

# ÉXITO DE LA RECUPERACIÓN DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO SAN CRISTÓBAL.

MSc. Frank González Otero<sup>1</sup>, Dra. C. Greicy de la Caridad Rodríguez Crespo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Planificación Física de La Administración Provincial Artemisa  
Calle 33 No. 5003 e/ 50 y 52, Artemisa, Cuba, CP: 35100  
Teléfono: 47366353, e-mail: [frank.otero@gobart.gob.cu](mailto:frank.otero@gobart.gob.cu)

<sup>2</sup> Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", MES.  
Ave Martí # 270, Esq. a 27 de Noviembre, Pinar del Río, Cuba, CP: 20100.  
Teléfono: 48755452 - 48779661, e-mail: [greicy@af.upr.edu.cu](mailto:greicy@af.upr.edu.cu)

## RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del sistema de monitoreo que se realizó durante el proceso de la recuperación del ecosistema manglar, ante los nuevos escenarios del Cambio Climático Globales, desde la desembocadura del río San Cristóbal hasta el río "Los Colorados", debido al deterioro de una franja del ecosistema de manglar en la zona sur del municipio San Cristóbal, provincia Artemisa.

El área objeto de estudio abarcó 2998.57 ha de manglar al sur del municipio San Cristóbal que fue objeto de mortalidad masiva por anoxia tras el paso de huracanes Gustav e Ike en el año 2008. Se realizaron 21 parcelas permanentes de 100 m<sup>2</sup> siguiendo la metodología de (Menéndez *et al.*, 2003 y 2006) dos veces al año en cada una de las áreas. Se evaluaron los parámetros: altura del dosel, área basal, altura de la raíz, regeneración, floración, fructificación, ataques de fitófagos y la presencia de la fauna asociada.

En el sistema de monitoreo, se combinaron algunas técnicas avanzadas que componen el campo de la Geomática Aplicada, en el proceso de captación y compilación de los datos, que caracterizan la estructura y estado del ecosistema de manglar, se enuncian las especies utilizadas en la reforestación, así como el impacto positivo de las acciones realizadas en las parcelas establecidas.

Estuvieron representadas las especies: *Avicennia germinans* var. *Germinans* (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (patabán) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo). El estado de salud del ecosistema de manglar es favorable, se ha logrado rehabilitar 389.20 ha de manglares después de ser monitoreadas y establecidas las recomendaciones.

**Palabras clave:** *ecosistema manglar, monitoreo, rehabilitación, sistema de información geográfica.*

EL TRABAJO ES PROPUESTO PARA EXPOSICIÓN ORAL.

## **SUMMARY**

In this work the results of the monitoring system are presented that was carried out during the process of the recovery of the ecosystem swamp, before the new scenarios of the Global Climatic Change, from the outlet of the river San Cristóbal to the river "The Colorado", due to the deterioration of a fringe of the swamp ecosystem in the south area of the municipality San Cristóbal, county Artemisa.

The area study object embraced 2998.57 hectares of mangrove forest to the south of the municipality San Cristóbal that was the object of massive mortality for anoxia after the pass of hurricanes Gustav and Ike in the year 2008. They were carried out 21 permanent parcels of 100 m<sup>2</sup> following the methodology of (Menéndez et., 2003 and 2006) twice a year in each one of the areas. The parameters were evaluated: height of the canopy, basal area, height of the root, regeneration, flowering, fructification, fitofagos attacks and the presence of the associate fauna.

In the system for monitoring, they combined some advanced techniques that compose the field of the Applied Geomatics, in the reception process and compilation of the data that characterize the structure and state of the swamp ecosystem, the species used for the reforestation are announced, as well as the positive impact of the actions carried out in the established parcels.

The species represented: were *Avicennia germinans* var. *Germinans* (blackish mangrove), *Laguncularia racemosa* (patabán) and *Rhizophora* mangrove (red mangrove). The state of health of the swamp ecosystem is favorable; it has been possible to rehabilitate 389.20 hectares of mangrove forest after being monitoring and established the recommendations.

**Keywords:** mangrove ecosystem, monitoring, rehabilitation, geographic information system.

## INTRODUCCIÓN

Las múltiples y complejas interacciones que actúan entre la naturaleza y la sociedad en los ecosistemas costeros y en las zonas de la plataforma marina insular desembocarán gradualmente en el incremento de la fragilidad y vulnerabilidad de dichos ecosistemas, manifestándose este fenómeno con mayor fuerza en el grupo de las pequeñas y medianas islas, dando lugar a la variabilidad de los factores ambientales y climáticos que regulan el equilibrio de los ecosistemas insulares. (Planos, 2014).

En Cuba muchos han sido los autores que han abordado el tema de la restauración y rehabilitación en los últimos tiempos, Matos y Ballate (2006) propusieron una metodología de restauración general de ecosistemas degradados, la que fue adaptada a ecosistemas costeros por Baigorriá, Rodríguez, Domínguez y Milián (2008); así como se han realizado estudios en ecosistemas de manglar por parte del Centro Nacional de Biodiversidades del Instituto de Ecología y Sistemática (Menéndez, 2006, 2013, 2015).

En la tarea VIDA, presentada por el CITMA (2017), aparece en la primera Tarea: "Identificar y acometer acciones y proyectos de adaptación al cambio climático, de carácter integral y progresivos, necesarios para reducir la vulnerabilidad existente en las 15 zonas identificadas como priorizadas, considerando en el orden de actuación a la población amenazada, su seguridad física y alimentaria y el desarrollo del turismo". De ahí la importancia del trabajo, cuya zona de estudio principal, presenta como **problema científico**, el deterioro de una franja del ecosistema de manglar en la zona sur del municipio San Cristóbal, que fue objeto de mortalidad masiva por anoxia tras el paso de los huracanes Gustav e Ike en el año 2008, con solo 30 días de diferencia entre ellos. Siendo el **objetivo** del presente estudio: Evaluar los resultados del sistema de monitoreo de los eventos que se suceden durante el proceso de recuperación del ecosistema de manglar desde la desembocadura del río San Cristóbal hasta el arroyo "Los Colorados"; donde se combinaron algunas técnicas avanzadas que componen el campo de la Geomática Aplicada, en el proceso de captación y compilación de los datos, que caracterizan la estructura y estado del ecosistema de manglar, se enuncian las especies utilizadas en la reforestación, así como el impacto positivo de las acciones realizadas en las parcelas establecidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos partieron de la capacitación técnica y búsqueda de información sobre estudios realizados en el área de investigación en ecosistema de manglar al sur del municipio San Cristóbal. Se revisó el libro de Ordenación Forestal de la Empresa Agroforestal (EAF) "Costa Sur", con el objetivo de conocer las especies predominantes, nos auxiliamos de la Dinámica Forestal, así como la información del SIFOMAR.

Como parte de la capacitación se desarrollaron Talleres Socioambientales Participativos en las comunidades de conjunto con los trabajadores forestales y el Cuerpo de Guardabosque, con excelentes resultados.

Se realizaron expediciones a la zona boscosa en las cuales se comprobó las especies allí presentes y el estado en que se encuentra el bosque a partir de los diagnósticos: biofísico y socioambiental participativo de las poblaciones costeras y organismos relacionados. Lo que permitió recopilar y seleccionar información necesaria para evaluar la zona costera del municipio San Cristóbal que previamente habían sido identificadas como zona potencial con vegetación de manglar.

Seguidamente se procedió a la digitalización de zonas de manglar a partir de fotografías aéreas horizontales e imágenes satelitales disponibles para la generación de una capa de cobertura de manglares en el municipio.

#### **Trabajo de Gabinete:**

Se emplearon técnicas que comprenden el campo de la Geomática Aplicada como: teledetección, tratamiento de imágenes, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

Se realizó la sobre posición de capas temáticas de tipos de vegetación de del SIFOMAR con las fotografías y las imágenes satelitales disponibles para comparar la información de zonas de manglar y con base a ello hacer la selección de sitios de muestreo.

Se realizó el montaje de capas temáticas de información (socioeconómica) como: carreteras, localidades, poblados, vías de comunicación y cambios de uso de suelo que han sido detectados en el municipio.

#### **Trabajo de Campo:**

Las observaciones de campo se efectuaron en el área de estudio en los meses de marzo, abril, junio, julio y agosto, entre los años 2008 y 2017. Se desarrollaron dos diagnósticos, uno biofísico y otro socioambiental participativo de las poblaciones costeras y organismos relacionados, así como se efectuaron diez visitas en plena época reproductiva.

Para el desarrollo del trabajo, evaluo el estado actual del ecosistema en las áreas de los Lotes de manglar 34 y 35 de la EAF Costa Sur, donde se escogieron 21 parcelas permanentes de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>), geoposicionada utilizando un GPS, distribuidas en bosques de mangles lo más equitativamente, según lo permitió el desplazamiento por el lugar de difícil acceso dada las características del bosque de manglar; a partir de estas parcelas se evaluaron indicadores del sistema de monitoreo para el ecosistema de manglar siguientes: cobertura del ecosistema de manglar (ha), estructura del bosque en el ecosistema de manglar, área basal (m<sup>2</sup>/ha.), altura media (m), composición y densidad de especies arbóreas del bosque de manglar (individuos/especie/km<sup>2</sup>).

Una vez que se ha caracterizado el área, se identifican los principales problemas a resolver, se puso en práctica de un conjunto de medidas encaminadas a lograr la conservación y el manejo integrado sostenible de los recursos involucrando en el mismo con planeación para rehabilitación del régimen hídrico y reforestación en las áreas potenciales del ecosistema manglar degradado, incluido un Sistema de Información Geográfica (SIG-ABE), de dinámica sucesional para el manejo de riesgos-vulnerabilidad y posibilidades de adaptabilidad con aumento de resiliencia de las comunidades costeras basada en ecosistema, con gestión integrada y bondades para el sistema de monitoreo y actualización, con un enfoque científico, tecnológico y social, con la participación de los actores principales (Empresa Agroforestal, pobladores, y otros), con la finalidad de conseguir a corto y mediano plazo una rehabilitación del bosque, lo que redundará en una mayor productividad del ecosistema.

Se llevó a cabo la reforestación seleccionando las especies de mangle según las condiciones ecológicas óptimas donde se desarrollan cada una de ellas. La cobertura vegetal y especies de plantadas tuvo un seguimiento en el tiempo a partir de un sistema de monitoreo permanente a partir de la evaluación de su crecimiento y mortalidad, dando cumplimiento a procedimiento para la determinar la supervivencia de las plantaciones establecido por el Servicio Estatal Forestal, muestreos por parcelas de 200 m<sup>2</sup> (20 m x 10 m) de las áreas que ha siendo reforestadas para

lograr su rehabilitación o recuperación. La primera evaluación se realizó en noviembre del 2008, dos meses después del paso de los huracanes Gustav e Ike, las demás se realizaron entre los meses de mayo a junio de los años 2011, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ❖ Ubicación y características del área de estudio

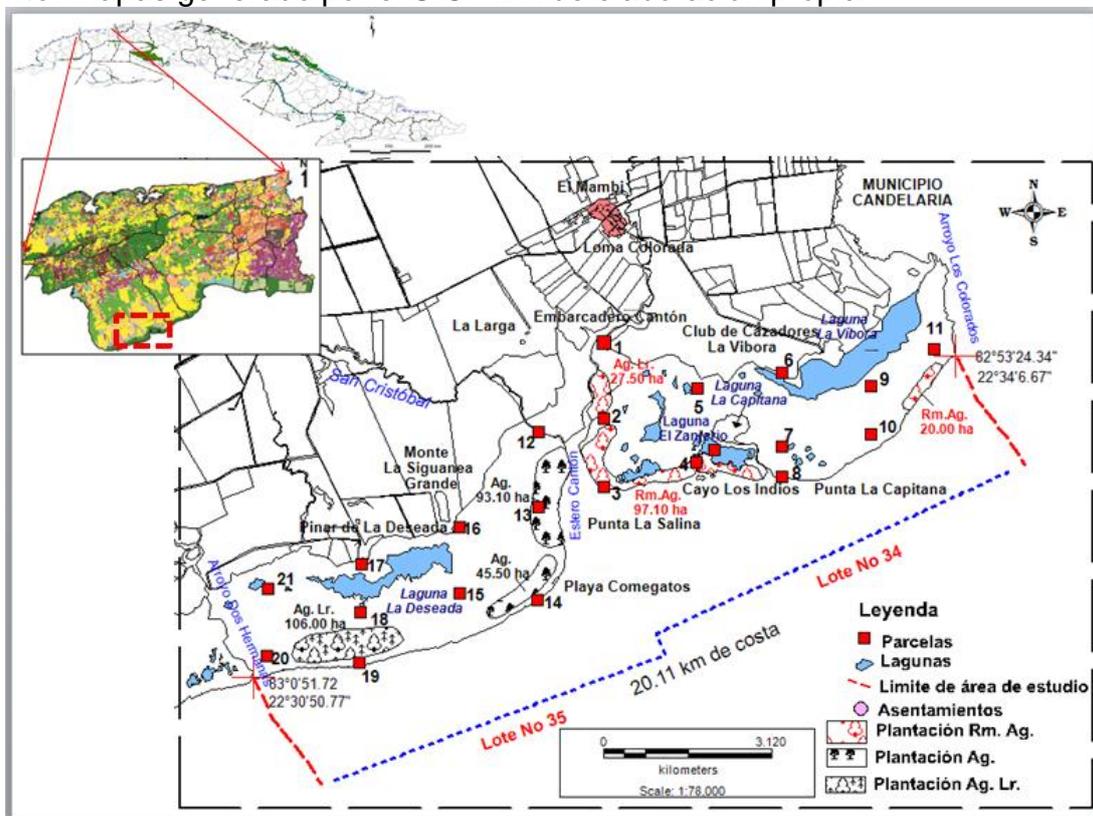
La zona costera escogida para su estudio, se localiza en el sur del municipio San Cristóbal (Consejos Populares José Martí y López Peña) entre las coordenadas  $82^{\circ}53'24.34''W$  -  $22^{\circ}34'6.67''N$  y  $83^{\circ}0'51.72''W$  -  $22^{\circ}30'50.77''N$ . Presenta una longitud costera aproximada de 20.11 km y un ancho promedio de 1.89 km, está dividida en dos sectores: Lote No. 34 de la desembocadura del arroyo los Colorados a la desembocadura del río San Cristóbal y el Lote No. 35 de la desembocadura del río San Cristóbal al arroyo de Laguna Dos Hermanas. La misma abarca un total de 2998.57 ha del sector que se encuentra ubicado en la Llanura Sur- Occidental de la Provincia Artemisa (Llanura costera muy baja).

Se caracteriza por ser una zona poco poblada, encontrándose concentrada la mayor densidad de población de la comunidad El Mambí (está compuesta por El Mambí y Loma Colorada El Mambí).

La zona se encuentra expuesta a los eventos meteorológicos que anualmente azotan al país y las afectaciones tras el paso de los huracanes Gustav e Ike en el año 2008, fueron significativas.

**Figura 1:** Ubicación del área de estudio. Toponimia; zona de manglar; asentamientos y parcelas de muestreo; sitios de reforestación: en Lote No. 34 Sitio 1 “Embarcadero Cantón” (27.50 ha de Rm. Ag.), Sitio 2 “Estero de Cantón – Punta Vigía - Cayo Los Indios” (97.10 ha de Rm. Ag.), en Lote No. 35 Sitio 3 “Estero Cantón” (93.10 ha de Ag.), Sitio 4 “Playa Comegato” (45.50 ha de Ag), Sitio 5 “Laguna La Deseada” (106.00 ha de Ag. Lr.) y Sitio 6 “Arroyo Los Colorados” (Rm. Ag.).

**Fuente:** Mapas generado por el SIG-ABA de elaboración propia.



En esta área se realizó un estudio físico geográfico para concretar los problemas que estaban incidiendo en algunos de los recursos naturales costeros, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Descripción del área de estudio; Asentamientos y poblados; Tenencia; Uso del suelo; Características climáticas; Características hidrográficas; Niveles de contaminación y Relieve.

La misma corresponde al ecosistema manglar y abarca un total de 2959.26 ha, de ellas: 2741.90 ha de superficie boscosa y 256.67 ha de lagunas temporales y permanentes.

**Valoración del subsistema Físico – Natural:** El sector se encuentra ubicado en la llanura Sur- Occidental de la provincia Artemisa, (llanura costera muy baja) sobre depósitos de mangles de edad cuaternaria, compuestos por limo arcilloso y arenosos y turbas; suelo de la serie Saranton, poco profundo y poco drenado; relieve llano con pendiente media del 2%; procesos de encharcamiento por la deficiente evaporación de las aguas continentales y clase agroecológica baja.

#### ❖ **Características hidrográficas**

En el área de estudio se encuentra el río San Cristóbal con una cuenca de importancia provincial, por su extensión, con un área de 545.5 Km<sup>2</sup>, el cual desemboca en el Estero Cantón donde existe un embarcadero y una Unidad del Cuerpo de Guardabosques. El fondo del río es de fango arenoso gris. El relieve submarino del río a partir de la entrada se aclara y cae suave con tendencia a aumentar las profundidades río arriba. Entre los puntos de interés que se encuentran en el área se encuentran: Embarcadero Cantón, Estero Cantón, las lagunas interiores: La Víbora, La Capitana, El Zanjero, la Deseada y Dos Hermanas lagunas Playa Comegatos, Laguna La Deseada, Monte la Siguanera Grande, Clud de Caza la Deseada, Laguna La Deseada y Laguna Dos Hermanas, posee una amplia zona de manglares sobre pantano.

#### ❖ **Uso del Suelo**

Esta zona se encuentra ocupada fundamentalmente por manglar en zonas bajas, con uso forestal y pastos naturales dedicados a la ganadería extensiva, así como áreas destinadas al cultivo del arroz.

#### ❖ **Vegetación**

Predomina el bosque de manglar y otros tipos de vegetación asociada, que fueron identificadas en el área.

Se pudo apreciar en el área durante el diagnóstico y durante el monitoreo, que existen zonas donde la regeneración de *Avicennia germinans* es buena y otras en la que fue necesario la reforestación con *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* ecológicas óptimas donde se desarrollan cada una de ellas.

#### ❖ **Establecimiento de las unidades de muestreo**

El área de estudio se dividió para su mejor trabajo en tres estados (conservado, menos conservado y degradado). Para ello se tuvo en cuenta la información que disponía la EAF Costa Sur, la que permitió establecer un total de 21 parcelas permanentes en bosques de manglares (Figura 2), en Lote No. 34 se seleccionan 11 parcelas a medir (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) y en el Lote No. 35 se seleccionan 10 parcelas a medir (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

La estructura de los bosques muestreado presenta variaciones en la composición de especies de mangle que lo conforma, en cuanto al número de árboles, altura y cobertura del dosel, salinidad, salinidad y tipo de inundación. Estas características estructurales se encuentran relacionadas con las variaciones ecológicas de la franja costera, la disponibilidad de nutrientes, energía y valores de salinidad. En la tabla 1 se muestran los datos de especies principales presentes en el muestreo, áreas

basales, altura media del dosel, número de árboles, salinidad, inundación y regeneración natural tras de el paso de los tras el paso de huracanes Gustav e Ike en el año 2008.

**Tabla 1.** Datos de Área Basal, altura de los árboles, número de árboles por parcela, composición de especie, cobertura del dosel (%), salinidad e inundación en las 21 parcelas establecidas.

Parcelas	Especie Principal	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Altura media (m)	No. de arboles	Salinidad (%)	Inundación	Regeneración
1	6Ag.4Lr.	22	12	31	32	Temporal	Media
2	10 Ag.	16	11	38	40	Temporal	Baja
3	9Rm.1Ag.	15	12	31	45	Permanente	Baja
4	8Ag.2Lr.	18	10	28	35	Temporal	Ninguna
5	7Ag.3Lr.	18	11	39	36	Temporal	Media
6	8Ag.2Lr.	19	12	28	35	Temporal	Media
7	10 Ag.	14	8	22	48	Temporal	Media
8	7Rm.2Ag.1Lr	13	7	23	45	Permanente	Media
9	8Arg.2Lr.	19	12	28	35	Temporal	Media
10	10 Ag.	15	9	24	45	Temporal	Baja
11	10 Ag.	15	10	36	42	Temporal	Media
12	8Ag.3Lr.1Rm	17	9	39	30	Temporal	Media
13	8 Ag.2Lr.	16	8	32	35	Temporal	Ninguna
14	10Rm.	14	7	30	44	Permanente	Media
15	7Ag.3Lr	15	7	28	43	Temporal	Baja
16	6Rm.4Ag.	16	8	29	35	Temporal	Media
17	6Rm.4Ag.	16	8	29	35	Temporal	Media
18	7Rm.2Lr.1Ag	14	8	23	45	Temporal	Baja
19	10Rm.	14	7	30	44	Permanente	Media
20	8 Ag.2Lr.	16	8	32	20	Temporal	Media
21	6Lr.3Ag.1Rm	14	8	25	44	Temporal	Media

**An:** *Avicennia germinans* (L.). Mangle prieto

**Lr:** *Laguncularia racemosa* (L.). Patabán

**Rm:** *Rhizophora mangle* (L.). Mangle rojo

Los valores obtenidos de área basal y altura media del docer, fueron variables, los mayores valores de área basal se encontraron en el Lote No. 34. El mayor valor con 22.00 m<sup>2</sup>/ha, se reportan bosques mixtos con dominancia de *Avicennia germinans* (L.) en la zona de Enbarcadero Cantón.

En las parcelas No. 4, 6, 9, 13 y 20 predomina *A. germinans*, se caracteriza por encontrarse sobre un área de inundación frecuente, por lo que *L. racemosa* está casi ausente, también existen pequeños cuerpos de agua.

En las parcelas No. 7 y 10 se ubica relativamente cercana a la costa con inundación frecuente y altas salinidades, de ahí que se desarrolle *A. germinans*.

Las parcelas No. 5 y 13 se encuentra más cerca del borde interno de la cuenca por lo que se presentan árboles maduros tanto en *A. germinans* como de *L. racemosa*.

1. En las parcelas No. 12 y 21 tiene una mayor presencia de *A. germinans*, pero con menos desarrollo de *R. mangle* y *L. racemosa* que crecen sobre terrenos más estables y elevados.
2. En la parcela No. 2 la *A. germinans* crece sobre sustrato más consolidado cerca de un estero.
3. Las parcelas No. 3, 8, 16 y 17 se desarrolla *R. mangle* cercana a la costa con inundación permanente.
4. Se midieron un total de 568 árboles que representa una densidad media de 27 árboles / 0,01 hectáreas.

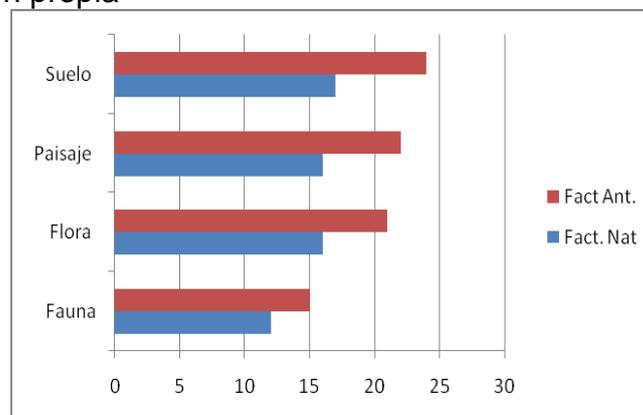
### ❖ Resultados generales del diagnóstico biofísico.

- Un elevado por ciento, casi el 85 del bosque muestreado, se halla deteriorado, encontrándose un gran número de árboles muertos y partidos, así como presenta problemas en cuanto a la regeneración natural que va de media a ser ausente en varias zonas, como consecuencia de la afectaciones ocasionadas por eventos meteorológicos de forma consecutiva.
- Existe erosión costera (sedimentación, numerosas cabezas de esteros, acumulación de materiales no biodegradables en toda la costa, pobre intercambio de las mareas, etc.
- Esteros dentro de parcelas obstruidos que impiden el flujo de las mareas hacia el interior del bosque.
- Salinidad del suelo elevada en su mayoría en el orden del 32 - 48% debido al represamiento y canalización aguas arriba, lo que ha impedido el necesario intercambio de agua dulce.
- Incremento en número y tamaño de salitrales y otros en vía de formarse, unos debido a eventos meteorológicos fuertes que han provocado mortalidad masiva y elevada salinidad.
- Contaminación media en todo el ecosistema que aún no ha afectado significativamente el pH de suelo.
- Afectaciones al paisaje en general.

La figura 2 muestra las interacciones entre los factores naturales y antrópicos obtenida a partir de una matriz de impactos.

**Figura 2.** Interacciones de los factores naturales y antrópicos con los elementos del área de estudio

**Fuente:** Elaboración propia



Los resultados del análisis de correlación entre la salinidad y el área basal de los bosques de manglar medidos en todas las parcelas arrojan un valor negativo y significativo para un 95% de confiabilidad, evidenciando la dependencia de valores de salinidad que favorecen el incremento de los troncos y por tanto la abundancia de biomasa, semejante a los obtenidos por Menéndez, (2013).

### **Rehabilitación del régimen hídrico y reforestación**

Según criterios de Álvarez (2011), el ecosistema de manglar es la única barrera terrestre natural con que cuentan los pequeños estados insulares para atenuar en magnitud y dilatar en tiempo los efectos negativos del aumento del nivel del mar y sus consecuencias en la intrusión salina, son los bosques destinados a la protección del litoral, y en la medida en que aumente la reforestación de sus áreas, mayor será la disminución de estos impactos.

En los proyectos de reforestación y rehabilitación del régimen hídrico ejecutados entre los años 2008 - 2017, se tuvieron en cuenta los aspectos señalados en las

Leyes 81 del Medio Ambiente (1997), 85 Ley Forestal (1998) y el Decreto Ley de zonas costeras 212 (2000), así como el Instructivo técnico de Samón, R. y Rodríguez, G. col. (2014), diseñándose un riguroso sistema de muestreo y monitoreo de los eventos que se suceden durante el proceso de recuperación.

Entre los sitios seleccionados para reforestación, teniendo como base el diagnóstico realizado, se encuentran “Embarcadero Cantón”, “Estero de Cantón – Punta Vigía - Cayo Los Indios”, “Estero Cantón”, Sitio 4 “Playa Come Gato” y “Laguna La Deseada” tal como se Muestra en la figura 1.

Como prioridad se trabajó para recuperar el régimen hídrico del humedal, para lo cual se puso en funcionamiento los canales y zanjas que suministran el agua necesaria para el mantenimiento del manglar y el bosque de ciénaga.

En la preparación del sitio para la reforestación se propició la proliferación de la especie de *Batis marítima* L., la cual ejerce un efectos positivos tanto en las plantaciones como en el desarrollo de la regeneración de bosques en las cinco fases sucesionales.

La Empresa Agroforestal Costa Sur reportó al término del año 2017 una superficie de 389.20 ha de áreas protectoras del litoral reforestadas, distribuidas en los lotes 34 y 35 atendidos por la UEB Agroindustrial San Cristóbal.

### **Sistema de monitoreo**

El sistema de monitoreo del ecosistema de manglar del sur del municipio San Cristóbal (SIG-ABE) con base a los resultados obtenidos y en la información aportada por los proyectos de rehabilitación del régimen hídrico y reforestación en las áreas potenciales del ecosistema manglar degradado, se establecieron algunos parámetros e indicadores que están ayudando a la implementación del mismo a corto y largo plazo, el cual permitirá contar con informaciones actualizadas a nivel de lote, rodal, sitio piloto y de parcelas, que ayude a definir las acciones necesarias para conservación, uso y rehabilitación ecológica de este tipo de hábitats. Los análisis se encuentra agrupados en tres componentes: el componente espacial, el componente experimental y el componente social.

Entre las actividades de monitoreo tenidas en cuenta en la rehabilitación del régimen hídrico y reforestación del área de manglar se encuentran:

- ✓ Monitorear las especies de mangle que se desarrollan, verificando el origen de los propágulos y las semillas utilizadas.
- ✓ Monitorear el crecimiento en función del tiempo, evaluando la densidad de los árboles jóvenes, diámetro del tallo altura del árbol y el volumen.
- ✓ Mantener información de los árboles fallidos, manteniendo un registro con fines de investigación de las causas del fracaso.
- ✓ Monitorear las características del área regenerada, que incluye la medición detallada de la flora y fauna así como de las características físicas del nuevo ecosistema de manglar y la comparación con el sitio de referencia.
- ✓ Uso de técnicas de Sensores Remotos para la detección de áreas de manglar. (Cobertura)
- ✓ Determinar parámetros del bosque de manglar: Cobertura, estructura y composición.
- ✓ Establecimiento de parcelas permanentes.
- ✓ Establecimiento de estaciones de suelo.

Los resultados aportados en el tercer conteo de Logro y Supervivencia de las plantaciones desde 2011 hasta el 2017, comprobó la efectividad de los trabajos realizados tal como se expone en la tabla 2.

Año de plantado	Año de Conteo	Especie	Área (ha)	Miles	% de Logros	% de Supervivencia
2008	2011	Rm. Ag.	27,50	45.8	95	95
2010	2013	Rm. Ag.	97,10	242.3	98	98
2011	2014	Ag	45,50	113.7	93	93
2012	2015	Ag	93,10	327.0	60	60
2013	2016	Ag. Lr	106,0	265.0	83	83
2015	2017	Rm. Ag.	20,00	50.00	98	98

**Tabla 2.** Resultados del tercer conteo de logros y supervivencia realizados entre los años 2011 - 2017.

Los por cientos de logros y supervivencia al tercer año de vida de las plantaciones son buenos de forma general, siendo en los años 2011, 2013, 2014 y 2017 donde se obtienen los mejores resultados, mientras que el comportamiento presentado en los años 2015 y 2016 no fueron los pertinentes y deseados, en lo que influyó significativamente las bajas precipitaciones presentadas en la época de siembra.

### Conclusiones

1. Queda demostrado que los eventos meteorológicos y antropización que inciden en el área de estudio han sido las principales causas de la pérdida de las especies *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, en el litoral y la cuenca del área de estudio, demostrado en los resultados del Diagnóstico Biofísico efectuado.
2. El empleo combinado de las tecnologías de avanzada de la Geomática aplicada que abarca el Geoprocesamiento Integrado (GPI), elevará la eficiencia y la calidad de las investigaciones que se relacionan con los estudios territoriales y la cartografía temática.
3. Se ha logrado rehabilitar más de 389.20 ha de manglares al sur del municipio San Cristóbal en los Lotes 34 y 35, después de ser monitoreadas y establecidas recomendaciones de rehabilitar ecológica.
4. Se manifiesta un impacto positivo de las acciones realizadas como parte de los proyectos de reforestación y rehabilitación del régimen hídrico en general, de forma especial en los sitios reforestados: “Embarcadero Cantón”, “Estero de Cantón – Punta Vigía - Cayo Los Indios”, “Estero Cantón”, “Playa Come Gato” y “Laguna La Deseada”.
5. La especie *Batis maritima* ejerce efectos positivos en la regeneración de bosques de manglar a través de la modificación del hábitat y la facilitación mediante la determinación de cinco fases sucesionales.
6. Se encontró una correlación negativa significativa entre el área basal de los árboles y las concentraciones de sal en las parcelas, lo que induce a realizar un manejo de estos bosques encaminados a mantener la llegada de agua dulce, si se quiere tener bosques con mayor desarrollo estructural. (Fig. 1).
7. Estuvieron representadas las especies: *Avicennia germinans* (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (patabán) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo), siendo la primera de ellas la especie mejor representada y con mejor comportamiento en la reforestación.

### Bibliografía

1. ÁLVAREZ, A.; MERCADET, A. 2011. El sector forestales cubano y el cambio climático. La abana. 248 p.
2. BAIGORRÍA, D., RODRÍGUEZ, G., DOMÍNGUEZ, O. y MILIÁN, I., 2008. Nueva experiencia en la restauración de manglares, playa Las Canas, La Coloma, Pinar del Río, Cuba. *Revista Forestal Baracoa* [en línea], [Consulta: 2 abril 2018]. ISSN

0138-6441. Disponible en: [http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=15A8CC20365350820CC489AF5485DED2?request\\_locale=es&recordID=CU2010800001&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=](http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=15A8CC20365350820CC489AF5485DED2?request_locale=es&recordID=CU2010800001&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=).

3. CITMA. 2017. El Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático: la “Tarea Vida”
4. CONSEJO DE ESTADO, 1997. Ley 80 de Medio Ambiente. Gaceta oficial de la República de Cuba. . La Habana, Cuba:
5. CONSEJO DE ESTADO, 1998. Ley 85 Forestal. Gaceta oficial de la República de Cuba. . Edición ordinaria. La Habana, Cuba: Año XLVI No. 46.
6. CONSEJO DE ESTADO, 2000. Decreto Ley 212 Gestión de Zonas Costeras. Gaceta Oficial de la República de Cuba. [en línea]. Legislativo. La Habana, Cuba: Disponible en: <https://www.ecolex.org/details/legislation/decreto-ley-no-212-gestion-de-la-zona-costera-lex-faoc023215/>.
7. FAO, 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Parte III. Evaluación de los recursos del manglar. Roma, Italia.
8. MATOS MEDE y BALLATE D, 2006. *ABC de la restauración ecológica* [en línea]. La Villas, Cuba: Feijoo, Universidad Central de Las Villas Martha Abreu, Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF). Disponible en: <http://catalogo.bnjm.cu/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=85738>.
9. MENÉNDEZ, C., L., 2015. Los manglares del archipiélago cubano y su protección ante la elevación del nivel medio del mar debido al cambio climático. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Biodiversidad. Instituto de Ecología y Sistemática.
10. MENÉNDEZ, L., 2006. *Ecosistemas de manglar en el archipiélago cubano*. La Habana, Cuba: Academia.
11. MENÉNDEZ, L., 2013. *El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: bases para su gestión* [en línea]. Tesis presentada en opción de grado Científico de Doctor en Ciencias. España: Universitat d’Alacant - Universidad de Alicante. [Consulta: 2 abril 2018]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=59555>.
12. PLANOS, E., 2014. Síntesis Informativa sobre Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. La Habana, Cuba: Los Proyectos Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (Basal) y Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Instituto de Meteorología de la Agencia de Medio Ambiente (AMA), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
13. RODRÍGUEZ, 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. España: Universidad de Alicante, España.
14. RODRÍGUEZ, G., 2011. Enfoque de manejo de riesgo climático para la reducción de desastres y adaptación al cambio climático en zonas costeras. *Revista Forestal Baracoa*, vol. 30, no. 12, pp. 45 – 51.
15. SAMÓN, R. Y RODRÍGUEZ, G. col. 2014. Manejo de Manglares. Instructivo técnico. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Cuba.