

ARTICULO ORIGINAL

# Caracterización de lagunas costeras del Parque Nacional Caguanes, Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba

Characterization of coastal lagoons in the Caguanes National Park, Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba

Daily Yanetsy Borroto-Escuela <sup>1\*</sup>

Idania Hernández Ramos <sup>1</sup>

Armando Falcón Méndez <sup>1</sup>

José Armando Caraballo Yera <sup>1</sup>

Norgis V. Hernández López <sup>1</sup>

Ángel R. Rodríguez Valdés <sup>2</sup>

Tomás Julio García-López <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Parque Nacional Caguanes. Centro de Servicios Ambientales de Sancti Spíritus, CITMA. Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba.

<sup>2</sup> Grupo de Estudios Ambientales, Centro de Servicios Ambientales, Sancti Spíritus, CITMA.

\* Autor para correspondencia:  
dborroto76@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: 17.12.2020

Aceptado: 25.03.2021

## Resumen

El objetivo de la investigación es caracterizar tres lagunas costeras y dos sistemas lagunares del Parque Nacional Caguanes, mediante el monitoreo de indicadores bióticos y abióticos, en campañas de muestreo realizadas dos veces al año entre 2015 y 2019. También se describen los principales impactos naturales y antrópicos asociados a estos ecosistemas y las potencialidades de las lagunas. Los indicadores empleados están relacionados con la evaluación de la calidad de agua, la vegetación predominante y la presencia de la fauna asociada. Los resultados demuestran que, a pesar que los parámetros químico-físicos de calidad del agua evalúan estos ecosistemas como de mala calidad, son resultantes de los procesos naturales que ocurren en los mismos. Las lagunas presentan condiciones favorables para el fomento y desarrollo de la biodiversidad, donde se destacan los grupos ornitológicos. Algunas lagunas presentan condiciones favorables para el desarrollo de variantes turísticas diversas. Se han identificado como amenazas sobre este ecosistema, la pesca ilegal, el turismo en zonas aledañas, el vertimiento de desechos sólidos, las actividades agrícolas y ganaderas en zonas próximas, así como el mal manejo de los cursos de agua. Este ecosistema ha sufrido cambios en su integridad ecológica, asociados a diferentes factores, especialmente eventos naturales extremos: prolongados periodos de sequía, fuertes huracanes e intensas lluvias, que han provocado cambios en los sedimentos, afectaciones a los manglares, cambios de indicadores como pH y salinidad, turbidez y material en suspensión en las aguas.

**Palabras clave:** indicadores abióticos y bióticos, calidad del agua, área marina protegida, impactos naturales y antrópicos.

## Abstract

The main objective of the research is to characterize three coastal lagoons and two lagoon systems of Caguanes National Park by monitoring the biotic and abiotic indi-

cators, in campaigns, twice a year, between 2015-2019, as well as the description of the main impacts, natural and anthropic associated with these ecosystems. The methods used are related to the evaluation of water quality, the predominant vegetation and the presence of associated fauna. The main results show that although the chemical-physical parameters of water quality evaluate these ecosystems as of poor quality, are the result of the natural processes that occur in them. These lagoons present favorable conditions for the promotion and development of biodiversity, where ornithological groups stand out. Some lagoons have favorable conditions for the development of tourism variants. Illegal fishing, tourism in neighboring areas, dumping of solid waste, agricultural and livestock activities in nearby areas, a wrong management of the water courses have been identified as threats to this ecosystem. This ecosystem has undergone changes in its ecological integrity associated with different factors, especially extreme natural events: prolonged periods of drought, strong hurricanes and intense rains, which have caused changes in the sediments, effects on mangroves, changes in indicators such as pH and salinity, turbidity and suspended material in the water.

**Keywords:** biotics and abiotic indicators, water quality, marine protected area, natural and anthropic impacts.

## Introducción

Las lagunas costeras constituyen uno de los sistemas naturales más ricos del mundo. Estos garantizan el suministro de una fuente de nutrimentos y materiales orgánicos para las áreas costeras, por medio de la circulación de marea. Además, constituyen un hábitat para variedades de especies pesqueras valiosas desde el punto de vista comercial, ya que la mayoría de las especies costeras tropicales de importancia pesquera, dependen de manera parcial o total de este hábitat para su ciclo de vida o alimentación. Este ambiente resulta decisivo para especies migratorias oceánicas y costeras que requieren hábitats poco profundos y protegidos para reproducirse y/o como refugio para las crías (Snedaker & Getter, 1985).

Las organizaciones ambientalistas internacionales recomiendan la protección y manejo sustentable de estos ecosistemas lagunares (Gelin & Gravez, 2002). Los mismos contribuyen a mantener el balance químico de las aguas, suministrar nutrientes y proveer el hábitat de muchas especies de peces, invertebrados y plantas epífitas. Además, constituyen barreras de protección de la zona costera. El adecuado conocimiento de estos ambientes es imprescindible para lograr conocer su comportamiento ante los efectos del cambio climático.

Diversos autores han realizado trabajos que abordan estudios sobre lagunas costeras a nivel regional. Entre estos se pueden citar a: De la Lanza-Espino y Cáceres (1994); Montalvo y Perigó (1999); Perigó *et al.*, (1999); Pis *et al.*, (2018). Sin embargo, debe señalarse la gran cantidad de lagunas costeras donde la información es insuficiente, a pesar de que algunos de estos ecosistemas son de suma importancia, ya sea por su extensión, valor científico, o en lo relativo a los recursos naturales.

Aubriot *et al.* (2005) identifican cuatro fuentes fundamentales de variabilidad que inciden en diferentes escalas temporales: resuspensión de sedimentos (escala horaria), régimen hidrológico (semanas a meses), estacionalidad (meses) e impactos antrópicos y cambios naturales de mediano a largo plazo (años a décadas).

En el Parque Nacional Caguane (PNC) existen aproximadamente 80 lagunas (Fig.1), ubicadas en la zona costera y en los Cayos de Piedra, las que presentan diferentes dimensiones y estacionalidad. Por su dinámica ecosistémica, las lagunas están expuestas a modificar su comportamiento, sobre todo aquellas que están próximas a la zona costera. Por ello, se hace necesario conocer las características ambientales de las mismas, definir las potencialidades con que cuentan y las presiones, naturales y antrópicas, que inciden en estos ecosistemas (estacionalidad; principales ejemplares de la fauna presente; distribución, predominio y estado de conservación de los manglares). El trabajo tiene como objetivo caracterizar tres lagunas costeras y dos sistemas lagunares del PNC.

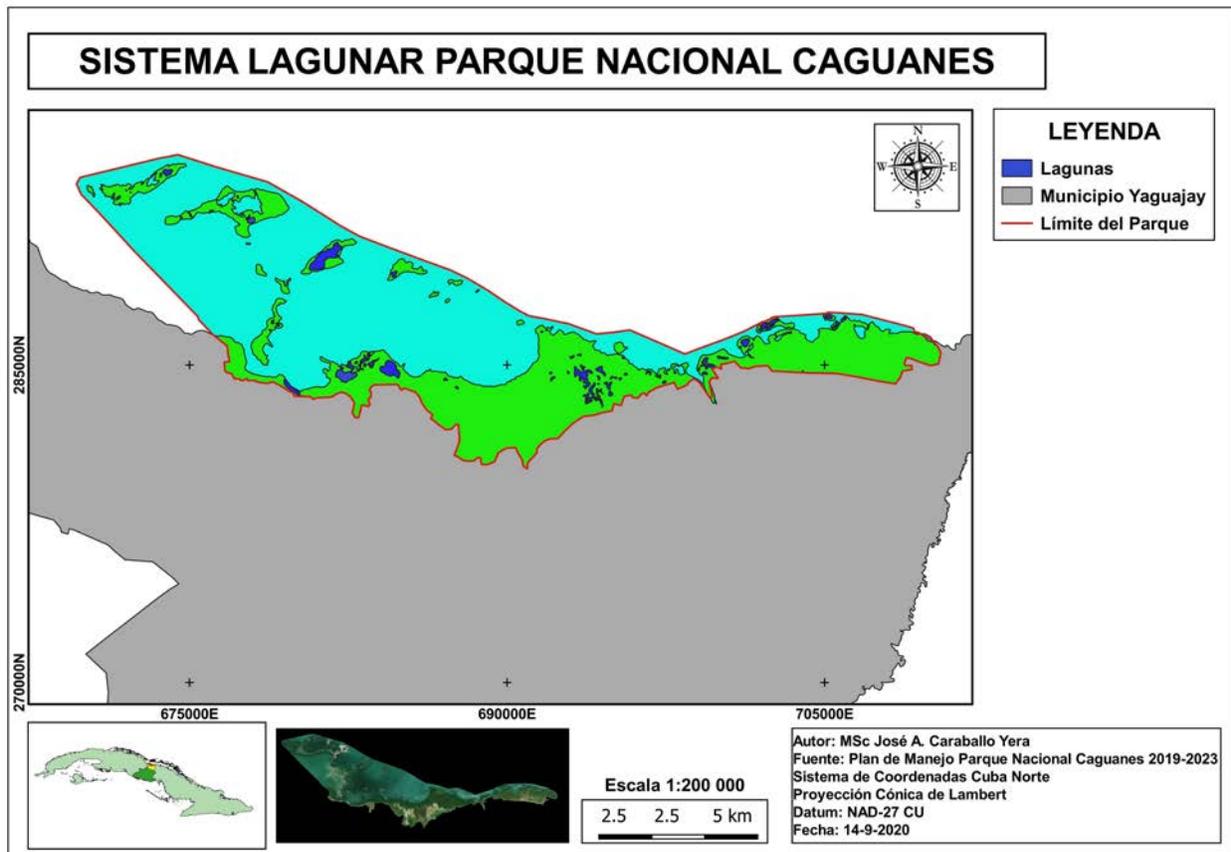


Fig.1. Sistema lagunar del PNC.

## Materiales y métodos

El área de estudio está constituida por dos sistemas lagunares y tres lagunas costeras: sistema lagunar de cayo Lucas, sistema lagunar La lisa, laguna de Carbó, laguna de Vitoria, y laguna el Sábalo, en cayo Caguanes.

### Sistema lagunar de cayo Lucas

Este sistema, posee un área total de 2096230 m<sup>2</sup>. Se ubica entre los 22°27'26.14" latitud norte, 79°16'44.82" longitud oeste y 22°26'17.88" latitud norte, 79°16'24.20" longitud oeste. Se muestrearon un total de 18 puntos (Fig.2).

### Sistema lagunar La Lisa

El sistema tiene un área total de 1024819 m<sup>2</sup>, las lagunas están ubicadas en el centro-oeste del PNC,



Fig.2. Sistema lagunar de cayo Lucas con puntos de muestreos.

formando parte del sistema lagunar que se encuentra entre la ensenada de Yaguajay al oeste y la laguna

de Vitoria al este, entre los 22°23'10.91" latitud norte, 79°14'23.42" longitud oeste y los 22°23'13.23" latitud norte, 79°12'46.55" longitud oeste. Se muestrearon 21 puntos (Fig.3).



Fig.3. Sistema lagunar La Lisa con puntos de muestreos.

### Laguna de Carbó

Situada prácticamente en el borde de la línea costera, posee un área de 176866 m<sup>2</sup>. Está ubicada en la parte suroeste del parque, entre los 22°22'40.21" latitud norte, 79°15'35.89" longitud este y los 22°22'21.60 latitud norte, 79°15'10.17" longitud oeste. Se muestrearon 10 puntos (Fig.4).



Fig.4. Laguna de Carbó con puntos de muestreos.

### Laguna de Vitoria

Tiene un área total de 414 256 m<sup>2</sup>, está ubicada entre la Ensenada de Yaguajay y Playa Vitoria. Se localiza entre los 22°23'02.36" latitud norte, 79°12'43.93" longitud oeste y los 22°22'45.09" latitud norte, 79°12'12.61" longitud oeste. Se muestrearon 14 puntos (Fig.5).



Fig.5. Laguna de Vitoria con puntos de muestreos.

### Laguna el Sábalo

La Laguna el Sábalo, se ubica al sur-sureste de cayo Caguales, formando parte de los manglares y pantanos del noreste de la Ciénaga de La Guayabera. Tiene un área total de 29416 m<sup>2</sup>. Se localiza entre los 22°22'26.89" latitud norte 79°06'30.76", longitud oeste y los 22°22'16.02" latitud norte 79°06'25.49" longitud oeste. Se muestrearon 10 puntos (Fig.6).

En las lagunas se realizaron campañas de muestreo con una frecuencia de dos veces al año entre 2015 y 2019, relacionado esto con los periodos lluviosos y poco lluviosos. Los puntos de muestreo se ubicaron en el lóbulo derecho e izquierdo de cada laguna, teniendo en cuenta su ubicación geográfica, las muestras fueron tomadas a nivel superficial. Se determinan indicadores abióticos tales como: olor, color, salinidad, profundidad, transparencia, temperatura, Oxígeno disuelto (OD), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de



**Fig.6.** Laguna del Sábalo con puntos de muestreos.

Oxígeno (DQO), para la evaluación de la calidad del agua se tuvo en cuenta la NC-25:1999. "Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero". Se realizan observaciones al tipo de sedimento, factores bióticos como vegetación emergida y biota asociada, donde a través de transectos terrestres (en la vegetación aledaña hasta las costas de las lagunas) y en transectos acuáticos (en botes dentro de las lagunas), se determinó por observación visual, la flora existente y la fauna acompañante. Se tuvo en cuenta, además, la actividad socioeconómica desarrollada en áreas colindantes.

La temperatura del agua y la salinidad fueron determinadas *in situ*, mediante un termómetro TM-4 de precisión 0.1 °C y un refractómetro ATAGO con precisión de 1 ups, respectivamente. La profundidad y la transparencia también fueron determinados *in situ*, utilizando regla graduada y disco Secchi.

Las metodologías empleadas son las descritas en el manual UNESCO (1986), APHA (1998) y el Manual de Técnicas Analíticas para Aguas y Sedimentos Marinos de Montalvo y Perigó, (2000a).

Los resultados de caracterización del agua de las lagunas se analizaron para ofrecer un resumen del estado de calidad ambiental, de forma tal que fuese posible identificar afectaciones o potencialidades.

Se realizó el análisis estadístico descriptivo de las variables químicas de calidad ambiental en este ecosistema empleando el programa Excel y Estadística V.6. Para el diseño cartográfico fue utilizado el software de código libre QGIS 3.10.

## Resultados y discusión

### Caracterización ambiental del sistema lagunar del PNC

#### 1.1 Sistema lagunar de Cayo Lucas

Cayo Lucas se caracteriza por ser un cayo bajo y pantanoso, excepto las cúpulas cársticas situadas en el este (Fig. 7), en el que se desarrolla un importante sistema lagunar donde existen lagunas de diferentes proporciones y formas irregulares, varias de ellas presentan comunicación a través de canales o angostos canalizos. Algunas lagunas son permanentes y otras estacionarias, bordeadas por saladares. Es un ecosistema dinámico, con intercambio de materia y energía con la bahía de Buena Vista.

El sistema lagunar de cayo Lucas presenta canales en todos los lóbulos, por el norte, el sur, el este y el oeste, manteniendo intercambio permanente con el mar. Las profundidades oscilan entre 1.00 m-0.00 m, valores máximos y mínimos, respectivamente (Tabla 1). El



**Fig.7.** Laguna al norte de cayo Lucas, donde emergen cúpulas cársticas.

**Tabla 1.** Valores obtenidos como resultados del monitoreo del sistema lagunar de Cayo Lucas entre los años 2015-2019. Profundidad (Prof.), Transparencia (Transp.), Temperatura (Temp.), pH, Salinidad (Sal.), Oxígeno Disuelto (O.D), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), Valores máximos (Max), Valores mínimos (Min).

Años	Prof. (m)		Transp. (m)		Temp. (°C)		pH		Sal. (ups)		O.D (mg/l)		DBO (mgO <sub>2</sub> /l)		DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2015	0,50	0,10	0,50	0,10	40,4	20	8,59	8,15	45	33	4,14	2,9	6,62	3,68	4,72	2,58
2016	0,65	0,15	0,55	0,15	42,9	22,3	8,63	8,32	57	40	4,03	2,15	6,63	3,42	4,65	2,32
2017	1,00	0	1,00	0,10	42,8	23,0	8,61	8,28	75	25	4,24	2,04	6,30	3,61	4,53	2,26
2018	1,00	0,25	0,90	0,10	38,2	20,1	8,74	8,52	26	15	4,16	2,10	6,72	3,65	4,62	2,21
2019	0,55	0,20	0,45	0,10	42,8	22,1	8,81	8,36	44	37	4,08	2,12	6,70	3,56	4,60	2,15

valor promedio es de 0.55 m, en lo cual influyen los periodos lluviosos y poco lluviosos y la incidencia de los flujos de marea. En ella la transparencia, en ocasiones, es total a 1 m, pero en otros momentos, el valor mínimo medido es de 0.10 m (Tabla 1), relacionado con los procesos de flujo y reflujos, la descomposición de materia orgánica que trae consigo el desprendimiento de gases, unido a las partículas en suspensión que limitan la penetración de la luz.

Los valores de temperatura oscilan entre los 42.9 y 20 °C, respectivamente, como promedio de 26.5 °C según la época del año, la profundidad y la exposición al sol. La salinidad determinada presenta valores máximos de 75 ups y mínimos de 15 ups y un promedio de 47.1 ups, según los periodos lluviosos y poco lluviosos. Es necesario tener en cuenta que en el periodo estudiado ocurrieron en el área varios eventos naturales extremos, sequía prolongada 2016-2017, el huracán Irma de gran intensidad categoría cinco (2017) e intensas lluvias con la tormenta subtropical Alberto (2018). Estos eventos influyeron en los valores extremos de los indicadores medidos en cada momento.

Los valores de OD máximos y mínimos oscilaron entre 4.24-2.04 mg/l respectivamente (Tabla 1), con un promedio de 3.17 mg/l y se corresponden con cuerpos de agua de dudosa y mala calidad. Estos ecosistemas realizan como procesos naturales la descomposición de la materia orgánica, con ausencia de oxígeno,

desprendimiento de sulfuro de hidrógeno y donde los niveles de oxígeno presentan una disminución.

La DBO<sub>5</sub> presenta valores entre 6.72-3.68 mgO<sub>2</sub>/l, y como promedio 4.25 mgO<sub>2</sub>/l, por encima de lo establecido para cuerpos de agua de buena calidad, por lo que se evalúa este como un cuerpo de mala calidad.

Los valores de la DQO, están entre los 4,72 y 2,58 mgO<sub>2</sub>/l, máximos y mínimos respectivamente, con un promedio de 3,18 mgO<sub>2</sub>/l.

Todo el sistema está dominado por el ecosistema de manglar, donde aparecen las cuatro especies de esta formación boscosa, pero solo dos predominan: el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), aparece fundamentalmente bordeando la costa del cayo y es el mangle prieto (*Avicennia germinans* L.), la especie dominante en las costas internas de las lagunas y dentro de ellas, formando isletas junto con yerba de iguana (*Batis maritima* L.), que forma parches de diversas dimensiones.

En cuanto a la fauna, la avifauna es diversa y carismática, donde el amplio sistema lagunar constituye un importante refugio y centro de alimentación para las aves. Debido a las diversas profundidades, existe espacio para diferentes grupos y gremios ornitológicos, entre ellos se destaca la presencia de una considerable población de flamenco rosado caribeño (*Phoenicopterus ruber*) (Fig.8). Entre los años 2008-2013, se reportó un centro de nidificación del mismo en una laguna baja ubicada al sur del cayo. Otras zancudas como garzón (*Ardea alba*)



**Fig.8.** Población de flamenco rosado caribeño (*Phoenicopertus ruber*) en una de las lagunas de Cayo Lucas.

y garcilote (*Ardea herodias*), son representativas de estos lares. En las lagunas más someras, especialmente en la época invernal, se pueden ver bandos de diferentes magnitudes de diversas especies de zarapicos, gaviota real (*Thalasseus maximus*), galleguito (*Leucophaeus atricilla*) y cachiporra (*Himantopus mexicanu*). Por otra parte, en las lagunas más profundas y escondidas se refugian diversas especies de patos.

La ictiofauna es variada, pues por medio de los canales y canalizos que comunican las lagunas con la bahía penetran diversidad de peces. Entre ellos se destacan el caballero (*Lutjanus griseus*), patao (*Diapterus rhombeus*), sábalo (*Megalops atlanticus*) y la lisa (*Mugil liza*). Además, es común ver cardúmenes de juveniles que pasan dentro de esas lagunas sus primeras etapas juveniles. En cuanto a los crustáceos, se observa a la jaiba azul (*Callinectes sapidus*), langosta (*Panulirus argus*) y al cangrejo violinista (*Uca* sp.). Existen reportes por parte de varios pescadores locales de avistamientos del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) dentro del sistema

lagunar de cayo Lucas. La abundancia de aves le confieren un alto valor como escenario turístico.

### **1.2 Sistema lagunar La Lisa**

El sistema lagunar La Lisa presenta canales que permiten el intercambio con el mar, por el norte y el oeste (Fig. 9). Por el sur, la influencia es a través de canales y arroyos que llegan desde tierra firme, y por el este, con la zona más oriental del sistema lagunar, donde se encuentra ubicada la laguna de Vitoria. Este sistema en la década de los 90 estuvo afectado por residuales industriales provenientes del Complejo Agroindustrial (CAI) Simón Bolívar, la Fábrica de Levadura Torula y el CAI Obdulio Morales, ubicados en los poblados de Vitoria y Narcisa, respectivamente, que llegaban al sistema lagunar a través de canales construidos para este fin, que vertían en la ensenada de Yaguajay. Esto trajo consigo la disminución de la profundidad y el deterioro de la calidad ambiental del sistema lagunar, donde los residuales que llegaban afectaron este ecosistema. Con



**Fig.9.** Canales de intercambio con el mar, en la Laguna de La Lisa.

el reordenamiento de la industria azucarera esta afectación se eliminó y gradualmente se han observado cambios favorables.

Las profundidades oscilan entre 1.80-0.10 m, valores máximos y mínimos respectivamente (Tabla 2), con promedio de 0.95 m, lo cual se relaciona con periodos lluviosos o poco lluviosos y la incidencia de los flujos de marea. La presencia de canalizos permite intercambio permanente con el mar. La transparencia en ocasiones es total a los 0.50 m, pero a veces el valor mínimo medido es de 0.10 m (Tabla 2), lo cual se vincula con los procesos de flujo y reflujos, así como con la presencia de partículas en suspensión que limitan la penetración de la luz.

Los valores de temperatura oscilan entre 43.6-20 °C respectivamente, con promedio de 27.2°C en función de la época del año, la profundidad y la exposición al sol.

La salinidad presenta valores máximos de 77 ups y mínimos de 10 ups, con promedio de 54 ups, según los periodos lluviosos y poco lluviosos, así como la influencia del mar. Existió una sequía prolongada (2016-2017), y en ese período la salinidad presentó valores de 77 ups. Posteriormente hubo influencia de los aportes

de agua dulce provocados por el huracán Irma (2017) y las intensas lluvias de la tormenta subtropical Alberto (2018).

Los valores de OD máximos y mínimos oscilaron entre 4.04- 2.02 mg/l respectivamente, (Tabla 2), con promedio de 2.98 mg/l. Estas cifras corresponden a cuerpos de agua de dudosa y mala calidad. Naturalmente estos ecosistemas realizan procesos donde el consumo de oxígeno es alto y la producción de este gas no se favorece pues no tiene vegetación sumergida, el oxígeno presente solo está relacionado con la difusión del gas en el agua.

La DBO<sub>5</sub>, presenta valores entre 6.75-3.11 mgO<sub>2</sub>/l, con promedio de 4.39 mgO<sub>2</sub>/l, por encima de lo establecido para cuerpos de agua de buena calidad, por lo que se evalúa este como un cuerpo de mala calidad.

Los valores de la DQO, están entre 4.89-2.45 mgO<sub>2</sub>/l, máximos y mínimos respectivamente, con promedio de 4.02 mgO<sub>2</sub>/l, los que se corresponden con valores asociados a estos ambientes.

La Laguna de La Lisa es la más occidental del sistema lagunar ubicado entre la Ensenada de Yaguajay y Playa Vitoria y es la mayor laguna de este sistema. Esta laguna está rodeada por un amplio ecosistema de manglar donde la especie predominante es mangle rojo (*R. mangle*), que cubre prácticamente todo el litoral, con alturas de cuatro a siete metros, mientras que mangle prieto (*A. germinans*) y yerba de iguana (*B. maritima* L.) se distribuyen en áreas posteriores a las costas de la laguna y en los saladares. En el extremo oeste, se encuentran los dos canalizos de mayor tamaño que comunican la laguna con la Ensenada de Yaguajay, lo que permite una recirculación de las aguas durante todo el año y este intercambio mantiene saludables los manglares circundantes y la profundidad promedio de la laguna; lo que ha propiciado que prácticamente todo su espejo de agua esté libre de cayos de mangles, solo aparecen algunos en el extremo noreste, donde merma su profundidad (0,40 m).

**Tabla 2.** Valores obtenidos como resultados del monitoreo del sistema lagunar de La Lisa entre los años 2015-2019. Profundidad (Prof.), Transparencia (Transp.), Temperatura (Temp.), pH, Salinidad (Sal.), Oxígeno Disuelto (O.D), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), Valores máximos (Max), Valores mínimos (Min).

Años	Prof. (m)		Transp. (m)		Temp. (°C)		pH		Sal. (ups)		O.D (mg/l)		DBO (mgO <sub>2</sub> /l)		DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2015	0,90	0,10	0,50	0,10	43,6	20,0	8,64	8,23	47	30	3,94	2,10	6,32	3,47	4,89	2,45
2016	0,80	0,15	0,45	0,15	43,1	21,4	8,69	8,37	50	39	3,98	2,02	6,73	3,45	4,76	2,47
2017	1,80	0,10	0,15	0,10	43,3	22,1	8,60	8,31	77	12	4,04	2,05	6,21	3,11	4,65	2,56
2018	1,80	0,45	0,10	0,10	37,2	21,3	8,84	8,12	36	10	3,16	2,10	6,17	3,85	4,52	2,71
2019	0,90	0,20	0,50	0,10	43,5	21,2	8,85	8,56	46	33	3,48	2,22	6,65	3,26	4,50	2,54

En la costa norte de la laguna se localizan varios canalizos muy estrechos que en la mayoría de los casos están enmascarados por las ramas de los tupidos mangles rojo (*R. mangle*). Estos canalizos forman una red de comunicación con varias lagunas permanentes y temporales de menor tamaño que se distribuyen al norte y noreste, y a través de pequeños y estrechos canalizos y un canalizo mayor, tienen comunicación al norte con las aguas de la bahía de Buena Vista.

La ornitofauna es el grupo faunístico más carismático y distintivo de la laguna, donde se han reportado más de 30 especies tanto de ambientes acuáticos como de bosques. Por la profundidad de las aguas, solo las zancudas mayores pueden posarse en el espejo de agua, destacándose el flamenco rosado caribeño (*P. ruber*), mientras que al garzón (*A. alba*) y al garcilote (*A. herodias*) se les puede ver en los lugares más bajos o perchando sobre las ramas de los mangles. Las aves limícolas frecuentan el área, pero la profundidad no les permite acceder a la mayoría de los lugares, por lo que se observan en las orillas más bajas o en las pequeñas lagunas de poca profundidad y los saladares que bordean la laguna principal, varias especies de zarapicos, así como bandos de cachiporra (*H. mexicanus*) y avoceta (*Recurvirostra americana*).

Es frecuente apreciar grupos de entre 10 y 25 individuos de guanabá real (*Nyctanassa violacea*), así como bandos de corúa de mar (*Phalacrocorax auritus*),

sobrevolando la laguna, y algunos individuos de marbella (*Anhinga anhinga*) perchando en las orillas. Es durante la época invernal donde gran cantidad de aves acuáticas llegan al lugar y se pueden observar, entre ellas, bandos de patos de diferentes especies, aumentan las poblaciones de alcatraz (*Pelecanus occidentalis*), galleguito (*L. atricilla*) y gaviotas, donde se destaca gaviota real (*T. maxima*). Existen algunos centros de reproducción en los alrededores de la Laguna de La Lisa, fundamentalmente de corúa de mar (*P. auritus*).

Los crustáceos están presentes dentro de las aguas de la laguna representados por las jaibas (*C. sapidus*) que es la especie más abundante, aunque en menor escala se han avistado langosta (*P. argus*) y menos frecuentemente cangrejo moro (*Menippe mercenaria*). En la parte terrestre, según la época, es común ver el cangrejo de tierra (*Cardisoma guanhumi*) y los típicos cangrejos violinistas (*Uca* sp.). Algunos pescadores locales han reportado avistamiento de individuos aislados de cocodrilo americano (*C. acutus*).

La ictiofauna de la laguna es abundante, debido a la magnitud y profundidad de la misma y a los dos canalizos que mantienen comunicación constante con la Ensenada de Yaguajay. El topónimo de la laguna guarda estrecha relación con la fauna ictícola del lugar, pues en épocas pasadas la lisa (*M. liza*) fue particularmente abundante en sus aguas. Otras especies de peces como patao (*D. rhombeus*), sábalo (*M. atlanticus*), tilapia

(*Oreochromis* sp. var roja) y caballerote (*L. griseus*), también están presentes en la laguna, la que sirve además como refugio para los juveniles de esas y otras especies.

El acceso al lugar es difícil, lo que hace que el sistema esté en buen estado de conservación, constituye un centro importante de refugio de especies de aves y peces.

### 1.3 Laguna de Carbó

Esta es una laguna albufera que limita al norte y al este con las aguas someras de la Ensenada de Yaguajay. Presenta comunicación con el mar por el norte, incrementada por canales de intercambio ubicados en el extremo norte-noroeste, por donde se produce la circulación de las aguas de la laguna con las de la ensenada. El aporte de agua dulce es a través de los escurrimientos pluviales y pequeños arroyos que llegan por el sur. En la década de los 90 del siglo XX la laguna se encontraba afectada por residuales industriales provenientes de la industria azucarera, específicamente del CAI Obdulio Morales, CAI Simón Bolívar y la Fábrica de Levadura Torula. Con el redimensionamiento de la industria azucarera dejó de existir esta afectación. La laguna también recibe residuales de un centro porcino, pero en estos momentos cuenta con un sistema de tratamiento.

Las profundidades se encuentran entre los 0.90- 0.00 m, valores máximos y mínimos respectivamente (Tabla 3), con promedio es de 0.45 m. En ello influyen las épocas de lluvia y seca y la incidencia de los flujos de marea. Es una laguna que manifiesta como atributo ecológico

clave su estacionalidad, al permanecer seca en los meses entre marzo, abril y, en ocasiones, se extiende hasta el mes de mayo. Esto está asociado a los flujos de marea y los aportes de agua dulce que en ocasiones son nulos.

La transparencia en algunos momentos es total a los 0.90 m, pero en otras oportunidades el valor mínimo medido es de 0 m (Tabla 3), relacionado con los arrastres terrígenos, además de la descomposición de materia orgánica que trae consigo el desprendimiento de gases, que, unido a las partículas en suspensión, limitan la penetración de la luz.

Los valores de temperatura oscilan entre 39.2-18 °C respectivamente, con promedio de 24.8°C, asociado a la época del año y la profundidad. La salinidad presenta valores máximos de 65 ups y mínimos de 9 ups (Tabla 3), con promedio de 30,3 ups, en dependencia de los periodos lluviosos y poco lluviosos. También repercuten los eventos naturales extremos, mencionados anteriormente y que influyeron en las determinaciones realizadas, lo que se evidencia en valores extremos.

Los valores de OD máximos y mínimos fueron de 3.20 mg/l y 1.9 mg/l (Tabla 3) respectivamente, con promedio de 2.70 mg/l. Los valores corresponden a cuerpos de agua de mala calidad. Este ecosistema presenta influencia de residuales líquidos provenientes del centro porcino Carbó, por lo que existe consumo de oxígeno en la descomposición de la materia orgánica, presentando una disminución de los niveles del gas en la película de agua. La disminución del contenido de

**Tabla 3.** Valores obtenidos como resultados del monitoreo de la laguna de Carbó entre los años 2015-2019. Profundidad (Prof.), Transparencia (Transp.), Temperatura (Temp.), pH, Salinidad (Sal.), Oxígeno Disuelto (O.D), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), Valores máximos (Max), Valores mínimos (Min).

Años	Prof. (m)		Transp. (m)		Temp. (°C)		pH		Sal. (ups)		O.D (mg/l)		DBO (mgO <sub>2</sub> /l)		DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2015	0,90	0	0,90	0	36,0	18	8,06	7,98	56	30	3,20	1,9	7,21	3,68	5,57	2,78
2016	0,55	0	0,55	0	36,9	21,2	8,19	7,67	58	36	3,14	2,01	6,90	3,42	5,53	2,62
2017	0,90	0	0,90	0	38,8	24,4	8,78	7,45	65	20	3,12	1,54	6,78	3,61	5,43	2,46
2018	0,90	0,20	0,10	0,05	39,2	22,6	8,84	7,59	28	9	3,19	1,10	6,89	3,65	5,42	2,31
2019	0,90	0	0,90	0	35,8	22,3	8,71	7,38	49	30	3,05	2,02	6,79	3,56	5,10	2,44

OD en cuerpos de aguas costeros como consecuencia directa de altas cargas orgánicas ha sido tratado por varios autores (Merino *et al.*, 1992; Rinaldi *et al.*, 1992 y Lucena *et al.*, 2002).

La DBO<sub>5</sub> presenta valores entre 7.21- 3.42 mgO<sub>2</sub>/l, con promedio de 5.27 mgO<sub>2</sub>/l, por encima de lo establecido para cuerpos de agua de buena calidad, lo que evalúa este como un cuerpo de mala calidad.

La DQO, está entre 5.57-2.31mgO<sub>2</sub>/l, máximos y mínimos respectivamente, con promedio de 4.68 mgO<sub>2</sub>/l. Los mismos se corresponden con los obtenidos en estos ambientes y son considerados normales.

La laguna se encuentra rodeada por un bosque de mangles, aunque las especies se distribuyen de manera gregaria, pues a lo largo de la estrecha faja de la albufera, en toda la línea costera que limita con la Ensenada de Yaguajay, se desarrolla una faja de mangle rojo (*R. mangle.*), pero de esta especie aparecen escasos individuos dentro de la laguna. La especie de mangle que domina ese ecosistema es mangle prieto (*A. germinans*), con individuos de cinco a siete metros y regeneración natural de diferentes cohortes. También dentro de la laguna crecen isletas de esta especie, que fue la más afectada por el paso del huracán Irma. Hacia el noreste se encuentran parches de patabán (*Laguncularia racemosa* Gaertn) y al sureste aparecen individuos dispersos de yana (*Conocarpus erectus* L.).

Al suroeste de la costa de la laguna, el ecosistema de manglar limita con dos parches de bosque de ciénaga (Fig. 10), donde aparecen especies arbóreas como palma real (*Roystonea regia* (Kunth) O. F. Cook.), guamá (*Lonchocarpus domingensis* (Pers.) DC.), abey (*Abarema obovalis* (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes), júcaro (*Bucida subinermis* Bisse), entre otras. El hecho de que aún queden relictos de esta formación vegetal, eliminada en otros lugares por la acción antrópica, es muy importante para el buen funcionamiento de ese ecosistema, pues mantiene una rica diversidad de especies vegetales que actúan como un



**Fig. 10.** Límite suroeste de la laguna de Carbó, detrás se observa un relicto de bosque de ciénaga.

filtro para los contaminantes procedentes de tierra y a la vez retiene la escorrentía de las aguas pluviales y subterráneas, suministrándolas lentamente hacia la laguna, que en época lluviosa llega a tener agua dulce en la mayor parte de su columna de agua con muy bajos niveles de salinidad.

Teniendo en cuenta su poca profundidad, la laguna es utilizada durante todo el año como área de descanso y alimentación de diversas aves acuáticas, como zancudas de diferentes portes. También es empleada como área de reproducción de algunas especies, dentro de las que se encuentra la yaguasa (*Dendrocygna arborea*). Es en la época invernal con las migraciones que la laguna alberga la mayor cantidad de aves, donde se reúnen residentes permanentes, bimodales y migratorios. Dentro de las zancudas, se destacan el flamenco rosado caribeño (*P. ruber*) y varias especies de garzas, que mantienen poblaciones casi todo el año. De los patos sobresalen: pato de la Florida (*Anas discors*), pato de Bahamas (*Anas bahamensis*) y pato cuchareta (*Anas clypeata*). Debido a la poca profundidad de la laguna, sobre todo al sureste, las aves limícolas encuentran excelentes condiciones, entre ellas se encuentran diferentes especies de zarapicos, la

cachiporra (*H. mexicanus*) y es en esta laguna donde se han visto una de las mayores poblaciones de avoeta (*R. americana*) dentro del PNC. En los crustáceos destacan el cangrejo violinista (*Uca* sp.), que es la especie más vista en los alrededores de la laguna.

La ictiofauna de la laguna depende de su estacionalidad en los meses que se encuentra cubierta de agua, las especies que comúnmente se pueden encontrar son la tilapia (*Oreochromis* sp. var roja), biajaca de mar (*Lobotes surinamensis*), sábalo (*M. atlanticus*) y patao (*D. rhombeus*).

Muy cercano a esta laguna se encuentra el sitio arqueológico de Playa Carbó. La laguna es fácilmente accesible desde los núcleos urbanos cercanos, lo cual hace que esté amenazada por la pesca, la caza y la tala de árboles, actividades que se realizan de forma ilegal.

### 1.4 Laguna de Vitoria

La laguna de Vitoria está situada en el centro oeste del parque, muy cercana a la línea de costa, en la margen izquierda de la carretera que da acceso a playa Vitoria. Presenta canales de intercambio con el mar por el norte, por el este y el oeste llegan mezclas de agua con influencia marina y del agua dulce que llega a la zona costera por el suroeste, mientras que por el sur llegan los aportes de agua dulce provenientes de las escorrentías pluviales.

Las profundidades oscilan entre 0.90-0.00 m, valores máximos y mínimos, respectivamente, (Tabla 4), con promedio de 0.50 m, lo cual se relaciona con

los periodos lluviosos y poco lluviosos, además de la incidencia de los flujos de marea. En ella, la transparencia en ocasiones es de 0.75 m, pero en otros momentos el valor mínimo medido es de 0 m (Tabla 4), relacionado con los procesos de flujo y reflujos, arrastres terrígenos, descomposición de materia orgánica, lo cual trae consigo el desprendimiento de gases, unido a las partículas en suspensión que limitan la penetración de la luz.

Los valores de temperatura oscilan entre 39.8-18°C respectivamente, con promedio de 25.8°C, según la época del año, la profundidad y la exposición al sol. La salinidad presenta valores máximos de 84 ups y mínimos de 0 ups, con promedio de 39.1 ups, en función de los periodos lluviosos y poco lluviosos y eventos naturales extremos.

Los valores de OD máximos y mínimos oscilaron entre 3.41-2.03 mg/l y promedios de 2.87 mg/l, respectivamente. Las cifras se corresponden a cuerpos de agua de dudosa y mala calidad. Es natural que los procesos que ocurren en estos ecosistemas provoquen una disminución en los niveles de oxígeno.

La DBO<sub>5</sub> presenta valores entre 5.86- 4.16 mgO<sub>2</sub>/l, con promedio de 5.21 mgO<sub>2</sub>/l, por encima de lo establecido para cuerpos de agua de buena calidad, lo que evalúa a este como un cuerpo de mala calidad. En estos ambientes es normal encontrar valores por encima de lo que establece la norma, teniendo en cuenta los procesos de autodepuración que los mismos realizan.

**Tabla 4.** Valores obtenidos como resultados del monitoreo de la laguna de Vitoria entre los años 2015-2019. Profundidad (Prof.), Transparencia (Transp.), Temperatura (Temp.), pH, Salinidad (Sal.), Oxígeno Disuelto (O.D), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), Valores máximos (Max), Valores mínimos (Min).

Años	Prof (m)		Transp. (m)		Temp. °C		pH		Sal. (ups)		O.D mg/l		DBO (mgO <sub>2</sub> /l)		DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2015	0,50	0	0,50	0	34,7	18	8,18	7,75	47	10	3,24	2,31	5,74	4,16	5,02	2,76
2016	0,45	0	0,25	0	34,8	20,1	7,45	7,43	60	9	3,23	2,52	5,86	4,52	5,16	2,45
2017	0,80	0	0,75	0	38,6	20,0	8,73	7,58	84	0	3,41	2,21	5,43	4,71	5,13	2,66
2018	0,90	0,10	0,10	0	38,8	21,1	8,54	7,52	32	0	3,06	2,03	5,72	4,65	5,12	2,41
2019	0,65	0,25	0,75	0,1	39,8	20,3	8,71	7,26	39	10	3,18	2,18	5,69	3,98	5,04	2,65

Los valores de la DQO están entre 5.16-2-41 mgO<sub>2</sub>/l, máximos y mínimos respectivamente, con promedio de 4.46 mgO<sub>2</sub>/l. Los contenidos de DQO en este tipo de ecosistemas son usualmente elevados debido a la alta tasa de producción primaria que poseen, y al detrito aportado por la vegetación periférica (manglares), unido a un pobre intercambio del agua (Montalvo y Perigó, 2000b).

La laguna está rodeada por un bosque de mangle mono-específico de la especie mangle prieto (*A. germinans*), que ocupa al norte una faja de entre 20-50 m entre la laguna y el litoral costero, mientras que por el sur tiene entre 100-250 m. Estos bosques, antes del paso del huracán Irma en septiembre de 2017, tenían alturas de siete a 12 m. Dicho evento meteorológico los afectó severamente, lo cual provocó la mortandad de más del 60% de sus individuos adultos. Ocupando casi todo el espejo de agua de la laguna existe una gran cantidad de islotes de mangle prieto (*A. germinans*), los que sobrevivieron al paso del huracán. Dentro de la laguna muy escasamente se pueden observar individuos de patabán

(*L. racemosa*) y de mangle rojo (*R. mangle*), insertados entre la especie dominante.

Esta laguna era estacionaria, como está registrada en los monitoreos que históricamente se realizaron en ella, quedando totalmente seca en algunos periodos. Con la combinación producida por la marea alta y fuertes lluvias se llenaba la laguna, ocurriendo una mezcla de aguas que en el noroeste tiende a ser salada. En su centro salobre y en el sureste llega a tener salinidad 0 ups, dando la posibilidad de ser colonizado el lugar por plantas acuáticas propias de agua dulce como los nenúfares. En mayo de 2014, la laguna estaba seca, y coincidiendo con una fuerte marejada, penetró el mar a través del canalizo ubicado al noroeste, se llenó la laguna y a partir de ese momento se convirtió en permanente. En los periodos de sequía sus aguas tienen altos niveles de salinidad reportándose valores de 84 ups.

Las aves son el grupo faunístico más notable dentro de la laguna (Fig. 11), con el reporte de más de 40 especies dentro de las que se encuentran aves acuáticas y de bosques, estas últimas llegan provenientes de otras



**Fig.11.** Laguna de Vitoria y aves que se pueden observar en ella.

formaciones vegetales y también utilizan los manglares como hábitats. Aunque pueden verse en toda la laguna, el extremo suroeste es el más frecuentado por bandos de flamenco rosado caribeño (*P. ruber*), que utilizan el lugar como área de refugio y alimentación. Durante todo el año la avifauna tiene una importante actividad, pero esta se acentúa durante la migración invernal y es común ver bandadas de patos y otras especies migratorias que utilizan los acuatorios, y se le suman varias especies de bijiritas que forrajean entre los manglares. Resulta interesante destacar que el 16 de enero de 2017 se reportó un individuo de zarapico nadador rojo (*Phalaropus fulicarius*), nadando en la laguna, siendo un visitante casual y este es el tercer reporte de la especie en Cuba.

En el extremo noreste, sobre varios cayuelos de mangle prieto, se desarrolla entre los meses de mayo a junio un centro de nidificación de garzas, con más de 300 nidos, donde se reproducen varias especies, siendo garza ganadera (*Bubulcus ibis*) la más abundante, seguida de garza azul (*Egretta caerulea*) y de garza real o de rizos (*Egretta thula*) y con escasas parejas de garza de vientre blanco (*Egretta tricolor*). Entre los meses de mayo a diciembre hacia el centro norte de la laguna y sobre las ramas altas de mangle prieto (*A. germinans*), que forman unos cayuelos alargados, se produce un centro de nidificación de corúa de mar (*P. auritus*). De la especie marbella (*A. anhinga*) se han observado anualmente entre siete y diez nidos, utilizando las periferias de los dos centros de nidificación mencionados. Otras especies que se han visto nidificando en la laguna son algunas parejas de yaguasa (*D. arborea*), entre los meses de julio y agosto, en sitios muy ocultos y coincidiendo con temporadas de fuertes lluvias, donde existe un gran aporte de agua dulce. Todos los años se han reportado entre cinco y siete parejas de aguaitacaimán (*Butorides virescens*), nidificando en cayuelos aislados o en las grietas de troncos secos que emergen de las aguas. El chichinguaco (*Quiscalus niger*) es el de menor número de nidos reportados por año, con un total de tres, en cayuelos

ocupados por mangle prieto (*A. germinans*) en el centro sur de la laguna, utilizando como soporte las ramas. Se reportó solo una vez una pareja de carpintero verde (*Xiphidiopicus percussus*) nidificando en un tronco seco que emergía de la laguna.

Los cocos, coco blanco (*Eudocimus albus*) y coco prieto (*Plegadis falcinellus*), se pueden observar durante todo el año sobrevolando la laguna y en los manglares que la circundan, donde encuentran su alimento y dormitorios. El primero es el más abundante y es parte de una interesante actividad que se produce eventualmente en los alrededores de la laguna, donde un gremio de zancudas, entre las que se encuentran esta especie y otras garzas de color blanco, se reúnen y recorren los manglares anegados en busca de alimentos.

Las aves rapaces como guincho (*Pandion haliaetus*) y gavilán batista o cangrejero (*Buteogallus gundlachii*) son comunes sobrevolando la laguna, así como pequeños bandos o individuos solitarios de aura tiñosa (*Cathartes aura*). Los guanabáes como guanabá real (*N. violacea*) y guanabá de la Florida (*Nycticorax nycticorax*) se reportan casi siempre perchando, siendo el primero mucho más abundante, y se ha observado también la presencia de juveniles.

La ictiofauna de la Laguna de Vitoria es diversa y puede variar durante las épocas de lluvia y seca. Cuando escasean las lluvias y los niveles de salinidad son altos, disminuye la diversidad de especies, encontrándose solo peces marinos que penetran a través del canalizo ubicado en el extremo noroeste y que da acceso al mar. Cuando el aporte hídrico de las lluvias aumenta la capacidad de la laguna y su salinidad disminuye, llegando incluso a tener agua dulce en su extremo sureste, aumentan la diversidad de especies marinas dentro de las que se destaca el sábalo (*M. atlanticus*), tilapia (*Oreochromis* sp. var roja) y arriban desde el sur, a través de canales y arroyos que vierten sus aguas a los manglares, el invasor pez gato (*Claria gariepinus*), que sobrevive en la laguna hasta que el agua se vuelve nuevamente salada. Es común ver cardúmenes de juveniles

de varias especies que encuentran en la laguna refugio durante sus primeros estadios de vida. Los crustáceos que más abundan son las jaibas (*C. sapidus*), que viven dentro de las aguas, y en los lugares bajos de los alrededores se puede observar gran número del cangrejo violinista (*Uca sp.*).

La cercanía al área de uso público de playa Vitoria hace que esta sea una laguna utilizada por pescadores ilegales y que en sus márgenes se realicen vertimientos de residuos sólidos por parte del público y algunas entidades estatales.

### 1.5 Laguna el Sábalo

La laguna el Sábalo se ubica al sur-sureste de cayo Caguanes, formando parte de los manglares y pantanos del noreste de la Ciénaga de La Guayabera.

Es una laguna permanente de aguas dulces o salobres que tiene comunicación con otras por medio de pequeños canalizos.

Presenta canalizos de intercambio con el mar por el norte y norte-noroeste, y por el oeste y por el sur llegan los aportes de agua dulce de manera permanente. Las profundidades oscilan entre 2.70-0.00 m, valores máximos y mínimos, respectivamente (Tabla 5), con promedio de 1.50 m, relacionado con los periodos lluviosos y poco lluviosos. La transparencia osciló entre los 2.55 m, pero en otros momentos el valor mínimo medido es de 0 m (Tabla 5), provocado fundamentalmente por los escurrimientos.

Los valores de temperatura oscilan entre los 31-15 °C, con promedios de 23.4 °C, según la época del año, la profundidad y los aportes de agua dulce. La salinidad presenta valores máximos de 15 ups y mínimos de 0 ups, relacionados con los periodos lluviosos y poco lluviosos. Los aportes de agua dulce asociados a los eventos naturales extremos mencionados anteriormente, llevaron esta laguna a niveles de agua dulce nunca antes observados.

Los valores de OD máximos y mínimos oscilaron entre 4.84-3.07 mg/l respectivamente, con promedio de 4.35 mg/l, los que corresponden a cuerpos de agua de dudosa calidad. Estos ecosistemas de manera natural realizan procesos de descomposición de la materia orgánica, con ausencia de oxígeno, desprendimiento de sulfuro de hidrogeno y donde los niveles de oxígeno presentan una disminución.

La DBO<sub>5</sub> presenta valores entre los 3.71-2.16 mgO<sub>2</sub>/l, (Tabla 5) con promedio de 3.48 mgO<sub>2</sub>/l por encima de lo establecidos para cuerpos de agua de buena calidad, lo que evalúa este como un cuerpo de mala calidad. Los valores de la DQO, están entre 4.24-2.43 mgO<sub>2</sub>/l, máximos y mínimos respectivamente, con promedio de 3.32 mgO<sub>2</sub>/l, los mismos están asociados a estos ambientes.

Montalvo *et al.*, (2013) encontraron en las aguas del archipiélago Sabana-Camagüey valores de DQO superiores a 3 mg/l. Sin que se considere esto un indicador

**Tabla 5.** Valores obtenidos como resultados del monitoreo de la laguna del Sábalo entre los años 2015-2019. Profundidad (Prof.), Transparencia (Transp.), Temperatura (Temp.), pH, Salinidad (Sal.), Oxígeno Disuelto (O.D), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), Valores máximos (Max), Valores mínimos (Min).

Años	Prof. (m)		Transp. (m)		Temp. (°C)		pH		Sal. (ups)		O.D(mg/l)		DBO (mgO <sub>2</sub> /l)		DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
2015	2,55	0,45	2,55	0,20	29,0	18,2	8,89	8,03	9	0	4,54	3,19	3,56	2,18	4,12	2,31
2016	2,30	0,25	2,30	0,10	28,7	20,6	8,74	8,12	11	5	4,61	3,15	3,71	2,21	4,15	2,22
2017	2,55	0	0,50	0	31,8	15,6	8,65	8,24	15	5	4,48	3,07	3,20	2,16	4,19	2,43
2018	2,70	0,50	0,75	0,55	25,8	19,1	8,79	8,22	6	0	4,67	3,12	3,71	2,25	4,24	2,27
2019	2,40	0,40	1,75	0,25	27,8	22,1	8,73	8,25	10	0	4,84	3,26	3,67	2,36	4,20	2,35

de contaminación orgánica, ya que la circulación restringida del agua en estos ecosistemas, resulta usual encontrar altos contenidos de materia orgánica de lenta biodegradabilidad, cuya fuente de producción primaria es la aportada por la vegetación periférica donde son comunes estos valores (Montalvo *et al.*, 2013)

Esta laguna por el sur presenta zonas dedicadas a la agricultura y la ganadería con prácticas no adecuadas, mal manejo de los cursos de agua que llegan a la misma, ganadería intensiva y extensiva, roturación excesiva del suelo con maquinaria pesada, uso de productos químicos para el cultivo de arroz y para la eliminación de especies exóticas de la flora como el marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright & Arn.) y el Weyler (*Mimosa peltata* Humb. & Bonpl. Ex Willd). Estos elementos pudieran en un futuro afectar directamente este ecosistema.

La laguna está rodeada por extensos bosques de mangles, donde se pueden encontrar las cuatro especies típicas de esta formación presentes en Cuba (De la Guardia *et al.*, 2003). En la costa este, que limita con el camino que conduce a Cayo Caguanes, aparecen individuos arbóreos de yana (*C. erectus*) y patabán (*L. racemosa*), con la presencia de algún mangle prieto (*A. germinans*). Junto al camino crecen individuos del arbusto trepador bejuco de tortuga o péndola (*Dalbergia*

*ecastophyllum* (L.) Taub.), y la liana cativo mangle (*Rhabdadenia biflora* (Jacq.) Muell.Arg.) es abundante. La mayor parte de las costas de la laguna están cubiertas por mangle rojo (*R. mangle*).

En la memoria histórica siempre se vio la laguna con agua, solo en la extrema sequía de 2016 al 2017 se observó como bajaba considerablemente el nivel de la misma, secándose totalmente a finales del primer trimestre de 2017. Tomó agua nuevamente el 9 de septiembre de 2017 (Fig.12) con las lluvias provocadas por el huracán Irma, que ocasionó la destrucción del 60% de los rodales maduros del bosque de mangles de la zona.

Las aves más comunes en esta laguna son la corúa de mar (*P. auritus*), donde bandadas de varios individuos utilizan las ramas de los mangles litorales como perchas y encuentran alimento dentro de su espejo de agua. La marbella (*A. anhinga*) casi siempre está representada, aunque con escasos individuos, así como guanabá real (*N. violacea*), garzón (*A. alba*) y garcilote (*A. herodias*). Es común ver perchando en las ramas más altas de los mangles a uno o dos individuos de caraira (*Caracara cheriway*). En ocasiones se pueden apreciar nadando a varios individuos de gallareta de pico rojo (*Gallinula chloropus*), y durante la etapa invernal



**Fig.12** Laguna del Sábalo seca e inundada.

aumenta la presencia de individuos de diferentes especies, sobre todo de patos migratorios.

La ictiofauna dentro de la laguna es numerosa contando con varias especies, en la que destaca el sábalo (*M. atlanticus*), quien por su gran población en otros tiempos le dio nombre a la laguna, aunque actualmente se encuentra pero menos abundante. La especie introducida pez gato (*C. gariiepinus*), debido a que el agua es dulce o salobre, encuentra condiciones favorables para su establecimiento y desarrollo. Este importante invasor, cuenta con una numerosa población e individuos que alcanzan tallas considerables, los cuales son un peligro potencial para el desarrollo de otras especies autóctonas como la lisa (*M. liza*), así como especies introducidas y establecidas como la tilapia (*Oreochromis* sp. var roja).

La ubicación de la laguna en el borde del vial de acceso a Cayo Caguanes, a 2 km del mismo, y la gran cantidad de visitantes que recibe esta área durante todo el año, hace que esté espacio sea utilizado con mucha frecuencia por pescadores ilegales.

### Consideraciones finales

Los parámetros químico-físicos de calidad del agua de forma general evalúan estos ecosistemas como de mala calidad, pero resulta normal que estos indicadores manifiesten este comportamiento por los procesos naturales de autodepuración que los mismos realizan.

Estas lagunas presentan condiciones favorables para el desarrollo de la biodiversidad, donde se destacan los grupos ornitológicos, con diversidad de especies residentes permanentes, bimodales y migratorias.

Los sistemas lagunares de Cayo Lucas y La Lisa, así como las lagunas de Carbó y Vitoria, tienen potencialidades para el desarrollo de variantes turísticas diversas, como los recorridos náuticos unidos a la observación de aves.

En las lagunas estudiadas se han identificado como amenazas las actividades humanas donde se destacan la pesca ilegal, las actividades turísticas en zonas aledañas,

el vertimiento de desechos sólidos, las actividades agrícolas y ganaderas en zonas próximas a estas y el manejo inadecuado de los cursos de agua que llegan a esos ecosistemas.

Los procesos biogeoquímicos que en las lagunas se producen permiten que se establezcan regímenes que favorecen la conectividad en la región.

Este ecosistema ha sufrido cambios en su integridad ecológica, asociados a diferentes factores, especialmente eventos naturales extremos, tales como los prolongados periodos de sequía, fuertes huracanes e intensas lluvias. Los mismos han provocado cambios en los sedimentos, fuertes afectaciones a los manglares, variaciones bruscas de indicadores como pH y salinidad, elevada turbidez y abundante material en suspensión en las aguas.

Es necesario una mayor profundización de los conocimientos de estos ecosistemas, pues existen debilidades tales como la falta de estudios oceanográficos para la determinación del régimen hidrodinámico, así como el completamiento de estudios en sedimentos y de fauna asociada.

### Agradecimientos

A los profesores y amigos Vanessa Vázquez Sánchez y Armando Rangel Rivero por sus sugerencias oportunas que contribuyeron a mejorar el resultado final del trabajo y por no darnos tiempo para pensar en los problemas en un año tan difícil como lo fue el 2020, además, agradecemos de forma especial a los revisores y a las editoras de la revista por todo el trabajo realizado y la paciencia mantenida durante todo el proceso.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### Referencias

APHA (1999). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Edition 20. American Public Health Association, American Water Works Associations & Water Environment Federation.

- Aubriot, L., Conde, D., Bonilla, S., Hein, V., Britos, A. (2005). Vulnerabilidad de una laguna costera en una Reserva de Biosfera: indicios recientes de eutrofización. En I. Vila y J. Pizarro (eds.) *Taller Internacional de Eutrofización de Lagos y Embalses* (pp. 65-85). CYTED XVIIIB. Patagonia Impresores Chile.
- de la Guardia, E., González-Sansón, G., Aguilar, C. (2003). Biodiversidad marina en la laguna costera El Guanal, Cayo Largo, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 24(2), 111-116.
- de la Lanza-Espino, G., Cáceres, C. (1994). *Lagunas costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Gelin, A., Gravez, V. (2002). Knowledge and Conservation of Galapagos Islands Coastal Lagoons (Ecuador). In *Basler Stiftung für Biologische Forschung*, Charles Darwin Biological Station and Galapagos National Park.
- Lucena, J.R., Hurtado, J., Comín, F.A. (2002). Nutrients related to the hidrologic regime in the coastal lagoons of Viladecans (NE Spain). *Hidrología.*, 475/476, 413-422
- Merino, M., González, A., Reyes, R., Gallegos, M., Czitrom, S. (1992). *Eutrophication in the lagoons of Cancún, México*. Science of the Total Environment, Supplement. Elsevier Science Publishers B. V., Ámsterdam.
- Montalvo, J.F., Perigó, E. (1999). Niveles de oxígeno disuelto y materia orgánica en lagunas costeras de la regiones central y oriental de Cuba. En *V Taller de la Cátedra de Medio Ambiente. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares*. pp. 126-129.
- Montalvo, J.F., Perigó, E. (2000a). *Manual de Técnicas Analíticas para Aguas y Sedimentos Marinos*. Inédito.
- Montalvo, J.F., Perigó, E. (2000b). Compuestos de nitrógeno y fósforo y grado de eutrofización en lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba. CITMA. ISCTN. Cátedra del Medio ambiente. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*, 1, 60 -64.
- Montalvo, J. F., García, I., Perigó, E. (2013). Composición química de los sedimentos asociados a los arrecifes coralinos del archipiélago Sabana- Camagüey. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*. 4, 321-330.
- NC-25 (1999). *Norma Cubana. Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero*. Cuba, Oficina Nacional de Normalización.
- Perigó, E., Montalvo, J. F., García, I. (1999). Impactos ambientales en ecosistemas litorales del sur de la provincial de Sancti Spíritus (Cuba). V Taller de Catedra de Medio Ambiente. *Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*
- Pis, M.A., Delgado, G., Alonso, S. (2018). Caracterización del agua y sedimento de las lagunas costeras de Tuna de Zaza, Cuba. Parte I. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 35(2), 55-60.
- Rinaldi, A., Montanari, G., Ghetti, A., Ferrari, C.R., Ferrari, A. (1992). Eutrophy and dystrophy in the Goro lagoon. En R.A. Vollenweider, R. Marchetti, y R. Vianni (eds.). *Marine coastal eutrophication*. Elsevier Science.
- Snedaker, S., Getter, C. (1985). *Pautas para el manejo de los recursos costeros. U.S. Agency for International Development*, Publicación No.2 sobre Manejo de Costas Serie de Información sobre recursos renovables.

### Como citar este artículo

Borroto-Escuela, D.Y., Hernández Ramos, I., Falcón Méndez, A., Caraballo Yera, J.A., Hernández López, N.V., Rodríguez Valdés, Á.R., García-López, T.J. (2021). Caracterización de lagunas costeras del Parque Nacional Caguane, Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 41(especial), 107-124.