

ARTICULO ORIGINAL

El ecosistema de Manglar del Parque Nacional Caguanes

Mangrove ecosystem of Caguanes National Park

Norgis V. Hernández López^{1*}

Armando Falcón Méndez¹

Eduardo M. Ramos García¹

Idania Hernández Ramos¹

Daily Yanetsy Borroto-Escuela¹

José Armando Caraballo Yera¹

Ángel Zaldívar Solís²

José M. Guzmán Menéndez³

Mark Besonen⁴

James Gibeaut⁴

¹Parque Nacional Caguanes. Centro de Servicios Ambientales de Sancti Spíritus, CITMA. Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba.

²Universidad de Pinar del Río Hermanos Saiz Montes de Oca, Calle José Martí, No. 300, Barrio Segundo Sur, c/ 27 de Noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba

³Instituto de Ecología y Sistemática, Finca "La Chata" Avenida Varona. La Habana, Cuba

⁴Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies (HRI). Universidad Texas A&M-Corpus Christi. EUA.

* Autor para correspondencia:
norgisvalentin@gmail.com

OPEN ACCESS

Distribuido bajo:
Creative Commons CC-BY 4.0

Editor:
Ana María Suárez
Centro de Investigaciones Marinas.
Universidad de La Habana.

Recibido: 09.12.2020

Aceptado: 05.06.2021

Resumen

El objetivo de la investigación fue caracterizar el estado actual del ecosistema de manglar del Parque Nacional Caguanes (PNC). Este ecosistema ocupa la mayor área boscosa del parque, alrededor de 3342,7 hectáreas, que representan el 61,5 %. Los datos fueron obtenidos a partir de 10 parcelas levantadas en cada una de las cuatro zonas de estudio identificadas. Se comprobó la presencia de las cuatro especies de mangle existentes en Cuba, así como el predominio de *Avicenniagerminans* L. (mangle prieto), que en algunas áreas forma rodales monoespecíficos. La distribución de los diámetros por clase diamétrica en todas las zonas denota una estructura inadecuada de los rodales. La zona de estudio tres es la que posee mayores valores en sus variables y parámetros dasométricos. El paso del huracán Irma provocó serias afectaciones al medio, con un elevado porcentaje de árboles muertos, y se apreció en varias zonas el desplazamiento de la regeneración de la especie principal (*A. germinans*), a favor de *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo). Los resultados obtenidos permiten hacer propuestas de manejos más adecuados, para que este ecosistema cumpla con sus funciones ambientales y socioeconómicas, a la vez que constituyen una herramienta para la toma de decisiones por la administración.

Palabras clave: ecosistemas marinos, inventario de especies, áreas marinas protegidas, Cuba.

Abstract

The objective of the research was to characterize the current state of the mangrove ecosystem of the Caguanes National Park (PNC). This ecosystem occupies the largest wooded area in the park, around 3,342.7 hectares, representing 61.5%. The data were obtained from 10 plots surveyed in each of the four identified study areas. The presence of the four mangrove species existing in Cuba was verified, as well as the predominance of *Avicenniagerminans* L. (black mangrove), which in some areas forms monospecific stands.

The distribution of diameters by diameter class in all zones denotes an inadequate structure of the stands. Study area three is the one with the highest values in its variables and dasometric parameters. The passage of Hurricane Irma caused serious damage to the environment, with a high percentage of dead trees and the displacement of the regeneration of the main species (*A. germinans*) in favor of *Rhizophora mangle* L. (red mangrove) was observed in several areas. The results obtained allow to make proposals for more adequate management, so that this ecosystem fulfills its environmental and socioeconomic functions, at the same time that they constitute a tool for decision-making by the administration.

KEYWORDS: marines ecosystems, species inventory, marine protected areas, Cuba.

Introducción

Los manglares, conjuntamente con los herbazales y los bosques de ciénagas, son considerados humedales costeros, y tienen importantes funciones ecológicas en el mantenimiento de la estabilidad entre la zona marina y los ecosistemas terrestres se desarrollan en las zonas tropicales y subtropicales del planeta. En Cuba, están distribuidos en más del 50% de las costas, y ocupan el 5,1% de la superficie del país, representando el 20,1% del área boscosa actual, por lo que constituyen una reserva forestal muy valiosa (Montero García *et al.*, 2017).

Los bosques de manglar muestran una gran variabilidad en cuanto a su desarrollo estructural. Esta variabilidad es el resultado de la respuesta de la vegetación a los múltiples factores físicos que operan a distintas intensidades en el ambiente. Estos incluyen las concentraciones de nutrientes, cantidad y periodicidad de la escorrentía, precipitación e intensidad de la evaporación, además de la operación de tensores tales como las bajas temperaturas, heladas, sequías, alta salinidad, entre otros (Cintron & Schaeffer-Novelli, 1983; citados por Menéndez & Guzmán, 2006).

El PNC es un área protegida de significación nacional perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (SNAP). Dentro de sus valores

significativos de interés ambiental destacan las formaciones forestales que alberga, donde el ecosistema de manglar es la que ocupa la mayor área, alrededor de 3 342,7 ha que representan el 61,5 % de su cobertura total (CSA, 2018).

En abril de 2017 fue aprobado por el Consejo de Ministros el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, conocido como Tarea Vida, el cual pone énfasis en la zona costera y la recuperación de los manglares degradados (CITMA, 2017), en concordancia con esta importante tarea, dentro de los objetos de conservación en el PNC, durante la última década se ha priorizado este ecosistema, lo que ha permitido la creación de una base de datos a partir del levantamiento de parcelas temporales y permanentes, y la ejecución de los programas de monitoreo del manglar, permitiendo hacer algunas consideraciones que se resumen en esta investigación.

Sobre el comportamiento y la evolución de la dinámica del ecosistema de manglar del PNC, que se conozca, además de los trabajos propios de la Ordenación Forestal, solo se han realizado algunos muestreos y parcelas demostrativas durante el desarrollo del proyecto Sabana-Camagüey, que se citan por Menéndez y Guzmán (2006). Por ello, el objetivo de la investigación es caracterizar el estado actual del ecosistema de manglar del Parque Nacional Caguanes

Materiales y métodos

Área de estudio

El área se crea legalmente con la categoría de Parque Nacional mediante el acuerdo No. 4262, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros el 18 de diciembre de 2001 y se establece según Decreto Ley 331 de 2015 como Zona con Regulaciones Especiales. Constituye una de las áreas núcleos de la Reserva de la Biosfera Buenavista, y está declarada como sitio Ramsar por la importancia de sus humedales.

El PNC se localiza al norte del municipio de Yaguajay, en la provincia de Sancti Spíritus. Ocupa

áreas terrestres en la isla de Cuba, especialmente de la llanura costera nombrada Corralillo-Yaguajay, áreas marinas y costeras de la bahía de Buena Vista e incluye el subarchipiélago de los Cayos de Piedra, perteneciente al archipiélago Sabana-Camagüey (Fig.1). Presenta una extensión total de 20 490 ha, de ellas 11 990 son marinas y 8 500 ha son terrestres.

El área protegida limita al norte con las aguas de la bahía de Buena Vista, por el sur con fincas privadas y estatales dedicadas fundamentalmente a la ganadería extensiva y con plantaciones forestales, por el oeste con las aguas someras de la bahía de Buena Vista, específicamente con los bajos de Guaní y por el este, con bosques secundarios y sabanas dedicadas a la ganadería extensiva (CSA, 2018).

Los valores florísticos del parque están dados por la presencia de 11 formaciones vegetales, entre las que

sobresalen los bosques, matorrales, herbazales y complejos de vegetación, destacándose por su gran extensión los bosques de mangle (García-Lahera *et al.*, 2007) con la presencia de las cuatro especies consignadas para Cuba distribuidas en todo el ecosistema *Rhizophora mangle* L, (mangle rojo), *Avicenniagerminans*L. (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* Gaertn (patabán) y *Conocarpus erectus* L. (yana)(García-Lahera *et al.*, 2007).

Para la realización de esta investigación se dividió el área de estudio en cuatro zonas, según la distribución, composición y estructura del ecosistema de manglar, partiendo de las bases de datos disponibles (2000-2020) (Fig. 1). Para ello, se tuvo en cuenta el último proyecto de ordenación forestal donde se describe la composición de los bosques de manglar.

- Primera Zona: Lote 1, Manglares del subarchipiélago de los Cayos de Piedra

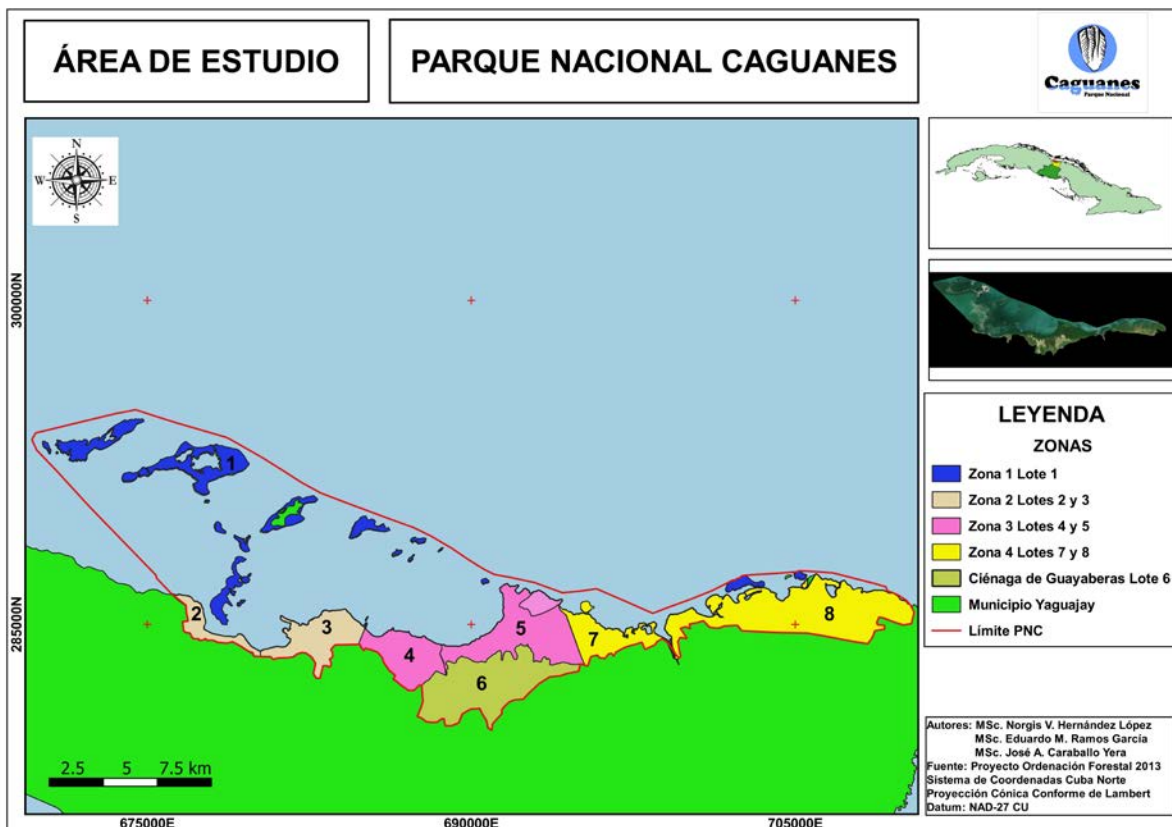


Fig. 1. Ubicación del área de estudio

- Segunda Zona: Lotes 2 y 3, Manglares litoral del sector Oeste
- Tercera Zona: Lotes 4 y 5, Manglares litoral del sector Centro
- Cuarta Zona: Lotes 7 y 8, Manglares litoral del sector Este

El inventario para la ordenación de montes divide el bosque en lotes y, a su vez, estos se dividen en rodales. El lote es una unidad administrativa de superficie variable y límites físicos claramente identificables (caminos, carreteras, trochas); el rodal es un segmento relativamente uniforme definido por las características de la vegetación, también de superficie variable, pero no tiene límites físicos que lo definan, sino los cambios en el arbolado, por ejemplo, cambio de densidad o altura, composición de especies entre otras (Aldana, 2010).

Trabajo de campo y recolecta de datos

Se examinó la base de datos de años anteriores archivadas en los registros de campo de los monitoreos al manglar. Se revisó el proyecto de ordenación forestal del año 1982, para tener una idea de la evolución y dinámica en los bosques de manglares. Dicho documento fue el único realizado hasta el año 2013, cuando se concluyó el segundo proyecto de ordenamiento forestal, el cual permitió estructurar el estudio. Dicho trabajo enmarca a toda el área del Parque dividida en 8 lotes donde, exceptuando el lote 6, todos los demás tienen en su composición las especies del manglar por eso en las zonas de estudio se obvia este lote.

En cada zona se seleccionaron parcelas al azar donde se aplicó el Protocolo de Monitoreo del Ecosistema de Manglar de Guzmán y Menéndez (2013). Otros documentos que se consultaron fueron los planes de manejo del PNC. También se tuvo en cuenta la experiencia de los monitoreos efectuados por especialistas del PNC en otras áreas de manglares de la región central de Cuba (Camagüey, Ciego de Ávila, Trinidad). Se empleó la cinta métrica de 30 m para el levantamiento de las parcelas, para la medición del diámetro se utilizó forcípula (30

cm) y cinta diamétrica (2 m) indistintamente, para la altura el hipsómetro de Blume-Leiss y las coordenadas se determinaron con el GPS marca Garmin. La cartografía fue realizada mediante el software libre QGIS 3.12.

Para la realización de esta investigación se levantaron 40 parcelas distribuidas en las cuatro zonas de estudio (10 parcelas en cada zona). No se realiza un estudio de determinación del tamaño de la muestra por tratarse de un trabajo preliminar, el cual servirá como muestreo piloto para futuras investigaciones.

Cada parcela, con un área de 100 m², fue georreferenciada, se tomaron los datos según Guzmán y Menéndez (2013) adicionándose el lote y rodal al que pertenecen:

Los datos de campo fueron los siguientes:

- Localidad, fecha, número de la parcela, lote y rodal.
- Coordenadas, inundación, cobertura y salinidad.
- Herbivoría, regeneración, estado fenológico, altura de neumatóforos.
- A cada especie dentro de la parcela se le midió la altura. El bosque de mangle se clasificó, según Menéndez y Guzmán (2006) en: alto (de 10 a 15 metros de altura), medio (entre 7 a 9 metros de altura), bajo (de 4 a 6 metros de altura) y achaparrado (de 3 metros o menos de altura).
- Medición del diámetro a cada árbol. Esta variable es importante para determinar la estructura de los bosques y permite calcular el área basal.
- Se determinó la regeneración natural por especies en cada parcela, aspecto de vital importancia para determinar la resiliencia de este ecosistema. Cumpliendo con lo indicado en el protocolo de monitoreo, se tuvo en cuenta que los tallos sean menores de 2.5 cm de diámetro y la altura menor de 3 m, y se identificaron las cohortes por especie.
- Para la evaluación de la herbivoría se consideró el efecto de los fitófagos en la vegetación, sobre todo en el follaje.
- Fenología: En cada parcela se evaluó la floración (botones y flores) y la fructificación (inmaduros y propágulos).

Tanto para la regeneración como para la herbivoría y la fenología el criterio seguido fue el recomendado por Guzmán y Menéndez (2013), evaluándolos en:

- Muy abundante
- Abundante
- Medianamente abundante
- Poco abundante
- Escasa o nula.

- A cada zona se le ilustró un perfil de vegetación, excepto a la zona 4.

- En el caso del sustrato se siguió el criterio descrito en el proyecto de ordenación del año 2013 para cada lote y rodal. El suelo tipo Solonchak manglar mineral (sustrato sobre el que se desarrolla el manglar) y su profundidad son aspectos muy importantes, ya que pueden indicar un mayor o menor contenido de nutrientes.

Con la obtención de la base de datos se procesó toda la información. Se determinaron los diámetros medios, las alturas medias, el área basal y volumen para la parcela y por hectárea, con las fórmulas clásicas. En el caso del volumen, se empleó la fórmula $v = 0,7854 \times d^2 \times (h+3) \times fe$, el coeficiente mórfo empírico se obtuvo en la tabla de la norma ramal 595 (MINAG, 1982), esto en cada parcela de cada área de estudio. Partiendo del diámetro y la altura se calcula el área basal y el volumen para la parcela, y luego estas dos últimas se extrapolan a hectáreas. Se tomaron, además, otras variables como la salinidad presente en cada parcela haciendo determinaciones *in situ* de la muestra de agua con la utilización de un salinómetro portátil inductivo, la que se expresa en unidades prácticas de salinidad (ups). Además, la cobertura del dosel por el método de estimación visual expresado en porcentaje (%) de área cubierta.

Se realizó un análisis de varianza empleando SPSS versión 22.0 para comparar los resultados de las cuatro zonas de estudio y determinar la existencia o no de diferencias significativas en cuanto a diámetro (d, expresado en cm), altura (h, en m), área basal (G, en m²/ha), número de árboles (N, árb/ha) y volumen (V, en m³/ha)

Resultados

Caracterización dasométrica del estado actual del ecosistema manglar en las diferentes zonas de estudio

A partir del procesamiento de las parcelas, se obtienen resultados que permiten caracterizar, preliminarmente, desde el punto de vista dasométrico, el estado actual del ecosistema, resaltando algunos elementos particulares para las diferentes zonas de estudio. En la Tabla 1 se presentan los resultados medios para el d, h, G, N y V, para cada una de las zonas de estudio mientras que en la Tabla 2 se muestran estos resultados, pero con los promedios correspondientes a las parcelas levantadas antes del huracán Irma y posteriores al paso de este.

Por tratarse de la zona mejor conservada, se ilustra gráficamente la distribución de árboles por clase diamétrica con intervalo de dos centímetros, correspondientes a las parcelas dos y seis, de la zona de estudio tres, (Fig. 2 y 3). Además, se realizaron perfiles de vegetación para las zonas 1, 2 y 3 (Fig. 4, 5 y 6) y para la zona 4 se muestran imágenes que también permiten formarse una mejor idea sobre la misma (Fig. 7).

En la Tabla 3, se presenta el análisis de varianza para un 95 % de probabilidad, donde se comparan las variables y parámetros estimados, a través del muestreo en las cuatro zonas de estudio, los resultados muestran que en todos los casos (d, h, G, N y V) el nivel de significación es menor que 0,05, lo que confirma la existencia de diferencia significativa entre ellas.

Tabla 1. Valores promedio de diámetro a 1.3 m (d), la altura total (h), el área basal por ha (G), el número de árboles por ha (N) el volumen por ha (V) por zona de estudio

Variable	1	2	3	4
d (cm)	8,48	8,85	13,32	10,3
h (m)	6,1	6,4	8,3	6,1
G (m ² /ha)	16,13	10,93	21,67	10,13
N (árb/ha)	2780	1720	2060	1200
V(m ³ /ha)	54,99	43,02	100,54	35,75

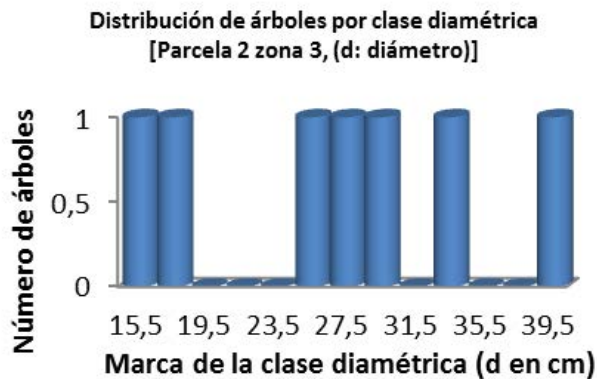


Fig. 2. Distribución de frecuencia del número de árboles por clase diamétrica parcela N° 2.

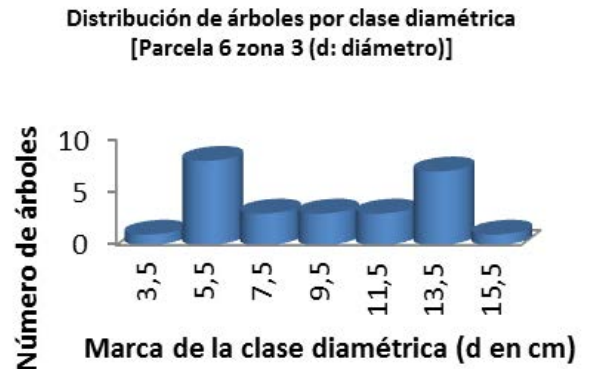


Fig. 3. Distribución de frecuencia del número de árboles por clase diamétrica parcela N° 6.

Otras variables analizadas:
Regeneración

Para el caso de la regeneración natural, en la mayoría de las parcelas estudiadas después del huracán Irma, se evidencia un reacomodo de las especies al cabo de los tres años, al compararlas con los resultados obtenidos previos al mismo. Los rodales de *A. germinans* en su gran mayoría no sobrevivieron ante el embate de los vientos del huracán. Las inundaciones costeras por escurrimiento hídrico y el ascenso del nivel del mar ahogaron los neumatóforos durante mucho tiempo y esto paralizó el proceso fisiológico de las plantas, produciendo una intoxicación por no poder expulsar dióxido de carbono. Ello incidió en que casi el 80 % de los neumatóforos fueron muy afectados. Se sugiere un seguimiento en el monitoreo de la regeneración natural del *A. germinans*,

teniendo en cuenta el área que ocupa esta especie dentro del ecosistema.

Para la zona uno, se nota que antes del 2017 la regeneración coincidía con la especie dominante, es decir, las condiciones estaban creadas para que esta especie perdurara y se siguiera estableciendo. En el 2020 hay cambios en la presencia de la regeneración, por lo general la especie *R. mangle* está reemplazando a *A. germinans*. En la zona dos, se comporta parecido al caso anterior, pero en esta la especie dominante que es *A. germinans*, se equilibra con *R. mangle*, según se avanza tierra adentro; no así en los rodales más próximos al litoral, que es donde *R. mangle* prevalece en la regeneración.

En la zona tres compuesta principalmente por rodales monoespecíficos de *A. germinans*, los resultados de los muestreos evidencian una clara sustitución

Tabla 2. Valores promedio de d, h, G, N y V antes (A) y después (D) del huracán Irma

Variable	1 A	1 D	2 A	2 D	3 A	3 D	4 A	4 D
d (cm)	9,04	8,48	13	8,39	17,73	10,38	10,5	10,17
h (m)	5,56	6,1	8,1	6,3	9,2	7,6	5,8	6,3
G (m ² /ha)	21,6	16,13	28	9,05	30,67	15,68	11,81	9
N (árb/ha)	3740	2780	2100	1678	2275	1917	1350	1100
V(m ³ /ha)	75,76	54,98	120,67	34,39	153,83	65,01	40,54	32,55

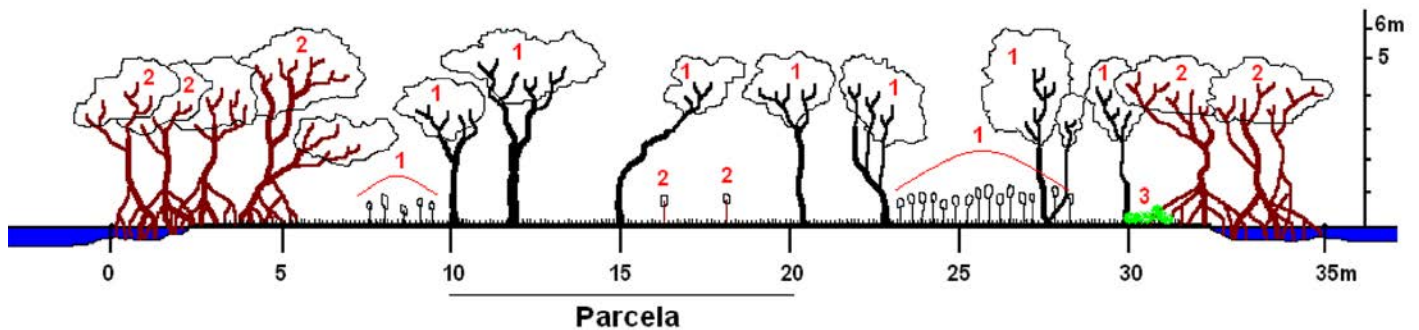


Fig. 4. Perfil ilustrativo de la zona de estudio N0 1. 1-*Avicennia germinans* L., (mangle prieto), 2-*Rhizophora mangle* L.,(mangle rojo), 3-*Batis maritima* L., (perejil de costa), yerba de iguana.

del *A. germinans*, por *R. mangle*. En la zona cuatro se comporta diferente a los tres casos anteriores, aquí hay una tendencia a mantenerse la especie dominante (*A. germinans*).

Salinidad

Los valores de salinidad en las zonas uno y cuatro son mayores que en la dos y la tres, coincidiendo con las

características de sitio para cada caso descrito anteriormente, aunque hay que señalar que la zona uno es una de las que mayor flujo hídrico recibe a la vez las salinidades se elevan en la época de mayor sequía, considerando que esta se encuentra en aguas de la bahía y la mayor cantidad de datos correspondió a los periodos secos. Pero tiene también la ventaja de que los manglares que la forman se alimentan del aporte de nutrientes

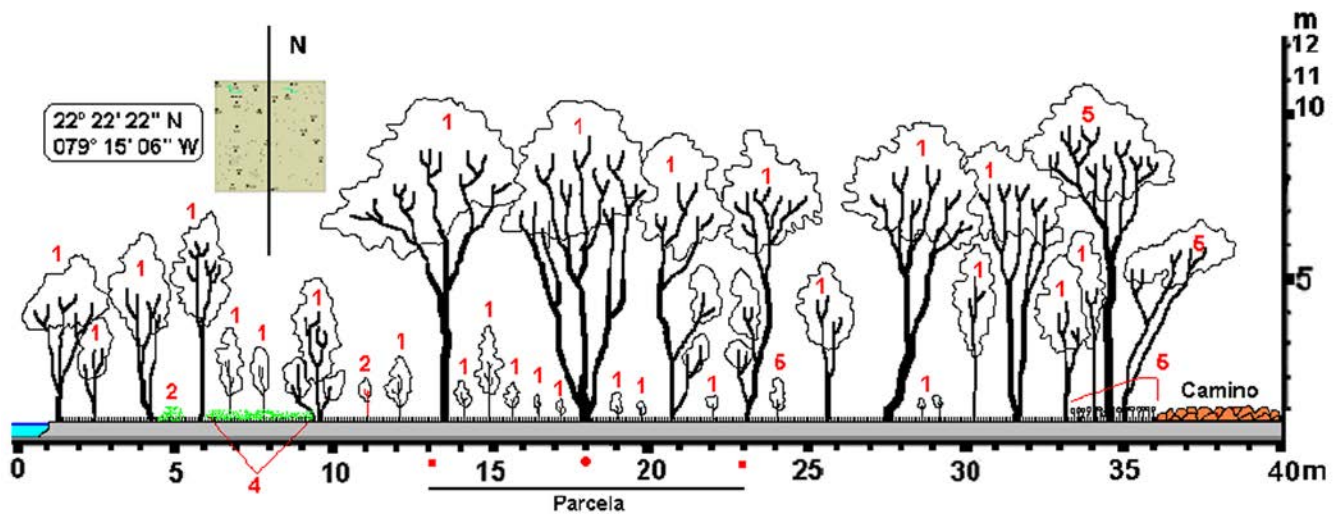


Fig. 5. Perfil Ilustrativo Zona de Estudio 2. 1-*Avicennia germinans* (L.) L., mangle prieto, 2-*Batis maritima* L., perejil de costa, yerba de iguana, 3-*Rhizophora mangle* L.,mangle rojo, 4-*Sesuvium* sp., 5- *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., patabán.

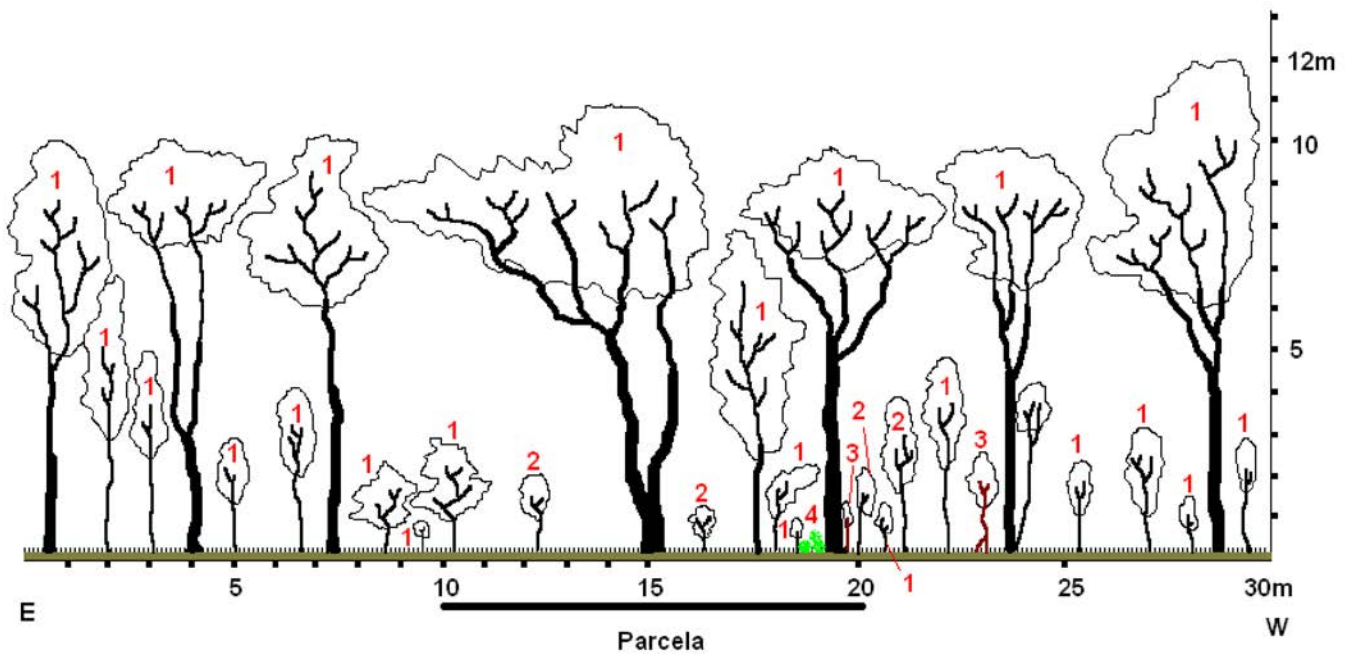


Fig. 6. Perfil ilustrativo de los manglares de la zona de Estudio No. 3. 1-*Avicennia germinans* L., (mangle prieto), 2-*Laguncularia cerosa* L. Gaertn.,(patabán), 3-*Rhizophora mangle* L., (mangle rojo), 4-*Batis maritima* L., (perejil de costa), yerba de iguana.

acumulados en el bajo o restinga presente al sur de ellos y posibilitan su adaptación y desarrollo, también los efectos negativos de la contaminación en años anteriores, al

estar separados del litoral, fueron menores los impactos, en sentido general, son valores altos y por eso es que la especie que predominaba era *A. germinans* en el



Fig. 7. Foto ilustrativa de la zona de estudio 4.

Tabla 3. Comparación estadística del comportamiento de d, h, G, N y V, en las zonas de estudio

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
d	Entre grupos	135,943	3	45,314	2,950	,046
	Dentro de grupos	553,025	36	15,362		
	Total	688,968	39			
h	Entre grupos	35,789	3	11,930	5,847	,002
	Dentro de grupos	73,450	36	2,040		
	Total	109,239	39			
G	Entre grupos	962,100	3	320,700	5,104	,005
	Dentro de grupos	2261,800	36	62,828		
	Total	3223,900	39			
N	Entre grupos	22952000,000	3	7650666,667	5,362	,004
	Dentro de grupos	51364000,000	36	1426777,778		
	Total	74316000,000	39			
V	Entre grupos	25437,006	3	8479,002	4,938	,006
	Dentro de grupos	61816,673	36	1717,130		
	Total	87253,680	39			

d (cm), h (m), G (m²/ha), N (árb/ha y V (m³/ha)

ecosistema, porque de todas es la más tolerante a estas condiciones.

Herbivoría

En sentido general las afectaciones por fitófagos que se observaron, resultaron ser poco frecuentes y de momento no constituyen un problema.

Fenología

En cuanto a la floración y fructificación, en las cuatro zonas para todas las especies, a partir del huracán (2017), se produce un desfase en la época de floración y por tanto en la fructificación y es casi nula en *R. mangle*.

Discusión

Situación general del ecosistema de manglar en el PNC

A partir de la observación cualitativa de los autores, se puede afirmar que el ecosistema de manglar perteneciente al PNC ha presentado varias transformaciones, las que a juicio de los mismos han sido causadas en mayor medida por eventos extremos, como las temporadas de sequía en diferentes años. Así como los huracanes que han azotado la zona, donde el huracán Irma, septiembre de 2017, marcó un antes y un después en la respuesta a la resiliencia del ecosistema.

Según CSA (2018), otras presiones que han incidido negativamente son las derivadas de la actividad antrópica, con malas prácticas provenientes del desarrollo azucarero y ganadero proyectado en el territorio en los últimos 60 años, entre las que destacan las talas, los incendios y la contaminación. Además, destacar la introducción de especies de la flora y la fauna y la actividad de pesca comercial y furtiva en el área marina.

Una de las especies exóticas que más recientemente se ha introducido en las costas de Cuba es el pez león (*Pterois volitans/miles*). La presencia del pez león fue detectada en 2007 y en 2009. Se encontraba en todas las aguas cubanas (Chevalieret *al.*, 2008, citados por González, 2015)

El ecosistema empieza a conservarse como tal, cuando en el año 2001 se constituyó el PNC y se logró su primer plan de manejo que dejó claro las actividades a realizar en cada zona. Transcurridos cuatro años, se paralizó la industria azucarera en el territorio y esto influyó de forma positiva al disminuir las cargas contaminantes hacia la costa, que provocaban extensa mortandad de los manglares. Las demás actividades económicas se siguen ejecutando, pero con un mayor control y manejo.

El huracán Irma, que pasó con categoría cinco por la zona, provocó daños sin precedentes en la historia de estos ecosistemas. Los fuertes vientos fueron capaces de defoliar totalmente al 90 % de las especies de manglar, y las inundaciones impidieron la sobrevivencia de los manglares. Casi el 80 % de ellos, durante el primer año después del huracán, no mostró señales de recuperación. La especie *A. germinans* prácticamente murió y al cabo de 3 años es que se pueden observar algunos sobrevivientes. *R. mangle*, aunque fueron defoliados totalmente, más del 50 % sobrevivieron y se van recuperando ya desde el primer año, al igual que las demás especies *L. racemosa*, *C. erectus* y *Conocarpus erectus* var. *sericeus* Fors ex DC., y ana blanca (CSA, 2018).

Características dasométricas

Según González-Oliva *et al.* (2017), muchos estudios en plantas son acompañados por perfiles de vegetación, los que ilustran su composición y estructura, los rasgos de las formaciones vegetales, así como el hábitat de alguna especie focal.

Los perfiles de vegetación son representaciones esquemáticas del conjunto de plantas que se encuentran dentro de un área lineal de más o menos 60 m (Barbouret *al.*, 1987, citado por González-Oliva *et al.* 2017), aunque lo más acertado es que tenga una longitud representativa de la vegetación en estudio. En Cuba frecuentemente se utiliza entre 25-50 m lineales.

Loumanet *al.* (2001) y Basantes (2016), coinciden en que la distribución de los árboles por clase diamétrica permite tener una visión exacta de la estructura del rodal, lo cual es fundamental para prescribir las intervenciones de manejo y determinar el rendimiento de los bosques por tipo de producto. A través del muestreo realizado en las cuatro zonas de estudio, se obtienen resultados que indican que la estructura de los rodales es inadecuada, al presentar una deficiente distribución de árboles por clases diamétricas. Se ilustra gráficamente la distribución de árboles por clase diamétrica con intervalo de dos centímetros, correspondientes a las parcelas dos y seis, de la zona de estudio tres, la mejor conservada (Fig. 2 y 3). Lo que se aprecia en ambas figuras sugiere la necesidad de intervención humana (intervenciones de manejo), en función de una regeneración natural asistida, para acortar el plazo de recuperación, ya que, por ejemplo en la Fig. 2, se aprecia que por debajo de la marca de clase 15,5 no hay árboles y en total hay seis clases sin árboles.

La zona de estudio tres, es decir la correspondiente a los lotes 4 y 5, ocupados por los manglares del litoral, sector Centro, es la que presenta los mayores valores en todas las variables y parámetros, excepto en cuanto al número árboles por hectárea, aspecto en que es superada por la zona uno, los valores pueden observarse en la Tabla 1, donde aparecen de forma general (promedio de las 10 parcelas), y en la Tabla 2 donde se promedian

antes y después del huracán Irma. En este grupo se concentran los manglares mejor conservados. Aquí es donde existe el mayor aporte del agua fluvial por la gran cantidad de arroyos y pequeños ríos que vierten a este sector; lugar que también es beneficiado por tener al sur del ecosistema el humedal más importante del área, que es la ciénaga de La Guayabera. Lo conforman las cuatro especies con predominio en área del *A. germinans*, formando en muchos lugares rodales monoespecíficos.

A continuación, se ubica, por sus resultados (ver Tabla 1 y 2), la zona de estudio uno compuesta por el lote uno (manglares del subarchipiélago de los Cayos de Piedra) en este caso se tomaron las muestras de los rodales de mayor proporción coincidiendo con los cayos de mayor tamaño, los de menor proporción que solo tienen pequeñas líneas de mangles en muchos casos de forma mixta se les hizo un análisis visual que sirvió de testigo para las consideraciones de esta zona. Por el Sur y el Oeste de cada uno de los Cayos de Piedra se desarrollan fajas de bosques de manglar representadas por las cuatro especies. Por lo general, en la primera línea en contacto con el agua, se encuentra *R. mangle* formando fajas de hasta 10 m de ancho en aquellos cayos de mayor proporción como son los casos de Lucas, Aguada, Salinas y Fábrica. Después aparece *A. germinans* formando rodales más amplios, ocupando las áreas semiinundadas entre las lagunas presentes en estos ecosistemas, donde las rodea nuevamente *R. mangle* y también se presentan pequeños grupos de *L. racemosa* y *C. erectus* en los ecotonos con el carso.

Las zonas de estudio dos y cuatro poseen resultados bastante similares (ver Tabla 1 y 2), pero los de la dos, aún, cuando la zona cuatro la supera en diámetro medio (+ 1,45 cm) son superiores (h, G, N y V). Esta última se compone por los lotes dos y tres (manglares litoral del sector Oeste). Sus manglares se desarrollan por la línea de costa y se adentran a tierra hasta 1 km en algunos casos. Lo forman las cuatro especies antes mencionadas con la prevalencia igualmente del *A. germinans*. La zona fue sometida en una temporada a los

efectos contaminantes de la industria azucarera y la tala de árboles para leña y carbón vegetal.

La zona cuatro la integran los lotes siete y ocho (manglares litorales del sector Este). En este caso son extensas franjas de manglares que no sobrepasan los 200 m de la línea de costa hacia tierra, que también fueron afectados en algún momento por los efectos de las malas prácticas del desarrollo azucarero y ganadero. Existe la presencia de las cuatro especies.

Rodríguez (2003), plantea que en 1984 se terminó un inventario nacional que incluyó áreas y volúmenes de manglares por provincias y para las cuatro especies. El área provisional fue de 326 000 ha, el volumen medio de 37 m³/ha (rodales de *Rhizophora* 36 m³/ha, de *Avicennia* 45 m³/ha, *Laguncularia* 52 m³/ha y *Conocarpus* 31 m³/ha) con poca variación entre provincias (32 a 57 m³/ha) y excepcionalmente 70 m³/ha en áreas pequeñas. Los valores obtenidos en esta investigación son coincidentes, excepto para la zona tres que alcanza los 100 m³/ha.

Menéndez y Guzmán, (2006), publican resultados de dos parcelas levantadas en el PNC, en áreas que corresponden a la zona de estudio tres. Los valores que obtuvieron del diámetro fueron de 9,98 y 10,24 cm; los de la altura de 7,73 y 6,54 m; el área basal fue de 20,37 y 23,09 m²/ha, y el volumen de 85,24 y 85,91 m³/ha. Los resultados analizados presentan cierta coherencia con los obtenidos en el presente trabajo (ver Tabla 1).

Menéndez (2013) plantea una clasificación de acuerdo a la altura para el manglar: achaparrados o enanos (no sobrepasan los 3 m), bajos (de 4 a 5 m), medios (de 6 a 9 m) y altos (de 10 a 12 m o más), teniendo en cuenta los valores de altura media obtenidos en las cuatro zonas todas clasifican como media, aunque como se verá al analizar los perfiles de vegetación hay áreas que alcanzan los 11 y 12 m.

Perfiles de vegetación

En la Fig. 4 se presenta el perfil de un segmento de la zona 1, se observó hacia los extremos predominio de *R.*

mangle, al centro *A. germinans* con una altura de aproximadamente 6 m, así como la presencia de regeneración en dos grupos de esta última especie.

El perfil de la zona dos (Fig. 5) muestra predominio de *A. germinans* que alcanza aproximadamente 11 m, hacia el extremo derecho dos ejemplares de *L. racemosa* de 6 y 11 m de altura, con abundante regeneración en una pequeña área. Regeneración relativamente abundante de *A. germinans*.

La zona tres (Fig. 6) presenta dominio en el dosel superior de *A. germinans* con una altura que alcanza los 12 m. Entre los 2 y 4 m hay predominio de la misma especie seguida de *L. racemosa*.

Consideraciones generales

En todas las zonas la estructura de los rodales es inadecuada, al presentar una deficiente distribución de árboles por clases diamétricas, lo que denota degradación del ecosistema.

La zona de estudio tres es la que posee mayores valores en sus variables y parámetros dasométricos, seguida por la uno.

El paso del huracán Irma provocó serias afectaciones al medio, con un elevado porcentaje de árboles muertos y se apreció en varias zonas el desplazamiento de la regeneración de la especie principal *A. germinans* a favor de *R. mangle*.

Los valores de salinidad en las zonas uno y cuatro son mayores que en la dos y tres, coincidiendo con las características del sitio, aunque en sentido general son valores altos, por lo cual la especie *A. germinans* es la predominante en todo el ecosistema, porque es capaz de soportar y desarrollarse en sitios con salinidades elevadas.

Dado el estado actual, el monitoreo para evaluar la resiliencia debe ser frecuente y sistemático. Se recomienda manejar la zona de estudio uno por regeneración natural y la 2,3 y 4 por regeneración natural y regeneración natural asistida y en algunos sectores de las zonas 2 y 3, experimentar a pequeña escala reforestación

artificial, principalmente con las especies *R. mangle* y *C. erecta*.

Existe diferencia significativa en todos los resultados obtenidos en las 4 zonas de estudio.

Agradecimientos

Al equipo técnico del parque, guardaparques y trabajadores de la conservación, que apoyaron el trabajo de campo y de gabinete. Al Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies por los aportes de las imágenes satélites actualizadas Sentinel-2 provenientes de la European Space Agency. Al grupo de revisores que contribuyeron al mejoramiento del documento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias

- Aldana Pereira, E. (2010). *Ordenación de Montes*. Texto para la carrera de Ingeniería Forestal. Editorial Félix Varela. La Habana
- Basantes Morales, E. M. (2016). *Silvicultura y fisiología vegetal aplicada*. Comisión editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente) (2017). *Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba*. Tarea Vida, consultado en: <http://financiamientoclimatico.cubaenergia.cu/index.php/descargas/8-folleto-tarea-vida/file>
- Patricia González, C. (Coord.) (2015). *Manejo Integrado de Zonas Costeras en Cuba*. Estado actual, retos y desafíos. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299584609_Manejo_Integrado_de_Zonas_Costeras_en_Cuba_Estado_actual_retos_y_desafios.
- CSA (Centro de Servicios Ambientales) (2018). *Plan de Manejo 2019-2023*. Parque Nacional Caguane. Inédito.
- García-Lahera, J. P., Orozco Morgado A., Domínguez González A., Pérez Silva B. (2007). Flora y Vegetación del Parque Nacional Caguane, Sancti Spiritus, Cuba. *Brenesia*, 67, 9-24.

- González-Oliva, L., Ferro Díaz, J., Rodríguez-Cala, D., Bezaín, R. (2017). Métodos de inventario de plantas. En C.A. Mancina y D.D. Cruz (Eds.), *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (pp. 60-85). Editorial AMA, La Habana.
- Guzmán Menéndez, J.M., Menéndez Carrera, L. (2013). *Protocolo para el monitoreo del ecosistema de manglar*. Proyecto GEF/PNUD. Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba. La Habana, Editorial AMA.
- Louman, B., Quirós, D., Nilsson, M. (Eds) (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- Menéndez Carrera, L., Guzmán Menéndez, J.M. (Eds.), (2006). *Ecosistema de Manglar en el Archipiélago cubano*. La Habana, Editorial Academia.
- Menéndez Carrera, L. (2013). *El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: bases para su gestión*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura) (1982). *Norma Racional 595 Tratamientos silviculturales*. La Habana.
- Montero García, G., Martínez, J.M., Iturralde Vinent, M., Hernández, M., Alcolado Menéndez, P.M., Martínez Daranas, B., Menéndez Cabrera, L., Juanes Martí, J.L., Rodríguez, C., Fernández Márquez, A., Arellano Acosta, M., Villasol Núñez, A. (2017). *Zonas costeras de Cuba. Importancia, protección y uso sostenible*. Editorial científico-técnica, La Habana.
- Rodríguez Crespo, G. (2003). *Bases para el manejo sostenible de un bosque de manglar en estado de deterioro. Sector Coloma-Las Canas. Pinar del Río*. Tesis doctoral, Universidad de Alicante, España.

Como citar este artículo

Hernández López, N.V Falcón Méndez, A., Ramos García, E.M., Hernández Ramos, I., Borroto-Escuela, D.Y., Caraballo Yera, J.A., Zaldívar Solís, Á., Guzmán Menéndez, J.M., Besonen, M.R., Gibeaut, J. (2021) El ecosistema de Manglar del Parque Nacional Caguanes. *Rev. Invest. Mar.*, 41(especial), 94-106.