke</i> (L.) Benth. I	Algarrobo de la India	Árbol		X	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC.	Yaba	Árbol		X	X
	<i>Bauhinia glabra</i> Jacq.*	Bejuco tortuga	trepadora			X
	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	Moruro rojo	Árbol			X
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit i	Leucaena	Árbol			X
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Humboldt & al. ex DC.	Guamá	Árbol			X
	<i>Mucuna urens</i> (L.) Medik.	Ojo de buey	trepadora			X
	<i>Poeppigia procera</i> (Spreng.) C. Presl	Tengue	Árbol		X	X
	<i>Poitea immarginata</i> (C. Wright) Lavin*		Arbusto	X		
Iridaceae	<i>Neomarica caerulea</i> (Ker Gawl.) Sprague i	Iris azul	Hierba			X
Lauraceae	<i>Aiouea montana</i> (Sw.) R. Rohde	Boniatillo	Árbol		X	
	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.	Sigua	Árbol		X	
	<i>Ocotea leucoxydon</i> (Sw.) Laness.	Aguacatillo	Árbol		X	
Malpighiaceae	<i>Malpighia</i> sp.		Arbusto	X		
Malvaceae	<i>Talipariti elatum</i> (Sw.) Fryxell	Majagua	Árbol			X
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) DC.	Cordobán	Arbusto	X		
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Árbol		X	
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Yamao	Árbol		X	X
	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Siguaraya	Árbol		X	
	<i>Trichilia hirta</i> L.	Cabo de hacha	Árbol		X	X
Moraceae	<i>Pseudolmedia spuria</i> (Sw.) Griseb.	Macagua	Árbol		X	X
	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Ramón de caballo	Árbol		X	X
Myrsinaceae	<i>Ardisia dentata</i> (A. DC.) Mez*	Tapa caminos	Arbusto			X
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Camagüilla	Arbusto	X		X
Myrtaceae	<i>Calyptanthus pallens</i> Griseb.	Mije	Arbusto		X	X
	<i>Eugenia farameoides</i> A. Rich.		Arbusto			X
	<i>Eugenia rigidifolia</i> A. Rich.*	Birijí de hojas menudas	Arbusto	X		
	<i>Eugenia rocana</i> Britton & P. Wilson*	Pimienta	Arbusto		X	
	<i>Eugenia</i> sp.		Arbusto		X	
	<i>Psidium cymosum</i> Urb.*		Arbusto	X		
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston i	Pomarrosa	Árbol		X	X

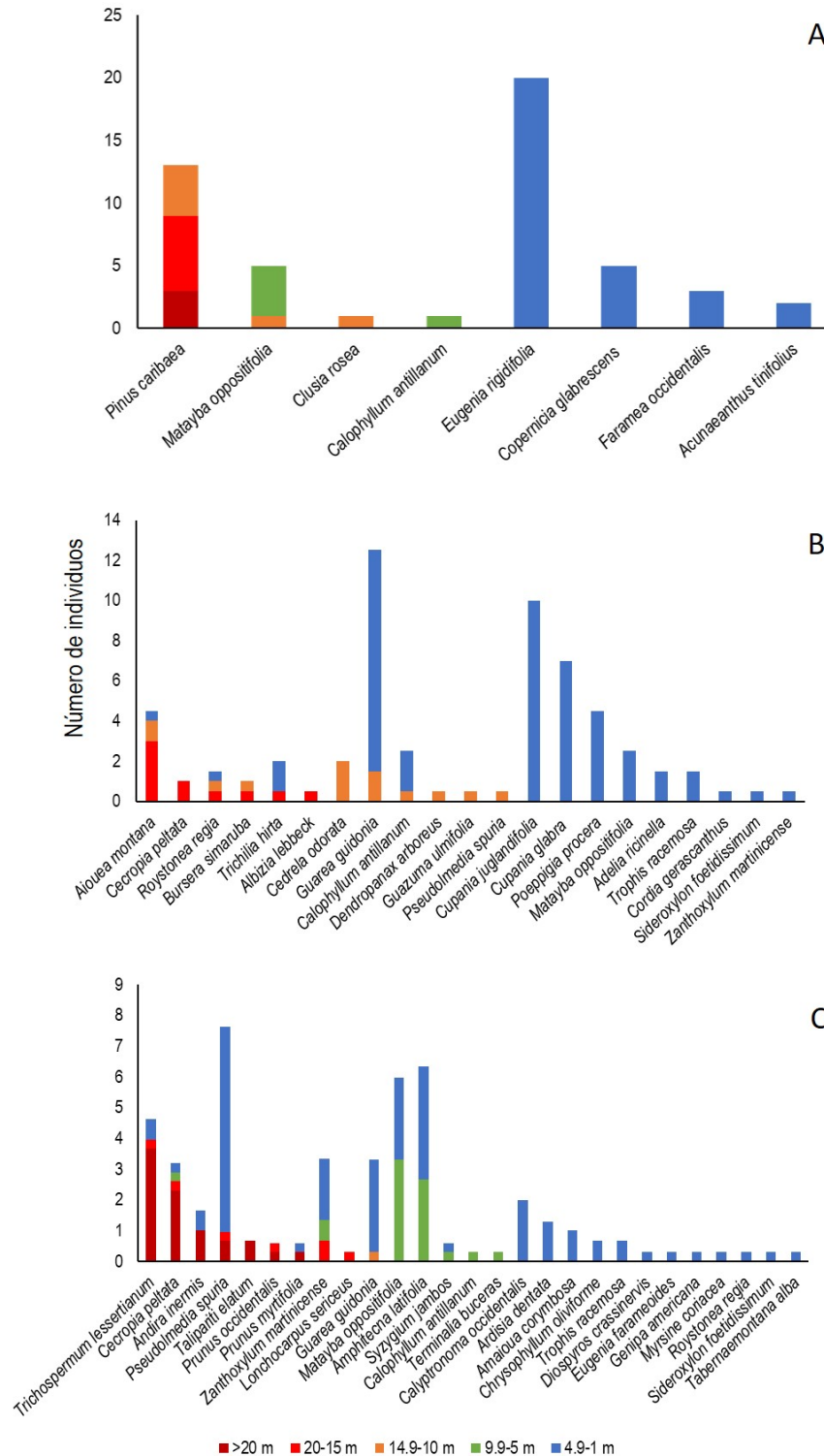
Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Familia	Especie	Nombre Común	Porte	P	BSd	BG
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Zarza	trepadora	X		X
Ochnaceae	<i>Ouratea nitida</i> (Sw.) Engl.	Acíbar	Arbusto	X		
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl. i	Lengua de vaca	Hierba		X	X
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus orbicularis</i> Kunth	Alegría	Arbusto	X		
Pinaceae	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	Árbol	X		
Poaceae	<i>Arthrostylidium cubense</i> Rupr.*	Tibisí	Hierba	X	X	
	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.	Tibisí chico	Hierba		X	X
	<i>Olyra latifolia</i> L.	Tibisí	Hierba			X
	sp.	Pajón	Hierba	X		
Polygonaceae	<i>Coccoloba coriacea</i> A. Rich.*	Uverillo	Arbusto	X		
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum</i> sp.		Hierba		X	
	<i>Microgramma</i> sp.		trepadora		X	
	<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) E. G. Andrews & Windham		Hierba			X
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i> L.	Palmita de río	Hierba		X	X
Pteridaceae	<i>Adiantum pulverulentum</i> L.	Culantrillo de pozo	Hierba			X
	<i>Adiantum</i> sp.		Hierba		X	
Resedaceae	<i>Forchhammeria trifoliata</i> Radlk. ex Millsp.		Árbol	X		
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Cuajani hembra	Árbol			X
	<i>Prunus occidentalis</i> Sw.	Cuajani macho	Árbol			X
Rubiaceae	<i>Acunaeanthus tinifolius</i> (Griseb.) Borhidi*	Vigueta naranjo	Árbol	X	X	
	<i>Amaiona corymbosa</i> Kunth	Pitajoni cimarrón	Árbol			X
	<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	Cafetillo	Árbol	X		X
	<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	Árbol			X
	<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.	Dagame cimarrón	Arbusto	X		
	<i>Psychotria nervosa</i> Sw.		Arbusto		X	
	<i>Rondeletia odorata</i> Jacq.*	Rondelecia	Arbusto	X		
Rutaceae	<i>Citrus ×aurantium</i> L. i	Naranja agria	Árbol			X
	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Chivo	Árbol	X		
	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Ayúa	Árbol		X	X
Samydaceae	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	Jía peluda	Arbusto		X	
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Palo de caja	Árbol	X	X	X
	<i>Cupania americana</i> L.	Guara	Árbol		X	
	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guara macho	Árbol		X	X
	<i>Cupania juglandifolia</i> A. Rich.	Guara amarilla	Árbol		X	X
	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton	Macurije	Árbol	X	X	X
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	Caimitillo	Árbol	X	X	X
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.	Jocuma	Árbol		X	X
Smilacaceae	<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Alambrillo	trepadora	X		X
Solanaceae	<i>Espaddea amoena</i> A. Rich.*	Rascabarriga	Árbol	X		
Sparmanniaceae	<i>Trichospermum lessertianum</i> (Hochr.) Dorr	Guasimilla	Árbol			X
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.		Hierba			X
Theophrastaceae	<i>Bonellia stenophylla</i> (Urb.) B. Stahl & Källersjö	Espuela de caballero	Arbusto	X		
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Bejuco ubí	trepadora			X
	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	Parra cimarrona	trepadora		X	X

Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Anexo 2. Distribución de frecuencias de clases de alturas de árboles y arbustos en los tres objetos de conservación de flora del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres. A: Pinares naturales de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajalbana, B: Bosque semidecíduo de la base de mogote en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón, y C: Bosque de galería en la Reserva Florística Manejada San Marcos.

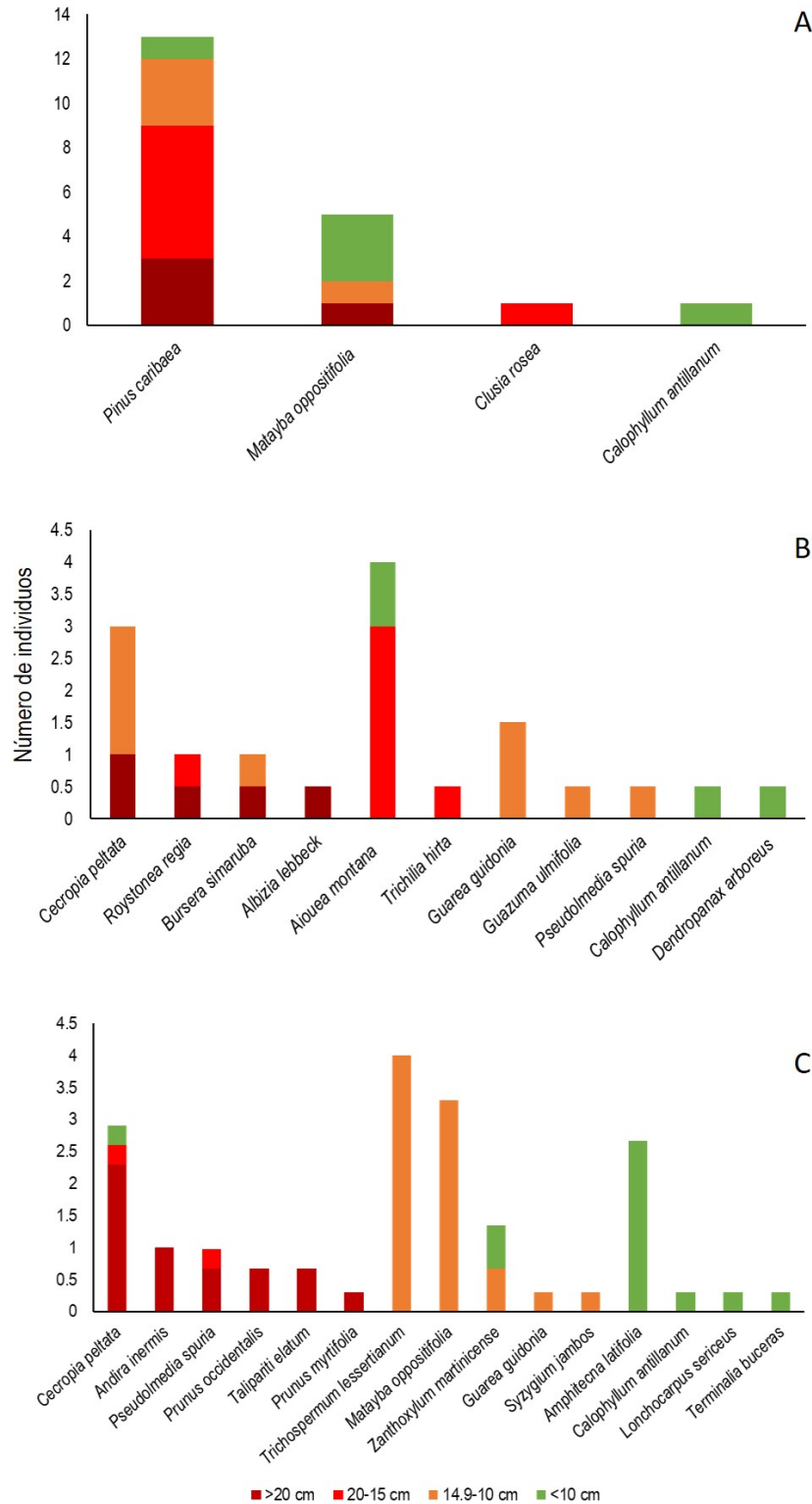
Appendix 2. Frequency distribution of trees and shrubs' height classes in the three flora conservation targets of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres. A: Natural Pine forests of *Pinus caribaea* in Sierra de Cajalbana, B: Semi-deciduous forest of the mogote base in the Outstanding Natural Element Pan de Guajaibón, and C: Gallery forest of the Managed Floristic Reserve San Marcos.



Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Anexo 3. Distribución de frecuencias de clases de diámetro de los árboles en los tres objetos de conservación de flora del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres. A: Pinares naturales de *Pinus caribaea* de la Sierra de Cajálbana, B: Bosque semideciduo de la base de mogote en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón, y C: Bosque de galería en la Reserva Florística Manejada San Marcos.

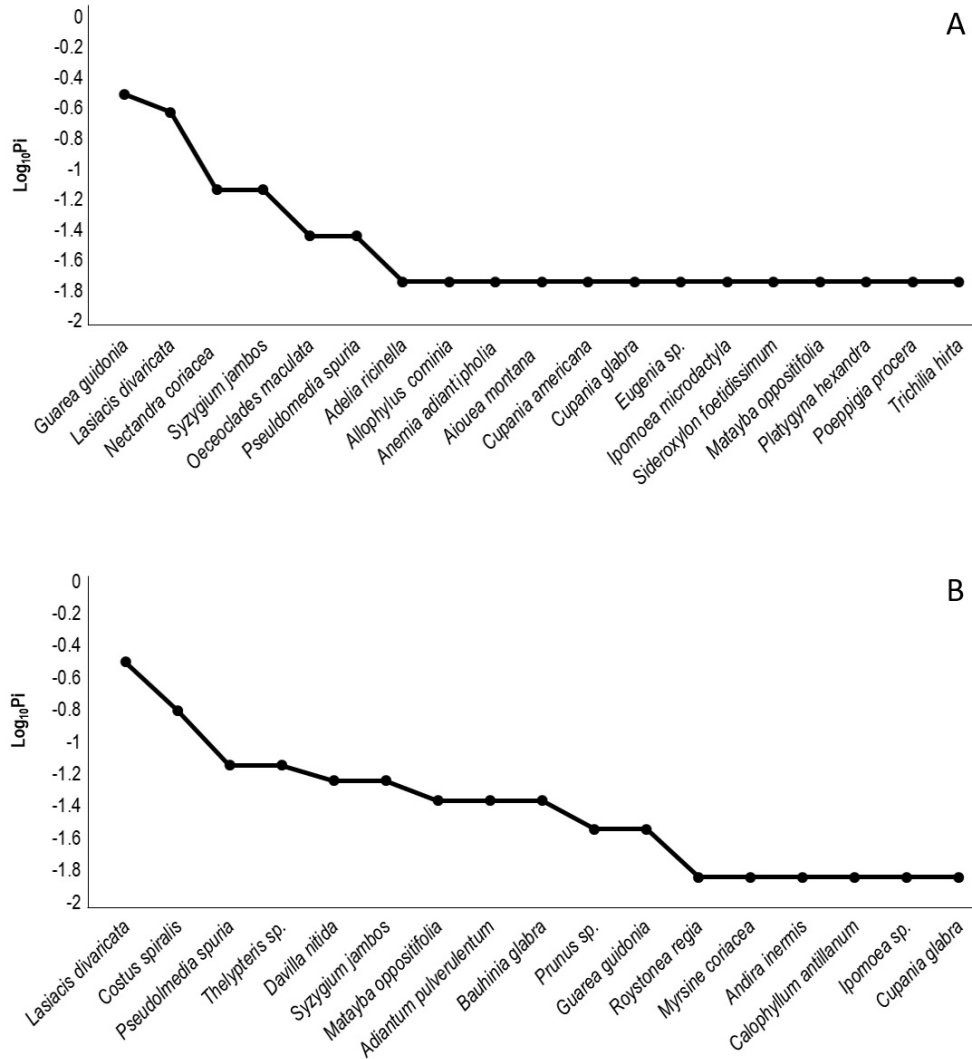
Appendix 3. Frequency distribution of trees' diameter classes in the three flora conservation targets of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres. A: Natural Pine forests of *Pinus caribaea* in Sierra de Cajálbana, B: Semi-deciduous forest of the mogote base in the Outstanding Natural Element Pan de Guajaibón, and C: Gallery forest in the Managed Floristic Reserve San Marcos.



Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Anexo 4. Curvas de rango-abundancia del estrato herbáceo en dos objetos de conservación de flora del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres. A: Bosque semideciduo de la base de mogote en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajabón, y B: Bosque de galería en la Reserva Florística Manejada San Marcos.

Appendix 4. Rank-abundance curves of herbaceous stratum in two flora conservation targets of the Protected Area of Managed Resources Mil Cumbres. A: Semi-deciduous forest of the mogote base in the Outstanding Natural Element Pan de Guajabón, and B: Gallery forest in the Managed Floristic Reserve San Marcos.



Fuentes *et al.*: Integridad ecológica del Área Protegida Mil Cumbres

Anexo 5. Abundancia por especie del ensamblaje de moluscos terrestres en el Elemento Natural Destacado Pan de Guajaibón.

Appendix 5. Abundance per species of the assemblage of terrestrial molluscs in the Outstanding Natural Element Pan de Guajaibón.

Orden	Familia	Género	Especie	Endemismo	Febrero	Marzo	Junio
Cycloneritimorpha	Helicinidae	<i>Emoda</i>	<i>sagraina</i>	Regional	1	5	180
		<i>Viana</i>	<i>regina</i>	Regional	17	24	51
		<i>Helicina</i>	<i>adspersa</i>	Nacional	2	0	3
	Proserpinidae	<i>Proserpina</i>	<i>depressa</i>	Regional	0	15	13
Littorinimorpha	Annularidae	<i>Guajaibona</i>	<i>petrei</i>	Local	27	8	38
		<i>Chondropometes</i>	<i>latilabre</i>	Local	10	3	10
		<i>Chondrothyrella</i>	<i>pudica</i>	Local	13	7	43
		<i>Chondrothyrella</i>	<i>excisa</i>	Local	0	0	7
Architaenioglossa	Megalomastomatidae	<i>Farcimen</i>	<i>ventricosum</i>	Local	3	2	5
Systellommatophora	Veronicellidae	<i>Veronicella</i>	sp.		3	4	4
Stylommatophora	Zachrysidae	<i>Zachrysia</i>	<i>rangelina</i>	Regional	1	0	41
	Urocoptidae	<i>Tomelasmus</i>	sp.		0	0	1
	Oleacinidae	<i>Oleacina</i>	<i>straminea</i>	Occ-Cen	1	0	1
	Cepolidae	<i>Setipellis</i>	<i>stigmatica</i>	Regional	0	1	1
		<i>Eurycampta</i>	<i>pinarensis</i>	Regional	1	0	0
		<i>Jeanneretia</i>	<i>parraiana</i>	Regional	1	1	1