

Estructura y dinámica de los manglares en la península de Guanahacabibes. Gestión para su conservación

Structure and dynamics of the mangroves in the Guanahacabibes peninsula. Management for its conservation

José Alberto Camejo Lamas¹, José Luis Linares Rodríguez¹, Dorka Cobián Rojas¹, Katiuska Izquierdo Mederos², Lázaro Márquez Govea¹, Alejandro Camejo Vergara¹.

¹ Parque Nacional Guanahacabibes. La Bajada, Sandino, Pinar del Río, Cuba. E-mail: jaclamas@nauta.cu

² Estación de Monitoreo y Análisis Ambiental de Sandino. Km 4 ½, Carretera a La Fe, Sandino, Pinar del Río, Cuba. E-mail: kizquierdomedero@gmail.com.

Fecha de recepción: 22 de octubre de 2020 Fecha de aceptación: 25 de noviembre de 2020

RESUMEN. Se presentó el resultado de la evaluación del manglar del norte de la Península de Guanahacabibes, afectado por huracanes y antropizados por las talas. El objetivo de la investigación fue evaluar y comparar variables de la estructura y dinámica del manglar para la gestión de su conservación. Se empleó el protocolo de monitoreo de manglares y se utilizaron la cinta métrica, forcípula e hipsómetro de Suunto, para la medición, conteo y análisis estadístico, en tres parcelas de (10 x 10 m) para cada localidad (N=9), que cubren 900 m² en Bolondrón, Carabelita y La Fe. Se calcularon tres estados de desarrollo de los bosques, con diferencias significativas entre localidades para las variables: composición de especies, abundancia, diámetro, altura de la formación, área basal, características del sustrato, salinidad, variantes estructurales, afectaciones por huracanes y densidad de individuos. Las especies representativas del manglar son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Esta formación boscosa presentó bajos valores en altura y área basal, estos varían entre localidades. Los huracanes afectaron la densidad, la composición, las variantes estructurales y aumentó la salinidad del sustrato. El programa de manejo incluyó once actividades silvícolas para la restauración y apoyo a la resiliencia del ecosistema.

Palabras clave: conservación, dinámica, estructura, gestión, localidades, manglar.

ABSTRACT. It has shown the result of the evaluation of the north coastal mangrove in Guanahacabibes National Park, affected by hurricane and anthropic activities of human ravaging. The objective of the research was to evaluate and to compare the structure and mangrove dynamic to management its conservation. Were used: the mangrove monitoring protocol, a metric band, caliper and Suunto hypsometer, for counting, measuring and statistical analyze in three plots of (10 x 10 m) for each locality (N=9), covering 900 m² in: Bolondrón, Carabelita and La Fe. Were measured the three states of forest development, with huge difference among localities variables: species composition, richness, diameter, formation height, basal area, characteristics of the soil, salinity, structural variants, affectation by hurricane and density of individuals. The representative species in the mangrove forest are *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. This forest formation had low values in height, basal area with differences among them. The

hurricane affected the density, composition, structural variables and increased the soil salinity level. The management program included eleven afforestation activities to restore and help the ecosystem resilience.

Keywords: conservation, dynamic, localities, management, mangroves, structure.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, declarada por UNESCO en 1987, cuenta con 101 500 ha de bosques y cultivos, sus ocho formaciones boscosas suman 98 664,0 ha y la más extensa es el Bosque Semidecidual con 70 079,4 ha, que representa el 71,0% de la superficie, le sigue el Manglar con 17 489,6 ha, que significa el 17,7% de la superficie terrestre total. La mayor extensión de este patrimonio forestal es administrada por la Empresa Agroforestal y por el Parque Nacional (Camejo *et al.*, 2013; CITMA, 2018).

En el mundo y en Cuba los manglares se consideran como áreas ecológicas sensibles, a lo cual se une que las zonas costeras en Cuba son las más vulnerables al cambio climático global (Menéndez *et al.*, 2006). El bosque de manglar en la Península de Guanahacabibes presenta una amplia distribución dentro del humedal (Delgado & Ferro, 2006) y corresponden a la costa norte las áreas de mayor distribución dentro de la península (Menéndez *et al.*, 2006).

Este ecosistema se caracteriza por presentar condiciones extremas en los componentes abióticos de los paisajes. Por ello, las actividades socioeconómicas llevadas a cabo en zonas circundantes pueden tener en mayor o menor grado influencias negativas en el desarrollo, evolución y conservación de este ecosistema (Rodríguez *et al.*, 2006). Los huracanes constituyen una de las perturbaciones naturales que afectan notablemente estos ecosistemas (Cobos & Alonso, 2016; Mancina & Cruz, 2017).

Es importante para la gestión de las áreas protegidas conocer que los manglares conforman extensas áreas de bosques costeros localizados en las zonas tropicales y subtropicales del planeta, según han planteado Menéndez *et al.* (2006). La literatura desarrollada sobre manglares, ha dado valiosos aportes para entender la dinámica biológica, ecológica y física de estos ecosistemas (Iñiguez-Gallardo & Jurrius, 2019).

La composición biológica de estos ecosistemas está ligada a la provisión de servicios ecosistémicos que incluyen artesanías, la calidad de agua, hábitat de especies para alimentación (moluscos, crustáceos y peces), protección costera contra la erosión, salinidad y protección ante

evento climáticos extremos. Se considera que muchos de estos servicios son usados principalmente por las poblaciones vecinas (Huxham *et al.*, 2017), y que el abuso de ellos los ha degradado continuamente, a pesar de las diversas leyes y programas que los protegen (López-Angarita *et al.*, 2016).

El Proyecto de Ordenación y la Ley Forestal, determinan de acuerdo a las categorías de bosques, los manejos a realizar en el patrimonio forestal, entre los que se encuentran los tratamientos silviculturales, talas rasas o totales, selectivas y selectivas en grupos. Esta última fue implementada en los bosques de mangles en la costa norte de Guanahacabibes desde la Fe a Punta Plumaje de 1980 al 1997, dirigida a la especie *Rhizophora mangle* para la producción de taninos a partir de la corteza (Camejo *et al.*, 2013).

La franja de manglar del norte de esta área protegida, presenta una relativa conservación. Esta ha soportado cambios de diferentes magnitudes e intensidades a causa de las talas realizadas para elaborar carbón vegetal y para la producción de taninos, a lo que se suman las perturbaciones producidas por huracanes. En el presente trabajo se propone evaluar la estructura y dinámica de los manglares para la gestión de su conservación en la Península de Guanahacabibes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio la constituye el ecosistema de manglar que se localiza en la costa norte de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes (**Fig. 1**). Se hizo un trabajo de selección de las áreas a investigar, a partir de entrevistas realizadas a finqueros y obreros forestales de la Empresa Agroforestal del territorio. Las tres localidades seleccionadas fueron Bolondrón, Carabelita y La Fe, todas distantes y diferentes entre sí (**Fig. 1**).

Bolondrón: Zona de manglar, con aceptable estado de conservación, representativa del noroeste del territorio, franja de terreno con un ancho aproximado de 2,5 km, con 40 años o más posteriores a la tala. La primera parcela se ubica próxima a un antiguo canal de un embarcadero y las dos restantes, más alejadas de la costa hacia tierra firme.

Carabelita: Zona de manglar, con aceptable estado de conservación, representativa del centro de la franja de terreno con un ancho de aproximadamente 1,0 km, con 60 años o más posteriores a la tala. Las tres parcelas están ubicadas próximas a un antiguo canal de embarque de maderas. Esta localidad es la más alejada de la costa.

La Fe: Zona de manglar antropizada en el este de la reserva, es el lugar más estrecho de la franja, con 80 m de ancho, con más de 30 años posteriores a la tala. Sus parcelas se encuentran cerca de la base de pesca deportiva, donde anteriormente existió un embarcadero, depósito de productos forestales, oficinas de la actividad forestal y el poblado de La Fe (**Fig. 1**).



Figura 1. Mapa de ubicación de las localidades de estudio en la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes.

Se empleó el protocolo de monitoreo para los manglares de las áreas protegidas del proyecto Archipiélagos del Sur de Cuba. Los principales materiales e instrumentos utilizados para la medición y conteo fueron: Planillas para tomar datos, Cinta métrica para delimitar las parcelas, Forcípula para medir diámetros, Hipsómetro de Suunto para medir altura y Salinómetro de campo.

Se aplicó el método de medición, con un diseño de tres variantes, una para cada localidad del manglar en Bolondrón, Carabelita y La Fe. Se establecieron tres parcelas para cada localidad, de 10 x 10 m (100 m²), (N=9), para un tamaño de la muestra de 900 m² y 580 árboles y arbustos medidos.

Dentro de cada parcela se realizó el conteo y clasificación de individuos por especies de manglares, e igual procedimiento se empleó para contar y clasificar los árboles afectados por huracanes.

En cada parcela se determinaron las variables que reflejan el estado de salud del manglar, necesarias para la caracterización y el manejo del manglar, con el protocolo de Guzmán y Menéndez (2013), el que permitió calcular las áreas basales por cada individuo y en las nueve parcelas de las tres localidades.

Composición: Conteo y clasificación de cada individuo presente en la parcela de manglar, permite hacer una sumatoria de cada especie con 2,5 cm de diámetro como mínimo.

Abundancia: Se calcula en % de cada individuo por especie de mangle.

Diámetro (DAP): Se mide a cada uno de los individuos a partir de 2,5 cm de diámetro a 1,30 m del suelo con la forcípula.

Altura: La altura fue medida con una vara de madera previamente graduada en metros y para los árboles más altos se empleó el Hipsómetro de Sunto.

Área basal (G): Se calcula a partir de los diámetros de cada árbol, se infiere a 1 ha.

Sustrato: Se determinó al medir la longitud en cm en cada horizonte mediante la extracción de una muestra con una excavadora manual.

Salinidad intersticial: Se midió con el empleo de un Salinómetro de campo como establece la metodología de Guzmán y Menéndez (2013).

Variantes estructurales: Conteo y clasificación de cada individuo dentro de la parcela. Permite hacer la sumatoria y determinar % por cada especie.

Afectaciones por huracanes: Se determina a partir del conteo y clasificación del tipo de daño o muerte de los individuos por cada especie dentro de la parcela.

Densidad: Se calcula a partir del conteo del número de individuos por unidad de superficie.

Análisis de los datos: Los análisis fueron realizados con el procesador estadístico SPSS versión 15.0. Se partió de un análisis de normalidad de los datos de la altura y el diámetro mediante un test de Kolmogorov-Smirnov con una corrección de la significación de Lilliefors. Se parte de la potencia demostrada del ANOVA para las comparaciones de medias, aún sin homogeneidad de varianzas ni normalidad demostrada de la serie de datos, fue aplicado un ANOVA de un

factor. Se consideró la Altura de la formación como factor de variabilidad para las diferencias entre localidades; se determinó la especificidad en la diferencia detectada por las pruebas *post hoc* C de Dunnett y T3 de Dunnett.

Para la comparación del patrón de distribución del área basal entre las localidades se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis con 2 grados de libertad, con una n de 171, 245 y 164 para las localidades de Bolondrón, Carabelita y La Fe respectivamente, para un $p < 0,05$. El análisis individual de pares de localidades fue llevado a cabo mediante la prueba U de Mann-Witney. Para los análisis se utilizó N=580.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Análisis de la composición: En la península de Guanahacabibes se encuentran presentes las cuatro especies arbóreas descritas para los manglares de Cuba: *Rhizophora mangle* L.; *Avicennia germinans* (L.) L.; *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. y *Conocarpus erectus* L. var. *erectus*. Esto se cumple en Bolondrón y Carabelita, no así en La Fe donde están ausentes la dos últimas.

Abundancia: La especie más abundante o predominante varía sus valores porcentuales en las tres localidades, donde *Rhizophora mangle* presenta un 53,8% de los individuos; a continuación, *Avicennia germinans* con un 27,9%, le sigue *Laguncularia racemosa* con 15,5%, y un 2,8% de *Conocarpus erectus* (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de individuos por cada localidad.

Especies	Localidades (%)			Total
	Bolondrón	Carabelita	La Fe	
<i>R. mangle</i>	28,7	78,4	43,3	53,8
<i>C. erectus</i>	5,8	2,5	0	2,8
<i>L. racemosa</i>	42,7	6,9	0	15,5
<i>A. germinans</i>	22,8	12,2	56,7	27,9
Totales	100,0	100,0	100,0	100,0

Al analizar el número de individuos por especie en cada localidad, en Bolondrón *Laguncularia racemosa* posee el mayor número con 73 individuos, mientras que en Carabelita corresponde a *Rhizophora mangle* con 192 y *Avicennia germinans* con 93, es la más abundante para la localidad de La Fe, lo cual evidencia que los tres territorios son diferentes en número de individuos (Tabla 2).

Tabla 2. Número de individuos por cada localidad.

Especies	Localidades (Individuos)			Total
	Bolondrón	Carabelita	La Fe	
<i>R. mangle</i>	49	192	71	312
<i>C. erectus</i>	10	6	0	16
<i>L. racemosa</i>	73	17	0	90
<i>A. germinans</i>	39	30	93	162
Totales	171	245	164	580

Altura: Las alturas predominantes de más de la mitad de los árboles medidos en Bolondrón y La Fe se agrupan entre los 3 y 5 m, estos representan el 51,8%; el 29,9% alcanza alturas entre los 5,5 m y 8,0 m y solo el 18,2% de los individuos se encuentra entre los 1,5 y 2,0 m. No resulta así para Carabelita, donde el 60,4% de los individuos se encuentra por encima de los 5,5 m de altura, con algunos valores aislados (atípicos), como es el caso de un individuo de 14,5 m. Debe señalarse que en la Parcela 1 de Bolondrón el promedio es de 2,5 m. Esta variable es de importancia para el cálculo de la capacidad sumidero de Dióxido de carbono del manglar.

La altura del bosque de manglar varía de forma significativa de una localidad a otra ($F=121,32$ y $p=0$). Como se aprecia en la (**Fig. 2**), las pruebas *post hoc* aplicadas confirman que esas diferencias son altas entre Bolondrón y Carabelita (diferencia de las medias=2,16), igual ocurre con Bolondrón y La Fe (diferencia de las medias=0,64) y con Carabelita y La Fe (diferencia de las medias=2,80).

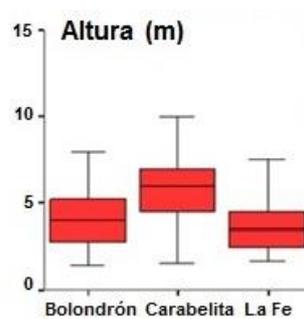


Figura 2. Comportamiento de la altura del manglar en las localidades de Bolondrón, Carabelita y La Fe.

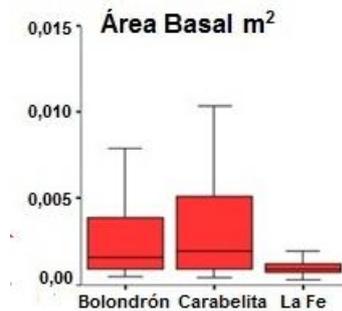


Figura 3. Comportamiento del área basal en las localidades de Bolondrón Carabelita y La Fe.

Área basal: El análisis del área basimétrica muestra que la inmensa mayoría de los individuos, el 87%, no sobrepasan un área basal de 50,3 cm², que inferido a 1 ha equivale a (0,0050 m²), según los criterios de Guzmán & Menéndez (2013).

El área basal varía de forma significativa en las tres localidades ($X^2=89,522$ y $p<0,05$). Las diferencias comprobadas, en la comparación de U de Mann-Whitney, confirmaron que las localidades de Bolondrón y La Fe ($U=8717,5$ y $p=0$), La Fe y Carabelita ($U=6595,5$ y $p=0$) y Carabelita y Bolondrón ($U=12\ 907,0$ y $p=0,17$) eran diferentes entre sí, aunque entre estas dos últimas las diferencias son poco evidentes (**Fig. 3**).

Sustrato: Los bosques de manglares en esta área se desarrollan de modo general sobre turba fibrosa o turba, siguen en orden de frecuencia una mezcla de turba y arena. En la mayoría de las muestras estaban presentes los tres horizontes del suelo, aunque el porcentaje del tipo de sustrato en cada horizonte es variable. La profundidad total del sustrato oscila entre los 14,0 cm, en la parcela 1 de Bolondrón y los 118,0 cm, en Carabelita. Al analizar la profundidad de los tres horizontes, el N° 2 tiene mayor profundidad que el 1 y el 3.

El sustrato **a)**, Turba fibrosa se presenta en los tres horizontes (48,3%, 48,3%, 17,3%), y **b)**, Turba con (51,7%), solo está en el N° 1, ambos se encuentran en la superficie de las 9 parcelas, de las tres localidades. El **c)**, Arena con (25,0%), el **d)**, Arena y turba (19,6% y 25,6%) y **e)** Arcilla y arena (32,1%) solo se observan en La Fe y **f)** Loam arcilloso en Carabelita y la Fe (**Tabla 3**).

Tabla 3. Porcentaje del tipo de sustrato en los diferentes horizontes del suelo en las tres localidades del manglar.

Sustratos	% de tipo de sustrato		
	Horizonte 1	Horizonte 2	Horizonte 3
a) Turba fibrosa	48,3	48,3	17,3
b) Turba	51,7	0	0
c) Arena	0	0	25,0
d) Arena y turba	0	19,6	25,6
e) Arcilla y arena	0	32,1	0
f) Loam arcilloso	0	0	32,1

Salinidad: La salinidad de los intersticios, tomada en el suelo de cada parcela, se comporta en el rango entre los 32,8 ppm en Bolondrón y 66,3 ppm en la localidad de La Fe, la localidad con mayores valores, por estar en áreas encerradas por la forma de la ensenada. En las restantes localidades no se alejan de los valores promedios reflejados en la **Fig. 4**, se observan los valores promedios por localidades.

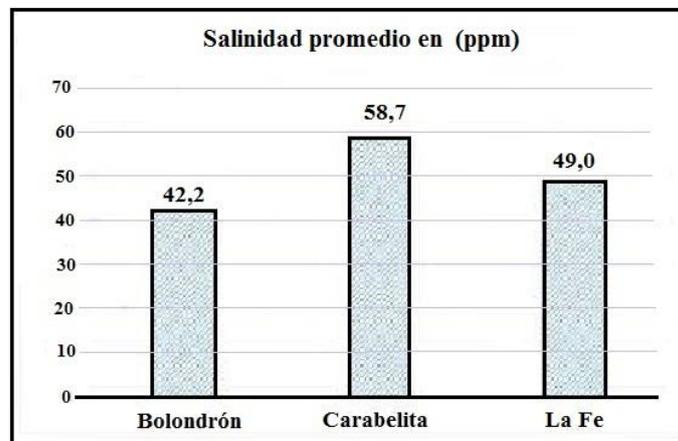


Figura 4. Salinidad promedio por localidades en el manglar en partes por millón (ppm).

Gestión para la conservación del manglar como ecosistema clave del área protegida.

En el seguimiento hecho al manglar para la gestión y conservación, se han realizado nuevas mediciones en el área protegida, para aportar elementos que se adicionen al estudio de su estructura y dinámica.

Variantes estructurales: Los manglares presentan diferente estructura de especies o agrupación de estas, clasificadas como variantes estructurales, las más comunes se observan en

la (Tabla 4), las mismas están relacionadas en primera instancia con la cercanía del mar, la salinidad también es mayor al alejarse en el territorio a lo cual se debe la composición de especies de estos arbolados, además de que ambas variables cambiar en cada una de las localidades, estas son de gran importancia para decidir acciones de manejo silvícola, de acuerdo las especie y la posición geográfica (Fig. 5).

Tabla 4. Variantes estructurales por localidades, valor porcentual de las especies en la composición.

Localidad	Variantes estructurales	Composición en %
Bolondrón	Manglar achaparrado de Rm	Rm 94%; Ag 4%; Lr 2%
	Manglar mixto	Lr 60%; Ag 33%; Ce 7%
Carabelita	Manglar de franja de Rm	Rm 79%; Lr 12%; Ce 5%; Ag 4%
	Manglar mixto	Ag 74%; Lr 26%
La Fe	Manglar de franja de Rm	Rm 91%; Lr 9%
	Manglar monodominante de Ag	Ag 100%.

Simbología: (Rm) *Rhizophora mangle*, (Ag) *Avicennia germinans*, (Lr) *Laguncularia racemosa*, (Ce) *Conocarpus erectus*.



Figura 5. De izquierda a derecha: Manglar de franja de *Rhizophora mangle*, le sigue Manglar mixto con: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* y laguna con manglar monodominante de *A. germinans*.

Afectaciones a la estructura por huracanes: En el análisis de las localidades se observa que estas han sido afectadas por cinco huracanes intensos entre otras perturbaciones del clima, ocurridas en los últimos 16 años, la más afectada ha sido La Fe con 111 individuos, seguida por Bolondrón (45) y Carabelita (34), todas suman 190 árboles afectados (los secos o muertos, partidos con rebrotes, secos al final del tallo con rebrotes y secos con rebrotes desde la base del tallo) para el 28,0% de afectación total, de los cuales 105 se secaron o murieron, lo cual redujo las poblaciones de estas especies a 580 árboles en el área estudiada y 85 subsisten, a pesar de las afectaciones (Tabla 5). Estos elementos infieren que los bosques investigados necesitan un

manejo especial por el grado de perturbación que tienen y por ser un ecosistema clave de la península.

Tabla 5. Afectaciones causadas por los huracanes en las localidades en (N° de individuos).

Localidad	Total árboles	Afectados		Tipo de afectación		Árboles secos	
		Total	(%)	Secos o muertos	Partidos	En yema terminal	Rebrotados
Bolondrón	187	45	24,6	16	20	9	0
Carabelita	259	34	13,9	14	4	16	0
La Fe	239	111	57,5	75	11	21	4
Total	685	190	27,7	105	35	46	4

Densidad de individuos: La densidad óptima, según MINAGRI (2007), debe ser 0,7 individuos/m², por lo que es baja en el área estudiada (0,64 individuos/m²). Esto sugiere que la restauración es necesaria, no se permite la extracción de individuos, se precisa enriquecimiento con siembra directa de *R. mangle* y siembra a boleto de *A. germinans* donde existan áreas con regeneración natural, hacer limpiezas para regular la densidad de plántulas, de la germinación espontánea de *A. germinans*, además de podas y aclareos donde el avance de la capacidad de resiliencia de las especies, permita regular la densidad de individuos de más de tres metros de altura (**Tabla 6**).

Tabla 6. Análisis de las densidades por especies y localidades.

Especies	Densidad por localidades (Individuos/m ²)			Total
	Bolondrón	Carabelita	La Fe	
<i>R. mangle</i>	0,3	0,8	0,4	0,34
<i>C. erectus</i>	0,06	0,02	0	0,01
<i>L. racemosa</i>	0,42	0,06	0	0,1
<i>A. germinans</i>	0,22	0,12	0,6	0,18
Totales	0,19	0,27	0,18	0,64

En los últimos análisis realizados con el protocolo aprobado (Guzmán & Menéndez, 2013), se calcularon las áreas basales, después se convirtieron a 1 ha, en cada parcela de las tres localidades, para tener información para la gestión del manglar en el área protegida.

Áreas basales (G) de las localidades por parcelas

Bolondrón: G= 0,0011 m², 0,0035 m² y 0,0057 m².

Carabelita: G= 0,0031 m², 0,0109 m² y 0,0043 m².

La Fe son: G= 0,0011 m², 0,0017 m² y 0,0010 m².

El área basal total (G) es de 0,0319 m², obtenida al aplicar la fórmula $G = (\pi/4) \cdot d^2$, donde $\pi = 3,14159$, $d^2 =$ diámetro al cuadrado. Se hace la sumatoria de las G, con las áreas basales calculadas a cada árbol y se repite el proceso para cada localidad.

Programa de gestión para el manejo del manglar en las comunidades locales.

A partir de los resultados obtenidos se diseñó un programa de actividades de gestión para la conservación del ecosistema de manglar como contribución a la conectividad de las poblaciones biológicas marino-costeras y a la mitigación de los efectos del cambio climático. Este programa se ejecuta con participación de pobladores de la comunidad La Fe con la asesoría técnica de especialistas del área protegida.

Este programa es coordinado por un ingeniero forestal del Programa de Manejo de Recursos Naturales y Conservación del área protegida. El cumplimiento de todas estas actividades, unido a la capacidad de resiliencia de estas especies ha hecho posible la recuperación del manglar que, además, se beneficia debido a acciones de investigación y de educación ambiental que apoyan la capacitación de todos los pobladores del lugar (**Fig. 6**).

Se considera un logro la reforestación de 7,0 ha, en los años 2018 y 2019, con las especies *R. mangle* y *A. germinans*, lo cual ha sido realizado por los niños, maestros y sus padres que son pescadores, lo cual ha contribuido a la educación ambiental de los mismos. Esta actividad silvícola ha sido retomada por un trabajador forestal de esta población que en los años 80 cortaba *R. mangle* para corteza y además hacía siembra directa de esta especie.

Acciones de manejo para la conservación en apoyo a la resiliencia de los manglares.

- Poner en ejecución actividades de reconstrucción y enriquecimiento con especies nativas del manglar.
- Realizar siembra directa de *R. mangle* y de semilla a boleto de *A. germinans*.
- Sembrar y plantar en camellones, hacer zanjas para aumentar el drenaje y disminuir la salinidad de los sustratos.
- Hacer talas sanitarias a los árboles caídos y secos en pie que impiden el desarrollo de la regeneración natural.
- Restaurar los manglares afectados por efecto de borde que se recuperan con lentitud.

- Realizar saneamiento de residuales sólidos en la periferia de las áreas próximas a la comunidad.
- Monitorear la resiliencia de las especies de mangles en proceso de recuperación.
- Cuantificar el proceso de la regeneración natural de este bosque en lugares afectados por la caída o muerte de árboles por huracanes y causas antrópicas.
- Controlar la propagación de especies exóticas e invasoras.
- Manejar con el menor impacto posible, la densidad de individuos de la regeneración natural por cada especie.
- Controlar la densidad de individuos adultos en los lugares que lo requieran.



Figura 6. Actividades de reforestación en el manglar con *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* en la comunidad de La Fe.

DISCUSIÓN

En el ecosistema de manglar del norte de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, están presentes en su composición las cuatro especies arbóreas descritas para Cuba: (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, en La Fe se encuentran ausentes *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, lo cual coincide con lo definido por Guzmán & Menéndez (2013) y Menéndez *et al.* (2006), donde la abundancia de *A. germinans*, en la variante estructural Manglar monodominante, (en un 56,7%), lo que se debe a que esta especie se recupera de las actividades antrópicas (**Tabla 1**). Esto difiere de lo descrito para los manglares de Ecuador por Chicas *et al.* (2016), donde la especie que predomina es *A. germinans* en el bosque alto. Su resultado incluyó las cuatro especies presentes en Cuba, además de *Avicennia bicolor* y *Rhizophora racemosa*. El manglar de la Reserva Florística Baitiquíri, tiene como especie principal a *Conocarpus erectus* L. var. *Sericus*, la más importante desde el punto de vista ecológico (Rodríguez, 2016).

La abundancia, por cada especie en las tres localidades se comporta de la siguiente forma: *Rhizophora mangle* con 53,8%, *Avicennia germinans* con un 27,9%, *Laguncularia racemosa* con 15,5% y un 2,8% de *Conocarpus erectus* (**Tabla 1**). Según el número de individuos, las especies predominantes por cada localidad son: en Bolondrón *Laguncularia racemosa* posee el mayor número con 73 individuos, mientras que en Carabelita corresponde a *Rhizophora mangle* con 192 y en La Fe predomina *Avicennia germinans* con 93 individuos, lo que puede explicar la alta presencia de esta especie, ya que la misma soporta altas concentraciones de sal y puede beneficiarse en lugares afectados por causas antrópicas (**Fig. 5**), tal y como plantean Menéndez *et al.* (2006). Hay que agregar que en La Fe esta especie fue objeto de talas y perturbada por el huracán Isidore, de ahí la alta regeneración de *A. germinans* (**Tabla 5**).

Los huracanes han afectado manglares y otros bosques en varios países de América, (López-Marrero *et al.*, 2019), además las perturbaciones a la vegetación afecta en gran medida a todas las comunidades de animales, incluyendo los invertebrados (Richardson *et al.*, 2018).

La **Tabla 2** presenta el número de individuos, una información necesaria para el manejo de esta formación boscosa, en Bolondrón la especie dominante es *L. racemosa* con 73, en Carabelita *R. mangle* 192, en La Fe *A. germinans* 93, estas son las especies proyectadas para manejo que son las más abundantes y adaptadas a estos hábitats. Esto sugiere que la restauración es necesaria, no permitir la remoción o extracción de individuos, debido a la baja densidad en el ecosistema de manglar, se precisa la siembra directa de *R. mangle*, y siembra a boleto, y Limpia para regular la densidad de plántulas de *A. germinans*, debido a la germinación espontánea de la misma, lo que difiere de los resultados de Menéndez *et al.*, (2006); Mas-Castellanos *et al.* (2020); Cobos & Alonso, (2016); Cooke *et al.*, (2017), donde incrementó la presencia de *R. mangle* y disminuyó ligeramente *A. germinans*.

En la (**Fig. 2**), los valores de las alturas para esta franja de manglar se concentran alrededor de los 5,0 m y la mayor altura medida es de 14,5 m en Carabelita, lo cual es una excepción. Las mayores alturas constituyen valores atípicos y extremos, no representados en la mencionada figura. En las localidades Bolondrón y La Fe las medias de las alturas se agrupan entre 3,0 m y 5,0 m, le siguen en menor cantidad los árboles medidos entre los 5,5 y 8 m, además de los ubicados por debajo de los 2,7 m, como en el caso del "mangle achaparrado" de Bolondrón *R. mangle*, con una altura que no excede los 2,5 m y con una altura un poco mayor (3,0 m) de esta misma especie, en el manglar de franja de La Fe. Resultados similares fueron obtenidos por Chicas *et al.* (2016) y Mas-Castellanos *et al.* (2020). Lo antes expuesto conlleva a clasificar a

la franja de manglar de la referida reserva de biosfera como un manglar bajo, dada la talla que alcanzan los individuos, por lo cual Delgado & Ferro (2006) refieren que esta formación constituye un tipo especial de vegetación que ocupa grandes extensiones en Guanahacabibes.

En el análisis de la variable área basal (G), permite calcular la capacidad sumidero de CO₂ de los manglares, en la (**Fig. 3**), se observa que los bajos valores de las áreas basales, de cada individuo no sobrepasan de 50,3 cm², equivalente a (0,0050 m²/ha), lo cual representa el 87,0%, los valores promedio varían por cada localidad: en Bolondrón con 0,0103 m²; Carabelita: 0,0183 m²; La Fe: 0,0038 m². El área basal total G= 0,0319 m².

En toda la extensión del norte de la península, al calcular la cantidad de biomasa leñosa con los cálculos de esta investigación convertidos a ha, la cantidad de biomasa leñosa resulta ser baja (50,5 m³/ha), al medirse los diámetros de 2,5 cm en adelante. Según los resultados obtenidos del proyecto de ordenación forestal (MINAGRI, 2007), a partir de diámetros de 5 cm en adelante, la cantidad es mayor, dado a que la muestra evaluada es mayor que en la investigación referida (con 59 m³/ha). Las áreas basales por localidades expresan que esta formación boscosa tiene tres estados de desarrollo o conservación diferentes, y apuntan a la confirmación de lo expuesto, que el área basal es una variable de importancia ecológica (Menéndez *et al.*, 2006).

Las localidades presentan diferentes hábitats de manglares, los que se clasifican como variantes estructurales: - Manglar de franja de Rm - Manglar achaparrado de Rm - Manglar mixto - Manglar monodominante de *A. germinans* (**Tabla 4**), las más comunes se observan en la (**Fig. 5**), las mismas, están relacionadas en primera instancia por la cercanía del mar, a lo cual se debe la composición de especies, la que cambia al alejarnos de la costa, debido a que la salinidad también es mayor si nos alejamos de la misma (**Fig. 4**), en estas cambia la composición según las localidades, lo que coincide en parte con lo descrito por Delgado & Ferro (2006), al clasificar las variantes arbóreas en: Manglar de franja de *Rhizophora mangle*, Manglar mixto, y Manglar de *Laguncularia racemosa*. Estas son de gran importancia para decidir acciones de manejo silvícola, lo que difiere de lo descrito por Mas-Castellanos *et al.*, (2020), en el sureste del Refugio de Fauna de Cayo Santa María, donde la variante es Bosque mixto de *R. mangle* y *A. germinans* temporalmente inundado sobre carso.

La (**Tabla 5**) contiene una valiosa información para la restauración, de este ecosistema perturbado por huracanes. La localidad Fe es la de mayores afectaciones con 111 árboles dañados, Bolondrón con 45 y Carabelita 34, en total 190 para el 28,0%, algunos individuos

presentan respuesta resiliente, los que se mantienen vivos, aún con partes del tallo secas, ramas vivas y rebrotes, más la regeneración natural, como es el caso de *A. germinans*, que es la especie de mayor respuesta ante estos impactos. La baja densidad (0,6 árboles/m²), es resultado de los impactos de estos fenómenos naturales (huracanes y tormentas tropicales), similar a lo planteado por Cobos & Alonso (2016) y Cooke *et al.* (2017). Estos fenómenos han condicionado el porcentaje de árboles vivos, el incremento de la presencia de *R. mangle* y una disminución ligera de *A. germinans*. Según Mas-Castellanos *et al.* (2020), el huracán Irma provocó la muerte de los árboles por pérdida total del follaje y no por el derribo de estos, además de las variaciones de los valores de las densidades de vivos y secos, así como la abundancia de los árboles de *R. mangle* y *A. germinans*, lo que concuerda con resultados obtenidos por Cooke *et al.* (2017); Eppinga & Pucko (2018) y Walcker *et al.* (2019).

Según refieren Camejo *et al.* (2013), la densidad óptima debe ser 0,7 individuos/m² (**Tabla 6**), por lo que es baja en el norte de la península (0,64 individuos/m²). Al comparar las tres localidades se observan diferencias entre ellas, esto sugiere que la restauración es necesaria, no se debe hacer la extracción de individuos, se precisa enriquecimiento con siembra directa de *R. mangle* y siembra a voleo de *A. germinans* donde existan áreas despobladas, hacer limpiezas para regular la densidad de plántulas. Según describen los autores Menéndez *et al.* (2006); Lugo & Frangi (2016); Godfrey & Peterson (2017) y Mancina & Cruz (2017), la presencia de plántulas y juveniles de mangles, evidencia una de las estrategias de recuperación, lo que incrementa la cobertura del suelo. Los huracanes propician una mayor iluminación a la especie que sobrevivieron a la perturbación, como parte de la estrategia de sucesión natural (Brookhuis & Hein, 2016; Cobos & Alonso, 2016; Imbert, 2018; Walcker *et al.*, 2019).

Con respecto al sustrato (**Tabla 3**), este está directamente relacionado con las variantes estructurales (**Tabla 4**), por lo cual conocer sobre ambas variables nos permite hacer un manejo efectivo de los manglares. La profundidad del sustrato con turba y turba fibrosa en los diferentes perfiles favorece más a *R. mangle* en Carabelita que, en las restantes localidades, donde predominan sustratos similares con alto grado de humificación, que pertenecen al agrupamiento Ciénaga costera (Cc) (CITMA, 2018). El ambiente costero condiciona el sustrato en Bolondrón, donde se presenta el manglar achaparrado, con poca profundidad, con solo dos horizontes, por estar expuesto a las mareas de los frentes fríos y huracanes, lo que no ocurre en La Fe donde están presentes los tres horizontes, con Turba, Arena y turba, Arcilla y arena y una capa fina margoarcillosa, donde en el pasado pudo existir un bosque de mangles de considerables

proporciones, como en el estero de Río Guadiana, lo cual difiere muy poco con lo investigado al sur de la Habana, donde se presentan tres horizontes de turba fibrosa, con 20 cm de profundidad, turba alterada y por debajo un tercer horizonte margoarcilloso (Menéndez *et al.*, 2006), con la vegetación alterada por causas antrópicas.

La salinidad media del agua de mar es de 35 ppm (Menéndez *et al.*, 2006), por lo que los valores promedios de salinidad que se muestran en la **Fig. 4**, en todas las localidades estudiadas se consideran altos, aún mayor en Carabelita (58,7 ppm), donde está el mejor manglar, debido a que estas especies soportan altos valores de salinidad. En el caso de La Fe esta salinidad tiende a ser (49 ppm) mayor que en Bolondrón (42,2), ya que estas están más cerca del mar, donde el flujo de la marea es mayor y propicia el intercambio, en Carabelita la evaporación concentra la sal en los intersticios del suelo, esto coincide con lo expresado por Menéndez *et al.* (2006), al referirse a áreas del archipiélago Sabana-Camagüey, este parámetro no es un tensor que influya sobre el estado de salud del manglar, lo que corrobora los resultados de Mas-Castellanos *et al.*, (2020), en Cayo Santa María, Villa Clara, donde el rango de salinidad es de 43 a 52,3 ppm, y un promedio de 48,6 ppm, donde el bosque presenta un buen estado de salud, aun con afectaciones en la altura por el huracán Irma.

En la comunidad de La Fe (**Fig. 6**) se hacen actividades planificadas para la gestión y conservación del manglar de la referida península, las que están a cargo de estudiantes de la enseñanza primaria, maestros y pescadores. Estas se enfocan en las especies *R. mangle* por siembra directa y *A. germinans* con la siembra a voleo. Resultados similares fueron encontrados entre comunidades andinas de agricultores en Ecuador, donde sus habitantes trabajan para adaptarse constantemente a las alteraciones del tiempo atmosférico en ausencia de dinero o tecnología para manejar los manglares al sur de Ecuador (Iñiguez-Gallardo, 2018). Otro ejemplo es el de los habitantes de Bellavista, trabajan en comunidad, se asume que, aunque la tendencia sea de acción individual, el tener metas en común ayuda a generar y potenciar el trabajo comunitario y la capacidad colectiva adaptativa (Thaker *et al.*, 2016; Iñiguez & Jurrius, 2019).

CONCLUSIONES

Las especies representativas del ecosistema de manglar de la Península de Guanahacabibes son las cuatro descritas para Cuba: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia*

racemosa y *Conocarpus erectus*. En la localidad de La Fe se encuentran ausentes las dos últimas, cuya abundancia y composición varía en las tres localidades estudiadas.

Los manglares de la Península se pueden clasificar como de bajos valores en altura y área basal, variables que permiten evaluar la estructura del ecosistema con las dimensiones de un matorral, directamente relacionado con las características del sustrato y la salinidad, en las localidades de Bolondrón, Carabelita y La Fe.

Las variantes estructurales del manglar, su estructura de especies y la densidad de individuos han sido afectadas por el impacto frecuente de huracanes, por lo que se requiere implementar acciones específicas para su manejo y conservación como contribución a mitigar los efectos del cambio climático.

El programa de gestión para el manejo del manglar constituye una herramienta eficiente para la comunidad de La Fe, compuesta por acciones que contribuyen a la conectividad entre el manglar y las poblaciones biológicas marino-costeras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brookhuis, B.J. & Hein, L.G. (2016). The value of the flood control service of tropical forests: A case study for Trinidad. *Forest Policy Economy*, 62: 118-124.
- Camejo, J.A.; Cobián, D.; Izquierdo, K.; Linares, J.L.; Varela, R. (2013). Acercamiento al estado de salud del ecosistema de manglar de la franja norte en la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. *Revista ECOVIDA*, Vol. 4, No. 2, pp. 36-52.
- Chicas F. A.; González J. A. & Sayes J.A. (2016). Composición florística y estructura del manglar de la Bahía de La Unión, El Salvador. *Rev. Comun. Cient. Tecnol.* Vol. 2, No 1.
- CITMA. (2018). Plan de Manejo del Parque Nacional Guanahacabibes para el periodo 2019 al 2023, 229 pp.
- Cobos, M.E. & Alonso, B.R. (2016). Recent and future threats to the Endangered Cuban toad *Peltophryne longinasus*: potential additive impacts of climate change and habitat loss. *Oryx*, 52: 116-125.
- Cooke, S.B.; Dávalos, L.M.; Mychajliw, A.M.; Turvey, S.T. & Uphman, N.S. (2017). Anthropogenic extinction dominates Holocene declines of West Indian mammals. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 48: 301-327.

- Delgado F. & J. Ferro. (2006). Nuevas variantes estructurales en la vegetación de los manglares de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes. En: Ecosistema de manglar en el Archipiélago cubano. Editorial Academia, La Habana, pp. 269-273.
- Eppinga, M.B. & Pucko, C.A. (2018). The impact of hurricanes Irma and Maria on the forest ecosystems of Saba and St. Eustatius, northern Caribbean. *Biotropica*, 50: pp. 723-728.
- Godfrey, C.M. & Peterson, C.J. (2017). Estimating enhanced Fujita scale levels based on forest damage severity. *Weather and Forecasting*, 32: 243-252.
- Guzmán J.M. & L. Menéndez. (2013). Protocolo para el monitoreo del ecosistema de manglar. Proyecto GEF/PNUD. Aplicación de un enfoque regional a las áreas marino-costeras protegidas en la región Archipiélagos del Sur de Cuba. La Habana, 29 pp.
- Huxham, M., Dencer-Brown, A., & Nagelkerken, I. (2017). Mangroves and People: Local Ecosystem Services in a Changing. In R. R. Rivera-Monroy, V. H., Lee, S. Y., Kristensen, E. & Twilley (Ed.), *Mangrove ecosystems: a global biogeographic perspective on structure, function and services*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4>.
- Imbert, D. (2018). Hurricane disturbance and forest dynamics in east Caribbean mangroves. *Ecosphere*, 9: e02231.
- Iñiguez-Gallardo, V & Jurrius, I. (2019). Vulnerabilidades y adaptación al cambio climático de usuarios de manglar: caso de análisis de manglares del sur del Ecuador. Molina Moreira, N. & Galvis, F. (Comp). *Primer Congreso Manglares de América*. Universidad Espíritu Santo. Samborondón, Ecuador.
- Iñiguez-Gallardo, V. (2018). People’s understandings, perceptions of, and emotions towards climate change. University of Kent. Retrieved from <https://kar.kent.ac.uk/66946/>.
- López-Angarita, J., Roberts, C. M., Tilley, A., Hawkins, J. P., & Cooke, R. G. (2016). Mangroves and people: Lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries *Forest Ecology and Management Mangroves and people*. *Forest Ecology and Management*, 368 (May), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.020>.
- López-Marrero, T.; Heartsill-Scalley, T; Rivera López, C.; Escalera-García, I. & Echevarría-Ramos, M. (2019). Broadening our understanding of hurricanes and forests on the Caribbean island of Puerto Rico: where and what should we study now? *Forest*, 10 (710): 1-17.

- Lugo, A. E. & Frangi, J.L. (2016). Long-term response of Caribbean palm forests to hurricanes. *Caribbean Naturalist*, 1: 157-175.
- Mancina, C.A. & Cruz, F.D.D. (2017). *Diversidad Biológica de Cuba. Métodos de Inventario, Monitoreo y Colecciones Biológicas*. Instituto de Ecología y Sistemática (IES), AMA. (Versión Impresa).
- Mas-Castellano, L.; C. Reaño; D. Aguilera; D. J. Iannacone & R. Fimia. (2020). Efecto del huracán Irma en un manglar mixto de Cayo Santa María, Villa Clara, Cuba. *The Biologist*, 18 (1): 39-48.
- Menéndez, L., J. M. Guzmán; R.T. Capote-Fuentes, A.V. González; L. Rodríguez & R. Gómez. (2006). Salud del ecosistema de manglar en el Archipiélago Sabana-Camagüey. Patrones y tendencias a escala de paisaje. En: *Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano*. Editorial Academia, La Habana, pp. 275-281.
- MINAGRI. (2007). *Proyecto de Ordenación de la Empresa Forestal Integral Guanahacabibes para el periodo 2007-2016*. 200 pp.
- Richardson, B.; Richardson, M. & González, G. (2018). Responses of two litter-based invertebrate communities to changes in canopy cover in a forest subject to hurricanes. *Forest*, 9 (309): 1-9.
- Rodríguez L., L. Menéndez, J. M. Guzmán, A.V. González & R. Gómez. (2006). Manglares del Archipiélago Cubano: estado de conservación actual. En: *Ecosistema de manglar en el Archipiélago cubano*. Editorial Academia, La Habana, pp. 35-43.
- Rodríguez L. (2016). Estado actual del bosque de manglar en el lote 2 de la Reserva Ecológica Baitiquirí, Guantánamo. *Rev. Cubana de Ciencias Forestales*. (ISSN 2310-3469) Vol. 4, No. 2.
- Thaker, J., Maibach, E., Leiserowitz, A., Zhao, X., & Howe, P. (2016). The Role of Collective Efficacy in Climate Change Adaptation in India. *Weather, Climate and Society*, (IPCC 2014), <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-14-00037.1>.
- Walcker, R; Laplanche, C.; Herteman, M., Lambs, L. & Fromanrd, F. (2019). Damages caused by hurricane Irma in the human-degraded mangroves of Saint Martin (Caribbean). *Scientific Reports*, 9 (18971): 1-12.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.