

# ECOSISTEMAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Desafíos en la gestión integrada costera en el Oriente de Cuba

Ofelia Pérez Montero

Yunior Ramón Velázquez Labrada

Compiladores



Ediciones UO

# ECOSISTEMAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Desafíos en la gestión integrada costera en el Oriente de Cuba

Ofelia Pérez Montero  
Yunior Ramón Velázquez Labrada  
Compiladores



Ediciones UO

# ECOSISTEMAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Desafíos en la gestión integrada costera en el Oriente de Cuba

Ofelia Pérez Montero  
Yunior Ramón Velázquez Labrada  
Compiladores



Ediciones UO

Edición: Dr. C. Yunior Ramón Velázquez Labrada  
Corrección: MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez  
Composición: Dr. C. Yunior Ramón Velázquez Labrada  
Control de calidad: MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez  
Diseño de Cubierta: MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez y Lic. Lilian Dalila O'Farrill Sánchez  
Ilustración de cubierta: Lic. Lilian Dalila O'Farrill Sánchez

© Ofelia Pérez Montero y Yunior Ramón Velázquez Labrada, 2025  
© Sobre la presente edición: 978-959-207-804-8  
Ediciones UO, 2025

ISBN 978-959-207-804-8



## **Ediciones UO**

Avenida Las Américas No. 101 entre L y E,  
Reperto Ampliación de Terraza, Santiago de Cuba, Cuba.  
Telf.: +53 22644453  
e-mail: [jdp.ediciones@uo.edu.cu](mailto:jdp.ediciones@uo.edu.cu)  
[edicionesuo@gmail.com](mailto:edicionesuo@gmail.com)

Este texto se publica bajo licencia Creative Commons Atribucion-NoComercial-NoDerivadas (CC-BY-NC-ND 4.0). Se permite la reproducción parcial o total de este libro, su tratamiento informático, su transmisión por cualquier forma o medio (electrónico, mecánico, por fotocopia u otros) siempre que se indique la fuente cuando sea usado en publicaciones o difusión por cualquier medio. Se prohíbe la reproducción de la cubierta de este libro con fines comerciales sin el consentimiento escrito de los dueños del derecho de autor. Puede ser exhibida por terceros si se declaran los créditos correspondientes.

ISBN: 978-959-207-804-8





# ÍNDICE

## **PRÓLOGO/ 7**

**CAPÍTULO 1 Caracterización de los pastos marinos del sector costero Aserradero-Chivirico, en Santiago de Cuba.** Josefina Blanco Ojeda, Yunior Ramón Velázquez Labrada y Jorge Antonio Tamayo Fonseca/ **9**

**CAPÍTULO 2 Inundaciones y cambio climático.** Liber Galbán Rodríguez y Alexis Santiago Pérez Figueredo/ **19**

**CAPÍTULO 3 Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por inundaciones costeras en la ciudad de Santiago de Cuba.** Leydi Lago Milán, Ofelia Pérez Montero, Ana Lourdes Brito Moreno y Jorge Mesa Vazquez/ **35**

**CAPÍTULO 4 Etnobotánica y farmacognosia de las especies medicinales *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L. que crecen en la costa suroriental de Cuba. Influencia del cambio climático.** Idelsy Chil Núñez, Rut Benita Yero Haber, Tania López González, Leiry Laura Ramírez Evora y Roxana Rodríguez Rojas/ **54**

**CAPÍTULO 5 Formación de capacidades para la gestión del riesgo en el proceso de enfrentamiento al cambio climático en zonas costeras en el marco de los Objetivos Desarrollo Sostenible. Alexis Santiago Pérez Figueredo/ 75**

**NOTA SOBRE LOS AUTORES/ 89**

# PRÓLOGO

El presente texto compila los resultados de la investigación científica del Proyecto titulado: Monitoreo y manejo integrado de ecosistemas costeros ante el cambio climático en la región oriental de Cuba (Acrónimo: ECOS). Coordinado por el Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC) de la Universidad de Oriente. Este proyecto responde al Programa Sectorial de la Educación Superior en la República de Cuba. El mismo desarrolló sus actividades entre los años 2021 al 2023.

La presentación de los resultados del Proyecto se ha estructurado en cuatro partes: I. Playas en el Oriente de Cuba: del monitoreo a las propuestas de manejo integrado costero. II. Cuencas hidrográficas y ecosistemas de manglares en el Oriente de Cuba: desafíos a la gestión integrada costera. III. Estructuras constructivas en frentes de playa en Santiago de Cuba: desafíos a la gestión integrada costera. IV. Ecosistemas y Cambio Climático: desafíos en la gestión integrada costera en el Oriente de Cuba.

El presente texto recoge la parte primera de los resultados, es decir el referido a: Ecosistemas y Cambio Climático: desafíos en la gestión integrada costera en el Oriente de Cuba. El libro está escrito desde el paradigma teórico y metodológico del manejo integrado de zonas costeras y del desarrollo sostenible.

Está estructurado en cinco capítulos. El primero presenta una caracterización de los pastos marinos del sector costero Aserradero-Chivirico. El segundo ofrece una panorámica general sobre los impactos de las inundaciones costeras en contextos de cambio climático. En el tercer capítulo se realiza una caracterización sobre el Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por inundaciones costeras en la ciudad de Santiago de Cuba. Mientras el cuarto capítulo aporta una caracterización Etnobotánica y farmacognosia de las especies medicinales *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L. que crecen en la costasurorientaldeCuba. Finalmente se realiza un análisis de la Formación de capacidades para la gestión del riesgo en el proceso de enfrentamiento al cambio climático en zonas costeras en el marco de los Objetivos Desarrollo Sostenible, según las contribuciones del CEMZOC.

Este texto cubre importantes vacíos de información y datos necesarios para la actualización de la línea base para estudios futuros sobre este ecosistema. Generó nuevos conocimientos válidos para la toma de decisiones informadas para la gestión integrada costera en la región oriental de Cuba. Para nada es un resultado acabado. La riqueza de información obtenida y las nuevas preguntas de investigación generadas en el proceso, abren importantes caminos a la ciencia y al conocimiento.

Los autores, con este resultado hacen una modesta contribución desde la ciencia y la innovación al Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático en Cuba (Tarea Vida). Los nuevos conocimientos generados promueven la sostenibilidad y el bienestar de las zonas costeras, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4, 11, 13, 14, 15 y 17, establecidos por la Or-

ganización de Naciones Unidas.

Deseamos que el lector, encuentre aquí información relevante para la comprensión de la complejidad de las dinámicas que se produce en los ecosistemas costeros y el impacto que el cambio climático tiene sobre ellos; así como de la necesidad de prepararse para enfrentar las amenazas naturales y antrópicas que permitan protegerlos y conservarlos para poder disfrutar de los bienes y servicios ecosistémicos que nos ofrecen.

**Ofelia Pérez Montero**

**Yunior Ramón Velázquez Labrada**

Compiladores



# CAPÍTULO 1

## Caracterización de los pastos marinos del sector costero Aserradero-Chivirico, en Santiago de Cuba

**Josefina Blanco Ojeda**

<http://orcid.org/0000-0002-3497-7173>

[jblanco@bioeco.cu](mailto:jblanco@bioeco.cu)

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO)

**Yunior Ramón Velázquez Labrada**

<https://orcid.org/0000-0002-8088-6686>

[yunior.velazquez@uo.edu.cu](mailto:yunior.velazquez@uo.edu.cu)

Universidad de Oriente

**Jorge Antonio Tamayo Fonseca**

<http://orcid.org/0000-0001-7097-0377>

[jorgeantonio@bioeco.cu](mailto:jorgeantonio@bioeco.cu)

Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO)

### INTRODUCCIÓN

La zona costera se destaca por la amplia diversidad de ecosistemas y usos (Jiménez et al., 2021; Pérez et al., 2021; Bates et al., 2021; Soto et al., 2021; Bueno, Velázquez y Safonts, 2022; Cruz et al., 2022). Los pastos marinos están constituidos por angiospermas que se han adaptado con éxito al medio marino, llegando a formar parches o extensas praderas. Ellos constituyen ecosistemas de gran interés a nivel mundial, lo cual está dado por su alta productividad, la riqueza de especies que albergan algunas de interés ecológico, conservacionista y económico y por su papel estabilizador en el medio costero (Orth et al., 2006).

En la última década los estudios sobre la abundancia y distribución de los pastos marinos son numerosos. Se destacan las investigaciones que emplean las imágenes satelitales como una herramienta eficaz en la detección de estos ecosistemas principalmente en zonas de baja visibilidad (Millán et. al., 2016; Traganos et. al., 2018; Wicaksono et. al., 2019; He et. al., 2023). Además, resaltan los inventarios que relacionan la composición y abundancia de estas especies marinas así como las investigaciones moleculares que identifican la estructura y composición de la comunidad bacteriana en algunas especies continentales de este grupo de plantas (Sherwood y Guiry, 2023; Pazzaglia et. al., 2023; Conte et. al., 2023).

En Cuba, en los últimos años, se destacan diversos estudios sobre pastos marinos (Gómez et al., 2019; Martínez y Suárez, 2018; Torres y Martínez, 2017; Gómez y Martínez, 2016). Sin embargo, han centrado sus investigaciones en la costa sur centro occidental desde Pinar del Río hasta el Golfo Ana María en la provincia Ciego de Ávila (Martínez y Suárez, 2018). Los mismos abordan aspectos relacionados con la distribución y la estimación de índices ecológicos, determinados en la mayoría a través de una metodología común y refieren factores físico-químicos como temperatura, salinidad, concentración de nutrientes, visibilidad y otros (Martínez, Macías y Cano, 2013).

En general, las áreas muestreadas en dichos estudios presentan pastizales conservados y con condiciones favorables para su establecimiento. En ellas, la presencia de la baja transparencia es un factor común en las aguas someras que rodean la isla, que influyen en la distribución de las praderas y constituye la principal causa de deterioro y pérdida de este ecosistema (Martínez y Suárez, 2018). De ahí que, los autores anteriores recomienden extender los estudios a otras áreas de la plataforma marina, en especial a la zona suroriental donde el conocimiento es escaso.

Con este estudio se pretende crear las bases futuras para otras investigaciones como pueden ser focalizar la distribución de los pastos marinos en la región sur de Cuba, establecer estudios de biomasa y productividad que permitan organizar cosechas sucesivas sostenibles y sustentables para disponer de este recurso en la extracción de compuestos de uso farmacológico, fomentar acciones de protección y conservación desde el manejo integrado en las zonas costeras que contribuyan a mantener los servicios ecosistémicos y el equilibrio de las zonas costeras y entre otros. Por ello, el objetivo de este trabajo es caracterizar los pastos marinos en cuanto a su composición, abundancia relativa y altura promedio de la especie dominante en el municipio Guamá, ubicado en la costa suroriental de Cuba. En este sentido, el actual artículo, amplía el conocimiento sobre el tema para la provincia Santiago de Cuba, en la zona costera sur oriental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el municipio Guamá localizado al oeste de la bahía de Santiago de Cuba, que es el más largo y estrecho de la provincia. Limita al oeste con la provincia Granma y al sur con el mar Caribe, con una extensión aproximada de 179 km de línea de costa. El sector de análisis comprende desde la localidad Aserradero hasta Chivirico poblado cabecera del municipio, con una extensión total de 33 km de línea de costa (Figura 1). En este tramo se localizan numerosas bahías de bolsa con una abertura que permite el intercambio con el océano, el sustrato generalmente es fangoso y areno-fangoso, favorable para el establecimiento de las fanerógamas marinas.



**Figura 1.** Área de estudio (Sector costero Aserradero- Chivirico, Municipio Guamá, Provincia Santiago de Cuba).  
Fuentes: Google Earth Pro (mapas) y Elaboración propia (Fotos de cada sitio), 2023.

Para la caracterización de los pastos marinos se empleó el Protocolo para el Monitoreo de los Pastos Marinos (Martínez, Macías y Cano, 2013) resultado del proyecto “Aplicación de un Enfoque Regional al Manejo de

Áreas Costeras y Marinas Protegidas en los archipiélagos del Sur de Cuba” (GEF/PNUD. No. 3973). En este sentido, la metodología empleada se organizó en tres fases:

Fase I. Selección de los sitios de muestreo. Acciones realizadas:

A. Recorridos exploratorios para el reconocimiento y selección de los sitios de muestreo. Para ello se tuvieron en cuenta dos criterios, praderas marinas representativas y/o peculiares por su composición y abundancia de especies de plantas marinas y diferentes grados de antropización, cercanía o sospecha de alguna fuente de estrés.

Fase II. Muestreo. Acciones realizadas:

Se seleccionaron seis sitios en el sector Aserradero-Chivirico:

Catívar: Playa de origen mixto (coralino y fluvial) con forma lineal abierta y fondo arenoso-rocoso.

Bahía Larga: Bahía con terrazas originadas por la abrasión marina en rocas calizas, con forma de concha encajada y biapoyada y fondo con arena muy fina y fango.

Bahía Queiebra Seca: Bahía de bolsa con entrada estrecha y fondo arenoso-fangoso.

Tabacal: Playa desarrollada en una zona marina llana con forma de concha encajada y biapoyada y fondo arenoso.

Motel Guamá: Playa desarrollada en una zona marina llana con forma de concha encajada y biapoyada y fondo arenoso.

Embarcadero Chivirico: Bahía en forma de concha encajada y biapoyada con fondo arenoso-fangoso.

A. Medición de los siguientes factores abióticos, antes de iniciar el muestreo en cada sitio, para no alterar sus condiciones:

- Transparencia: Se estimó con ayuda de un disco Secchi. Se sumergió el disco atado a una cuerda hasta que dejó de ser visible, se recogió la cuerda y anotó la longitud sumergida con exactitud de 1 m. Luego se calculó el porcentaje que representó este valor de la profundidad total.

- Visibilidad horizontal: Esta medición es útil para estimar la transparencia cuando la profundidad es baja. Se realizó con el mismo disco Secchi y la cuerda, una persona sujetó el disco y la otra se alejó hasta que se dejó de ver el disco. Se anotó la distancia de la cuerda a la que se dejó de ver el disco, aproximando el valor en metros.

- Profundidad: Se midió con el disco Secchi y la cuerda, medido en metros.

B. Ubicación de cuadrantes de 0.25 x 0.25 m en cada sitio, colocados sobre tres transectos de 50 m de largo paralelos a la línea de costa, para un total de 36 marcos. Los transectos se ubicaron uno cercano al borde inferior de la pradera, uno próximo al superior y otro en el centro, a una distancia equidistante de los bordes anteriores, siempre a un metro de las márgenes de la pradera para evitar el efecto de borde.

C. Estimación de los siguientes parámetros en cada marco:

- Composición: Se observaron y anotaron las especies.

- Abundancia relativa de angiospermas por especie: Se estimó como el porcentaje del fondo cubierto por cada especie de angiosperma marina observada dentro del marco.

- Altura promedio de la vegetación: Para ello se promediaron tres mediciones realizadas con una regla milimetrada colocada perpendicularmente al sustrato, midiendo la altura de la especie de angiosperma dominante dentro de cada marco.

Para la identificación de las especies se utilizó la Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste (van Tussenbroek et al., 2010).

Fase III. Manejo de los datos. Acciones realizadas:

A. Procesamiento de la información tomada en el trabajo de campo, mediante estadística descriptiva. En la descripción cuantitativa se muestran los promedios  $\pm$  la desviación estándar, seguido de los valores mínimo y máximo.

Lo anterior se resume en el siguiente esquema metodológico:(Figura 2).

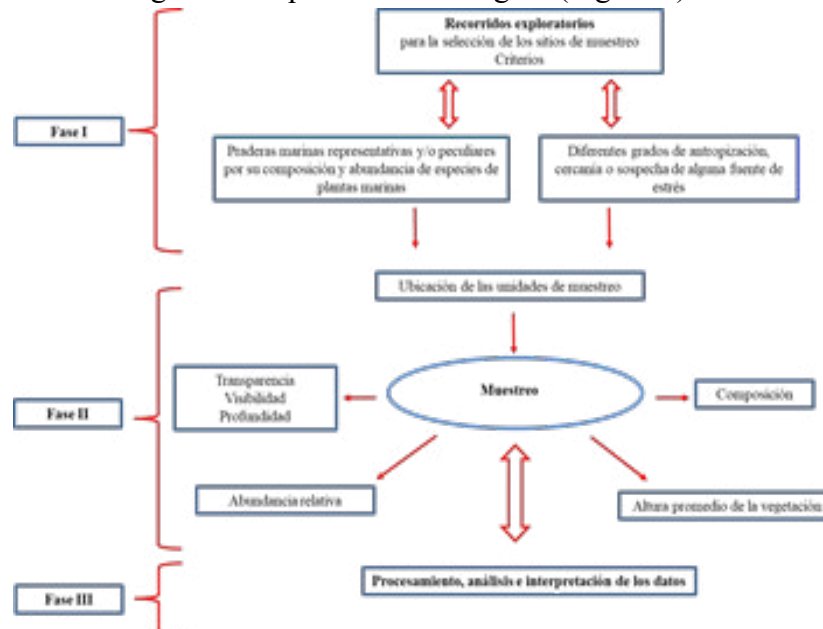


Figura 2. Esquema metodológico de la investigación.

Fuente: Autores, 2023.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron tres especies de fanerógamas marinas *Thalassia testudinum* KD Koenig, *Syringodium filiforme* Kutzing y *Halodule wrightii* Ascherson (Den Hartog, 1970; Suárez et al., 2015) correspondientes a tres géneros y dos familias de fanerógamas. Según Martínez y Suárez, 2018, estas especies son las más comunes y ampliamente distribuidas en la plataforma cubana. En el sector prevalece un sustrato de tipo areno-fangoso ideal para el establecimiento de estas plantas. (Figuras 3, 4 y 5).



Figura 3. *Thalassia testudinum*.

Fuente: Autores, 2023





**Figura 4.** *Syringodium filiforme*.  
Fuente: Autores, 2023



**Figura 5.** *Halodule wrightii*.  
Fuente: Autores, 2023.

La especie *T. testudinum* o hierba de tortuga presentó una abundancia relativa entre 0 y 100 % ( $58.8 \pm 29.5$  %, N= 216, Tabla 1), con una distribución casi continua formando mayormente praderas monoespecíficas en los sitios de muestreo. Aunque esta especie estuvo presente en todas las localidades de estudio, no se contó en todos los cuadrantes en los sitios Catívar, Quebra Seca y Motel Guamá. En la localidad de Bahía Larga se registraron los mayores valores de abundancia, entre 50 % y 100 %, coincidiendo con las mayores alturas promedio de la especie dominante. La menor abundancia se obtuvo en Motel Guamá (2 %).

**Tabla 1.** Abundancia relativa de *Thalassia testudinum* en localidades del sector costero Aserradero-Guamá, Santiago de Cuba, para una muestra (N)= 36. Leyenda: BL=Bahía Larga, PT=Playa Tabacal, EHC=Embarcadero Chivirico, CT=Playa Cativar, QS=Bahía Quebra Seca, MG=Motel Guamá.

Localidad	Promedio ( %)	Desviación Estándar	Mínimo ( %)	Máximo ( %)
BL	81,25	18,02	50	100
PT	61,25	21,59	10	90
ECH	52,64	28,07	5	100
CT	64,17	27,06	0	100
QS	59,58	29,84	0	100
MG	34,08	30,26	0	100

Fuente: Autores, 2023.

La abundancia de *S. filiforme* o hierba de manatí estuvo entre 0 y 55 % ( $8.7 \pm 13.8$  %, N= 216, Tabla 2), registrándose para cuatro sitios de los seis muestreados. En el Embarcadero de Chivirico y Bahía Larga se observó mezclada con *T. testudinum* en igual proporción de individuos en al menos 10 cuadrantes. En Punta Tabacal y Catívar se observó sola. El valor máximo de abundancia se registró en Punta Tabacal (55 %) donde se contó solo en dos cuadrantes.

**Tabla 2. Abundancia de *Syringodium filiforme* en localidades del sector costero Aserradero-Guamá, Santiago de Cuba, para una muestra (N)= 36. Leyenda: BL=Bahía Larga, PT=Playa Tabacal, EHC=Embarcadero Chivirico, CT=Playa Catívar, QS=Bahía Quiebra Seca, MG=Motel Guamá.**

Localidad	Promedio (%)	Desviación Estándar	Mínimo (%)	Máximo (%)
BL	18,06	18,33	0	50
PT	16,58	12,28	0	55
ECH	8,33	15,26	0	50
CT	9,03	11,64	0	40
QS	0	0	0	0
MG	0	0	0	0

Fuente: Autores, 2023.

La especie *H. wrightii* se registró en Catívar con escasos individuos dispuestos hacia los bordes de la pradera, la abundancia estuvo entre 0 y 15 % ( $0.4 \pm 2.2$  %, N= 216, Tabla 3). En Bahía Larga no se contó esta especie en los cuadrantes, sin embargo, se evidenció su presencia entre los 0.10 m y 0.32 m de profundidad, formando una franja monoespecífica en el borde de la pradera más próximo a la orilla, con longitud y ancho de 24.6 m y 2.49 m respectivamente, sobre un sustrato arenoso.

**Tabla 3. Abundancia de *Halodule wrightii* en localidades del sector costero Aserradero-Guamá, Santiago de Cuba, para una muestra (N)= 36. Leyenda: BL=Bahía Larga, PT=Playa Tabacal, EHC=Embarcadero Chivirico, CT=Playa Catívar, QS=Bahía Quiebra Seca, MG=Motel Guamá.**

Localidad	Promedio (%)	Desviación Estándar	Mínimo (%)	Máximo (%)
BL	0	0	0	0
PT	0	0	0	0
ECH	0	0	0	0
CT	2,64	4,85	0	15
QS	0	0	0	0
MG	0	0	0	0

Fuente: Autores, 2023.

La especie *T. testudinum* se mostró dominante en todas las localidades muestreadas. La altura promedio estuvo entre 11.3 cm y 65.0 cm ( $37.2 \pm 11.8$  cm, N= 209, Tabla 4). En la localidad de Bahía Larga se registró la mayor altura en todo el sector estudiado (69 cm), a diferencia de Punta Tabacal donde la altura promedio se redujo a 9 cm. Aunque *S. filiforme* no se mostró dominante en el sector de estudio, en las localidades de Bahía Larga y Embarcadero de Chivirico se encontraron valores de altura cercanos a los 45 cm.

**Tabla 4. Altura de la especie dominante *Thalassia testudinum* en localidades del sector costero Aserradero-Guamá, Santiago de Cuba, para una muestra (N)= 36. Leyenda: BL=Bahía Larga, PT=Playa Tabacal, EHC=Embarcadero Chivirico, CT=Playa Catívar, QS=Bahía Quiebra Seca, MG=Motel Guamá.**

Localidad	Promedio (cm)	Desviación Estándar	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
BL	48,82	8,47	35,3	65,0
PT	21,22	5,26	11,3	30,7
ECH	38,39	8,26	20,0	56,7
CT	35,98	7,99	13,0	49,0
QS	42,29	9,32	17,7	57,0
MG	36,66	9,93	12,7	52,7

Fuente: Autores, 2023.



Los mayores valores de profundidad se registraron en la localidad de Bajos del Motel Guamá con un máximo de 4.70 m (Tabla 5), en este caso solo se observó la especie *T. testudinum*. En el mínimo valor de profundidad (0.90 m) se contaron individuos de las tres especies en la localidad de Catívar. Los promedios de profundidad por especie fueron de 2.06 m para *T. testudinum*, 1.61 m para *S. filiforme* y 1.25 m para *H. wrightii*.

La transparencia en los sitios de muestreo estuvo entre el 40 % y el 100 % (Tabla 5). Para la localidad de Bahía Larga se registraron los valores más bajos, encontrándose en esta condición de transparencia las especies *T. testudinum* y *S. filiforme*. En dos recorridos exploratorios realizados anteriormente a esta localidad en épocas de seca y lluvia, se observaron niveles aún más bajos de transparencia, en ocasiones fueron nulos.

En cuanto a la visibilidad, los valores estuvieron entre 1 m para Bahía Larga y Punta Tabacal y 20 m en el Embarcadero Chivirico (Tabla 5). Los promedios para las tres especies fueron relativamente cercanos, para *T. testudinum* 6.57 m, *S. filiforme* 5.45 m y *H. wrightii* 4 m. Al igual que sucede con la transparencia, en recorridos exploratorios realizados a la localidad de Bahía Larga se observaron niveles aún más bajos de transparencia.

**Tabla 5. Factores abióticos medidos en tres transectos para cada localidad de trabajo en el sector costero Aserradero-Chivirico, Santiago de Cuba; los valores representan los promedios en cada localidad. Leyenda: BL=Bahía Larga, PT=Playa Tabacal, EHC=Embarcadero Chivirico, CT=Playa Catívar, QS=Bahía Quiebra Seca, MG=Motel Guamá.**

Localidades	Transparencia (%)	Visibilidad (m)	Profundidad (m)
BL	1,5	46,6	1,5
PT	1,53	60	1
ECH	1,6	100	12,3
PT	10,8	93,3	3,6
QS	1,7	100	4
MG	4,06	91,6	9

Fuente: Autores, 2023.

Las especies encontradas en este estudio fueron observadas formando extensas praderas. Algunas investigaciones refieren que estas plantas marinas son las más comunes y ampliamente distribuidas en la plataforma cubana (Martínez y Suárez, 2018; Martínez et al., 2009; Alcolado, 2007; Claro, 2007). Este ecosistema es considerado de los más frágiles y sensibles siendo fuertemente afectados por los eventos meteorológicos, los que se consideran a nivel mundial entre las principales causas naturales de su pérdida (Martínez y Suárez, 2018).

En el año 2012 con el paso del huracán Sandy por la provincia Santiago de Cuba, los pastos de *T. testudinum* ubicados a 3 m de profundidad en zonas cercanas a la costa de Siboney desaparecieron (com. pers. Jorge Antonio Tamayo Fonseca). Sin embargo, en entrevista con los comunitarios de los sitios trabajados, estos refieren que este ecosistema no fue afectado por dicho evento meteorológico. Lo anterior pudiera ser posible atendiendo a su localización, los cuales se ubican en bahías cerradas sometidas a poco oleaje e intercambio con el océano, además de presentar una barrera arrecifal cercana a la entrada de la bahía.

*T. testudinum* mostró una amplia distribución y la mayor abundancia en el área estudiada, así como en cada sitio de muestreo, formando praderas monoespecíficas o mezcladas generalmente con *S. filiforme*. En general los individuos se presentaron vigorosos, con hojas lustrosas y tallas superiores en los sitios con poco oleaje, estos resultados coinciden con los reportados para otras localidades (Martínez y Suárez, 2018). Esta especie es la más robusta del Gran Caribe (van Tussenbroek et al., 2010), domina en praderas que llegan a alcanzar centenares de kilómetros y juega un papel de suma importancia en el equilibrio ecológico de las zonas costeras.

Los individuos de *S. filiforme* se observaron asociados a *T. testudinum*, entremezclados o claramente diferenciados de las otras especies, localizados hacia los bordes de las praderas. En Bahía Larga, Embarcadero Chivirico y Punta Tabacal se mostró casi o igual proporción de individuos para ambas especies en aguas poco profundas. En estos sitios la transparencia fue baja lo cual puede condicionar la distribución de la especie. Según otros autores, *S. filiforme* se puede encontrar dominante en áreas con altas concentraciones de nutrientes o zonas profundas con menos luz (Martínez-Daranas, 2010).

En el sector de estudio *H. wrightii* se registró en una sola localidad, donde estuvo bien diferenciada de las otras dos especies y localizada hacia los bordes de las praderas. Además, se observó en una segunda localidad (aunque no fue contada en los cuadrantes) donde la transparencia fue baja en comparación con el resto de los sitios. Esta es una especie tolerante a amplias variaciones de las condiciones ambientales y forma franjas costeras cercanas a las playas, con poblaciones grandes en ambientes eutróficos (con alto aporte de nutrientes), turbios e hipo- o hipersalinos (Martínez y Suárez, 2018). Muchas veces, es el primer pasto marino que coloniza las áreas desprovistas de vegetación después de tormentas u otros disturbios, por ello juega un papel importante en áreas con alto grado de perturbación o con condiciones ambientales extremas (Martínez y Suárez, 2018).

Alrededor del 80 % de los sitios de muestreo la transparencia fue baja y las hojas de las fanerógamas se observaron cubiertas de epífitas y sedimentos. En las localidades donde las praderas de pastos marinos fueron observadas entre 0.90 y 4.70 m de profundidad se evidenció epifitismo. Sin embargo, en Bajos del Motel Guamá, donde se muestrearon los pastos a mayores profundidades (3.50, 4 y 4.70 m), las hojas de *T. testudinum* presentaron menor cubrimiento de epífitas, incluso se observaron hojas sanas y limpias. El crecimiento excesivo de las epífitas sobre las hojas de las fanerógamas limita la captura de la luz solar necesaria para el proceso de la fotosíntesis ocasionando la muerte de la planta. Cuando esto ocurre las epífitas quedan en el suelo contribuyendo a la formación del sustrato (Martínez y Suárez, 2018).

En el sector estudiado la transparencia fue baja lo que sugiere que la distribución de los pastos marinos en bajas profundidades puede estar limitada por esta condición, la suspensión de sedimentos en la columna de agua disminuye la transparencia limitando la llegada de luz a las plantas, esto condiciona el desplazamiento de las plantas a zonas con mayor iluminación, el crecimiento horizontal de estas plantas favorece este mecanismo de adaptación. Lo anterior coincide con lo expuesto por Martínez y Suárez, 2018, quienes plantean que la baja transparencia del agua de mar producto de la sedimentación y la eutrofización es la principal amenaza para los pastos marinos en Cuba. En el sector de estudio las actividades humanas desarrolladas en la costa tributan a la costa incrementando el aporte de sedimentos al mar y la erosión costera, se destacan la deforestación de los márgenes de los ríos y el desvío de los cauces para fines agropecuarios y construcción de asentamientos rurales, el desarrollo de la agricultura, las construcciones viales, viviendas e instalaciones estatales en la costa y sobre la duna y la tala indiscriminada de los manglares para facilitar el acceso al mar (García, 2018).

Un fenómeno de especial atención resulta las arribazones de *Sargassum* encontradas en todo el sector estudiado. Las arribazones son eventos ocasionales provocados por el efecto del oleaje y las corrientes marinas, que depositan en las playas pequeñas o grandes cantidades de algas y plantas marinas, la mayoría pelágicas, aunque se pueden desprender del fondo marino (Gower, Young & King, 2013; Maurer, De Neef y Stapleton, 2015). Cuando este evento se produce de manera inusual el material acumulado en la costa llega a alcanzar un volumen y altura considerable. Cuando las algas se encuentran flotando limitan el paso de la luz, se acumula materia orgánica y aumenta el crecimiento de algas epífitas, esto provoca la muerte de los pastos marinos de varios invertebrados.

En la localidad de Quiebra Seca se evidenció la mayor cantidad de *Sargassum* depositado en el fondo marino de los sitios muestreados. En varios cuadrantes no se contaron individuos de *T. testudinum*, única especie registrada para la localidad y en otros su presencia fue escasa y los ejemplares débiles, mientras que el *Sargassum* muerto cubrió todo el cuadrante. También se observó en lugar de los pastos marinos macroalgas del género *Halimeda* y *Penicillus* Hacia la orilla la capa de *Sargassum* descompuesto estuvo cerca de los 0.50 m y no había pastizal alguno, esto puede sugerir hipoxia y en casos extremos la muerte por anoxia de *T. testudinum*.

Estas observaciones coinciden con los resultados de otros autores. Ellos plantean que el volumen de *Sargassum* arribado a las costas de México provenientes del Mar de los Sargazos se incrementa cada año afectando considerablemente a la biodiversidad marina, además de las pérdidas económicas en las zonas de interés comercial (Aguilar, Almazán y Aréchiga, 2020). En el año 2015 la acumulación de materia orgánica

causó hipoxia, y en algunos casos anoxia en los pastos marinos en zonas cercanas a la playa. La especie más afectada fue *T. testudinum* la cual era la más robusta y dominante antes de la arribazón de *Sargassum*. En este caso los cambios fueron notorios, la característica más evidente fue el remplazo de los pastos marinos por macrolagas (Aguilar, Almazán y Aréchiga, 2020).

## CONCLUSIONES

En el sector de estudio se localizaron las especies *T. testudinum*, *S. filiforme* y *H. wrightii*, siendo las más comunes y ampliamente distribuidas en la plataforma cubana. La especie *T. testudinum* es la más común y ampliamente distribuida, la cual ocupó grandes extensiones formando praderas monoespecíficas, además de mostrar el mayor rango de altura.

Las especies *S. filiforme* y *H. wrightii* no se mostraron dominantes en los cuadrantes muestreados. Sin embargo, fuera de las áreas de muestreo en la localidad Bahía Larga *S. filiforme* se observó entremezclado en igual proporción de individuos con *T. testudinum* alcanzando tallas iguales. También *H. wrightii* formó praderas monoespecíficas a menos de un metro de profundidad en la orilla de la bahía.

Los pastos marinos en el sector evaluado se encuentran bien establecidos, sin embargo, la baja transparencia a causa de la sedimentación, las macroalgas epífitas y la herbivoría observadas sugieren la presencia de perturbaciones que pudieran condicionar su desarrollo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., Almazán, C. y Aréchiga, N. 2020: "México ante el sargaso", Ciencia, 4, 8-89.
- Alcolado, P. M. 2007: "Diversidad, utilidad y estado de conservación de los biotopos marinos", en: Claro, R. (editor): La biodiversidad marina de Cuba. La Habana, Instituto de Oceanología, 18–36.
- Bates, A., Primack R., PAN-Environment Working Group, Duarte C. M., et al. 2021: Global COVID-19 lockdown highlights humans as both threats and custodians of the environment. Biological Conservation. Volume 263, 109175. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109175>
- Bueno, K., Velázquez, Y.R., Safonts, R. D. 2022: Conservación del patrimonio habitacional en zonas costeras: caso Siboney. Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 1, Enero- Marzo, pp. 32-49. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181372324003/>
- Claro, R. 2007: "El Archipiélago y la plataforma marina de Cuba", en: Claro, R. (editor): La biodiversidad marina de Cuba. La Habana, Instituto de Oceanología, 10–18.
- Conte, C., Apostolaki, E.T., Vizzini, S., Migliore, L. 2023: "A Tight Interaction between the Native Seagrass *Cymodocea nodosa* and the Exotic *Halophila stipulacea* in the Aegean Sea Highlights Seagrass Holobiont Variations", Plants, 12, 1-26.
- Den Hartog, C. 1970: "The seagrasses of the World". Amsterdam: North Holland Pub. Co.
- Cruz, Y., Reyes, O.J., Milanes, C.B., Mestanza, C., Cuker, B., Pérez, O. 2022: Environmental Policy and Regulatory Framework for Managing Mangroves as a Carbon Sink in Cuba. Water, 14, 3903. <https://doi.org/10.3390/w14233903>
- García, L. 2018: "Método para la gestión integrada del riesgo de desastre por inundación: validación en la UCAM Chivirico", tesis en opción de Máster en Manejo integrado de zonas costeras, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- Gómez, E. E. y Martínez, B. 2016: "Caracterización del macrofitobentos de la laguna grande, Santa Fe, La Habana", Investigaciones Marinas, 2, 1-15.
- Gómez, E. E., Ramos, A., Volta, R. y Martínez, B. 2019: "Variación temporal de la productividad foliar de *Thalassia testudinum* K. d. Koenig en una pradera del rincón de Guanabo, Cuba", Investigaciones Marinas, 1, 21-38.
- Gower, J., Young, E. & King, S. 2013: "Satellite images suggest a new *Sargassum* source region in 2011", Remote Sensing Letters, 4, 764–773.

- He, B., Zhao Y., Liu, S., Ahmad, S. & Mao, W. 2023: "Mapping seagrass habitats of potential suitability using a hybrid machine learning model", *Frontiers in Ecology Evolution*, 11, 1-11.
- Jiménez, S.B., Pérez, O., Meza, E., Velázquez, Y.R., Castellanos, J.R., Martínez, E., Sosa, F., Herrera, J.F., Zielinski, S., Cuker, B., et al. 2021: Coastal Migration Index for Coastal Flooding Events Increased by Sea Level Rise due to Climate Change: Mexico and Cuba Case Studies. *Water*, 13, 3090. <https://doi.org/10.3390/w13213090>
- Martínez, B., Cano, M., Clero, L. 2009: "Los pastos marinos de Cuba: estado de conservación y manejo", *Ser Oceanol*, 5, 24-44.
- Martínez, B., Macías, D. y Cano, M. 2013: Protocolo para el monitoreo de los pastos marinos. La Habana, Centro Nacional de Áreas Protegidas.
- Martínez, B. y Suárez, A. M. 2018: "An over view of Cuban seagrasses", *Bull. Mar. Sci.*, 2, 1-14, doi: [org/10.5343/bms.2017.1014](https://doi.org/10.5343/bms.2017.1014)
- Martínez-Daranas, B. 2010: "Los pastos marinos de Cuba y el cambio climático", en: Hernández-Zanuy, A. y Alcolado P. M. (editores): La biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de Iberoamérica y el cambio climático I: Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR La Habana, Cuba, Instituto de Oceanología, 43-60.
- Maurer, A. S., De Neef, E. y Stapleton, S. 2015: "Sargassum accumulation may spell trouble for nesting sea turtles", *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 394-395.
- Millán, S., Bolaños, J. A., García, C., Gómez, D. I. 2016: "Teledetección aplicada al reconocimiento de praderas de pastos marinos en ambientes de baja visibilidad: la Guajira, Colombia", *Bol. investig. mar. Costeras*, 2, 289-315.
- Orth, R. T., Carruthers, W. C., Dennison, C. M., Duarte, J. W., Fourqurean, K. L., Heck Jr., Hughes, A. R., Kendrick, G. A., Kenworthy, W. J., Olyarnik, S., Short, F. T., Waycott, M., y Williams, S.L. 2006: "A global crisis for seagrass ecosystems", *Bio Science*, 56, 987-996.
- Pazzaglia, J., Dattolo, E., Ruocco, M., Santillán, A., Marin, L. y Procaccini, G. 2023: "DNA methylation dynamics in a coastal foundation seagrass species under abiotic stressors", *Proc. R. Soc.*, 290: 1-10. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2197>
- Pérez, O., Milanés, C., Mateo, C., Planas, J., Velázquez, Y., Pérez, A., Alarcón, R., Chuy, T., Silva, L., Mesa, L., Cruz, Y., Tamayo, H., Ferrera, A., Ravelo, Á., Brito, A., Cid, J., García, L., Carbonero, M., & Fabian, C. 2021: Aportes para la gobernabilidad y gobernanza de los riesgos en naciones insulares y continentales costeras. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(3), e1048. Recuperado de <http://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1048>
- Sherwood, A.R. y Guiry, M.D. 2023: "Inventory of the Seaweeds and Seagrasses of the Hawaiian Islands", *Biology*, 12, 1-71. <https://doi.org/10.3390/biology12020215>
- Suárez, A. M., Martínez, B. y Alfonso, Y. 2015: Macroalgas marinas de Cuba. La Habana, Editorial UH.
- Soto, E., Botero, C., Milanés, C., Rodríguez, A., Palacios, M., Díaz, E., Velázquez, Y.R., Abbehusen, A., Guerra, E., Simoes, N., Muciño, M., Souza, J.R., 2021: How does the beach ecosystem change without tourists during COVID-19 lockdown? *Journal Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108972>
- Traganos, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis K., Chrysoulakis, N. y Reinartz, P. 2018: Monitoring Using Sentinel-2 on Google Earth Engine: The Case Study of the Aegean and Ionian Seas, *Remote Sens.*, 10, 2-14.
- Torres, E. G. y Martínez, B. 2017: "Los pastos marinos del Golfo de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba", *Investigaciones Marinas*, 2, 1-15.
- Van Tussenbroek, B.I., Barba, M.G., Ricardo, J.G., van Dijk, J.K. y Waycott, M. 2010: "Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste". Universidad Nacional de México, México, D. F.
- Wicaksono, P., Fauzan, M., Wisnu, I. S., Noviaris, R., Lazuardi, W. y Zhafarina, Z. 2019: "Analysis of reflectance spectra of tropical seagrass species and their value for mapping using multispectral satellite images", *International Journal of Remote Sensing*, 1, 1-24.

## CAPÍTULO 2

# Inundaciones y cambio climático

**Liber Galbán Rodríguez**

liberg@uo.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-2377-9008>

Universidad de Oriente.

**Alexis Santiago Pérez Figueredo**

alexis.figueroa@uo.edu.cu

[https:// orcid.org 0000-0003 3797 0513](https://orcid.org/0000-0003-3797-0513)

Universidad de Oriente

## INTRODUCCIÓN

En la antigüedad las inundaciones aportaban importantes beneficios económicos y sociales, al representar un mecanismo natural de fertilización y recarga de humedad de las vegas fluviales, siendo la causa de un aumento significativo de las cosechas agrícolas en los años siguientes a su ocurrencia. En la actualidad no se mencionan estos aspectos beneficiosos que se siguen produciendo con las inundaciones, y es más frecuente que estas se perciban como “catástrofes” debido a los daños que causan en personas y bienes, en ocasiones irreversibles, los cuales han ido aumentando progresivamente según se ha ido intensificando la ocupación de las zonas naturalmente inundables por usos del suelo no compatibles con el fenómeno de la inundación, y se ha incrementado la vulnerabilidad de dichas zonas y su riesgo hidrológico.

La frecuencia de las inundaciones en épocas recientes ha aumentado significativamente en muchas regiones, y se admite de forma general que las inundaciones asociadas a desbordamientos de los ríos van a ser cada vez más frecuentes debido a una combinación de factores, referidos a las alteraciones de los sistemas terrestres y socio-económicos por actuaciones humanas que degradan el funcionamiento natural de los ríos a escala global, además del incremento de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera elevando la temperatura terrestre y otras variables del clima (CEPAL, 2012).

Hoy existen muchas definiciones del término “cambio climático”, el cual se asocia fundamentalmente a la alteración de los parámetros atmosféricos debido a la actividad humana y, el incremento registrado en los últimos 200 años de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, elevando la temperatura terrestre y otras variables del clima. También ha sido definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como “un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables”. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992)

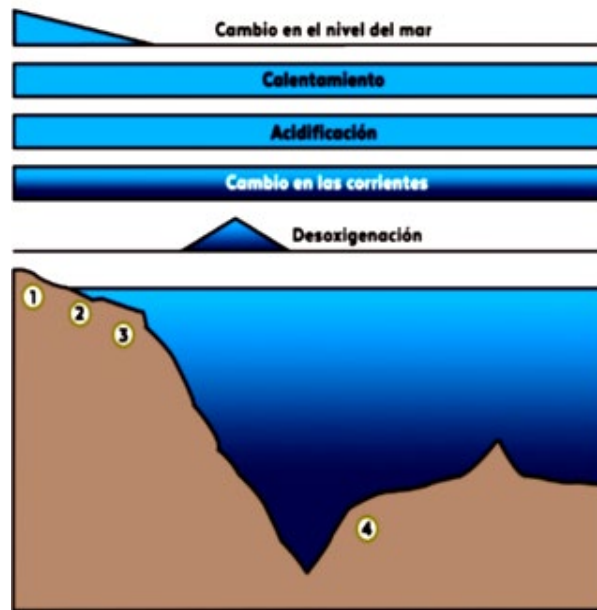
Esta definición reconoce que el planeta Tierra ha experimentado durante su evolución varios períodos geológicos donde se han producido cambios significativos en el clima terrestre, transformando significativamente la vida y produciendo un conjunto de cambios físicos, químicos y biológicos, que han tenido como resultado en la evolución biológica, la aparición del hombre como especie animal suprema, capaz de pensar y transformar significativamente el ambiente actual.

El cambio climático está transformando al globo terrestre, y los efectos que están proyectándose sobre las costa principalmente, como la elevación del nivel medio del mar, y el aumento en las intensidades máxi-



mas de los vientos y precipitaciones pluviales asociados a ciclones tropicales causarán mayor erosión en las costas y daños a la infraestructura ubicada en ella, además afectará a los ecosistemas costeros como los atolones y arrecifes de coral, manglares, y la vegetación acuática y sumergida. Si a lo anterior, se añade aspectos de desarrollo y socioeconómicos no resueltos, como elevados índices de construcciones informales, marginación, pobreza, escaso ordenamiento urbano y territorial en las zonas costeras, entre otros; el grado de vulnerabilidad y exposición de ciertas zonas es extremadamente peligroso

Los impactos más significativos de los efectos del cambio climático a mediano y largo plazo están asociados al aumento en el nivel medio del mar, aumento en la temperatura superficial del mar, acidificación, cambios en la salinidad, oleaje, mareas y eventos extremos. Estos impactos tienen el potencial, entre otros, de causar problemas de erosión e inundación de zonas costeras hoy pobladas o empleadas por el hombre para diferentes actividades, afectando la infraestructura portuaria, urbana, industrial y turística, blanqueo de corales, alteración del transporte de sedimentos y de biodiversidad (Cortés, Villamizar, Nagy, Girot, Miglioranza, & S. Villasante, 2020) (Fig. 1 y 2).



**Figura 1. Síntesis de las amenazas relacionadas con el cambio climático en los ambientes marino-costeros: 1- Zona intermareal (lagunas costeras, zonas rocosas, playas, estuarios, manglares, marismas); 2- ambientes someros (pastos marinos, arrecifes coralinos, rodolitos, fondos blandos y duros); 3- plataforma continental (plancton, bentos, ambientes pelágicos, sitios de emisión de metano), y 4- zonas profundas (talud continental, ventanas hidrotermales, montes submarinos, llanuras abisales, fosas, ambientes pelágicos). El gradiente de color azul representa la profundidad, de tal manera que cuanto más oscuro, más profundo.**

Fuente: Cortés, Villamizar, Nagy, Girot, Miglioranza, & S. Villasante, 2020.



**Figura 2. Impactos en el frente al Hotel Villa Cofresí antes y después del paso de la Tormenta Tropical Isaac a una distancia de 160 millas al sur de Ponce, Puerto Rico.**

Fuente: (Canals-Silander, 2012)



**Las inundaciones y los fenómenos climáticos naturales**

En el globo terráqueo desde hace varios miles de millones de años existen cuatro fenómenos atmosféricos que experimentan alteraciones cuando se producen cambios en la fase del clima terrestre, y por consiguiente, influyen en la generación de inundaciones; además de tener mucha relación con los cambios climáticos que experimenta el planeta hoy día (Galbán-Rodríguez, 2020):

- Las glaciaciones.
- Los monzones.
- Las tormentas y ciclones tropicales.
- Los fenómenos El Niño (ENSO) y La Niña.

Una glaciación, edad de hielo o periodo glacial es un periodo de larga duración en el cual baja la temperatura global del clima de la Tierra, dando como resultado una expansión del hielo continental desde los casquetes polares y los glaciares hacia zonas de temperaturas usualmente más altas tanto al hemisferio norte como el sur. En la evolución geológica de la Tierra han existido varios periodos de glaciación (Tabla 1) y, aunque existen diferentes ideas científicas acerca de los factores determinantes de las glaciaciones las hipótesis más importantes son dos: la tectónica de placas y las variaciones de la órbita terrestre (Galbán-Rodríguez, 2020).

**Tabla 1. Sucesiones glaciares cronológicamente.**

<b>Clima</b>	<b>Denominación</b>	<b>Antigüedad</b>	<b>Holoceno</b>
Postglacial	Actual	8.000	Pleistoceno
Glacial	Glaciación de Würm o Wisconsin	80.000	
Interglacial	Riss-Würm	140.000	
Glacial	Glaciación de Riss o Illinois	200.000	
Interglacial	Mindel-Riss	390.000	
Glacial	Glaciación de Mindel o Kansas	580.000	
Interglacial	Günz-Mindel	750.000	
Glacial	Glaciación de Günz o Nebraska	1.1 m.a.	
Interglacial	Donau-Günz	1.4 m.a.	
Glacial	Donau	1.8 m.a.	
Interglacial	Biber-Donau	2.0 m.a.	
Glacial	Biber	2.5 m.a.	
Glacial	Oligoceno	37 m.a.	Cenozoico
Interglacial	Eoceno superior	40 m.a.	
Glacial	Paleógeno	80 m.a.	
Interglacial	Cretácico	144 m.a.	Mesozoico
Glacial	Permo-carbonífero	295 m.a.	Paleozoico
Glacial	Carbonífero inferior	350 m.a.	
Glacial	Ordovícico	440 m.a.	
Glacial	Precámbrico	700 m.a.	Precámbrico
Glacial	Primera glaciación	2000 m.a	Proterozoico

**Fuente: (Galbán-Rodríguez, 2020)**

Las glaciaciones particularmente, han originado la mayoría de los lagos que hoy existen, cuando las masas de hielo se derritieron al final de estos periodos geológicos, quedando inundadas las depresiones donde actualmente se encuentran emplazados (Fig. 3).

Por otro lado, el derretimiento de los hielos luego de las glaciaciones hizo que muchas especies animales, que durante su ocurrencia transitaban de un continente a otro o de una isla a otra, quedaran separadas por las inundaciones que dejaron; razón por la que es posible actualmente encontrar similitudes en especies animales de una región a otra, aun cuando se encuentren distanciadas y separadas por el mar, independientemente a su evolución posterior insito. Estos eventos también han sido favorecidos por el corrimiento posterior de las placas tectónicas del planeta hasta su posición actual.

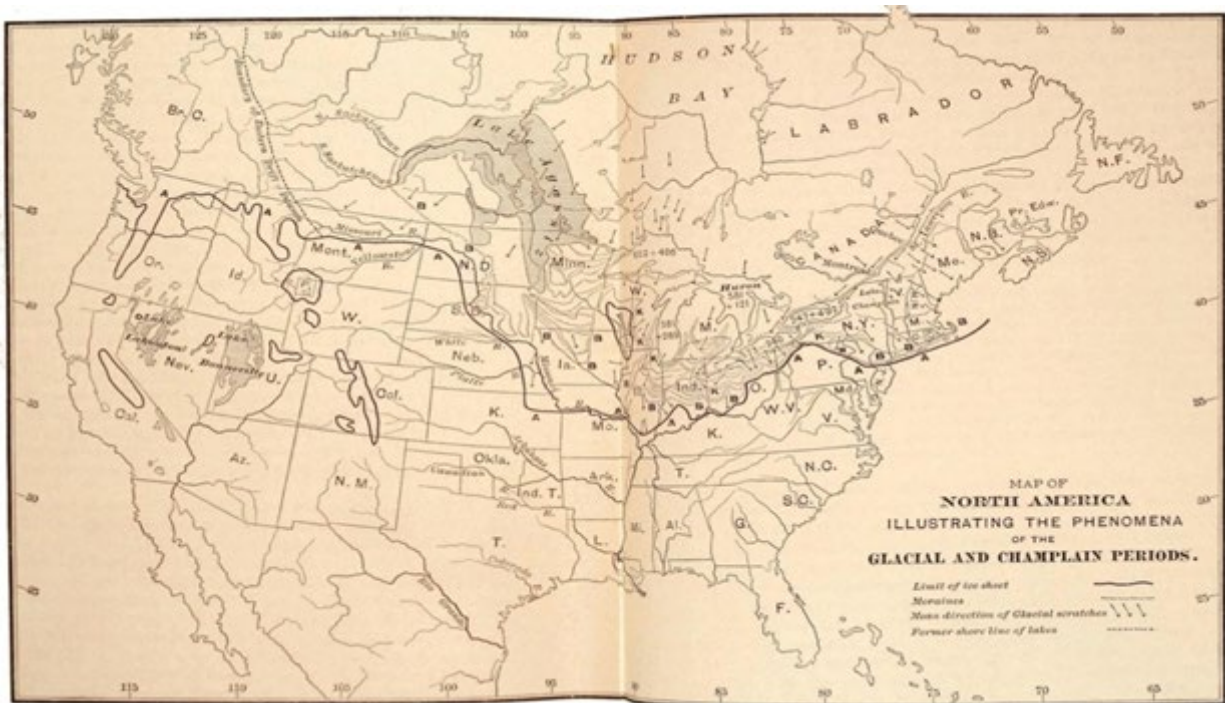


Figura 3. Mapa de América del Norte ilustrando el fenómeno de la glaciación y su avance, cubriendo el área ocupada hoy por los Grandes lagos. Fuente: (Daa, 1896).

El concepto de ciclón tropical es un término genérico que se emplea para designar a los sistemas de bajas presiones no frontales de la escala sinóptica, que se forman sobre las aguas tropicales o subtropicales, que presentan un núcleo caliente y una convección profunda organizada, junto a una circulación ciclónica del viento definido en superficie. De acuerdo a la fuerza de los vientos se clasifican en depresiones tropicales (vientos máximos sostenidos inferiores a 63km/h), tormentas tropicales (vientos máximos sostenidos entre 63-118km/h) y huracanes cuando los vientos máximos sostenidos son superiores a 118km/h (Blake, Landsea, & Gibney, 2011). Para este último estado se utiliza la escala Saffir Simpson, la cual cuenta con cinco categorías. (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los ciclones tropicales según la Organización Meteorológica Mundial.

Categoría	Presión (mb)	Vientos máximos sostenidos (km/h)	Surgencia de la Tormenta (m)
Onda Tropical	-	-	-
Perturbación	1008	-	-
Depresión	1005	62	-
Tormenta Tropical	985 -1004	63 - 117	1.1
Huracán			
Categoría 1	> 980	119 - 153	1.5
Categoría 2	979 – 965	154 - 177	2.0 - 2.5
Categoría 3	945 – 964	178 - 209	2.5 - 4.0
Categoría 4	920 – 944	210 - 249	4.0 - 5.5

Fuente: <http://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>

Los ciclones tropicales, además de traer consigo intensas lluvias, son los que mayor fuerza del viento generan; por esa razón son fenómenos atmosféricos significativos en cuanto a la generación de inundaciones, tanto tierra adentro, como en las costas. Los principales fenómenos peligrosos que acompañan a un ciclón tropical son los vientos fuertes, las precipitaciones intensas, el oleaje, la sugerencia, la marea de tormenta y los tornados.

El ciclón tropical es un sistema productor de lluvia. Cuando un ciclón tropical toca tierra, es común que deje entre 100 y 300 mm o más de lluvia en una amplia zona. La lluvia no depende de la intensidad del ciclón tropical; sin embargo, un desplazamiento lento o errático sobre una misma área, una zona de topografía accidentada y la interacción con otros sistemas meteorológicos, ocasiona lluvias torrenciales que a su vez

producen grandes y devastadoras inundaciones. El grado de peligro que representan las inundaciones depende, además del nivel de saturación del suelo, de factores como la topografía del terreno, la densidad de la vegetación, densidad de sistemas constructivos en el área (edificaciones y obras de infraestructura), usos del suelo, entre otros; por lo que si después de varios días con lluvias ocurre la afectación de un ciclón tropical, las inundaciones son mucho más extensas y mortíferas. Las intensas lluvias acompañantes de los ciclones tropicales influenciados por el cambio climático desde el inicio de la era industrial, han originado varias de las peores inundaciones que conoce la historia moderna de la humanidad. Por solo mencionar tres ejemplos, se recuerdan significativamente por sus daños las siguientes (Galbán-Rodríguez, 2020):

- En 1975 la lluvia extrema originada el tifón Nina ocasionó grandes crecidas de los ríos e inundaciones que hicieron que más de 11 millones de personas perdieran sus hogares. La Presa de Banqiao ubicada en el río Ru, prefectura de Zhumadian, provincia de Henan en China, colapsó y causó más muertes que cualquier otro acontecimiento de este tipo en la historia. Ese año colapsaron en total 62 presas y alrededor de 171.000 personas murieron (230.000 según fuentes no oficiales).
- El huracán Agnes tocó el suelo de Florida, Estados Unidos, en junio de 1972. Este huracán se llevó la vida de 129 personas y dejó más de 11 mil millones de dólares en pérdidas materiales, cifra multimillonaria con la que sobrepasó a Betsy (1965) hasta ese momento considerado el huracán más costoso en la historia de las catástrofes en el Atlántico. El mayor daño de Agnes fue provocado por las lluvias, que causaron inundaciones masivas en Pennsylvania, Virginia y Nueva York.
- Las lluvias acompañantes del huracán Katrina en 2005 a su paso por el sur de los Estados Unidos, en la región del Mississippi, causó las peores inundaciones costeras y fluviales combinadas de la historia de ese país. La ciudad norteamericana de New Orleans quedó casi totalmente anegada en agua por más de tres meses, y las pérdidas económicas calculadas marcaron récord para este tipo de evento.

Los monzones son un mecanismo muy parecido al de las brisas, aunque a mayor escala, es el que produce los vientos monzónicos, de gran importancia climática en ciertas regiones como la India y otras zonas de Asia y África. Mientras que las brisas tienen una escala temporal diurna, los monzones son un fenómeno estacional y tienen mucha más extensión. Durante el verano, el aire que se encuentra sobre los continentes es fuertemente calentado por el sol asciende y es sustituido por el aire frío procedente del mar, que invade la zona aportando una gran cantidad de humedad. Cuando este aire húmedo avanza tierra adentro, también se calienta y acaba ascendiendo, y en este proceso se condensa parte de su vapor de agua y se libera el calor latente de condensación. Esta liberación de calor intensifica la circulación monzónica, ya que aporta una energía suplementaria que favorece la dilatación y el ascenso del aire. Se producen grandes formaciones nubosas y las lluvias son importantes. Es lo que se conoce con el nombre de monzón de verano, que da lugar a la estación húmeda. En invierno es el aire frío continental el que se desplaza sobre los océanos más cálidos. La circulación se invierte y disminuye drásticamente la cobertura nubosa sobre el continente, lo que da lugar a la estación seca. (Casas Castillo & Alarcón Jordán, 1998)

En resumen, la formación de un centro de altas presiones sobre el continente en invierno hace que aparezcan vientos soplando hacia el océano (monzón de invierno, estación seca). En cambio, en verano se forma en la región una zona de bajas presiones que provoca la invasión del aire oceánico, húmedo e inestable, hacia tierra. Este aire, al ascender sobre todo por el efecto del Himalaya, produce lluvias torrenciales (monzón de verano, estación húmeda). (Casas Castillo & Alarcón Jordán, 1998)

El comportamiento de este fenómeno atmosférico, también influenciado por el cambio climático, en el año 2010 ocasionó que Pakistán sufriera una de las peores inundaciones de su historia y poco después, sin haberse recuperado aún, las lluvias del monzón volvieron a golpear el sur del país, especialmente las regiones de Sindh y Balochistán. Aldeas enteras fueron arrasadas y las inundaciones afectaron grandes zonas de cultivos, dejando más de 2.000 muertos, 7 millones de personas sin hogar y casi 20 millones de damnificados. Fue un golpe demoledor a la economía de Pakistán debido al perjuicio que ocasionó a la producción agrícola e incluso amenazó con desatar una crisis alimentaria. (Galbán-Rodríguez, 2020)

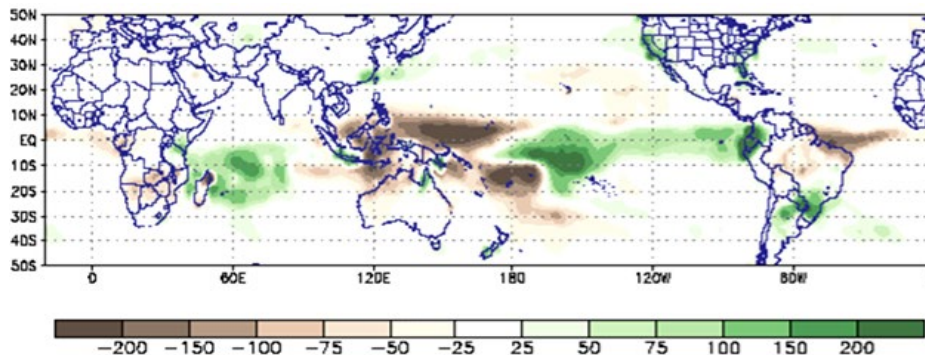
### Los fenómenos de El Niño (ENSO) y La Niña

Se denomina El Niño a un fenómeno natural que se observa con cierta regularidad, un proceso atmosférico oceánico basado en datos científicos. De hecho, es una característica del clima actual y la causa de una variabilidad climática natural en la escala de pocos años. El fenómeno consiste en un calentamiento que se produce en las aguas superficiales del Pacífico Sur, delante de la costa de Ecuador y Norte del Perú. Normalmente empieza hacia mediados de diciembre, cerca de Navidad, y dura unos cuantos días. A intervalos irregulares, que oscilan entre los 2 y los 7 años, el fenómeno se produce de forma más intensa y persistente, dura algunos meses (alrededor de un año) y tiene consecuencias climáticas muy importantes que afectan una gran parte del planeta. (Casas Castillo & Alarcón Jordán, 1998)

En situación normal, sin El Niño, los vientos Alisios convergen con los vientos del Oeste en la zona de Indonesia y provocan un ascenso del aire que da lugar a la formación de lluvias torrenciales, que caracterizan esta región. En cambio, durante un episodio intenso de El Niño, la situación se invierte y la circulación en superficie es de Oeste a Este y arrastra las corrientes marinas también hacia el este, donde se acumula el agua caliente y propicia el levantamiento de las masas de aire delante de las costas de América del Sur y América Central, lo cual genera episodios de lluvias intensas en estas regiones con marcadas inundaciones, mientras una gran sequía afecta toda la zona de Indonesia.

Se denominan La Niña las situaciones en que se dan las condiciones normales (sin El Niño), pero muy amplificadas. Es decir, cuando las aguas en la zona oriental del Pacífico ecuatorial están más frías de lo normal y la convección en esta zona es muy reducida y, en cambio, muy intensa en la zona de Indonesia. Los vientos alisios entonces son muy intensos y la pendiente de la termoclina es más pronunciada de lo normal. En realidad, hoy en día se prefiere hablar de dos extremos El Niño y La Niña, con una oscilación irregular entre ambos subsistemas, que están acoplados y constituyen lo que podríamos llamar un proceso circular. Los dos interaccionan estrechamente, de manera que una anomalía en uno afecta al otro. (Casas Castillo & Alarcón Jordán, 1998)

Para que se tenga idea de su influencia, durante la última década del siglo XX con la contribución del cambio climático, las precipitaciones tropicales sobre el Este del Pacífico ecuatorial fueron muy abundantes y provocaron fuertes inundaciones. También afectaron la zona occidental del Océano Índico y el Este de África (con más de 1000 mm en algunas regiones de Kenya). En la costa Norte del Perú las precipitaciones fueron de unos 1400 mm y al Sudeste de Sudamérica de unos 600 mm. En cambio, en Indonesia el déficit fue de 800 mm, aproximadamente, al Sur de África de unos 300 mm, y al Norte de Sudamérica de unos 500 mm. Las lluvias intensas afectaron también Estados Unidos (California y Florida), con precipitaciones de 300-600 mm. (Casas Castillo & Alarcón Jordán, 1998) (Fig. 4)



**Figura 4. Desviación de los valores de la precipitación (en mm), respecto de los normales, para el mes de febrero de 1998. Los normales han sido calculados a partir de la media del período 1979-1995. Fuente: (IPCC, 2013).**

#### **Influencia de la actividad humana en el cambio climático y el incremento de las inundaciones**

El hombre también ha influido en el cambio de las condiciones climáticas y con ello el alargamiento en unos casos o estrechamiento en otros, de los períodos de lluvias que traen consigo las inundaciones. El cambio de uso del terreno de la cuenca, la deforestación y la transformación de zonas naturales por hábitat, origina que el agua precipitada por lluvia, corra sobre la superficie del terreno aportando un mayor caudal a los cuerpos de agua, debida a la falta de absorción de los suelos impactados



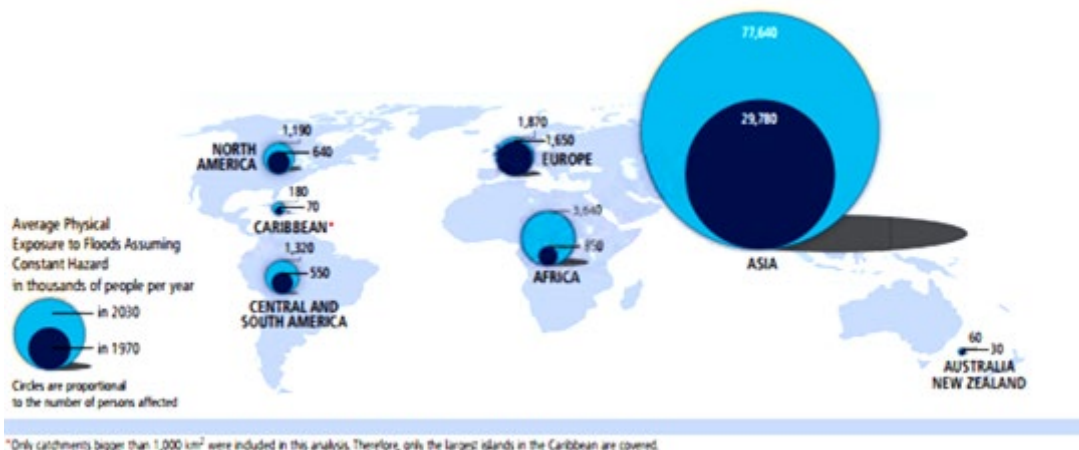
En las cuencas hidrográficas, por ejemplo, los moradores de las zonas aluviales ubicadas en la parte baja de la cuenca reciben el mayor impacto del aumento de la inundación, causado por los cambios en el uso de la tierra implementados por otras aguas arriba; sin embargo, generalmente, tienen menos poder para producir cambios o exigir que el gobierno intervenga a su favor. Los cambios en el uso de suelo se refieren a la eliminación de la vegetación, denudación por explotación minera a cielo abierto, desarrollo de la actividad agrícola, la urbanización, etc., que constituyen actividades antrópicas que reducen la capacidad de absorción hídrica de la cuenca y sus ecosistemas. (Galbán-Rodríguez, 2020)

En Europa, por ejemplo, las grandes inundaciones ya constituyen el tipo de catástrofe natural más habitual, representando el 43 % de todas las catástrofes acaecidas durante los años 1998 a 2002. En este periodo se produjeron unas cien inundaciones graves que ocasionaron cerca de 700 muertes, el desplazamiento de casi medio millón de personas y más de 25.000 millones de euros de pérdidas económicas (EEA, 2005).

Las repercusiones sociales y económicas que tienen las inundaciones, están ligadas en su mayor parte a las ocupaciones humanas de zonas naturalmente inundables. Hoy día se plantean alternativas para mitigar sus efectos en el contexto de las directivas de evaluación y gestión de los riesgos de inundación en distintos países. Con la excepción de los casos de inundación severa, los ecosistemas y las comunidades humanas de muchas áreas se han adaptado, y dependen de la inundación periódica de la tierra. Ordinariamente, la inundación llega a ser un problema solo si los eventos naturales o las actividades humanas aumentan su intensidad o frecuencia, o si el hombre invade las áreas anegadas; colocando estructuras y realizando actividades que requieren protección.

La relación entre avenidas de los ríos, inundaciones y cambio climático debido al efecto invernadero, reviste hoy día un gran interés y ha sido estudiada por numerosos autores, encontrando muchas incertidumbres y una gran dificultad en la generalización de los resultados, como se pone de manifiesto en los numerosos informes técnicos y científicos disponibles hasta el momento:

En el Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático (AR5) se resalta el aumento esperado de la frecuencia de episodios de precipitaciones fuertes, en concordancia con el calentamiento y el incremento de vapor de agua observados en la atmósfera, que teóricamente podría inducir a un aumento paralelo de la frecuencia de avenidas en los ríos ligadas a dichas precipitaciones extremas. No obstante, también se considera en términos globales que en muchos países van a disminuir las precipitaciones anuales, como consecuencia de un aumento de la evapotranspiración debido al incremento de las temperaturas, y que ello va a producir una disminución de las escorrentías y de los caudales medios y extremos de muchos ríos, especialmente en las regiones de latitudes medias o subtropicales. El informe aumenta el grado de certidumbre de que la actividad humana esté detrás del calentamiento que el mundo ha experimentado, un aumento que ha pasado de "muy posible" con un grado de confianza del 90% en 2007, a "extremadamente posible" o un nivel de confianza del 95% ahora (IPCC, 2013). (Fig. 5).



**Figura 5.** Exposición física promedio de inundaciones asumiendo riesgo constante en miles de personas al año. Fuente: (EEA, 2005)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Las inundaciones

Desde el punto de vista de ingeniería hidráulica se considera una inundación cuando el agua ocupa temporalmente un terreno con un tirante mayor a 25 cm.

#### Clasificación de las Inundaciones

Las clasificaciones más comunes obedecen a su origen, o al tiempo que tardan en presentarse sus efectos. De acuerdo a su origen se dividen en: inundaciones pluviales, fluviales, costeras y por falla de infraestructura hidráulica.

#### Inundaciones Pluviales

Son consecuencias de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, puede permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es estrictamente la precipitada sobre esa área y no viene por escurrimiento de arriba de la cuenca.

#### Inundaciones Fluviales

Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda en las llanuras de inundación adyacentes a él. En este tipo de inundaciones el agua que se desborda corresponde a precipitaciones que se generaron en cualquier parte de la cuenca aguas arriba.

#### Inundaciones Costeras

Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea de tormenta y permite que este cubra tierra adentro.

#### Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica.

Se producen cuando las obras destinadas a la protección de poblaciones o almacenamiento de agua, presentan fallas en su funcionamiento hidráulico. Dichas fallas pueden deberse a diseño escaso, mala operación y falta de mantenimiento o fin de la vida útil de la obra. Este tipo de inundaciones es la más peligrosa de todas, ya que si la infraestructura colapsa la inundación provocada será mayor a que si no existiera la obra.

Son muchas las estrategias seguidas a lo largo de la historia para evitar las inundaciones o paliar sus daños, pudiendo agruparlas entorno a diferentes paradigmas que se han ido sucediendo a lo largo del tiempo, y que reflejan el grado de conocimiento disponible sobre los ríos y las líneas de pensamiento dominantes en cada época (González del Tánago & Arrojo, 2015):

- Paradigma de la “Ingeniería hidráulica” (Medidas estructurales)
- Paradigma del buen estado ecológico de los ríos (Directivas Europeas)
- Paradigma del desarrollo sostenible (Límites al uso del territorio)
- Paradigma de la aceptación y financiación del riesgo (Medidas no estructurales)

El paradigma de la ingeniería hidráulica tradicional surge como la respuesta más elemental al fenómeno de las inundaciones: El desbordamiento de los ríos se puede evitar mediante obras de ingeniería, que eleven el nivel de las orillas (construcción de motas y diques longitudinales) o que aumenten la velocidad del agua (dragado y rectificación de los cauces para aumentar la pendiente y eliminación de la vegetación de orillas y riberas para disminuir la rugosidad del canal fluvial), haciendo que circule más cantidad de agua sin desbordarse por una misma sección. Esta forma de actuación e intento de control de los procesos naturales de los ríos mediante estructuras de ingeniería hidráulica ha marcado la gestión de las avenidas e inundaciones durante muchísimas décadas, y ha provocado fuertes impactos ambientales en los ecosistemas fluviales a la vez que se ha manifestado incapaz de resolver la problemática creada por las grandes avenidas superiores al caudal para el que se diseñan las correspondientes infraestructuras. (González del Tánago & Arrojo, 2015)

El paradigma de la aceptación y financiación del riesgo tiene en cuenta la falsa seguridad creada con las infraestructuras de la ingeniería hidráulica para el control de las inundaciones incrementa la ocupación de las zonas adyacentes a los ríos aumentando la vulnerabilidad de estas últimas, y pronto se comprueba que según crecen las inversiones para las canalizaciones de los ríos también van creciendo los daños y pérdidas económicas que producen las inundaciones, las cuales siguen sucediendo con menor frecuencia pero con mayor



intensidad, sobre todo en los tramos aguas abajo de las infraestructuras de canalización. Surge entonces una nueva corriente de pensamiento en la que se reconoce la incapacidad de la ingeniería hidráulica para resolver la problemática de las avenidas y se adopta la conveniencia de que cada dueño de los terrenos afectados asuma su riesgo individual y sea capaz de financiarlo mediante una política de seguros, reforzada por medidas preventivas y de detección y predicción de la avenida por parte de las administraciones públicas. (González del Tánago & Arrojo, 2015)

Esta nueva estrategia de “defensa” frente a los daños de las inundaciones requiere disponer no solo de tecnologías sofisticadas para la estimación y predicción de las avenidas, cada vez más potentes con el desarrollo de la informática y los sistemas de información geográfica, sino también de cuantiosos recursos económicos para financiar la ocupación de las zonas inundables y el seguro de su persistencia mediante valiosas pólizas en compañías aseguradoras. El paradigma de estas medidas no estructurales aporta sobre el anterior la asunción de un riesgo permanente de inundación en las zonas próximas a los ríos que no se puede eliminar con la ingeniería hidráulica, pero fracasa a largo plazo por el coste tan elevado de su mantenimiento. Incluso en los países más desarrollados y de mayor fuerza económica, al cabo de los años se manifiesta insostenible. Por otra parte, resulta inviable exportar este procedimiento a los países menos desarrollados, o con menos recursos económicos para la predicción de las avenidas y la financiación de inversiones y seguros. (González del Tánago & Arrojo, 2015)

Paradigma del desarrollo sostenible trata de adoptar un modelo de desarrollo económico y social compatible con el mantenimiento de los recursos naturales, el funcionamiento de los ecosistemas naturales, la persistencia de las especies y sus relaciones con el territorio que ocupan, etc., donde el hombre progresa en su bienestar sin alterar la dinámica de la Naturaleza, haciéndola duradera para las generaciones venideras. Desde esta nueva forma de pensamiento surge un nuevo paradigma ante el fenómeno de las inundaciones, en el que se reconoce la necesidad de poner límites al uso y ocupación de las zonas inundables, a través de una ordenación del territorio que permita un aprovechamiento de los recursos naturales compatible con la dinámica del sistema fluvial. (González del Tánago & Arrojo, 2015)

Bajo estos conceptos se cuestionan tanto las grandes obras de ingeniería hidráulica para la defensa de las avenidas, con esquemas de grandes canalizaciones, trasvases, regulación de caudales, etc., como las inversiones en infraestructuras y pólizas de seguros para mantener al borde de los ríos ocupaciones de gran valor y riesgo económico (complejos industriales, autopistas, ferrocarriles de alta velocidad, etc.), cuya defensa contradice la dinámica y funcionamiento natural de la llanura de inundación. Se trata en este caso de dar prioridad a los procesos naturales del río en las zonas más próximas a los cauces, reconociendo la inutilidad de la defensa de las inundaciones en dichas zonas, bajo ningún precio, y de establecer una graduación de usos del suelo en las zonas inundables que permita su aprovechamiento pero minimice los daños originados por las inundaciones, reconociendo su persistencia. (Galbán-Rodríguez, 2020)

Paradigma del buen estado ecológico de los ríos aporta sobre el anterior la necesidad no solo de limitar el uso de las zonas inundables, sino de llevar a cabo su restauración con el fin de recuperar gradualmente el buen estado ecológico de los ríos y sus riberas. Se establecen varios indicadores para la evaluación del estado ecológico, entre ellos los de carácter “hidromorfológico” que hacen especial mención al régimen hidrológico de los caudales y al estado geomorfológico de los cauces, y se propone estimar el grado de alteración de estos indicadores a través de su diferencia con el régimen natural y con la morfología y dinámica previas a la canalización y deterioro del cauce. De esta forma, las avenidas de los ríos y sus inundaciones periódicas pasan a ser consideradas signos de naturalidad de los sistemas fluviales y factores primordiales para la restauración de los bosques aluviales y el mantenimiento de las comunidades acuáticas primitivas, y la recuperación de las características del régimen natural de caudales, incluyendo crecidas ordinarias y extraordinarias, un requisito indispensable para alcanzar el buen estado ecológico de los respectivos tramos fluviales. (Galbán-Rodríguez, 2020)

Como ya se ha puesto de manifiesto, el cambio climático representa un factor de incertidumbre en la predic-

ción de las crecidas de los ríos, haciendo que las series de registros históricos existentes pierdan representatividad para estimar la magnitud y frecuencia de las avenidas en los años venideros. Las tendencias temporales de aumento o disminución de las crecidas fluviales como consecuencia del cambio climático no son generalizables hasta la fecha, y tampoco se puede establecer una relación contundente entre inundaciones y cambio climático. Lo que sí parece mucho más evidente es una relación entre la intensificación de la regulación del régimen de los caudales y de la canalización de los ríos, y el aumento de la vulnerabilidad y grado de exposición de poblaciones y actividades económicas al fenómeno de las inundaciones, junto al aumento de los daños que generan unido un riesgo adicional debido al cambio climático. (González del Tánago & Arrojo, 2015)

Ante este nuevo escenario de mayor vulnerabilidad e incertidumbre respecto a las inundaciones, se propone cambiar el enfoque “defensivo” que ha imperado hasta ahora, por un enfoque de “convivencia con las inundaciones” sabiendo que van a ocurrir.

La experiencia acumulada por los hombres en el enfrentamiento a los desastres es valiosa y en ocasiones muy amplia. El reto consiste en traducir ese conocimiento en acciones de mejora y en que las lecciones aprendidas en una región sean también aplicables a otras. Una solución puede ser la correcta gestión y transferencia de conocimientos hacia todos los grupos sociales que juegan un rol importante ante la ocurrencia de un desastre, ya que todos demandan de una preparación que les permita reconocer los tipos de amenazas, vulnerabilidades y riesgos y en base a estos capacitarse para manejar el cómo poder enfrentarlos de manera resiliente.

Las inundaciones particularmente traen consigo impactos que ameritan su análisis en pos de tener en cuenta las experiencias que dejan, los que se dividen en:

- Impactos ambientales y sobre los ecosistemas
- Impactos económicos y financieros
- Impactos a la salud humana
- Impactos a la seguridad

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Impactos ambientales y sobre los ecosistemas

El primer y más consustancial daño de la inundación es el propio anegamiento por agua y su profundidad en zonas normalmente secas, lo que conlleva humectación de suelos, con la consiguiente pérdida de capacidad portante de los terrenos, y de las estructuras y edificaciones construidas en ellos, pudiendo afectar a su cimentación y estabilidad estructural; o la pérdida de determinados cultivos y vegetación por quedar sumergidos y apartados del oxígeno atmosférico.

Una inundación trae consigo muchos problemas ambientales, incluso después de que la inundación ha retrocedido. Las áreas planas que no tienen árboles o rocas para evitar la erosión son a menudo barridas. Los campos agrícolas, que por lo general se ubican en las zonas planas, se destiñen y los cultivos se pierden. Los contaminantes de los alcantarillados y otros residuos puede que arruinen en el suministro de agua, lo que produce un agua que no es segura para su uso por los residentes. Los refugios de animales en la zona también son arruinados, produciendo que muchos animales se queden sin hogar lo cual puede causar problemas a sus dueños. Los factores que ocasionan más impacto en el entorno son la rapidez con la que se producen las crecidas, la velocidad del agua y la elevada carga de sedimentos (Saurí, 1997).

La fuerza del agua arrastra parte del sustrato y de la vegetación, así como las semillas poco profundas, lo que puede afectar a la capacidad de rebrote y por tanto de colonización, de las especies. Otro de los efectos sobre el medio ambiente que pueden tener las inundaciones es la dispersión de contaminantes cuando éstas se producen en zonas en las que hay tales sustancias. También son importantes los cambios que provocan en los cursos fluviales y las perturbaciones que se producen en las zonas costeras cercanas a la desembocadura de los cursos fluviales. (Galbán-Rodríguez, 2020)

El medio natural se adapta a estas perturbaciones de maneras diversas. Es cuando entran en juego los métodos de control de estas avenidas cuando los efectos sobre el medio pueden convertirse en más agresivos. Es por

ello que es necesaria una planificación sostenible del control de las avenidas, crecidas, ... como sería conservar un espacio libre para que se pueda inundar con las crecidas periódicas. Esta medida, por un lado evita el daño a infraestructuras y/o personas y, por otra, permite el desarrollo de un entorno con una elevada biodiversidad. De manera ideal, una correcta y sostenible planificación frente a situaciones de riesgo hídrico debería dar el mismo peso a su función ecológica como la protección frente al riesgo que suponen. En consecuencia, sería necesario mantener las zonas inundables por la importancia que tienen como reservorio de biodiversidad, como reguladoras de la velocidad del agua y por tanto de las avenidas y la erosión y como retención de la carga sedimentaria, recargando los acuíferos y fertilizando el suelo con la aportación de lodos (Saurí, 1997).

Los efectos de las inundaciones en el entorno, especialmente el vegetal, no son todos negativos. Los cambios en el régimen hídrico dan lugar a ambientes con una elevada diversidad biológica. En el caso de los bosques de ribera, las crecidas modelan su estructura. Por un lado, en los ríos con cursos permanentes y más caudalosos dominan los árboles caducifolios. La mayoría de los árboles y arbustos de estas comunidades tienen capacidad de rebrotamiento del tronco, como adaptación a la posible destrucción de las partes aéreas por crecidas violentas. Su poder de regeneración es una característica de este tipo de vegetación y por ello en muchas ocasiones se ha utilizado como fuente de madera. Sin embargo, en ambientes más secos las comunidades son perennifolias, como respuesta adaptativa a la disponibilidad de agua. En el caso de los cursos intermitentes que suelen estar secos en verano, sus alrededores suelen ser más áridos y la vegetación de ribera más pobre. En estos ambientes las comunidades que se desarrollan están dominadas por arbustos perennifolios y de pequeño tamaño. En el lecho de estos cursos, si además tienen régimen torrencial, crece vegetación caracterizada por su crecimiento y reproducción rápida, adaptada a que periódicamente es destruida. (University of Colorado-Idaho, 2013)

La vegetación de ribera tiene un papel importante en la reducción de la erosión ya que frena la velocidad del agua. Un ejemplo del uso de la vegetación para regular los ríos y canales es el uso del aliso ya que es una especie adaptada a la inundación y que es un gran estabilizador de la ribera (University of Colorado-Idaho, 2013). Es importante, igualmente, considerar el tiempo de permanencia de la lámina de agua, ya que exposiciones o anegamientos prolongados pueden agravar los efectos antes mencionados, como la pudrición de cultivos (por anoxia) o la disgregación de cimentaciones; mientras que rápidas desecaciones pueden reducir los daños significativamente, ya que además minimiza el depósito de materiales en el lecho.

Un efecto de la inundación susceptible de causar daños es la velocidad de la corriente, que en ocasiones puede, por impacto directo o indirecto (socavación), derribar y arrastrar enseres y personas. Con velocidades superiores a un metro por segundo y con cierto calado, se considera suficiente para arrastrar a una persona; menores velocidades se precisan aún para desplazar en flotación vehículos y otros enseres. Especialmente peligrosos son los cambios bruscos de velocidad, como los que se producen en resaltos hidráulicos (cambios de régimen en cascadas y estrechamientos), en los que la liberación de energía es tal que los enseres y personas quedan atrapadas con enormes dificultades para ser recuperados o rescatados. Durante las inundaciones, sobre todo en avenidas torrenciales, las velocidades pueden superar incluso los 4 ó 6 m/s, valores con los cuales se arrastran objetos voluminosos y pesados, e incluso se crean remolinos y peligrosos fenómenos de succión del aire por efecto Venturi y sobrepresiones por cavitación.

Por otro lado, la fuerza de la corriente puede erosionar el lecho y las márgenes del cauce, produciendo socavación de infraestructuras e inestabilidad de laderas, que desencadene movimientos de material (desprendimientos, deslizamientos, flujos...), con los consiguientes daños asociados, que pueden afectar tanto a personas y bienes como a infraestructuras (vías de comunicación, obras hidráulicas...). (Galbán-Rodríguez, 2020)

Un cuarto efecto susceptible de causar daños es la carga sólida arrastrada por el agua, ya sea en suspensión en el seno del fluido, ya sea como carga de fondo (por saltación, rodadura o arrastre). Estos materiales transportados pueden producir daños a las personas por impacto, generando traumatismos y abrasiones de diversa consideración, e incluso la muerte por politraumatismo; algo semejante ocurre sobre los bienes materiales y construcciones. Estos materiales detríticos (bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas)

producen diferentes efectos hidráulicos en la corriente, como aumentar su densidad y viscosidad (incrementando su capacidad de erosión y transporte de más materiales, en un efecto de retroalimentación) y disminuir su velocidad, con el consiguiente incremento en la altura de la lámina de agua. En casos extremos, la carga sólida elevada puede convertir la corriente en un auténtico río de fango (mud flow) o derrubios (debris flow), con alta peligrosidad. De la misma forma, el transporte de elementos en flotación (como fragmentos vegetales, granizo o hielo) dificulta el flujo y paso por estrechamientos (puentes o sistemas de alcantarillado), incitando su colapso y rotura.

Esta carga sólida transportada, cuando finalmente se deposita en zonas de menor energía, puede también causar daños por aterramiento, ya que además de cubrir y enterrar bienes materiales, puede obstruir infraestructuras de abastecimiento o saneamiento, inutilizar electrodomésticos con filtros o rejillas, mermar los recursos pesqueros (marisqueo), etc. (Galbán-Rodríguez, 2020)

### **Impactos económicos y financieros**

Las inundaciones pueden golpear a una economía local de una manera muy fuerte. Los residentes que viven en el área experimentan una carga financiera en la sustitución de los artículos perdidos y en la reparación de sus hogares. Las empresas también sufren, no sólo por la pérdida de propiedad, sino por la falta de clientes durante la inundación y por un tiempo después de la recuperación. Los agricultores también sufren la pérdida de sus cultivos. Además, las instalaciones de servicios (tendidos eléctricos, redes de comunicaciones, gasoductos y oleoductos, etc.) y vías de comunicación (ferrocarriles, carreteras, instalaciones aeroportuarias...) pueden quedar sumergidas, con el consiguiente riesgo de rotura o interrupción del servicio.

Las inundaciones son el riesgo natural más frecuente en muchos países del mundo y uno de los que provoca mayores pérdidas económicas. Las inundaciones pueden afectar las actividades agrarias, industriales y comerciales, el medio urbanizado en general y las infraestructuras y servicios públicos en particular. Puede causar desperfectos en sistemas energéticos o de telecomunicaciones. (Fig. 5)



**Figura 5. Inundaciones octubre 1994. Fábricas cerca del puerto de Tarragona inundadas.**

Fuente: <http://www.floodup.ub.edu/el-impacto-de-las-inundaciones>

También deben considerarse los gastos indirectos como los ocasionados por los daños psicológicos de los familiares de las víctimas, con traumas a veces no superados, y los derivados de la pérdida del hogar o la afección grave de ésta, y, finalmente, las pérdidas en bienes culturales. (Saurí, 1997)

Algunos residentes que no tienen seguro contra inundaciones sufren una gran dificultad financiera. Los que tienen seguro obtienen ayuda con la limpieza, pero algunos costos pueden salir de su bolsillo. Los pueblos y ciudades que se ven afectados por una inundación llevan la carga financiera de la reparación de los edificios públicos, carreteras y otras estructuras dañadas por las aguas de la inundación. Las personas que se



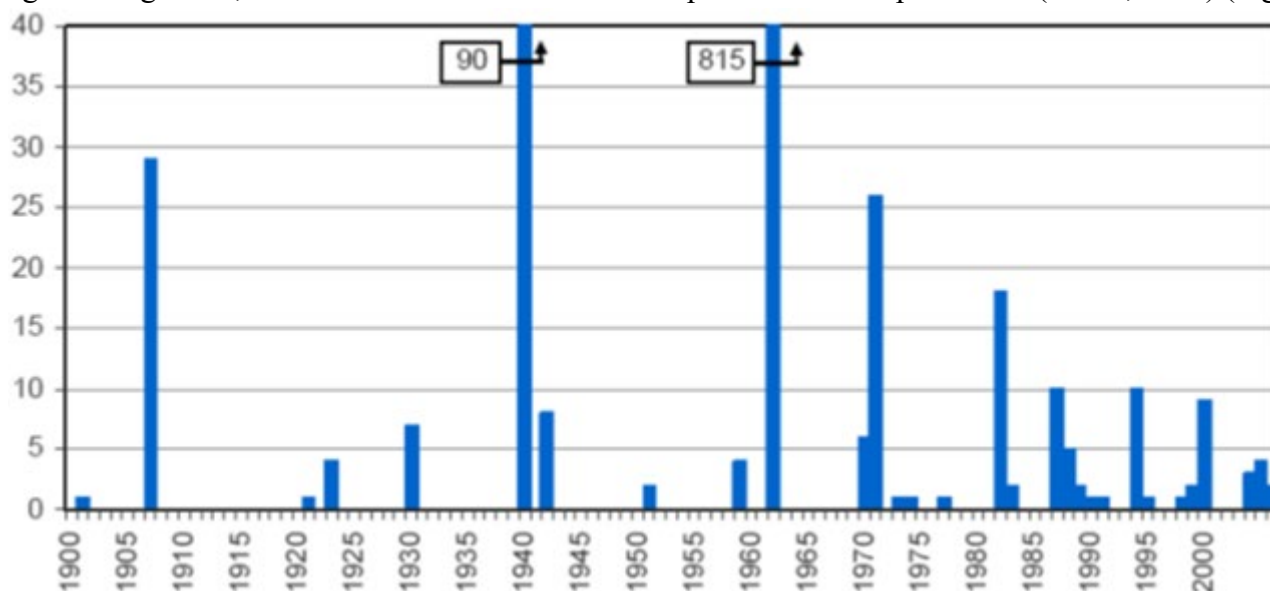
ven afectadas por las inundaciones también pueden perder los salarios porque el negocio para el cual trabajan puede sufrir daños o porque son incapaces de llegar al trabajo.

Existen una serie de valores umbral de profundidad de lámina de agua a partir de los cuales se incrementan significativamente los daños, como los 0,8 m, cifra sobre la que se inundan los enseres ubicados sobre mesas, encimeras y estantes. En el caso de instalaciones y mercancías tóxicas y peligrosas (vertederos de residuos, fábricas de productos químicos, centrales térmicas y nucleares...) el daño puede agravarse porque puede producirse una difusión y dispersión de los contaminantes en la corriente.

### **Impactos a la salud humana**

Las inundaciones también pueden dañar la salud de quienes viven y trabajan en la zona. Debido a que las aguas de inundación pueden arruinar los residuos peligrosos en los suministros de agua, el agua del grifo puede llegar a ser peligrosa de usar si las autoridades locales no emiten una advertencia para hervir el agua antes de ingerirla. El moho es también probable que aumente en los hogares y otros edificios que fueron engullidos por las aguas de la inundación. Respirar las esporas de moho es muy peligroso para la salud. Una inundación también puede contribuir a otros problemas de salud por los residuos humanos que contaminan el terreno.

En los últimos 100 años, de acuerdo al análisis realizado con anterioridad, más de 10 000 000 personas han perdido la vida como consecuencia de las inundaciones en el planeta. Por ejemplo, en España, la inundación repentina producida el día 25 de septiembre de 1962 en Cataluña, ocasionó más de 815 víctimas mortales en menos de 3 horas. Pero el número de muertos es un goteo continuo en el tiempo, tal y como se observa en el gráfico siguiente, sobre todo a consecuencia de comportamientos imprudentes. (Llasat, 2013) (Fig. 6)



**Figura 6. Víctimas mortales a consecuencia de las inundaciones, en Cataluña. Periodo 1900-2006. Fuente: (Llasat, 2013)**

Profundidades más elevadas a un metro y, sobre todo, cambios bruscos en la misma (escalones, pozas y vados) pueden suponer igualmente un peligro para la integridad física de personas y animales, fundamentalmente para aquellas personas que por su corta edad (bebés y niños), su longevidad (ancianos), o diferentes enfermedades y discapacidades (físicas y psicológicas), tienen dificultades para la natación y alta vulnerabilidad.

### **Impactos a la seguridad**

Las áreas costeras que experimentan una oleada se vuelven inseguras. Cuando comienza la inundación, las corrientes fuertes pueden tirar de un hombre al agua y ahogarlo. Una vez que las aguas se han asentado, todavía es inseguro caminar por el agua en el vehículo o a pie. Los puntos profundos pueden ser indetectables y puede haber corrientes eléctricas que atraviesan el agua también. Es importante tomar precauciones de seguridad, tales como el uso de botas altas de goma y moverse con cuidado.

Desde el punto de vista de la defensa civil, las inundaciones causan un considerable número de acciones de prevención, rescate y recuperación. Todas estas acciones conllevan la designación de importantes sumas

de dinero para su financiamiento. En este sentido muchos países han creado reservas para estos casos, pues el impacto de las inundaciones y otros fenómenos naturales frecuentemente los han obligado a ello.

### Impactos en los ecosistemas marino – costeros

La zona costera es la que se verá más afectada por las inundaciones debido al incremento del nivel medio del mar. Las zonas costeras son territorios muy dinámicos y complejos desde el punto de vista de su morfología donde se producen conflictos por la ocupación del territorio, generados por un poblamiento creciente, leyes inadecuadas y en algunos casos inexistentes, conflictos de uso del espacio y sobre-explotación de sus recursos naturales dando lugar a la destrucción de protecciones costeras por naturaleza, como lo son: los manglares, humedales, playas, arrecifes coralinos, dunas, entre otros que constituyen elementos de protección natural de estas zonas.

Los impactos costeros y marinos negativos y la vulnerabilidad conducirán a pérdidas que plantean desafíos y costos significativos para las sociedades, particularmente en países en desarrollo. La vulnerabilidad de estructuras construidas en la zona costera, dependerá de la capacidad intrínseca de la sociedad de convivir, prevenir o lidiar con impactos del cambio climático, en particular su capacidad de adaptarse al mismo ritmo que los sistemas naturales de los cuales depende. Estas condiciones de desarrollo local están determinadas por las condiciones socioeconómicas y de salud de la población, su entorno local (accesibilidad, empleo, calidad ambiental) y las capacidades institucionales locales para ofrecer la continuidad de servicios públicos. Por tanto, las prioridades para la adaptación en zonas costeras deben definirse, en buena medida, tomando en cuenta las limitaciones y el potencial del contexto local. (Tabla 3)

**Tabla 3. Categorías y ejemplos de opciones de adaptación al cambio climático.**

Estructura afectada	Tipo de ambiente	Medidas de adaptación al cambio climático
Estructural/físico	Ambiente construido (ingeniería)	Infraestructura para protección costera; diques para control de inundación y alcantarillas; almacenamiento y bombeo de agua; mejoras en el drenaje; creación de playas; refugios para inundaciones y huracanes; códigos de construcción; manejo de aguas de lluvia y de tormenta; adaptación de infraestructuras de transporte y rutas; casas flotantes; ajuste de infraestructura eléctrica.
	Tecnología	Nuevas variedades de cultivos y animales; técnicas genéticas; métodos y tecnologías tradicionales; prácticas agrícolas conservacionistas; almacenamiento de alimentos y facilidades para su preservación; mapas de amenazas y tecnología para monitoreo; sistemas de alerta; enfriamiento mecánico y pasivo; energías renovables; uso de combustibles de segunda generación.
	Basado en ecosistemas	Restauración ecológica (humedales y sabanas costeras inundables); aumento de diversidad biológica; forestación y reforestación; conservación y plantación de manglares; reducción de incendios; infraestructura verde; control de la sobrepesca; comanejo de pesquerías; migración asistida o translocación manejada; corredores ecológicos; conservación ex situ y banco de semillas; manejo natural de los recursos basado en la comunidad.
	Servicios	Redes de seguridad y protección social; bancos de alimentos y distribución de excedentes de alimentos; servicios municipales (saneamiento); comercio internacional; turismo sustentable.



Social	Difusión/ divulgación	Sensibilización e integración en la educación; equidad de género; servicios de divulgación; compartir conocimientos locales y tradicionales; acción-investigación participativa y aprendizaje social; registros comunitarios; intercambio de conocimientos y plataformas de aprendizaje; conferencias internacionales y redes de investigación; comunicación a través de los medios.
	Gestión de la información	Mapa de amenazas y vulnerabilidad; alertas tempranas y sistemas de respuesta; monitoreo sistemático y sensores remotos; servicios climáticos (mejoramiento de pronósticos); bajar la escala de los escenarios climáticos; grupos de datos longitudinales; integración de observaciones climáticas de las comunidades locales e indígenas; planes de adaptación basados en las comunidades; desarrollo de escenarios participativos.
	Comportamental	Acomodo o migración (con repercusiones sobre la salud y seguridad humana de las cuales deben responsabilizarse las propias personas o los gobiernos); diversificación de medios de subsistencia; dependencia por redes sociales.
Institucional	Economía	Incentivos financieros (impuestos y subsidios); seguros (esquema de seguros basados en índices climáticos); bonos para catástrofes; fondos retornables; pagos por servicios ecosistémicos; grupos de ahorro; microfinanzas; fondos para contingencia de desastres; transferencias en efectivo.
	Leyes y regulaciones	Leyes de ordenamiento territorial; estándares de construcción; leyes de apoyo para reducción de desastres; leyes para apoyar compra de seguros contra desastres; definición de derechos de propiedad y tenencia de la tierra; áreas protegidas; áreas marinas y costeras protegidas; cuotas de pesca; patentes y transferencia tecnológica; protección jurisprudencial aplicable a ecosistemas marino-costeros; instrumentos normativos para protección de ecosistemas marino-costeros.
	Gobierno, políticas y programas	Planes nacionales, regionales y municipales de adaptación (incluye cambio climático transversal a la planificación nacional); planificación y manejo de desastres; planes a nivel de ciudades y localidades costeras; planes sectoriales (manejo integrado de aguas y de paisajes, manejo integrado de zonas costeras y marinas; energético, pesca, turismo, acuicultura, etc.); manejo adaptativo; manejo basado en ecosistemas; manejo sostenible de recursos naturales (pesquerías, manglares, humedades); adaptación basada en comunidades.

Fuente: (Cortés, Villamizar, Nagy, Girot, Miglioranza, & S. Villasante, 2020)

Lo cierto es que la comunidad científica internacional vinculada a estudios de vulnerabilidad, impactos y adaptación al cambio climático, presenta una nueva generación de herramientas para apoyar a los tomadores de decisiones, a los gobiernos, a estar mejor preparados ante las numerosas intervenciones que se deben realizar en el contexto de la dinámica y complejidad de la sociedad, los ecosistemas terrestres y costeros, y sus respuestas a los efectos del cambio climático. Acercarse a ellos intencionadamente, constituirá sin lugar a dudas, la verdadera solución a los problemas que impone el cambio climático en el planeta.

## CONCLUSIONES

1. Las inundaciones son dentro de los peligros naturales las que representan la mayor frecuencia de impactos, pero independientemente de ello la percepción del riesgo ante este peligro sigue siendo baja en la sociedad.
2. El cambio climático, entre otros impactos, ha producido un incremento de las temperaturas en el planeta y como consecuencia se puede incrementar el nivel medio del mar y aumento de eventos extremos que podrían generar un incremento significativo de las inundaciones generando efectos negativos sobre la economía, el medio ambiente y la salud humana.
3. Son conocidos los impactos que sobre el medio ambiente, la economía y la salud humana ocasionan las inundaciones, pero independientemente de ello no existe una respuesta efectiva en la preparación de la sociedad y de los tomadores de decisiones que revierta la manera en que hasta este momento se han enfrentado desde un enfoque reactivo y no aplicado la prevención en la gestión de las vulnerabilidades o desarrollando acciones de adaptación en los planes de ordenamiento territorial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blake, E. S., Landsea, C. W., & Gibney, E. J. (2011). The deadliest, costliest and most intense United States tropical cyclones from 1851 to 2010 (and other frequently requested hurricane facts). (N. -C.-C. Huracanes, Ed.) Recuperado el febrero de 2023, de Technical Memorandum NWS NHC-6 (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica): [https://www.nhc.noaa.gov/news/20110810\\_pa\\_dcmi.shtml](https://www.nhc.noaa.gov/news/20110810_pa_dcmi.shtml)
- Canals-Silander, M. (2012). Una perspectiva científica sobre el problema de erosión en Rincón. Obtenido de [https://issuu.com/seagrantpr/docs/marejada\\_vol\\_16\\_nu\\_m\\_2](https://issuu.com/seagrantpr/docs/marejada_vol_16_nu_m_2)
- Casas Castillo, M. C., & Alarcón Jordán, M. (1998). Meteorología y clima”. (S. E. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, Ed.) Recuperado el febrero de 2023, de [https://books.google.com.cu/books/about/Meteorolog%C3%ADa\\_y\\_clima.html?id=YteA9mrI6skC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.cu/books/about/Meteorolog%C3%ADa_y_clima.html?id=YteA9mrI6skC&redir_esc=y)
- CEPAL. (2012). Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y El Caribe, vulnerabilidad y exposición. Recuperado el enero de 2023, de CEPAL-Universidad de Cantabria, Santiago.: <https://www.cepal.org/es/temas/cambio-climatico/efectos-cambio-climatico-la-costa-america-latina-caribe>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1992). Aspectos esenciales. Obtenido de [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf)
- Cortés, J., Villamizar, A., Nagy, G., Girot, P., Miglioranza, K., & S. Villasante. (2020). Ecosistemas marino-costeros. En: Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT. Recuperado el enero de 2023, de [http://rioccadapt.com/wp-content/uploads/2020/07/04\\_Cap\\_4\\_CambioClimatico.pdf](http://rioccadapt.com/wp-content/uploads/2020/07/04_Cap_4_CambioClimatico.pdf)
- Daa, J. D. (1896). Manual of geology. Treating of the principles of the science with special reference to American Geological History. Recuperado el febrero de 2023, de <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/61162>
- EEA. (2005). El cambio climático y las inundaciones fluviales en Europa. Recuperado el febrero de 2023, de [https://www.eea.europa.eu/es/publications/briefing\\_2005\\_1](https://www.eea.europa.eu/es/publications/briefing_2005_1)
- Galbán-Rodríguez, L. (2020). Inundaciones. Desafío de la naturaleza (Primera edición ed.). Toronto, Ontario, Canadá: Rakuten Kobo Inc. Publishing Services. Toronto, Ontario, Canadá.
- González del Tánago, M., & Arrojo, P. (2015). Inundaciones y cambio climático. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/47692825>
- IPCC. (2013). Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático (AR5) de Evaluación de dicho impacto. París, Francia. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_all\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf)
- Llasat, e. a. (2013). El iimpacto de las inundaciones. Obtenido de <http://www.floodup.ub.edu/el-impacto-de-las-inundaciones>
- Saurí, D. (1997). Les inundacions. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6983/14BIBLIOGRAFIA.pdf?sequence=14&isAllowed=y>
- University of Colorado-Idaho. (2013). Los impactos ambientales de las inundaciones en St. Maries. Recuperado el febrero de 2023, de Colorado.edu: <http://www.colorado.edu/hazards/research/qr/qr93/qr93.html>

## **CAPÍTULO 3**

# **Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por inundaciones costeras en la ciudad de Santiago de Cuba**

**Leydi Lago Milán**

<https://orcid.org/0009-0000-3197-1190>

Centro Provincial de Gestión de desastres Santiago de Cuba

**Ofelia Pérez Montero**

<https://orcid.org/0000-0002-3423-9744>

Universidad de Oriente

**Ana Lourdes Brito Moreno**

<https://orcid.org/0000-0003-4980-1696>

Centro Provincial de Meteorología Santiago de Cuba

**Jorge Mesa Vazquez**

<https://orcid.org/0000-0001-6842-8626>

Universidad de Oriente

## **INTRODUCCIÓN**

El incremento en los últimos años de los cambios geológicos y climáticos en el planeta tierra han aumentado la intensidad y frecuencia de los fenómenos naturales, ocasionando disímiles de impactos negativos, por lo que los estudios y acciones para la reducción de riesgo de desastres naturales en el mundo y Cuba se ha convertido en una prioridad. A escala global y local dicha problemática se ha insertando en programas gubernamentales y ganando protagonismo en proyectos de investigación que incluyen dentro de sus objetivos, promover el desarrollo económico sostenible, impulsar la dinámica poblacional, la protección del medio ambiente, la adaptación al cambio climático, la seguridad alimentaria y nutricional y el enfoque de gestión del riesgo de desastres (AMA, 2014).

La zona costera del municipio Santiago de Cuba es de gran importancia socioeconómica y ambiental. Esta región alberga una variedad de ecosistemas marinos y costeros, que brindan servicios ambientales esenciales como la protección de la costa contra la erosión y la regulación del clima. Además, la zona costera es un importante motor económico para la región, ya que alberga actividades como el turismo, la pesca y el comercio marítimo. Sin embargo, debido al cambio climático y otros factores, las inundaciones costeras se han convertido en una amenaza creciente para esta zona. Estas inundaciones pueden tener impactos devastadores en las comunidades costeras, causando daños a las viviendas, infraestructuras y medios de vida de los residentes. Además, los ecosistemas costeros también se ven afectados, lo que puede tener consecuencias negativas para la biodiversidad y los servicios ambientales que brindan.

Por lo tanto, es crucial actualizar los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) por inundaciones costeras en el municipio Santiago de Cuba. Estos estudios permitirán evaluar de manera precisa el

peligro de inundaciones costeras en la zona, analizar la vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas frente a estas inundaciones, y determinar el riesgo asociado a ellas. Estos conocimientos son fundamentales para desarrollar estrategias de gestión y mitigación efectivas, que puedan reducir la vulnerabilidad y el riesgo en la zona y garantizar la protección de las comunidades y los ecosistemas costeros.

En este capítulo de libro, se presentará una investigación que tiene como objetivo principal actualizar los estudios de PVR por inundaciones costeras en el municipio Santiago de Cuba. Se utilizan modelos y herramientas para evaluar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo en la zona, y se analizan los resultados obtenidos. Este acápite, proporcionará información valiosa sobre el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo en la zona, así como estrategias efectivas para gestionar y mitigar estos riesgos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Metodologías para los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Antecedentes**

En este acápite, se realizará un análisis detallado de los antecedentes y principales metodologías utilizadas en los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) por inundaciones costeras. Se revisarán investigaciones previas que han abordado este tema en diferentes regiones del mundo, así como en el municipio Santiago de Cuba. Este análisis permitirá establecer una base sólida para la investigación que se presenta en este capítulo, y proporcionará una visión general de las metodologías más efectivas para la gestión y mitigación de los riesgos asociados a las inundaciones costeras.

- Metodología de Gestión de Riesgos y Catástrofes (MEGERICA), García (2012), la misma tiene como premisa, describir las diferentes etapas necesarias para llevar a cabo una planificación territorial estratégica, elaborando procedimientos específicos para el enfrentamiento de riesgos y catástrofes en diferentes etapas, y su posterior evaluación cerrando el círculo para un mejor aprendizaje.
- Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales. CENEPRED (2014). El manual tiene como objetivo, orientar los procedimientos para la evaluación de riesgos en Perú, que permitan establecer medidas de prevención y disminución del peligro de desastres y beneficien la adecuada toma de decisiones por los decisores correspondientes en esta área de acción. Está dirigido a los profesionales y/o investigadores de las diferentes entidades públicas y privadas de los diversos niveles de gobierno que ejecutan las evaluaciones de riesgos originados por fenómenos de origen natural en el Perú.
- Metodología para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundaciones costeras por penetraciones del mar (AMA, 2014). La misma establece como objetivo general, establecer los lineamientos metodológicos para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres específicos de inundaciones costera por penetraciones del mar en Cuba.
- Metodología para una cartografía de vulnerabilidad del territorio frente al riesgo de inundación relacionado con los sistemas de socorro y asistencia Sortino & Perles (2017) (Guadalhorce et al., 2017). El objetivo principal de esta metodología fue desarrollar una cartografía de evaluación de vulnerabilidad de los elementos expuesto frente al peligro de inundación en una comunidad costera española. La metodología aporta una base cartográfica vinculada al análisis de los sistemas de socorro y asistencia que permiten analizar su eficacia durante catástrofes, son útiles además como herramienta de apoyo a la decisión en la fase de gestión de emergencias, sugerencias de mejora en la gestión del riesgo de inundación, a través del tratamiento aplicado de diversos aspectos vinculados a la vulnerabilidad.
- Metodología para la elaboración de mapas de riesgo, Renda et al. (2017). Se presenta una metodología para la elaboración de mapas de riesgo que responda a las necesidades básicas de planeamiento en Argentina y otros países. Se propone una herramienta de análisis para la elaboración de escenarios de riesgos que contribuya a la fase de prevención y mitigación de riesgos.

- Metodologías para evaluar la amenaza, vulnerabilidad, exposición y riesgo por ciclones tropicales. UNGRD (2018). El objetivo de este aporte teórico implementado, por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, estuvo en identificar las distintas metodologías que se usan en la actualidad para las valoraciones de riesgo para ciclones tropicales con el propósito de tener un acercamiento acerca de los métodos y criterios para abordar los análisis de amenaza de estos sistemas meteorológicos, qué técnicas se usan además en los modelos de exposición y cómo se aplican los modelos de vulnerabilidad, con el propósito de disponer de otras evaluaciones relacionadas que den directrices para mitigar dichos efectos.
- Metodología de Análisis de Riesgos (ACAPS, 2019). El objetivo definido para el análisis de riesgos ACAPS, es proporcionar herramientas a los responsables de la toma de decisiones a comprender los posibles cambios que se podrían dar en el futuro y que probablemente tendrían consecuencias humanitarias a corto, mediano o largo plazo. En el diseño, se exponen los sucesos con mayor probabilidad de ocurrir y percibir su impacto, elementos que se pueden incluir en la planificación y en los preparativos, para ofrecer una mejora en la respuesta ante eventos de diversa naturaleza.

La metodología seleccionada para esta investigación es la desarrollada por la Agencia de Medio Ambiente. Es seleccionada debido a su enfoque integral y su amplia aplicación en diferentes estudios y regiones de Cuba. Esta metodología se centra en la realización de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundaciones costeras por penetraciones del mar, lo cual es relevante para el tema que se aborda en este capítulo.

Una de las principales ventajas de esta metodología es que permite una evaluación detallada y sistemática de los diferentes aspectos relacionados con las inundaciones costeras. Esto incluye la identificación y análisis de los factores de peligro, la evaluación de la vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas, y la determinación del riesgo asociado a estas inundaciones.

Además, la metodología de la AMA se basa en un enfoque participativo, lo que implica la participación activa de las comunidades y otros actores involucrados en la gestión de riesgos. Esto es importante ya que permite tener en cuenta las perspectivas y necesidades de las personas afectadas por las inundaciones costeras, lo que a su vez contribuye a la implementación de medidas de mitigación y adaptación más efectivas.

Otra razón por la cual se selecciona esta metodología es su capacidad para generar resultados claros y visualmente comprensibles. La metodología de la AMA utiliza herramientas y técnicas de cartografía y modelización que permiten representar de manera gráfica los resultados del estudio. Esto facilita la comunicación de los hallazgos a diferentes audiencias, incluyendo tomadores de decisiones y comunidades locales.

#### **Descripción del área de estudio: Ubicación y delimitación municipio de Santiago de Cuba**

El área objeto de estudio se localiza al Suroeste de la Ciudad. Se corresponde con los límites de las circunscripciones 119, 170 y 174; la primera perteneciente al Consejo Popular Altamira y las dos últimas al de Ciudadamar, todos clasificados como urbanos. Limitan al Noreste con las circunscripciones 117 y 118 del Consejo Popular Altamira y la 132 Ciudadamar; por el Este con la circunscripción 171 Ciudadamar (OME, 2005).

Tiene una extensión de 656,5 ha. Posee un perímetro de 21,1 km, de los cuales 15,0 km son de costa, de ellos 12,9 km pertenecen a las costas interiores de la Bahía y 2,1 km de costas pertenecen al Mar Caribe. Comprende los poblados de Ciudadamar, Punta Gorda y Barrio Técnico. Entre las instalaciones más significativas se encuentran la Fábrica de Cemento “José Merceron”, el Castillo del Morro San Pedro de la Roca, el Hotel Balcón del Caribe.

#### **Geología**

Geológicamente las colinas donde se desarrolla este tipo de bosque están compuestas por margas pliocénicas de la formación La Cruz y calizas coralinas de la formación Maya (Comisión Cubano Húngara, 1972). Debido al origen tectónico de la bahía existen diferencias entre las orillas. Los sedimentos terrígenos carbonatados corresponden a la formulación de La Cruz (Neógeno), uniforme en composición (Gómez et al., 2001; Gómez et al., 2003).



Esta formación se distribuye alrededor de la bahía de Santiago de Cuba., extendiéndose a la zona de la Socapa y de la Ensenada de Cabañas, hasta la proximidad de Mar Verde, formando una franja estrecha y sinuosa. Estos sedimentos parecen haberse depositado en una Cuenca muy local, formada por la Subsistencia de un bloque durante un intervalo que se inicia en algún momento del Mioceno, que dio lugar a la bahía de Santiago de Cuba (Zapata et al., 2005).

En este caso las costas acantiladas impiden la formación y desarrollo de extensos manglares. Estos sedimentos parecen haberse depositado en una cuenca muy local, formada por la subsidencia de un bloque durante un intervalo que se inicia en algún momento del Mioceno, que dio lugar a la Bahía de Santiago de Cuba (Liceo, 2006).

### **Geomorfología**

La zona presenta una formación geológica cuaternaria, compuesta fundamentalmente por rocas calizas biohermicas algáceas y coralinas, muy duras y de matriz micrítica, frecuentemente aporcelanadas conteniendo corales en posición de crecimiento y fragmentarios, así como se subordina moldes y valvas de moluscos muy recristalizados. Las calizas se encuentran frecuentemente dolomitizadas. El tipo de roca que predomina en las zonas bajas es porfirita basáltica, el contenido de arcilla es muy variable con intercalaciones de clastos terrígenos de variada granulometría de color blanco, amarillento, rosado o grisáceo y su espesor oscila entre 30 y 80 m.

### **Suelos**

Se caracteriza por presentar suelos transicionales de diferentes orígenes y muy heterogéneos de composición areno arcilloso y arcillo arenosa con abundante contenido de material calcáreo y presencia de contenido de grava en pequeña porción, se presentan depósitos carbonatados terrígeno turbáceos de pantano de mangles, limos, limos arenosos y arenas. Los sedimentos de gravas fina logran su descomposición debido al bajo nivel de energía del oleaje contribuyendo las corrientes marinas a que su dinámica y transportación sea baja.

Los suelos de esta zona costera se caracterizan por ser de color pardos, tropicales, secantes y de poca plasticidad, suelos calizos; de manera general presentan poco espesor, además de ser poco fértiles; con un drenaje interno y externo bastante bueno, que provocan un lavado continuo de sus sales, hay presencia de erosión hídrica y eólica definiéndose dentro de esta clasificación de suelos los subgrupos: calizos rojos y calizos pardos. Además, en el área se localizan suelos aluviales que presentan poco espesor y ligeramente ácidos (DMPE, 2004).

### **Relieve**

Predominante es premontañoso, ondulado y ligeramente disecionado. Existen algunas mesetas donde las cotas alcanzan valores hasta 100 metros, las pendientes en algunas zonas son menores de 12° aunque existen determinadas zonas con pendientes mayores. Las aguas freáticas con niveles de profundidad hasta 10 m, existen zonas que el nivel freático es mayor de 10.

### **Sismicidad**

El área se encuentra localizada geográficamente en la región Suroriental de Cuba, la zona de mayor peligrosidad sísmica del país (Zapata et al., 2005) debido a que: Históricamente ha sido la región más afectada por sismos de gran intensidad ( $I > VII$ ). Ha sido sacudida por los terremotos más intensos que han afectado al país en este siglo. La región Suroriental es la más cercana al contacto entre las placas tectónicas del Caribe y de Norte América, cuyo desplazamiento relativo es de 2 cm/año. En este contacto entre las placas tectónicas se encuentra la principal fuente sísmica generadora, capaz de producir sismos de magnitudes superiores a 7 en la escala de Richter. La región Suroriental es muy compleja desde el punto de vista geológico tectónico. Esta zona de estudio se integra a una activa zona sísmica con probabilidad de sismo de 8° MSK y potencialidad de hasta 10 grados.

### **Hidrografía**

Sin corrientes fluviales, colectan las aguas de la parte Sur del lado Este de la bahía (Zapata et al., 2005). Hidrogeología No presenta ningún tipo de corriente superficial ni subterráneo, solo líneas de drenaje (Márquez, 2006). En la zona existe el arroyo La Estrella el cual corre de manera intermitente, solamente después de varios días con lluvias.

Aguas marinas Las aguas de la bahía santiaguera poseen gran cantidad de contaminantes que hacen que su calidad no sea buena, debido, fundamentalmente, a los usos que en ella se desarrollan. Se observa turbiedad, debido al arrastre del suelo, restos de vegetación y parches de grasas e hidrocarburos. Todo ello afecta el desarrollo de la vida acuática (Gómez y Abrahantes, 2000; Gómez et al., 2001; Milanés et al., 2003; Regadera et al., 2005).

#### **Biota marina**

Según estudios realizados por Gómez et al. (2003), la distribución y el desarrollo de la vegetación submarina están determinados por varios tipos de sustratos (fangoso-arenoso, arenoso y rocoso), alto grado de turbidez, generado por altas concentraciones de materia orgánica, partículas, y aportes de nutrientes facilitados por el régimen hidrológico imperante. La abundancia del macrofitobentos en este acuario presenta valores bajos.

La pobre vegetación registrada puede deberse en gran medida a la turbidez del agua, derivado del alto grado de resuspensión de los cienos (fangos) y del aporte de materia orgánica al ecosistema marino, lo que limita la entrada de luz indispensable para el proceso de fotosíntesis.

La mayor distribución de la vegetación marina está compuesta por fanerógamas marinas y microalgas, estas se encuentran a partir de la isobata de los 3 m, donde se observa un seibadal ralo donde domina *Thalassia testudinum* asociada con las clorofíceas *Penicillus capitatus*, *Rhipocephalus phoenix*, *Halimeda incrassata* y *Avrainvillea nigricans*. En los estratos duros se observa las macroalgas *Ceramium brevizonatum*. *Caraibicum*, *Chondrialittoralis* y *Padinapavonica*.

Estos forman pequeñas franjas en todo el sector sureste de la bahía de Santiago de Cuba juega un papel fundamental en la estabilidad de las áreas costeras, así como el funcionamiento general del ecosistema ya que protegen las costas de las erosiones provenientes del oleaje, vientos marinos.

#### **Biota terrestre**

La Bahía de Santiago de Cuba ha sufrido desde los inicios de la colonización los impactos de la actividad humana, siendo en estos momentos la segunda más contaminada del país, lo que ha traído consigo un gran deterioro de su biodiversidad en los estudios realizados en moluscos terrestre, reptiles, aves, insectos y anfibios, citan los siguientes resultados.

Los moluscos terrestres aparecen siete familias, 18 géneros, 27 especies y 10 subespecies, con 96,29 % de endemismo y 3,71 % introducidos. En el Bosque semidecíduo se encontró la mayor riqueza de especies, siendo todas endémicas. De las siete especies que observó en esta formación vegetal, dos (28,6 %) son prosobranquias y cinco (71,4 %) pulmonadas. La fauna de reptiles de la zona de estudio está compuesta por 36 especies pertenecientes a ocho familias de los órdenes Squamata y Testudines.

De estas especies, 21 son endémicas de Cuba para un 58,3 % de endemismo. Estas especies endémicas representan el 18,9 % de todas las especies de reptiles endémicos cubanos y el 28,4 % de los endémicos de la Región Oriental. Las aves están representadas por 137 especies, distribuidas en 16 órdenes y 39 familias, con 7 especies endémicas. Todo esto implica que en el territorio de la cuenca de los ríos que vierten a la bahía santiaguera existe el 76 % de los órdenes, el 65 % de las familias y el 37 % de las especies de aves reportadas para Cuba. Si se compara el área con toda la región oriental notamos que en ella está presente el 80 % de los órdenes, el 70 % de las familias, el 53 % de las especies y el 39 % de las especies endémicas presentes en el territorio oriental.

La entomofauna de los alrededores de la Bahía de Santiago de Cuba está fuertemente influida por la existencia de la ciudad, que crea ecosistemas antropizados urbanos y suburbanos en toda la periferia de la misma. Los elementos bióticos característicos de esta zona se corresponden con los de los agros ecosistemas (agrobiocenosis) y de los antropoeosistemas (antropobiocenosis). Predominando entre ellos las plagas de los cultivos agrícolas y sus controladores biológicos y la entomofauna doméstica y peri doméstica que viven en la ciudad y su periferia. 14 Del total de especies presentes, siete son especies endémicas, para un 70,0 % de endemismo, valor bajo si lo comparamos con los porcentajes de endemismo de Cuba y la Región Oriental: 94,7 y 92,5 % respectivamente (BIOECO, 2000).

Estas siete especies endémicas representan sólo el 12,9 % de los endemismos cubanos y el 19,4 % de los de la Región Oriental<sup>15</sup>. Igualmente, los anfibios requieren zonas húmedas y sombreadas para desarrollar su vida, condiciones que no son encontradas en gran parte de las áreas semiáridas que integran la zona. La aridez, altas temperaturas e insolación, muy baja humedad relativa y escasas precipitaciones impiden o dificultan el desarrollo de gran cantidad de especies de anfibios, afectando no sólo a los adultos por ser ectotermos y de epidermis permeable, sino también a los huevos sin cubierta que son muy susceptibles a las altas temperaturas.

Este patrón de pocas especies en vegetación costera es común entre los anfibios. Según Díaz, (2005), un bajo porcentaje de las especies de anfibios cubanos habitan regiones costeras, estando la mayoría presentes en bosques.

Manglar, por lo general esta vegetación se desarrolla en suelos más o menos arcillosos (pesados) y en lugares protegidos por rompeolas (cayos, bahías, etc.) contra oleaje muy fuerte. En ellos se pueden distinguir a menudo una zonificación según las condiciones topográficas y edáficas. Comúnmente la frontera hacia el mar la forma el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), detrás de ésta se desarrolla una faja de mangle negro (*Avicennianitida*), con patabán (*Laguncularia racemosa*), mientras que más hacia tierra firme se encuentra la llana (*Conocarpus erecta*).

En ocasiones existen modificaciones de la zonificación. Frecuentemente se presentan depresiones más o menos pantanosas, donde vuelve a presentarse nuevamente el mangle. Los manglares del litoral tienen tres funciones fundamentales: proteger la línea costera contra la erosión del mar (del oleaje); proteger las zonas interiores contra salpicaduras y los vientos permanentes; producir madera y otros productos útiles, como el tanino.

De esta manera los manglares son fuente importante de tanino, de leña, de carbón vegetal y de madera para la construcción. El contenido de tanino en el mangle rojo se estima entre un 20 y un 30 % (corteza), mientras que en el patabán es de un 15 % (corteza y hojas), siendo por tanto el potencial de producción de esta sustancia muy alto. Este producto suele utilizarse para curtir pieles, producir colorantes, para usos medicinales (alto poder astringente). La explotación continúa de este recurso.

### **Clima**

Se presenta un clima cálido, con temperatura seca cuyo promedio anual es de 27, 2o C; siendo su media anual más baja 24,8oC y la más alta 33oC. Siendo su media anual más baja 24,8oC y la más alta 33oC. La precipitación anual promedio raramente rebasa los 800 mm. El período más lluvioso se enmarca en los meses de mayo a octubre, con una precipitación promedio de alrededor de 600 mm; el período de noviembre a abril es el más seco, con 200 mm aproximadamente. Como promedio, se registran anualmente de 40 a 60 días con lluvias. La humedad relativa promedio anual está entre 75 y 80 %. Las temperaturas altas provocan también altas tasas de evaporación, registrándose un promedio anual de 1 700 a 1 900 mm. Los vientos predominantes por el día son de sur-sureste.

### **Geomorfología costera**

La bahía de Santiago de Cuba se encuentra bordeada de montañas, a su alrededor se desarrolla la ciudad, con un frente topográfico en la parte media y alta, donde se observan las mejores visuales desde Centro Histórico Urbano (CHU), hacia la bahía, su relieve accidentado está presente en casi toda su extensión donde un 30% del área de la ciudad se encuentra afectada con pendientes de hasta el 5%, el 20% está afectado con pendientes del 5% –10%, el resto con pendientes mayores al 10%. Mitigación de impactos negativos por acciones constructivas para el turismo en el litoral Sureste de bahía Santiaguera desde el MIZC y la parte más baja llega hasta la cota de 2,5 metros SNMM.

### **Identificación de bienes y servicios ecosistémicos en el área de estudio.**

La necesidad de la utilización de la valoración económica de BSE en los programas del MIZC requiere de un nuevo enfoque metodológico que permita reconocer los costos ambientales y profundizar en las interacciones e interrelaciones de los procesos que se desarrollan en la zona costera (se profundiza la integración como una

cualidad distintiva del MIZC). Por tanto, la valoración económica de BSE juega un papel importante para el MIZC sobre todo en el proceso de toma de decisiones acertadas al definir políticas de desarrollo, dejando menos espacios para juicios subjetivos, también para resaltar que los BSE, aunque no tienen precio, si tienen valor. Sobre esta base el enfoque metodológico empleado fue el de Valoración Económica Total (VET) pero solo con el objetivo de identificar los bienes y servicios ambientales, para ser valorados económicamente en posteriores investigaciones o evaluaciones de daños ambientales por la variabilidad climática y otros eventos hidrometeorológicos extremos.

### **Línea base de los estudios de PVR en la zona costera de Santiago de Cuba**

Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos ante eventos hidrometeorológicos causantes de inundaciones en los territorios se expresan, en mapas (de peligro, vulnerabilidad y riesgo) y en informes que recogen, a partir de diferentes intensidades y magnitudes del peligro, los riesgos existentes, las recomendaciones conducentes a la reducción de las vulnerabilidades y a la prevención de riesgos tanto a nivel provincial, municipal como de consejo popular.

Con el objetivo de que los resultados puedan ser utilizados en los diferentes niveles que se realiza la gestión de riesgo, el informe sobre el estudio contempla los resultados generales a nivel de municipio y las especificaciones de los consejos populares que lo integran. El contenido de los informes que argumenta el peligro, caracterizándose por su lenguaje claro, sencillo y asequible, sin perder el rigor científico, será utilizado para la toma de decisiones oportunas ante situaciones extremas causantes de desastres.

Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos por eventos hidrometeorológicos extremos se actualizaron en Santiago de Cuba tras el paso del huracán Sandy en 2012, sin embargo, lo de inundación costera no se realizaron porque la metodología no contemplaba zonas con las características de la Bahía.

Años después Iturralde-Vinent, M.A y Serrano Méndez, H, (2015) en el estudio de los peligros y vulnerabilidades en la zona marino costera de Cuba, refieren para el tramo costero de Bahía Santiago a Punta Farallones (Marea del Portillo) que el período 1851 al 2005 los huracanes categoría 3, estuvieron asociados a una surgencia máxima de 2m, con períodos de máximo retorno de 1/20 casos/año, las categorías 5 estuvieron asociados a una surgencia máxima de 3.97m con períodos de máximo retorno de 1/149 casos/año.

El pronóstico hasta el 2050, la surgencia para huracanes categoría 1 alcanzaría valores de 0.89m, para categoría 3 valores de 2.43 y los de categoría 5 valores de 2.43m. La sobreelevación de las olas promedio con huracán categoría 1 sería de 0.68 m, categoría 3 valor de 0.92m y categoría 5 con 1.64m. Por su parte el peor escenario por penetración del mar tierra dentro por eventos extremos con promedio de 0.215km y máxima de 8.3 km.

De acuerdo a los resultados del Macroproyecto sobre el ascenso del nivel del mar por el cambio climático presentados en Consejo Asesor en marzo 2023, ocho asentamientos humanos costeros se pronostican que serían afectados por la inundación permanente hasta el 2100 en la provincia Santiago de Cuba si no se toman medidas de adaptación, de ellos cuatro corresponden al municipio Santiago de Cuba. En las proyecciones según el escenario 2050 se prevé un ascenso de 28.1 cm por encima del nivel medio del mar y para el 2100 (92.4 cm).

### **Inundaciones costeras por penetraciones del mar**

En el informe de evaluación de los impactos en la zona costera tras el paso del huracán Sandy, (Pérez Montero, O. et. al), 2016 describió que, en el caso del municipio Santiago de Cuba, el estudio de PVR por penetraciones del mar en el 2011, se reportó que:

- Las mayores inundaciones se registran por la entrada del mar a través de la desembocadura de los ríos, lo cual fue constatado con la experiencia del huracán Sandy.
- Se reafirmó la presencia de 13 puntos principales de penetración distribuidos por los cinco consejos populares costeros. En nueve de ellos se producen por el efecto tapón de la entrada del agua de mar en la desembocadura de los ríos; lo cual afecta a tres asentamientos costeros y varias instalaciones de servicio. En los cuatro puntos restantes la inundación se produce por la acumulación del agua en las partes bajas de los primeros niveles de terrazas marinas con la entrada de la penetración afectando

en este caso cuatro asentamientos humanos e instalaciones de servicios (Sigua, Siboney, Ciudadamar y Agüero Mar Verde).

- En los consejos populares afectados por el huracán Sandy, la longitud de la penetración del mar superó lo estimado por la AMA para organismos de categoría III.

Los datos obtenidos al paso del huracán Sandy consistieron en referencias de las penetraciones máximas del mar y las afectaciones causadas al medio construido y la biota; así como los informes de los recorridos de campo para la evaluación del impacto. Se plantea que en el interior de la misma se registraron alturas de olas de 1,94 m, una surgencia de 0,81 m y una marea astronómica de 0,3 m, siendo los responsables de las inundaciones fundamentalmente en Cayo Granma.

Si bien es cierto que las penetraciones del mar con el paso del huracán Sandy constituyeron referencias para algunos estudios, para el caso de la bahía de Santiago de Cuba en particular y los consejos populares costeros que la rodean, cabe destacar que su intensidad de acuerdo a los reportes del Centro Meteorológico Provincial fue categoría 3 en su mínimo desarrollo y que la marea astronómica en la zona ha alcanzado valores superiores, además de los peligros asociados a un huracán las lluvias intensas no fueron representativas, por lo que consideramos que los impactos con esa misma categoría de huracán para esa zona pudieron ser superiores.

### **Inundaciones costeras por intensas lluvias**

Las lluvias ocurridas en el centro y occidente del país en mayo de 2018, provocaron cuantiosos daños materiales y pérdidas de vidas humanas en las provincias centrales de Sancti Spíritus, Villa Clara y Cienfuegos. En estas provincias, los valores históricos de precipitaciones máximas en 24 horas fueron superados significativamente, por lo cual los resultados de la actualización concluida entre el 2014 y 2015 fue invalidada. De esta manera, la AMA orientó la aplicación de una nueva metodología para la identificación de los escenarios de peligro por intensas lluvias, a partir de la cual se desarrolló el trabajo en el que se obtuvo que las áreas con alto peligro se localizan en Palma Soriano, San Luís, Songo- La Maya y Santiago de Cuba; que representan el 11, 2 %.

En el caso del municipio Santiago de Cuba sobresalen las zonas relacionadas con los planos de inundación de los ríos San Juan, Sigua y Baconao. Dentro de la ciudad son susceptibles las áreas al norte de la bahía que coinciden con los repartos Agüero, Nuevo Vista alegre, Los Pinos, Alameda y la Zona Industrial. (Beyris A. & Castillo D., 2019).

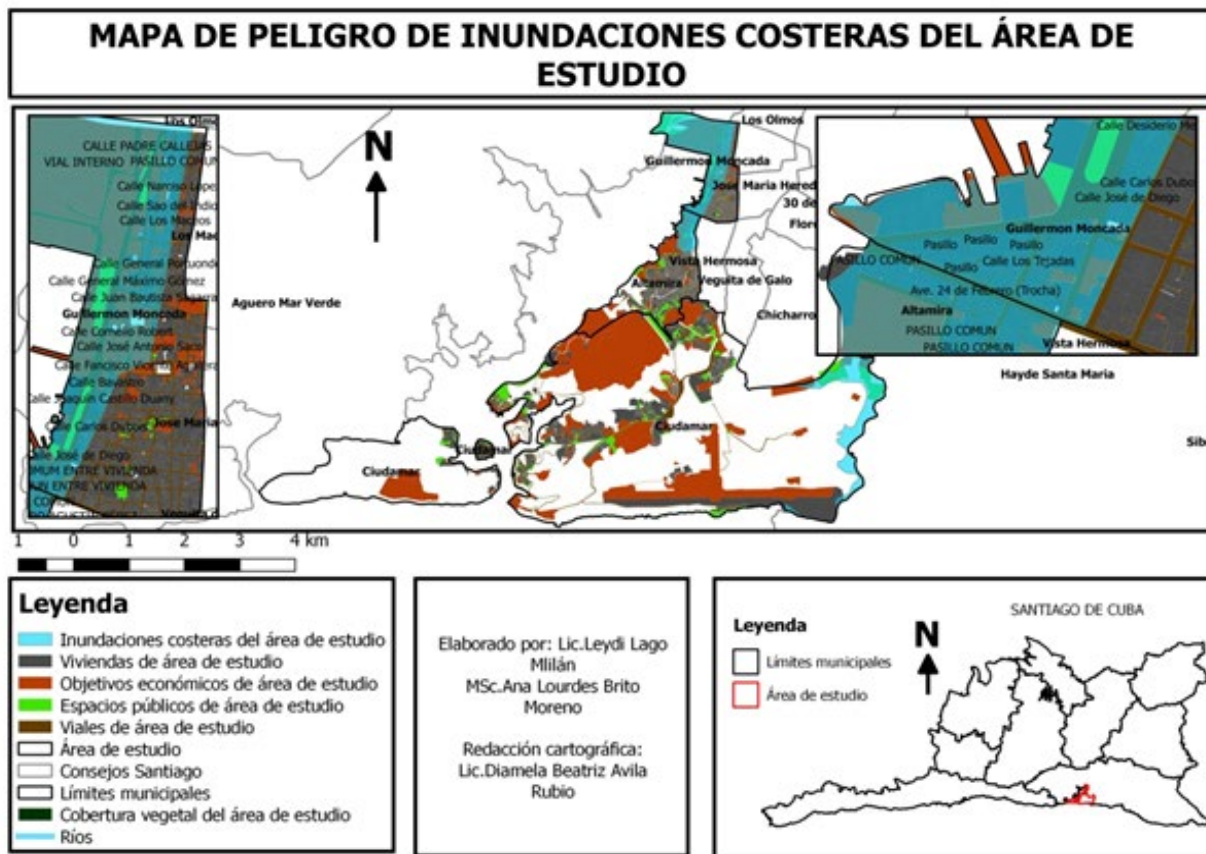
Autores como Bermúdez. G, (2016), Milanés Batista, C., Galván Rodríguez, L., Olaya Coronado N.J, (2017), coinciden en describir que los torrenciales aguaceros que derivan de los ciclones tropicales y los fuertes vientos, provoca que en ocasiones se produzca en la desembocadura de los ríos que presentan cursos cortos y cuencas pequeñas, además de la inclinación de sus pendientes en gran medida que aceleran el escurrimiento con gran acumulación de agua en zonas bajas el efecto tapón (choque de las dos masas de agua), lo cual genera la llamada inundación costera. Otra causa es producida por el mar de leva, lo cual no es más que el movimiento de las olas que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar tierra adentro hasta lugares muy alejados, aun cuando los eventos pasan distantes de la costa.

Los mapas de peligrosidad describen las características del suceso que lo hacen más o menos destructivo. En las inundaciones algunos de estos factores de peligrosidad son el calado, la velocidad del agua, la permanencia de lámina de agua o la cantidad de sedimentos arrastrados.

Asumimos el concepto de inundación peligrosa: Aquella que atenta contra la vida de las personas (Vides Martin. 2004), Los mapas están confeccionado a escala 1:25000

Se trazó la línea de peligro que abarca las siguientes áreas de inundación en el consejo popular Guillermo Moncada en la avenida 24 de febrero, calle la tejada, calle Desiderio, calle José de Diego y los pasillos. Una vez aplicado los métodos y técnicas de la investigación se obtuvieron los siguientes resultados, la línea de peligro de la ciudad afecta a los consejos populares costeros Altamira, Guillermo Moncada y Ciudadamar como se observa en el siguiente mapa.





**Figura. 1.- Mapa de peligro**

Fuente: Lago y Brito, 2023.

### **Caracterización del peligro a inundaciones en los consejos populares del sureste de la bahía de Santiago de Cuba**

Para caracterizar el peligro del área de estudio se mantuvo la modelación de la línea de peligro realizada por la AMA en el 2008 con ajustes de las áreas inundables y el mapa de franjas inundables para cada categoría de huracán a partir de las experiencias del huracán Sandy referidas en el estudio PVR (2016), otros eventos hidrometeorológicos extremos que complejizan el área de estudio, así como las condiciones físico-geográficas y socio-económicas.

#### **Cálculo del riesgo por inundaciones costeras**

Para el cálculo de este peligro, se mantuvo la modelación de la línea de peligro realizada por la AMA en el 2008 con ajustes de las áreas inundables y el mapa de franjas inundables para cada categoría de huracán. La escala de trabajo fueron los consejos populares según las orientaciones de la AMA, (2009). En primera instancia se realizó el estudio de actualización para los consejos populares Guillermón Moncada, Altamira y Ciudadamar afectados directamente en el municipio.

Como mapa base y luego de analizar la factibilidad de esta investigación, se consideró trabajar con las áreas inundables por huracán categoría III, teniendo como principal argumento que son los más recurrentes en nuestra área y que de hacerlo con categorías superiores se sobredimensionaría.

El Riesgo fue calculado siguiendo la fórmula  $R = \sum V_i * P_i$  (Donde R — riesgo de ocurrencia de la inundación,  $V_i$  — vulnerabilidad total para una intensidad  $i$  del peligro,  $P_i$  — Probabilidad de ocurrir un peligro de intensidad  $i$ ) Resultando la clasificación del riesgo según los siguientes intervalos: (0 - 0,33) Riesgo Bajo, (0,34 - 0,66) Riesgo Medio, (0,67 - 1,0) Riesgo Alto. Todo lo anterior se calculó haciendo uso de una hoja de Excel.

## Procedimiento para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgos a inundaciones costeras de la ciudad de Santiago de Cuba

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó de la metodología (AMA, 2014), por considerar que la misma tiene un sustento científico adecuado para poder desarrollar las etapas siguientes, además fue necesario para el análisis multipeligros a inundaciones por (lluvias intensas y penetraciones del mar) aplicar la metodología multipeligros desarrollada por Brito, et al (2019) en su tesis de maestría. Este proceso de investigación se concibió en cinco etapas de trabajo que comprende el procedimiento.

### Procedimiento para el estudio de inundaciones costeras en el área de estudio

Entre los materiales utilizados se encuentran la información documental y cartográfica, entre ellos, los registros históricos de inundaciones en la zona de interés, Modelo Digital de Elevación del Terreno, las capas temáticas y la base cartográfica de la provincia Santiago de Cuba a escala 1:25 000, la base catastral del municipio Santiago de Cuba entre otras. Las unidades de análisis por tipo de estudio fueron: las zonas de defensa que comprenden los consejos populares de interés. Fueron utilizados los programas informáticos QGIS v. 3.0 y el Excel.

Se captó y compiló la información dispersa entre los organismos de la economía y la sociedad, los cuales se explicarán en los acápites de las diferentes vulnerabilidades (Vulnerabilidad estructural, Vulnerabilidad no estructural, Vulnerabilidad económica, Vulnerabilidad ecológica, Vulnerabilidad funcional y Vulnerabilidad social).

Se recopilaron y validaron los datos suministrados por los consejos populares trabajados tales como:

- Por cada consejo popular se creó una base de datos que incluía: total de vivienda, cantidad de viviendas afectadas, cantidad de viviendas por tipología además del estado técnico de las mismas, su población y la que se afecta.
- Censo de población y viviendas 2012. Nomenclador nacional de asentamientos humanos. Santiago de Cuba Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONE 2020).
- Información levantada en zonas de defensa o consejo popular (ZD/CP) que incluía informes de afectaciones por inundaciones.

Las fuentes principales de información fueron la Dirección Municipal y Provinciales de la Vivienda, Unidad Provincial Inversionista de la Vivienda (UPIV), Planificación Física, Salud, Educación, Estadística, CITMA y la Defensa Civil, Centro de Riesgo municipal y Provincial, Empresa Eléctrica, Aguas Santiago, Ministerio de la agricultura entre otros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este acápite, se presentan los resultados del análisis de las vulnerabilidades calculadas para cada consejo popular estudiado, así como el riesgo, en ambos casos a partir de la representación cartográfica en las diferentes categorías de huracán. El análisis que se presenta se desarrolla según el procedimiento aplicado para la investigación teniendo en cuenta los indicadores por vulnerabilidades.

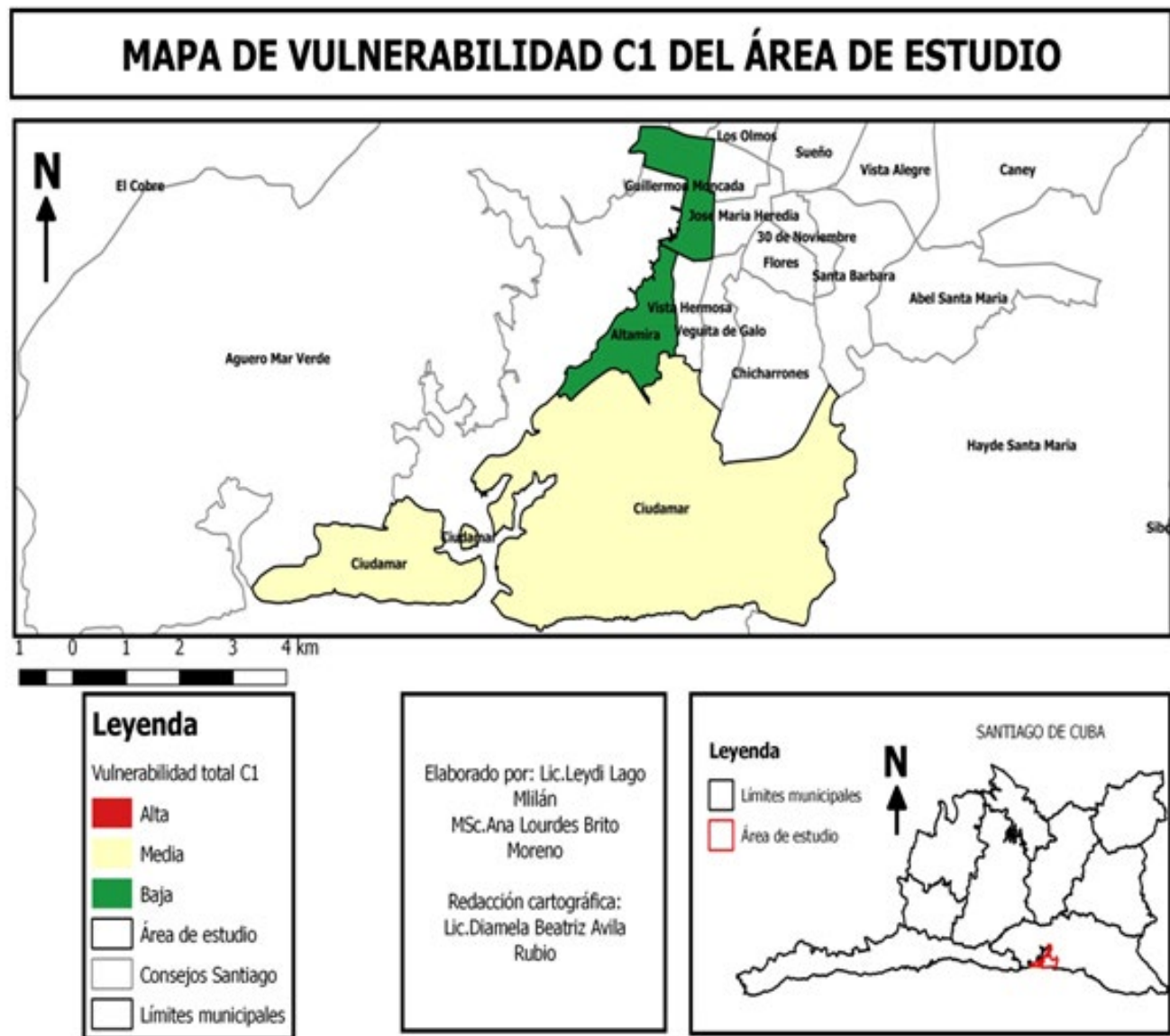
### Vulnerabilidad estructural

Ante un evento hidrometeorológico Categoría I están expuestas en zona inundable o de peligrosidad, 283 viviendas con un estado técnico predominante de regular y una población estimada de 768 habitantes. Los tres consejos populares clasifican con vulnerabilidad estructural media. En la tabla 3 se muestran los detalles.

**Tabla 1. Vulnerabilidad estructural ante huracán Categoría I y los elementos en riesgo en cada caso.**

Vulnerabilidad	Consejo Popular	Viviendas Afectadas	Población	Estado técnico constructivo
Media	Ciudamar	67	233	Regular
Media	Altamira	98	124	Regular
Media	Guillermón Moncada	118	411	Regular

Fuente: Elaborada por los autores.



**Figura. 2.- Mapa de vulnerabilidad**  
Fuente: Lago y Brito, 2023.

Para la categoría III y V esta vulnerabilidad está catalogada como alta en los tres consejos populares de interés, se localizan bajo zona de peligro 1040 y 1838 viviendas, predominando el estado técnico regular las cuales podrían sufrir daños irreparables ante las inundaciones en la zona costera. El consejo popular Guillermon sería el menos afectado pues su mayor exposición sería a inundaciones por intensas lluvias, respecto a la población se ubica en esta zona 2889 y 5217 habitantes según categoría. Las tablas 4 y 5 muestran los detalles a lo interior de los consejos populares.

**Tabla 2. Vulnerabilidad estructural ante huracán Categoría III y los elementos en riesgo en cada caso.**

Vulnerabilidad	Consejo Popular	Viviendas Afectadas	Población	Estado técnico constructivo
Alta	Ciudadamar	436	1517	Regular
Alta	Altamira	279	238	Regular
Alta	Guillermon Moncada	325	1131	Regular

Fuente: Elaborada por los autores.

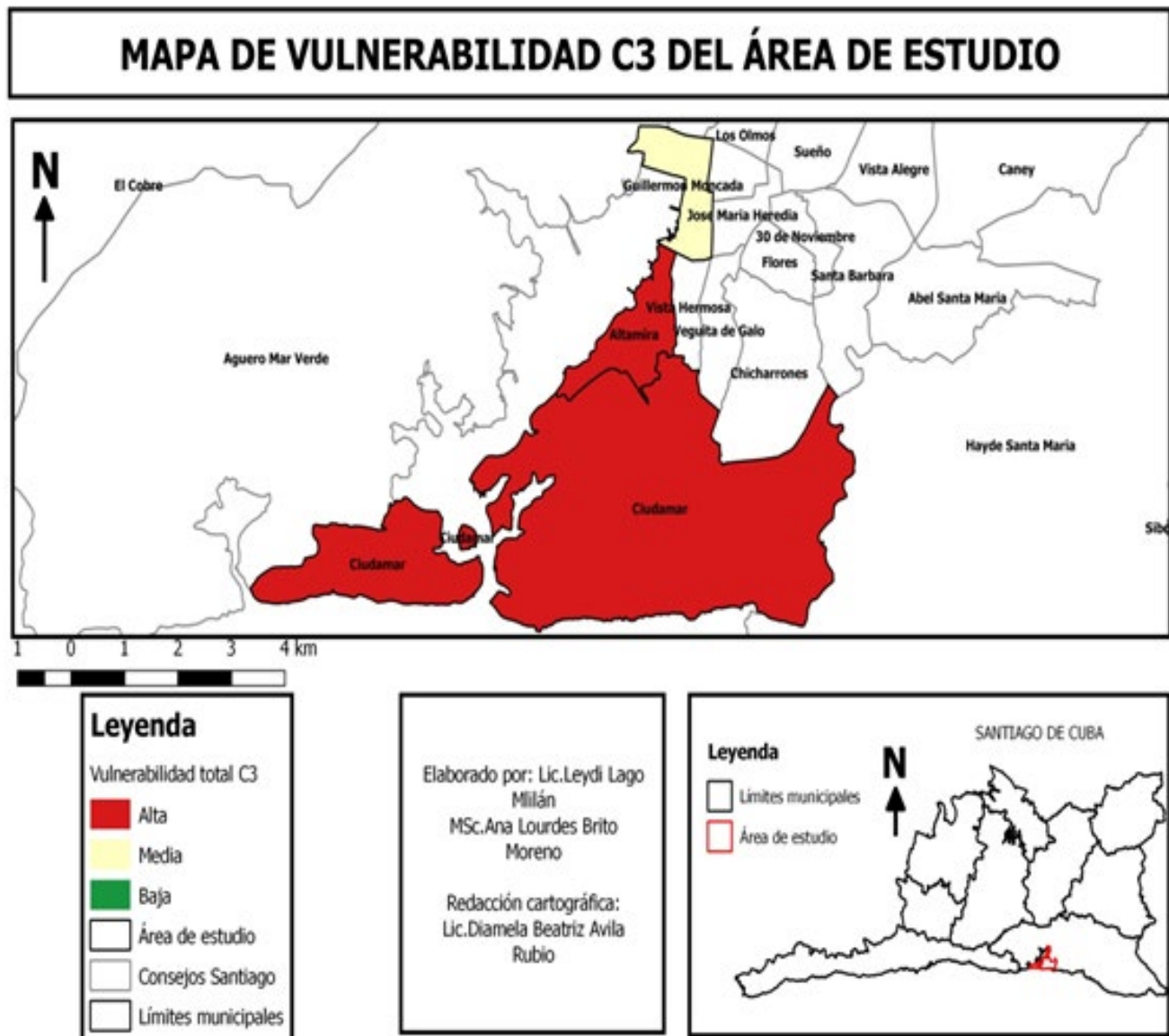


Figura. 3.- Mapa de vulnerabilidad C3.

Fuente: Lago y Brito, 2023.

Tabla 3. Vulnerabilidad estructural ante huracán Categoría V y los elementos en riesgo en cada caso.

Vulnerabilidad	Consejo Popular	Viviendas Afectadas	Población	Estado técnico constructivo
Alta	Ciudadamar	816	2840	Regular
Alta	Altamira	500	567	Regular
Alta	Guillermon Moncada	520	1810	Regular

Fuente: Elaborada por los autores.



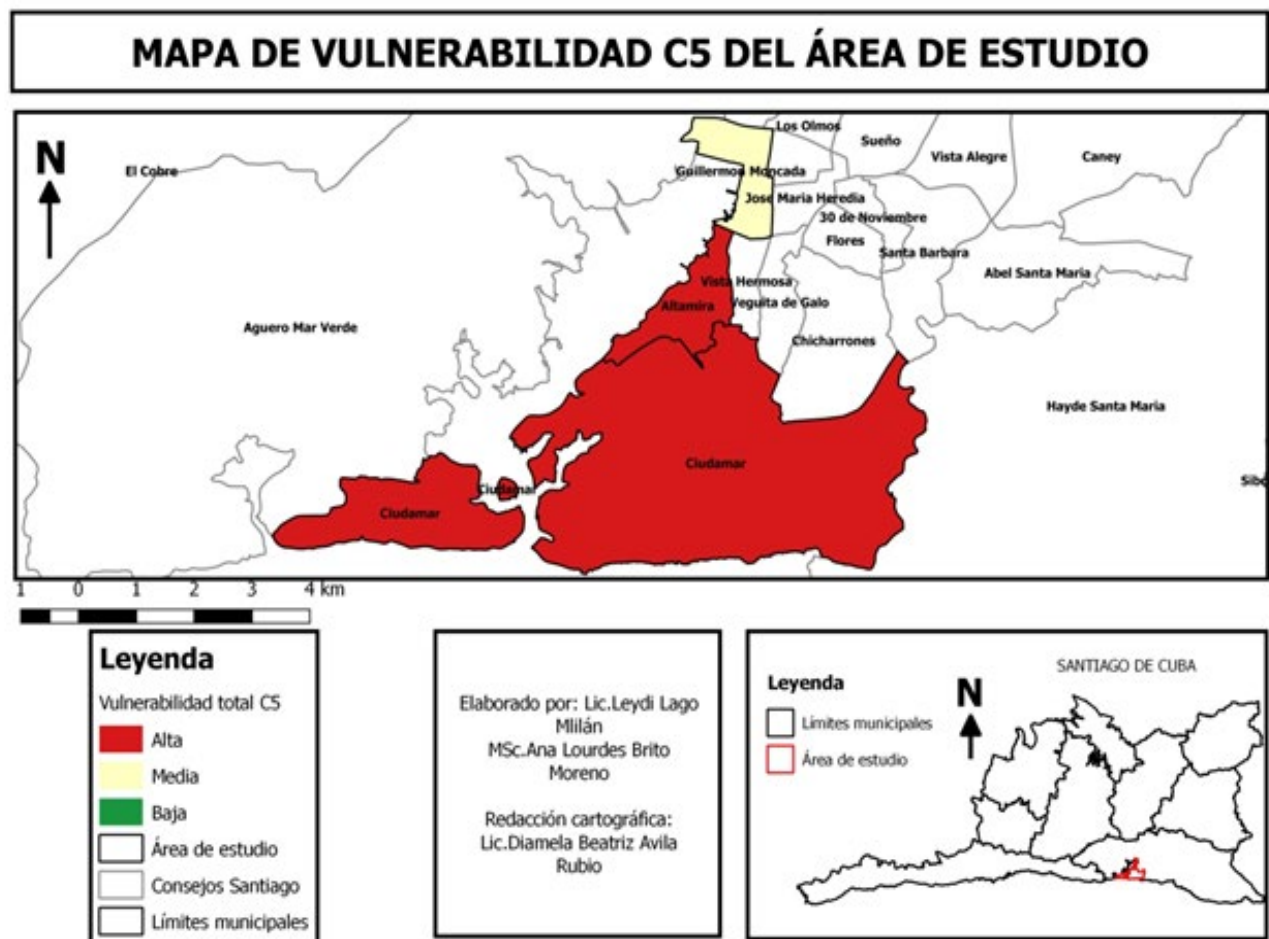


Figura. 4.- Mapa de vulnerabilidad C5.

Fuente: Lago y Brito, 2023.

### Vulnerabilidad no estructural

Para las tres categorías de huracán analizadas (I, III, IV) los tres consejos populares con vulnerabilidad media lo cual se debe fundamentalmente a las afectaciones en los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como las líneas vitales como las redes eléctricas y comunicaciones (Tablas 3 y 3.1). En el consejo popular Guillermón Moncada, las carreteras que se encuentran en la línea de peligro se ven seriamente afectadas ante inundaciones fluviales impidiendo el tránsito por estas vías (Esta condición se mantiene para todas las categorías de huracán).

Tabla 3.1 Vulnerabilidad no estructural ante huracán Categoría I, III y V en el municipio Santiago de Cuba y porcentaje de daño a elementos expuestos en cada caso.

Vulnerabilidad	Consejo Popular	Infraestructura del transporte	Sistema de Alcantarillado	Sistema de Acueducto	Otras líneas vitales
MEDIA	Ciudamar	0%	50%	50%	50%
	Altamira	0%	50%	50%	50%
	Guillermón Moncada	0%	50%	50%	50%

Fuente: Elaborada por los autores.

### Vulnerabilidad funcional

La vulnerabilidad funcional en el municipio Santiago de Cuba es media en los tres consejos populares investigados la vulnerabilidad funcional es baja, condición que se mantiene para todas las categorías de huracán. Los datos primarios no variaron a los recibidos en el estudio del 2014. Además de que la preparación del sistema salud, la capacidad de albergamiento y el acceso a zonas aisladas se reportan al 50% (Tabla 4). De manera general la Defensa Civil tiene previsto la evacuación según la intensidad y proximidad del evento.



**Tabla 4. Vulnerabilidad funcional ante huracanes de categoría I, III y V en el municipio Santiago de Cuba y elementos evaluados en cada caso.**

Vulnerabilidad	Consejo Popular	Grupos Electrónicos	Preparación Sistema Salud	Capacidad de Albergamiento	Acceso zonas aisladas	Reserva suministros
Baja	Ciudamar	0	0	0	2	2
Baja	Altamira	2	1.5	0	0	0
Baja	Guillermón Moncada	2	1.5	0	0	0

Fuente: Elaborada por los autores.

### Vulnerabilidad ecológica

El resultado de la vulnerabilidad ecológica frente a huracanes de categoría I es generalmente bajo, para los tres consejos populares. Para huracanes de categoría III en un CP presentan vulnerabilidad media y en dos es baja. En el caso de huracanes categoría V la vulnerabilidad es alta para todos los consejos populares (Tabla 5).

**Tabla 5. Vulnerabilidad ecológica ante huracán Categoría I, III y V en el municipio Santiago de Cuba.**

Categoría de huracán	Vulnerabilidad	Consejo Popular	Ecosistemas Frágiles	Áreas Protegidas
<b>I</b>	Baja	Ciudamar	2.5	0
	Baja	Altamira	0	0
	Baja	Guillermón Moncada	0	0
<b>III</b>	Media	Ciudamar	5	0
	Baja	Altamira	0	0
	Baja	Guillermón Moncada	0	0
<b>V</b>	Alta	Ciudamar	5	0
	Alta	Altamira	0	0
	Alta	Guillermón Moncada	0	0

Fuente: Elaborada por los autores.

### Vulnerabilidad social

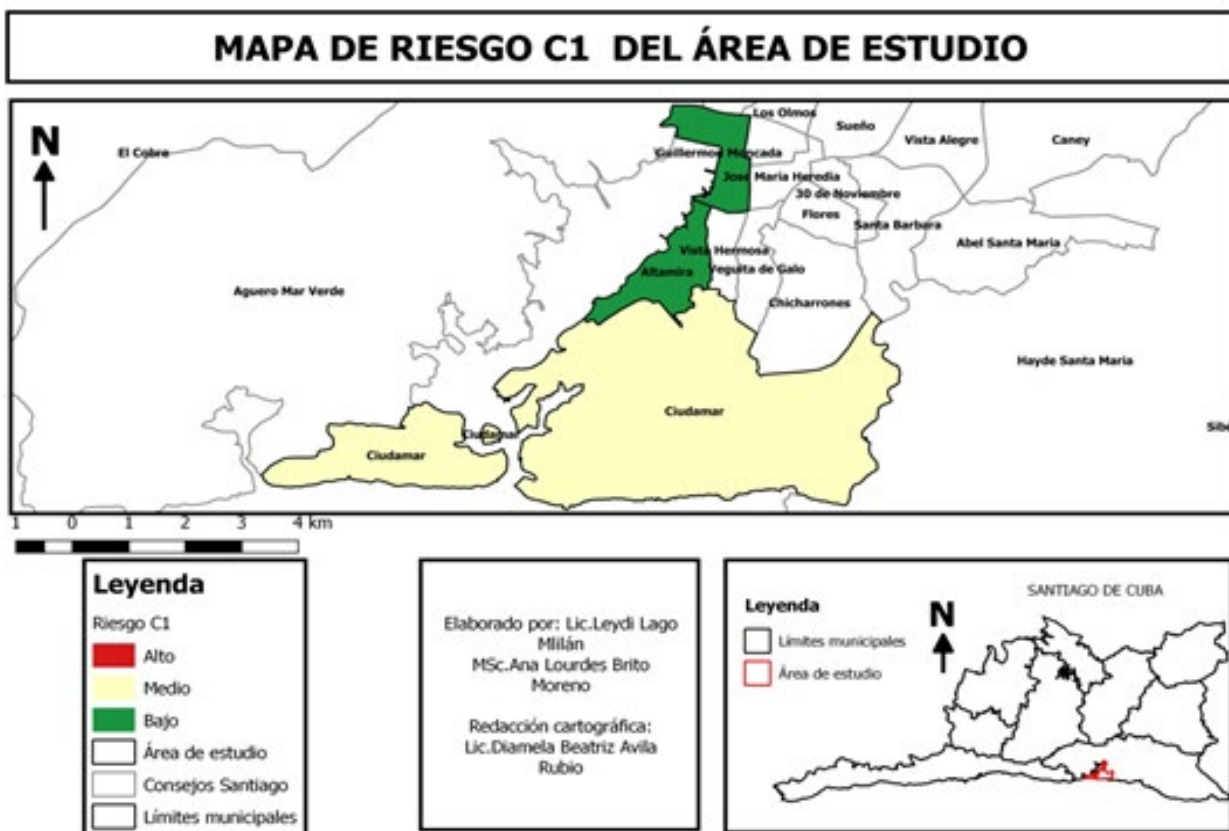
El comportamiento de la vulnerabilidad social frente a huracanes de Categoría I, III y V del municipio Santiago de Cuba varió con respecto al estudio de PVR del 2012. Esto se debe a que se cuenta con el número real de población que podría afectarse en cada categoría y constatado con los resultados de la encuesta de percepción aplicada por el CITMA.

### Vulnerabilidad económica

El municipio presenta vulnerabilidad económica alta ante el paso para huracanes categoría I, III y V en el consejo popular Guillermón y vulnerabilidad media en los consejos populares: Ciudamar, y Altamira

### Vulnerabilidad total

El municipio presenta una vulnerabilidad media para el ante el paso para huracanes categoría I, III y V consejo popular Guillermón Moncada para el consejo Altamira es baja para categoría I y media para categoría II y III.



**Figura. 5.- Mapa de riesgo C1.**

Fuente: Lago y Brito, 2023.

Para un huracán Categoría I, en este municipio se reportan cuatro consejos populares con riesgo medio y uno con riesgo bajo. Territorialmente se justifica ya en nuestra zona costera no hay gran diversidad de elementos en riesgo ante las penetraciones del mar. El municipio Santiago de Cuba presentan comunidades costeras en los consejos populares Agüero-Mar Verde, Ciudadamar, Siboney y Sigua que determina que el riesgo sea entre medio y alto para las categorías III y V.

Además, las vulnerabilidades que más contribuyeron a este resultado fueron la Vulnerabilidad Estructural, la No estructural y Funcional (Vulnerabilidad Física). Se concuerda con lo planteado en el estudio de PVR del 2012 en la necesidad de calcular el riesgo por cada una de las vulnerabilidades. La suma de todas las vulnerabilidades por el valor bajo del peligro determina que el riesgo total calculado en ocasiones no coincida con la realidad del área de estudio.

En base a los resultados presentados en este capítulo, se puede concluir lo siguiente:

En relación a la vulnerabilidad estructural ante huracanes de categoría I, se observa que los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada, del municipio Santiago de Cuba, presentan una vulnerabilidad media, con un número de viviendas afectadas y población considerable. Sin embargo, el estado técnico constructivo de las viviendas es regular en todos los casos.

En cuanto a la vulnerabilidad estructural ante huracanes de categoría III, se mantiene la vulnerabilidad media en los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada. Aumenta el número de viviendas afectadas y población en riesgo. El estado técnico constructivo de las viviendas sigue siendo regular.

En relación a la vulnerabilidad estructural ante huracanes de categoría V, se observa que los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada presentan una vulnerabilidad alta. El número de viviendas afectadas y población en riesgo aumenta significativamente. A pesar de esto, el estado técnico constructivo de las viviendas sigue siendo regular.

En cuanto a la vulnerabilidad no estructural ante huracanes de categoría I, III y V, se observa que los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada presentan una vulnerabilidad media. Los sistemas de transporte, alcantarillado, acueducto y otras líneas vitales tienen un porcentaje de daño del 50%.

En relación a la vulnerabilidad funcional ante huracanes de categoría I, III y V, se observa que los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada presentan una vulnerabilidad baja. Los grupos electrógenos, la preparación del sistema de salud, la capacidad de albergamiento, el acceso a zonas aisladas y la reserva de suministros tienen una evaluación positiva.

En cuanto a la vulnerabilidad ecológica ante huracanes de categoría I, III y V, se observa que los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada presentan una vulnerabilidad baja en la categoría I, media en la categoría III y alta en la categoría V. Los ecosistemas frágiles y las áreas protegidas tienen una evaluación negativa en todos los casos.

## CONCLUSIONES

Los resultados expresados, muestran que los consejos populares de Ciudadamar, Altamira y Guillermón Moncada presentan una vulnerabilidad significativa ante huracanes de categoría I, III y V. Aunque el estado técnico constructivo de las viviendas es regular, se requiere tomar medidas para mejorar la infraestructura del transporte, el sistema de alcantarillado, el sistema de acueducto y otras líneas vitales. Además, se debe fortalecer la preparación del sistema de salud, la capacidad de albergamiento, el acceso a zonas aisladas y la reserva de suministros. También es importante proteger los ecosistemas frágiles y las áreas protegidas para reducir la vulnerabilidad ecológica. Estos resultados proporcionan información valiosa para la toma de decisiones y la implementación de medidas de mitigación y adaptación en el municipio Santiago de Cuba.

En términos de toma de decisiones, los resultados de este estudio proporcionan información valiosa para orientar las políticas y acciones relacionadas con la gestión integrada costera. La identificación de las áreas más vulnerables y los aspectos específicos que requieren atención permite priorizar las inversiones y los esfuerzos de mitigación y adaptación. Además, estos resultados pueden ser utilizados para informar a la población sobre los riesgos asociados a los huracanes y promover la participación ciudadana en la toma de decisiones.

De manera general, los resultados de la actualización de los estudios de PVR por inundaciones costeras en los municipios Santiago de Cuba tienen importantes implicaciones para la gestión integrada costera y la toma de decisiones. Es necesario fortalecer la infraestructura y los sistemas vitales, así como proteger los ecosistemas frágiles y las áreas protegidas. Además, se recomienda realizar investigaciones adicionales para profundizar en el conocimiento sobre la interacción entre los ecosistemas costeros y el cambio climático. Estas conclusiones y recomendaciones contribuirán a mejorar la resiliencia de las comunidades costeras ante los huracanes y otros eventos climáticos extremos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAPS (2019). Introducción a la Metodología de Análisis de Riesgos. <https://bit.ly/359AbsE>
- AMA (2014). Agencia de Medio Ambiente. Metodología para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte I. PNUD, Cuba. <https://bit.ly/3fHP7jS>
- Arquitectura y Urbanismo (mayo-agosto 2020) 41(2):05-16 ISSN 1815-5898.
- Barragán, J. M. Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas. Universidad de Cádiz. 2003.
- Bermúdez Diéguez, G., (et.al), (2016). Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundaciones por intensas lluvias. Santiago de Cuba. CITMA. (inédito).

- Beyris, A. y Castillo, D. (2019). Determinación del escenario de inundación por intensas lluvias en la provincia Santiago de Cuba.
- Beyris, A. (2003). Bases de manejo integrado de zona costera para el ordenamiento ecológico del uso del suelo del sector costero desde Punta Tabacal a Bahía del Mazo (Tesis de Maestría). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- Brito Moreno, A., (et.al), (2016). Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres provocados por fuertes vientos. Santiago de Cuba. CITMA. (Inédito).
- Brito Moreno, A.L. (2018). Amenazas naturales e inducidas en la región Suroriental de Cuba: sus consideraciones para la gestión de riesgos. (pp.116-143). Experiencias metodológicas para la gestión del riesgo. Bogotá, Colombia.
- Cabrera, et al., (2012). Los riesgos naturales en el contexto del Manejo Integrado Costero. En XV. Alcántara-Carrió, J., J., Montoya-Montes I., Correa-Arango I., (Eds.), Métodos en Teledetección Aplicada a la Prevención de Riesgos Naturales en el Litoral (pp. 415-438). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Valencia, España. (2ª Edición). 145 pp.
- Cardona, O. (2003). Gestión Integral de Riesgos y Desastres. 26081. Barcelona. 140 pp
- CENEPRED (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales. Perú: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Cicin, Biliana; Knecht, Robert (Eds), Integrated Coastal and Ocean Management. Island Press. Washington DC. 3, 1998.
- CITMA (2016). Informe PVR por hidrometeorológicos, Santiago de Cuba. Inédito.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la república de Cuba).
- Colectivo de autores. 2009. “Lineamientos metodológicos para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por penetraciones del mar”. Agencia de Medio Ambiente. La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores. 2016. Informe de Peligro Vulnerabilidad y Riesgos por Penetraciones del mar.
- Consejo de Defensa Nacional. Directiva No. 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres. La Habana. (Proyecto versión final, preparada en el 2018, pendiente de aprobación) 2 El Plan de Reducción de Desastres es el documento a través del cual los órganos y organismos estatales, las entidades económicas e instituciones sociales, establecen las acciones para asegurar los recursos materiales y financieros y el cumplimiento de las medidas de defensa civil.
- Cruz Portorreal, Y, & Pérez Montero, O. (2017). Evaluación de impactos a la salud del manglar en el municipio Guamá, Santiago de Cuba, Cuba. Madera y bosques, 23(1), 23-37. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311517>
- Decreto – Ley 112. Gestión Integrada de la Zona Costera. La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ed. Ordinaria (68). (julio 14, 2000).
- García, G. (2012). Metodología de gestión de riesgos y catástrofes (MEGERICA). Chile. <https://bit.ly/3tLSiPI>
- GESAMP, 1999. “La contribución de la ciencia al manejo costero integrado”. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Estudios e Informes. No 61. ISSN 1020-6388. ISBN 92-5- 303856-X. Roma.
- Infante Gilart, Y. (2017). Unidad Costera Ambiental Primaria para el Manejo Integrado Chivirico: Plan de manejo ante el Cambio Climático. (Tesis inédita de maestría). CEMZOC, Santiago de Cuba. Cuba.
- IPCC (2014). Cambio climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas.
- Mikery, G. Pérez, A. Piñar, M., Garcia, J. y Asiain, A. (2013). Potencial agro ecoturístico del estado de Veracruz mediante un Sistema de Información Geográfica. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (5), 1049-1054. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014001301729](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014001301729)
- Milanés B. Celene, “Método integrado para demarcar y delimitar las zonas costeras: El caso de Santiago de Cuba”. Diciembre 2014. 120 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.1800.4086.
- Milanés, B.C, Candebat, S, D., Milanés, Clavijo, Vivian, Pérez, M.O., 2018. Algunas experiencias en la práctica de la gestión del riesgo en Santiago de Cuba. 505-531p. En Aportes para la gobernanza marino costera \_ costera. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeras. Editores PhD Camilo Mateo Botero Saltaren. PhD Celene Milanés Batista. Editorial Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, pp553. ISBN: 978-958-8866-67-3 (rústica), ISBN: 978-958-8866-68-0.
- Milanés, B.C., Pérez, M.O., (2016). Ordenamiento y manejo integrado de la zona costera frente a los riesgos del cam-

- bio climático en la región Suroriental de Cuba. Revista Anales de la Academia de ciencias de Cuba. Vol. 6 No3 2016 ISSN: 2304-0106
- Milanés, B.C.; Hidalgo Zambrano, R.V. Ciudades Bajo Riesgo Costero: Los Casos de Santiago de Cuba y Portoviejo. Arquít. Y Urban. 2018. Available online: [rau.cujae.edu.cu/Índex.php/revistaau/article/view/501/473](http://rau.cujae.edu.cu/Índex.php/revistaau/article/view/501/473)
- Milanés, Batista C. (2012). Unidades costeras ambientales para el manejo en Santiago de Cuba: delimitación y prioridades de actuación. Arquitectura y Urbanismo vol. XXXIII, n o 3, 2012, ISSN 1815-5898
- Milanés, C.B., Pérez, M.O., Szlafsztein, F.C., Da Silva, PMA., 2020 Cambio climático y justicia espacial en la planificación costera de Cuba y Brasil. Ambiente & Sociedade. São Paulo, v. 23, p. 1-21, 2020 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190184r1vu2020L6TD>
- Milanes, C.B.; Martínez-González, M.B.; Moreno-Gómez, J.; Saltarín J., A.; Suarez, A.; Padilla-Llano, S.E.; Vasquez, A.; Zielinski, S.; Lavell, A. Multiple Hazards and Governance Model in the Barranquilla Metropolitan Area, Colombia. Sustainability 2021, 13, 2669. <https://doi.org/10.3390/su13052669>
- Montero, O. P., & Batista, C. M. (2020a). Social perception of coastal risk in the face of hurricanes in the south eastern region of Cuba. Ocean and Coastal Management, 184. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105010>
- Olsen, S. (2003). Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. Ocean & Coastal Management. 46(3-4): p. 347-361.
- Olsen, S., Lowry, K., Tobey, J. (1999). Una Guía para evaluar el progreso en el manejo costero. Centro de Recursos Costeros. PROARCA/Costas. ECOCOSTAS. Guayaquil, Ecuador.
- Olsen, S., Will, B. (1993). Integrated coastal management programs be sustainable? The constituency problem. Ocean & Coastal Management 21 (1-3): 201-225.
- Orozco, G. y Guevara, O. (2011). Gestión Integrada del Riesgo de Desastre. Cuadernos de Cooperación para el Desarrollo N°. 4. Escuela Latinoamericana de Cooperación y Desarrollo.
- Pardo Guerra. R., Macareño Velíz. L., Parra Salinas. A., Gely Martínez. G., Cobas Dávila. W., Costa Gravalosa. R., De la Rosa H. Pérez Lozano. N. & Rodríguez Azahares. M. (2017). Guía metodológica para la organización del proceso de reducción de desastres. Procedimientos para evaluar el nivel de reducción de la vulnerabilidad y el riesgo en los organismos, entidades y territorios; así como la objetividad en la implementación de los planes de reducción de desastres. Cuba.
- Pérez Benítez, M.; Velázquez Labrada, Y.R y Suárez Montané, Y. (2021). La educación ambiental en la población ante el impacto del cambio climático: papel del Centro Universitario Municipal. Revista Edusol. Vol. 21. Núm. Esp. 355-376. <https://edusol.cug.co.cu/index.php/EduSol/article/view/1439>
- Pérez Montero Ofelia, Milanés Batista Celene, Poveda Santana Isabel y Cruz Portorreal Yanet, 2018. Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres en Cuba 26-53 pp. en Milanés Batista, Celene y Szlafsztein Claudio Fabian. 2018. Experiencias metodológicas para la gestión del riesgo. Libro de Investigación. ISBN: 978-958-8921-69-3 (Digital). Editorial Universitaria de la Costa, EDUCOSTA S.A.S. 208 p. Disponible en <http://repositorio.cuc.edu.co/xmlui/handle/11323/1686>
- Pérez Montero, O. (et.al), 2016. Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundaciones costeras por penetraciones del mar. Santiago de Cuba. CITMA (inédito).
- Pérez Montero, O., Milanés Batista, C., Mateo Botero, C., Planas Fajardo, J., Velázquez Labrada, Y., Pérez Figueredo, A., Alarcón Borges, R., Chuy Rodríguez, T., Silva Oliveira, L., Mesa Mesa, L., Cruz Portorreal, Y., Tamayo Yero, H., Ferrera-Bergues, A., Ravelo Batista, Á., Brito Moreno, A., Cid Nacer, J., García Naranjo, L., Carbonero Gamundí, M., & Fabian Szlafsztein, C. (2021). Aportes para la gobernabilidad y gobernanza de los riesgos en naciones insulares y continentales costeras. Anales De La Academia De Ciencias De Cuba, 11(3), e1048.
- Pérez, A. 2015. La gestión del riesgo ambiental como una de las estrategias fundamentales del desarrollo local. Retos de la Dirección Volumen 8 número 2, 2015. ISBN 978-959-16-3127.5
- Pérez, A. 2022. La gestión estratégica de elementos del riesgo en el enfrentamiento a la Covid 19. Infodir No 38, 2022 ISSN 1996-3521
- Pérez, M. O, Álvarez, A. A., Gómez, V. Y., (2016). Cambio climático y vulnerabilidades en Cuba. En Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Propuestas para métodos de evaluación. Coordinadores. Dra. Ana Cecilia Conde Álvarez y Dr. Jorge López Blanco. 140p



Primera Edición: 2016. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México. <http://www.gob.mx/>

Renda, E., Rozas G. M., Moscardini, O. & Torchia, N. P. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. Buenos Aires, Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; Argentina. <https://bit.ly/3GN5Wp7>

Ribeiro Corrêa, Marina, Luciana Yokoyama Xavier, Leandra R. Gonçalves, Mariana Martins de Andrade, Mayara de Oliveira, Nicole Malinconico, Camilo M. Botero, Celene Milanés, Ofelia Pérez Montero, Omar Defeo Alexander Turra. Desafios para promoção da abordagem ecossistêmica à gestão de praias na América Latina e Caribe. ESTUDOS AVANÇADOS 35 (103), 2021 DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35103.012 Scielo

Silva, R. et al. (2014). Caracterización de la zona costera y planeamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable. UNAM/SEMARNAT. SEMARNAT. ISBN: 978-607-02-6287-6.

Sortino Barrionuevo, J. F., & Perles Roselló, M. J. (2017). Metodología para una cartografía de vulnerabilidad del territorio frente al riesgo de inundación relacionado con los sistemas de socorro y asistencia. Aplicación al área inundable del Bajo Guadalhorce (2016). Papeles de Geografía, (1), 157–178. <https://doi.org/10.6018/geografia/2017/307051>

Suplemento de Riesgo del Libro de la Vulnerabilidad. Guía sobre cómo aplicar el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad con el nuevo concepto de riesgo climático del IE5 del IPCC. Bonn: GIZ. Año 2017

UNGRD (2018). Metodologías para evaluar la amenaza, vulnerabilidad, exposición y riesgo por ciclones tropicales. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Colombia.

USACE (2002). Coastal Engineering Manual (Volume II). Washington, DC: U.S. Army Corps of Engineers

Velázquez Labrada, Y. R., Pérez Benítez, M., Pérez Rodríguez, G., & Domínguez Hopkins, R. (2021). La educación ambiental ante el cambio climático en la formación del profesional universitario: experiencias desde la Universidad de Oriente. Revista Universidad y Sociedad, 13(1), 331-339. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1930>

Velázquez Labrada, Y.R., Romero Pacheco, E., Sigas Costafreda, O., & Pérez Benítez, M. (2021). Modelo pedagógico de formación holística ambiental en los estudiantes de carreras pedagógicas del área de Ciencias Naturales en Cuba. Estudios Pedagógicos, 47(1), 371-390. doi: <https://doi.org/10.4067/S0718-07052021000100371>

Zielinski, S.; Milanes, C.B.; Cambon, E.; Montero, O.P.; Rizo, L.; Cuker, B.; Anfuso, G. (2021) An Integrated Method for Landscape Assessment: Application to Santiago de Cuba Bay, Cuba. Sustainability 2021, 13, 4773. <https://doi.org/10.3390/su13094773>

## CAPÍTULO 4

# Etnobotánica y farmacognosia de las especies medicinales *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L. que crecen en la costa suroriental de Cuba. Influencia del cambio climático

**Idelsy Chil Núñez**

<https://orcid.org/0000-0003-4661-0472>

Universidad de Oriente

**Rut Benita Yero Haber**

<https://orcid.org/0000-0002-22405813>

Laboratorio de Biomodelos Experimentales

**Tania López González**

<https://orcid.org/0000-0002-8172-1912>

Universidad de Oriente

**Leiry Laura Ramírez Evora**

<https://orcid.org/0000-0001-6860-9777>

Universidad de Oriente

**Roxana Rodríguez Rojas**

Universidad de Oriente

## INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales han sido utilizadas por el humano para el tratamiento de enfermedades y afecciones a lo largo de la historia (Chil y Ramírez, 2022). El conocimiento sobre el manejo tradicional de los recursos vegetales, ha originado un gran conocimiento empírico, que ha permitido el descubrimiento de cualidades comestibles, medicinales, tóxicas y religiosas en las plantas. La gente ha hecho uso de las plantas a lo largo de toda su historia, generando conocimiento de la flora en general, el cual ha aportado posibilidades diversas, para mantener y mejorar las condiciones de vida de la sociedad. El amplio uso de la medicina tradicional se atribuye a su accesibilidad y asequibilidad, siendo muchas veces la única fuente para la atención sanitaria de los pacientes de menores recursos (Carapia-Carapia y García, 2012). No obstante, este conocimiento tradicional está en riesgo de desaparecer debido a cambios culturales (González de la Cruz, 2012).

La extinción de muchos pueblos indígenas, la creciente construcción de carreteras, embalses, la actividad comercial, las misiones, las guerras, el turismo y otros aspectos de la vida moderna, están provocando la rápida desaparición de este valioso conocimiento, a menudo en sólo una generación. El estudio etnobotánico surge

como una alternativa frente a esta problemática, ya que no solo busca entender la relación entre el ser humano y las plantas, sino que también contribuyen a la conservación de especies vegetales, además sirven para rescatar el conocimiento tradicional o local de un determinado lugar (González de la Cruz, 2012).

Los estudios etnobotánicos permiten aprender de las personas y sensibilizarnos en el uso de las plantas y otros recursos naturales, reconociendo la importancia de las mismas con respecto a una comunidad por sus diversos usos. Del mismo modo, ayudan a fundamentar la conservación de la riqueza florística en las comunidades y sobre todo rescatar el conocimiento empírico que hasta hoy en día sigue siendo de gran utilidad para continuar en los avances de innovar nuevas tecnologías; tanto en la medicina, agricultura, horticultura, productos textiles, productos cosméticos entre otros diversos usos (Carapia-Carapia y García, 2012). Se están dejando de lado los estudios inventariales y se han comenzado a formular preguntas que deriven en soluciones para los temas antes mencionados. Así mismo, están proporcionando un mayor entendimiento de los factores socioculturales y ecológicos que deben ser considerados para que el uso de los recursos vegetales sea una práctica racional y armónica con las necesidades materiales de la gente, se señala la importancia de propiciar investigaciones participativas con las comunidades locales, compartiendo el saber entre investigadores y pobladores.

Se conocen unas 260.000 especies de plantas en la actualidad, de las que el 10% se pueden considerar medicinales, es decir, se encuentran recogidas en los tratados médicos de fitoterapia modernos y de épocas pasadas. En las regiones ecuatoriales, la proporción de especies medicinales puede variar sensiblemente de este porcentaje, ya que ni siquiera se conoce la totalidad de la flora. A pesar del tiempo transcurrido y los adelantos en la esfera de la Química y el desarrollo alcanzado en la industria farmacéutica el hombre continúa por diversas razones, valiéndose de los beneficios que le proporcionan las plantas del entorno en el que se encuentran, independiente de su ubicación geográfica, de su grado de desarrollo cultural y económico (Tabloides de Plantas Medicinales, 2004).

La medicina herbaria, es una de las formas más antigua del cuidado médico ya que ha sido utilizada por todas las culturas a lo largo de la historia. Esta se renueva en la actualidad, dado al rechazo que están teniendo los productos sintéticos medicinales por las reacciones adversas que provocan en los pacientes, lo cual unido a la contaminación ambiental que genera su fabricación, hace que los científicos y personal médico acuda a los productos naturales obtenidos a partir de plantas medicinales para enfrentar los retos que demanda el combate de las enfermedades principales que atacan a la población en los diferentes países (Roig, 1988; Granda, Fuentes, Acosta y Cabrera, 1988).

El 80% de la población mundial, más de cuatro mil millones de personas, utiliza las plantas como principal remedio medicinal, según señala la OMS Blumenthal, 1999). Esta práctica está asociada al empirismo en muchos casos, ya que son insuficientes los estudios químicos, clínicos y epidemiológicos que confirmen los efectos fisiológicos de las plantas y los principios activos responsables.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estructuró en 1985 un Programa de Medicina Tradicional Herbolaria, reconociendo la existencia de 119 sustancias químicas de origen vegetal que pueden considerarse fármacos importantes, útiles en más de 60 categorías terapéuticas y obtenidas principalmente de 91 especies (OMS, 2022). Asimismo, el Ministerio de Salud Pública de Cuba tiene establecido un Programa de Investigaciones de Medicina Tradicional, que fue aprobado en 1986, para estudiar las plantas medicinales más utilizadas por la población y evaluar con métodos científicos actuales sus efectos farmacológicos y tóxicos. Ello ha permitido incorporar a la llamada medicina moderna los medios medicinales tradicionales con verdadera efectividad, ganando prestigio en la práctica médica actual.

Es prioritario investigar sobre medicina tradicional con los recursos disponibles en el país para conseguir un aprovechamiento y uso de la misma con un respaldo científico sólido (Beyra et al, 2004). La investigación de las plantas medicinales revela que las plantas usadas en la etnomedicina, tienen mayor probabilidad de presentar actividad farmacológica que aquellas seleccionadas al azar o por criterios quimiotaxonómicos (Hidalgo, Ricardi, Gaviria y Estrada, 1999).

El crecimiento de las plantas y la producción de compuestos químicos responsables de las propiedades medicinales de las mismas pueden verse afectados por diversos factores lo cual afectaría y disminuiría su uso terapéutico. Estos factores están relacionados con la edad de la planta, las características del suelo, así como factores ambientales y pueden modificarse con el cambio climático que está asociado a la variación global del clima de la Tierra, que ha cambiado muchas veces a lo largo de su historia (Houghton, Callander y Varney, 2016).

Los manglares han sido definidos como asociaciones vegetales anfibias, leñosas, perennifolias, presentes en forma discontinua en la zona influenciada por las mareas de las costas tropicales. El ecosistema de manglar reviste una gran importancia ecológica y económica, actuando como la primera barrera ecológica, además de representar un refugio idóneo para una gran variedad de especies de fauna y constituir el hábitat natural de numerosas especies tanto terrestres como marinas. (Herrera, 1986; Menéndez, 1994; Rodríguez, 1997).

La corteza de *Rhizophora mangle* L., (mangle rojo), ha sido utilizado tradicionalmente por sus propiedades como antiséptico, astringente y hemostático, se ha descrito la presencia de polifenoles como flavonoides y taninos, a los cuales se les ha relacionado con su acción antioxidante y cicatrizante demostrada en diferentes estudios; por su parte las hojas han presentado taninos y actividad antioxidante muy similar, y en ocasiones superior, a la reportada para la corteza (Marroquín y Sully, 2016). Existen diferentes estudios científicos sobre la evaluación de la actividad farmacológica de *R. mangle* específicamente de la corteza donde se demuestra un efecto antihiper glucémico (Castro, Villa, Ramírez y Mosso, 2014). El extracto acuoso de la corteza ha demostrado utilidad para el tratamiento de la mastitis bovina, la curación de heridas, infecciones uterinas y úlceras gastroduodenales; debido a sus propiedades antiséptica, cicatrizante, antiinflamatoria y antioxidante.

Además, ha presentado una acción captadora de radicales hidroxilo así como la habilidad de quelar iones de hierro; también ha disminuido el daño oxidativo en las moléculas de ADN (Castro, Villa, Ramírez y Mosso, 2014; Sánchez, Martínez y Faure 2011). Estudios han demostrado el efecto protector de la mucosa gástrica de una fracción butanólica de corteza (de-Farla, 2012). Estudios preclínicos de toxicidad aguda del extracto acuoso de corteza a dosis única, han determinado que la dosis tóxica del extracto es superior a 2,000 mg/kg y no es tóxico a dosis repetida en la dosis máxima terapéutica en un período de 14 días, por lo que se garantiza un amplio margen de seguridad (Sánchez, Chávez, Macebo y Lorenzo, 2008).

Además de sus usos medicinales, debemos tener en cuenta que los mangles apoyan el proceso químico y bioquímico de la productividad y de la biodiversidad en los océanos. El depender de la relación entre el clima, nivel del mar y los sedimentos, las comunidades ecológicas pueden reducir o cambiar su proceso químico y bioquímico, cambiando la biomasa y la biodiversidad (de Melo, 2007). Estos cambios también repercuten en el contenido de metabolitos activos producidos por la planta, motivo por el cual se propone el estudio farmacognóstico de esta especie que se encuentra aprobada por el ministerio de salud Pública de Cuba para uso medicinal.

La especie *Coccoloba uvifera* L. conocida comúnmente como uva caleta es un arbusto pequeño con ramas gruesas y hojas redondeadas que posee una amplia riqueza etnobotánica. A pesar de que la planta no se encuentra reportada en la guía farmacoterapéutica de Cuba, en otras bibliografías se dice que los frutos tienen un efecto muy astringente, refrescante y febrífugo. La infusión del tallo o las raíces resuelve los problemas intestinales. La corteza contiene un jugo rojo oscuro, de sabor un poco amargo, que se usa como poderoso hemostático, astringente y antidiarreico. En gran parte de Cuba es utilizada para curar diversas enfermedades. En Oriente usan las hojas en cocimiento para baños de las llagas y granos, y en la provincia de La Habana el cocimiento de las hojas se considera muy bueno para la ronquera y el asma. En Camagüey y en otros lugares usan la corteza y la raíz como astringente en la disentería y en baños contra las almorranas y para la picazón del cuerpo.

La planta de uva de playa no tiene desperdicio en lo que a propiedades medicinales se refiere, el té preparado con su hoja es usado para tratar la diarrea, la disentería y hasta algunas enfermedades venéreas,

también con su semilla se trata la retención de la orina y favorece la menstruación. La infusión del tallo y las raíces ayudan a resolver problemas intestinales. La corteza, suave y de color marrón con fondo amarillento, tiene propiedades astringentes. Asimismo, contiene un jugo rojo oscuro, de sabor un poco amargo, que se usa como poderoso hemostático para controlar hemorragias masivas. Existen reportes que plantean que se prepara una infusión con la corteza y se hacen gárgaras tres veces al día para curar la amigdalitis (Cáceres, Fletes, Aguilar, Ramirez, Figueroa, Taracena y Samayoa, 1993; Bouchrane, 2014; Sene, 2015; Segura, Ruiz, Chel y Betancur, 2015; Tropicos.org, 2022).

Por otra parte, con las hojas, combinadas con aceite de coco se pueden reducir las hinchazones, mientras que solas contribuyen a calmar el dolor de cabeza. Comer uva de playa le aporta al organismo vitaminas B y C, antioxidantes, además de minerales entre los que destacan el potasio, hierro, yodo, magnesio, flúor, zinc y calcio. Y todo con el extra de un paladar beneficiado por la ingesta directa de la fruta que es carnosa, suave y dulce o mediante los postres que de ella se obtienen (Sene, 2015). Esta especie no se encuentra autorizada en Cuba para su uso, por tanto no aparece reportada en el Formulario Nacional de Fitofármacos y Apifármacos.

En el caso de las especies que ocupan esta investigación se encuentran registros de antecedentes investigativos en provincias como Matanzas y Camagüey, y más recientemente en la Provincia de Santiago de Cuba, específicamente en el municipios Guamá, allí predominó en el estudio etnobotánico realizado el uso de estas plantas para la cura tradicional de enfermedades cutáneas (Pérez et.al, 2009).

Objetivo general: Evaluar el conocimiento del uso etnobotánico y la influencia del cambio climático en los parámetros farmacognósticos de las hojas de *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio de las interacciones de la sociedad con la naturaleza, puede ser abordado con diferentes herramientas y desde diferentes perspectivas, una de ellas es la Etnobotánica. Esta es una ciencia interdisciplinaria entre las ciencias naturales y las sociales. Su estudio radica principalmente en cómo los seres humanos usan los recursos vegetales que les rodean para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales y una de esas necesidades es el uso de las plantas medicinales para diferentes tipos de afecciones. Actualmente, se han incorporado herramientas tanto cualitativas como cuantitativas para recabar y analizar los datos que se obtienen en una investigación etnobotánica; una de las más importantes es la entrevista. Esta es entonces parte esencial e insustituible de la investigación del campo para la etnobotánica. Permite establecer un vínculo directo entre el investigador y el informante, quien accede a compartir sus puntos de vista y sobre todo, los conocimientos que han sido adquiridos de generación en generación acerca del uso de las plantas para obtener un beneficio o bien. Toda esta información, nos permite entender cómo se adaptan estas costumbres a la realidad actual Carapia-Carapia y Vidal García, 2012).

### **Caracterización etnobotánica de las especies *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L.**

La etnobotánica, como disciplina científica, estudia e interpreta la historia de las plantas en las sociedades antiguas y actuales. Esta relación sociedad - planta es siempre dinámica: por parte de la sociedad intervienen la cultura, las actividades socioeconómicas y políticas, y por parte de la planta, el ambiente con sus floras. Lo más destacable de esta ciencia, es su dedicación a la recuperación y estudio del conocimiento que las sociedades, etnias y culturas de todo el mundo han tenido y tienen, sobre las propiedades de las plantas y su utilización en todos los ámbitos de la vida. Constituye un marco para el estudio de las complejas relaciones humanidad - planta en sus dimensiones simultáneamente antropológicas, ecológicas y botánicas. Este conocimiento tradicional se ha ido conservando de generación en generación, y ha permitido el florecimiento y triunfo de diversas civilizaciones a lo largo de la historia de la humanidad sobre la tierra, constituyendo una fuente valiosísima de información, para el futuro de la agricultura y la medicina. Son muy diferentes los enfoques prácticos de esta ciencia en relación con las diversas maneras de entender la ecología, la conservación y la reversión del conocimiento sobre el uso y aprovechamiento de las plantas.



### **Recogida de la información**

Se realizó un estudio etnobotánico con un enfoque cualitativo y cuantitativo en los consejos populares Jesús Lores del municipio Imías, Guantánamo y Siboney y Ciudadamar del municipio Santiago de Cuba, de la provincia Santiago de Cuba. La muestra fue seleccionada a través de un muestreo aleatorio no probabilístico incluyendo personas de ambos sexos, diferentes edades, amas de casas, jubilados, estudiantes y profesionales, que no presenten algún impedimento físico o mental que les impida participar en el estudio y que conocieran y utilizaran las plantas. En todos los casos se tuvieron en cuenta que los informantes dieran su consentimiento para colaborar con la investigación.

Para la recogida de la información los participantes fueron entrevistados utilizando una modificación del modelo de encuesta TRAMIL (Tramil, 2016) que aparece reportada en el anexo 1.

#### **Análisis de los datos**

Los datos obtenidos de las entrevistas fueron analizados utilizando índices muy usados en estudios etnobotánicos cuantitativos. Estos índices se basan en el consenso de los informantes y permiten relacionar el uso de las especies con el conocimiento popular acerca de ellas.

#### **Análisis de la información**

A partir de la información contenida se realizó una distribución del número total de entrevistados en cuanto al sexo y la edad, agrupando esta última en los siguientes grupos etáreos (menores de 30 años, entre 30-60 años y mayores de 60 años).

Se determinaron además, las partes de las plantas, las vías de administración y los métodos de preparación más utilizados. Se realizó además una búsqueda exhaustiva utilizando diferentes literaturas para investigar la aparición de nuevos usos para las plantas reportadas.

Determinación de los parámetros farmacognósticos de las hojas de las especies *Coccoloba uviera* L. y *Rhizophora mangle* L. según Norma Ramal de Salud Pública (NRSP 309)

#### **Determinación de los parámetros farmacognósticos**

Se realizaron las determinaciones de: Análisis macromorfológico (Macromorfología), Determinación de hojas ennegrecidas, Determinación de materia orgánica extraña, Determinación de materia inorgánica extraña, Determinación del contenido de humedad, Determinación de cenizas totales.

#### **Determinación cualitativa de los metabolitos mediante el tamizaje fitoquímico**

A continuación, se abordan los principales ensayos cualitativos que se realizaron, utilizando la técnica descrita en varias bibliografías (Farnsworth, 1966; Cuéllar, 1983; Claus, 1985; Lock, 1988; Miranda y Cuéllar, 2001).

- Identificación de alcaloides. La mayoría de estos ensayos se basan en que los alcaloides forman sales estables a temperatura ambiente con muchos ácidos minerales y orgánicos, que muestran mucha mayor solubilidad en agua que las bases libres que les originan. A su vez algunos ácidos forman sales insolubles con los alcaloides, precipitándolos de sus soluciones en medio acuoso, ácido o neutro.
- Ensayo de Drangendorff: la alícuota disuelta en solventes orgánicos se le agrega ácido clorhídrico 1% y se mezcla con el reactivo. Si hay opalescencia se considera (+), turbidez definida (++) y precipitado de color rojo ladrillo (+++). Si el extracto es acuoso, a la alícuota se le añade una gota de ácido clorhídrico concentrado, se procede de la misma forma, se calienta suavemente y se deja enfriar hasta acidez.
- Ensayo de Mayer: procede de la forma descrita anteriormente hasta obtener la solución ácida, se añade una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agita y se filtra. Se añaden gotas del reactivo: si se observa opalescencia (+), turbidez definida (++) o precipitado coposo color crema, blanco o amarillo (+++) indica que la reacción es positiva. En el caso de alcaloides cuaternarios y óxidos de aminas libres, estos solo se encuentran en el extracto acuoso y para considerar su presencia la reacción debe ser (++) o (+++) en todos los casos, ya que un resultado (+) puede provenir de una extracción incompleta de bases primarias, secundarias o terciarias.

- Ensayo de Wagner: parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 o 3 gotas del reactivo, clasificando los resultados de la misma forma. Un resultado positivo se indica por un precipitado carmelita. Sin embargo, este ensayo provee una gran cantidad de interferencias, que reaccionan de forma similar a los alcaloides debido a que poseen carbonilos conjugados (cetonas o aldehídos) o funciones láctónicas que reaccionan en una manera típica a los mismos.

Identificación de triterpenos y esteroides. Los triterpenos son los terpenos de 30 carbonos. Por otro lado, los esteroides son un tipo de compuestos orgánicos derivados del núcleo del pentanohidrofenanteno o esteroano. En los esteroides esta estructura básica se modifica por adición de diversos grupos funcionales, como carbonilos e hidroxilos (hidrófilos) o cadenas hidrocarbonadas (hidrófobas). Muchos de estos, en especial los esteroides, presentan similitud estructural con los triterpenos tetracíclicos.

- Ensayo de Lieberman-Burchard: permite reconocer en un extracto la presencia de triterpenos y/o esteroides por ambos tipos de productos poseer un núcleo del androstano, generalmente insaturado en el anillo B y doble enlace en las posiciones 5-6. Para ello sí la alícuota no se encuentra en cloroformo debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en cloroformo, al que se le adiciona anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayo se dejan correr gotas de ácido sulfúrico concentrado, sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración. Esta reacción se emplea también para diferenciar las estructuras esteroidales de las triterpénicas; las primeras producen coloraciones azules o azules verdosas mientras que para las segundas se observa color rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por: carotenos, xantofilas y esteroides saturados.
- Ensayo de Solkowski: la fracción disuelta en cloroformo se coloca en un tubo de ensayo con ácido sulfúrico concentrado. Un ensayo positivo se indica por una coloración amarilla rojiza.
- Ensayo de Rosenheim: la fracción en cloroformo se mezcla con la solución de ácido tricloroacético al 90% en agua en un tubo de ensayo. Si hay dienos nucleares reales o potenciales se forma un color violeta que cambia a azul después de 20 minutos. Identificación de quinonas. Las quinonas, por lo general, en dependencia del grado de conjugación de la estructura, presentan colores amarillo, rojo o carmelita. Cuando las estructuras se presentan en forma de sales o con sustituciones hidroxílicas, los colores pueden ser púrpura, azul o verde. Desempeñan un papel importante en los procesos de oxidación-reducción.
- Ensayo de Borntrager: Si la alícuota no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en cloroformo, esto se agita con solución de hidróxido de sodio, potasio o amonio al 5 % en agua, mezclando las fases y se deja en reposo hasta separación. Si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado a rojo (coloración rosada (++)), roja (+++) el ensayo se considera positivo (naftoquinonas y antraquinonas). Sin embargo, un ensayo negativo no excluye la presencia de quinonas, ya que pueden encontrarse en forma de glicósidos, siendo necesaria la hidrólisis previa de los mismos para su posterior detección (glicósidos antracénicos).
- Ensayo de Baljet: permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos con agrupamientos lactónicos, en particular cumarinas, aunque pueden dar positivos otros metabolitos como: lactonas sesquiterpénicas o sesquiterpenlactonas, simaroubalidanos y limonoides. Si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y redisolverse en la menor cantidad de alcohol (1 ml). En estas condiciones se adiciona 1 ml del reactivo, considerándose un ensayo positivo la aparición de coloración (++) o precipitado rojo (+++), respectivamente. Identificación de saponinas. Las saponinas son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón, forman micelas y cambian la tensión superficial de los líquidos. Debido a que las soluciones de saponinas presentan actividad óptica, es común medir el contenido de sólidos solubles en solución.
- Ensayo de la espuma: permite conocer la presencia de saponinas tanto de tipo esteroideal como triter-

pénicas. De modo que si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos, dejándose en reposo. El ensayo se considera positivo si aparece espuma de más de 2 mm de altura, en la superficie del líquido y persiste por más de 2 minutos.

- Ensayo de resinas: Para detectar este tipo de compuesto adicione a 2 mL de la solución alcohólica 10 mL de agua destilada. La aparición de un precipitado indica un ensayo positivo.
- Ensayo de mucílagos: Permite reconocer en un extracto la presencia de esta estructura tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa que aumenta la densidad del agua cuando se extrae. Para ello una alícuota del extracto en agua se enfría de 0-5 °C y si la solución toma una consistencia gomosa o gelatinosa al tacto el ensayo es positivo.
- Identificación de aceites esenciales y sustancias grasas. El Sudán III es un tinte diazo del tipo lisocromo (tinte soluble en grasa). Los colorantes para grasas son más solubles en las propias grasas que en el medio en el que van disueltos. Así, al bañar la grasa con la solución del colorante, éste tiende a disolverse en la grasa que se va cargando del colorante. Por regla general estos colorantes siempre van en solución alcohólica o bien en una mezcla de alcohol/acetona o alcohol/agua. - Ensayo de Sudán: A la alícuota de la fracción en el solvente de extracción se le añade una solución diluida en agua del colorante Sudán III. Se calienta en baño de agua hasta evaporación del solvente. La aparición de gotas oleosas de color rojo oscuro indica la presencia de lípidos y/o aceites esenciales.
- Ensayo para aceites esenciales con papel blanco sin reactivo: Se coloca la gota y se deja secar al aire. En caso positivo la mancha muestra transparencia vista a trasluz. Se calienta el papel a 110 °C. Si existen aceites esenciales desaparece la transparencia del papel. Si al calentar la mancha se hace más transparente, es signo de positividad para aceites y grasas.
- Identificación de fenoles y taninos. Los taninos son compuestos fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua, mezclas hidroalcohólicas, generando coloides; solubles en glicerina y propilenglicol; son insolubles en solventes orgánicos de baja polaridad. Forman precipitados con las sales de hierro, plomo, cobre, zinc y mercurio y se oxidan fácilmente en medio alcalino.
- Ensayo de cloruro férrico: a la fracción disuelta en etanol se le añade una solución de cloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica. La aparición de un precipitado o color verde oscuro indica la presencia de fenoles y/o taninos. Si el extracto es acuoso el ensayo determina fundamentalmente taninos. A una alícuota del extracto se le añade acetato de sodio para neutralizar y 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica.
- Ensayo de Fehling: Si la alícuota del extracto no se encuentra en agua, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1-2 mL de agua, y se adicionan 2 mL del reactivo, se calienta la mezcla en baño de agua durante 10-30 minutos. El ensayo se considera (+) si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo.
- Ensayo de Benedict: El residuo se disuelve 1-2 mL de agua en caso que la fracción no sea acuosa y se adiciona 1 mL del reactivo, se calienta la mezcla en baño de agua durante 10-30 minutos. El ensayo se considera (+) con la aparición de un precipitado rojizo.
- Ensayo de Ninhidrina: Se toma una alícuota del extracto en alcohol, si el extracto se encuentra en otro solvente orgánico, este se evapora a sequedad; en ambos casos se mezclan con 2 mL de solución al 2 % en agua o 0.2 % en alcohol de ninhidrina. La mezcla se calienta de 5-10 minutos en baño de agua. Este ensayo se considera (+) cuando se desarrolla un color azul-violáceo. Identificación de flavonoides. Todos los flavonoides que tienen un agrupamiento tipo flavona reaccionan con los ácidos formando sales. Sin embargo, en medio alcalino y calor, se degradan originando productos que permiten reconocer los tipos.
- Ensayo con ácido sulfúrico concentrado: 1 mL del extracto se concentra a seco en tubos de ensayo

y se agregan unas gotas de ácido sulfúrico concentrado. Un ensayo (+) se indica por una coloración diferente al carmelita claro. Las quinonas constituyen una interferencia a este ensayo.

- Ensayo de Shinoda: Una alícuota del extracto en alcohol o 2 mL de la fracción acuosa o el residuo disuelto en 2 mL de agua se le adicionan 1 mL de HCl concentrado y un pedacito de magnesio metálico o zinc. Cuando la reacción termina se añade 1 mL o 2 mL de alcohol amílico y se agita. El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, rosado, vino, carmelita o rojo intenso en todos los casos, ocasionalmente verde o azul como reacción positiva para aglicón o heterósidos. Las coloraciones que a continuación se describen son indicativas de determinados flavonoides: - Coloraciones amarilla, naranja hasta rojo son indicativas de la presencia de flavonas.- Colores rojo a carmesí o rojo a magenta indicativos de flavonol o flavanonol. - Colores carmesí a magenta; rojo, magenta, violeta, azul son indicativos de flavanonas. - Color amarillo es indicativo de isoflavonas. - Las isoflavanonas, calconas y auronas no dan coloración.
- Ensayo con álcalis: 1 mL de la alícuota del extracto se basicifica. Un ensayo positivo es cuando se obtienen coloración amarilla, que es indicativa de flavonas, flavanonol e isoflavonas; colores de amarillo a naranja, son indicativos de la presencia de flavanonas y flavonol y colores de naranja a rojo, calconas. - Ensayo de Rosemheim: Permite reconocer en un extracto la presencia de leucoantocianidinas y antocianidinas. 1 mL del extracto en etanol se calienta 10 minutos con 1 mL de HCl concentrado. Se deja enfriar y se añade 1 mL de agua y se agita con 2 mL de alcohol amílico. Se dejan separar las dos fases. La aparición de color rojo a marrón en la fase amílica es indicativa de un ensayo (+). Colores rojo anaranjado o rojo azulado es indicativo de antocianidinas.
- Identificación de Principios Amargos y/o Astringentes - Ensayo del sabor: El ensayo se realiza al tomarle el sabor a una gota del extracto acuoso del vegetal y reconociendo el mismo al paladar.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Identificación Botánica y Taxonómica de la especie**

Las plantas recolectadas durante la aplicación de las entrevistas fueron identificadas por la especialista y taxónoma Josefina Blanco Ojeda del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO) de la provincia Santiago de Cuba y se correspondió con las especies vegetales *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L. La identificación botánica y taxonómica realizada permitió corroborar que las especies que se investigan son las verídicas para los datos ofrecidos por los encuestados.

### **Estudio etnobotánico**

#### **Ubicación, características geográficas y sociodemográficas de las áreas estudiadas**

Imías es un municipio cubano situado en la provincia de Guantánamo con una extensión superficial de 524 km<sup>2</sup> y una población de 21.111 habitantes. Está situado en la costa sur de la provincia. Linda al norte con el municipio de Baracoa; al sur con el mar Caribe; al este con el municipio de Maisí; y al oeste con el municipio de Sur. Las aguas del mar Caribe bañan sus costas por la parte meridional. Cuenta con una extensión territorial de 527,48 km (Administrative Division - Provinces and Municipalities, 2018).

A pesar de la poca extensión que tiene, presenta variaciones climáticas determinadas por algunos factores como el relieve, características y dirección de los criterios y los niveles de las precipitaciones. Se caracteriza por presentar gran predominio de área montañosa (el 93%), con pendientes mayores de 500. La zona llana está limitada por los Valles de Imías y Cajobabo, en una franja costera que impresiona por la aridez de su paisaje y la pobreza de su agricultura, además de estar atravesada por los ríos Jojo (28 Km.), Yacabo (14 Km.), Imías (13 Km.), Tacre (10 Km.); También nacen en este territorio los ríos Duaba y Yumurí que sus causas corren a la vertiente norte.

Santiago de Cuba es un municipio cubano situado en la provincia de Santiago de Cuba con una exten-

sión superficial de 1030,398 km<sup>2</sup> y una población de 588 719 habitantes. Está situado en la costa sur de la provincia. Limita al norte con los municipios Palma Soriano, San Luis y Songo-La Maya; al sur con el mar Caribe; al este con el municipio Niceto Pérez (Guantánamo); y al oeste con el municipio de Guamá (Anuario Estadístico de Cuba, 2022).

El Consejo Popular Ciudadamar cuenta con una población de 3704 habitantes. Está integrado por cinco circunscripciones. Ocupa un área de 19,5 km<sup>2</sup>. Sus límites son al norte con Agüero Mar Verde, por el sur con el Mar Caribe, al este con Boca de Cabaña y al oeste con Altamira y Alta Vista. Se encuentra en la entrada de la bahía santiaguera (Colectivo de autores, 2022).

Está ubicado en la entrada de la bahía de bolsa de Santiago de Cuba. En el se desarrollaron las urbanizaciones de los repartos Ciudadamar, Punta Gorda, Barrio Técnico, Júcaro, Caracoles, Barrio de Aguadores y Nuevo Santiago. Todos fomentaron la creación de clubes de recreo, así como la práctica de deportes náuticos, entre otras. Estos núcleos poblacionales tienden a crecer debido al mejoramiento de las condiciones de vida: consultorios, electricidad, escuelas primarias y secundarias, unidades de servicios gastronómicos e instituciones culturales. Su vegetación está formada principalmente por una extensa área de manglares que sirve de reservorio a las aves migratorias.

Consejo Popular Siboney: localidad costera ubicada a 14 Km, de la ciudad de Santiago de Cuba, limita al norte con el macizo montañoso de La Gran Piedra y la zona de Ramón de las Yaguas, al sur con el Mar Caribe, al oeste con la zona de Sigua y al oeste con el Distrito Urbano Abel Santamaría. Cuenta con una extensión de 113,80 Km<sup>2</sup>.

### Resultados de la entrevista aplicada

La muestra estuvo conformada por 400 personas: 200 personas perteneciente al Consejo Popular Jesús Lores del municipio Imías, provincia Guantánamo; 100 personas perteneciente al Consejo Popular Ciudadamar del municipio Santiago de Cuba, provincia Santiago de Cuba y 100 personas perteneciente al Consejo Popular Siboney del municipio Santiago de Cuba, provincia Santiago de Cuba.

**Tabla 1. Características sociodemográficas de los entrevistados.**

Grupo etario	Sexo				Total	
	Femenino		Masculino			
	N	%	N	%	N	%
19-39	78	32,36	48	30,19	126	31,5
40-59	107	44,40	72	45,28	179	44,75
≥60	56	23,24	39	24,53	95	23,75
Total	241	100	159	100	400	100

Leyenda N: número de entrevistados.

Fuente: entrevista.

Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado en numerosas bibliografías como lo sugerido en la metodología TRAMIL que plantea que en la familia la persona ha encuestar es preferiblemente la madre esto refiere también que las mujeres se interesan más por las plantas que los hombres por el rol que siempre ha desempeñado la mujer en el cuidado de la familia, particularmente de los niños y los ancianos, así como de la casa (TRAMIL Requerimientos de encuestas, 2006).

En la investigación realizada predomina el grupo etario de 40-59, este grupo juega un rol importante en los conocimientos empíricos adquiridos, en el empleo que hacen de estas plantas para diversas dolencias y enfermedades.

Con relación al nivel de escolaridad terminado se observa un mayor porcentaje en el técnico medio y universitarios, los cuales representan el 43,98% y 22.04% del total de los encuestados, lo que se pone de manifiesto que existe un alto nivel de escolaridad en las zonas estudiadas a pesar de que las personas tienen que desplazarse largas distancias ya que solo existen centros de enseñanza hasta el nivel medio superior. Se evidenció un alto nivel cultural general integral, demostrado por el conocimiento sobre la medicina tradi-



cional en el mangle rojo, no así en la uva caleta. Ninguno de los entrevistados perteneció a la categoría sin nivel escolar, siendo este resultado esperado ya que en Cuba la educación es un derecho para todos y una obligación para los menores de edad (Ministerio de Educación, 2021).

Las especies en estudio son conocidas por el 100% de las personas entrevistadas. El 83% de ellas usa el mangle rojo para tratar problemas de salud y el 47% refiere usar la uva caleta con estos fines. Estos altos porcentajes indican de forma general que las especies que se investigan son conocidas por los pobladores. Esto se debe a que en estas zonas costeras existe una amplia cultura acerca de estas plantas medicinales, formando parte de la vida diaria de estas personas. El mangle rojo domina las partes más anegadas de los ecosistemas manglar y la zona intermareal, siendo una especie bien conocida (Ellison, Farnsworth y Moore, 2015). En Cuba, dada su condición de insularidad, el ecosistema de manglar tiene una gran trascendencia económica, ecológica y estratégica, que ocupa aproximadamente 5% de la superficie del país (Menéndez, Guzmán y Priego, 2022).

El hábitat natural la uva caleta son playas de la zona intertropical americana y el Caribe, siendo también muy conocida en la costa suroriental de Cuba (Tropicos.org, 2022).

En la tabla 2 muestran los usos más citados por los informantes. Se documentaron un total de 14 usos medicinales.

**Tabla 2. Usos medicinales que reportan los informantes.**

Usos medicinales reportados por los entrevistados	Uva caleta		Mangle rojo	
	N	%	N	%
Afecciones respiratorias	47	11,75	63	15,75
Cicatrizante	22	5,5	43	10,75
Antifúngico	49	12,25	52	13
Antiinflamatorio	17	4,25	0	0
Antiácido y antiulceroso	14	3,5	57	14,25
Infecciones urinarias	11	2,75	34	8,5
Diurético	0	0	10	2,5
Antidiarreico	120	30	162	40,5
Antipirético	0	0	2	0,5
Analgésico	8	2	33	8,25
Esteroides (Vitiligo)	0	0	8	2
Astringente	10	2,5	6	1,5
Antiviral	10	2,5	0	0
Antiséptico	12	3	0	0

**Leyenda N: número de entrevistados**

**Fuente: entrevista**

El mayor uso medicinal más reportado para ambas especies fue el uso como antidiarreico, el segundo mayor uso fue en afecciones respiratorias para el mangle y antifúngico para la uva caleta, como tercer uso más reportado para el mangle aparece antiácido y antiulceroso y en afecciones respiratorias para la uva caleta y como cuarto uso cicatrizante para la uva caleta y antifúngico para el mangle, también para el mangle fue significativo el número de personas que reconocen su acción cicatrizante.

Estos resultados son a nivel general, o sea cuando se computan las tres zonas de estudio, pero debemos señalar que para el Consejo Popular de Ciudadamar el mayor uso reportado para el mangle fue como antiácido y antiulceroso.

Los resultados obtenidos para el mangle rojo coinciden con lo reportado en bibliografías que refieren que esta planta posee propiedades etnofarmacológicas expresadas por el uso que la población les adjudica fundamentalmente a sus cortezas como astringente, hemostático, febrífugo, antifúngico, antiinflamatorio, antidiarreico; también se emplea contra la angina de pecho. Se incluye además dentro de las plantas americanas

con actividad antifúngica. Su corteza se emplea en forma de cocimiento para el tratamiento de enfermedades de la garganta y la tuberculosis. El cocimiento de la corteza y las raíces se usa en la curación de la lepra y el asma (Roig, 1988; Cáceres et. al, 1993; Menéndez y Prieto, 1994).

En el caso del uso de esta planta como antidiarreico, es muy lógico que resultara el más conocido por los entrevistados ya que esta es la indicación que aparece para el extracto fluido de la corteza de esta planta en el Formulario Nacional de Fitofármaco y Apifármaco (Ministerio de salud pública, 2014).

Numerosos autores han demostrado el efecto que ejercen los extractos acuosos y alcohólicos de hojas, tallos y raíces del mangle rojo sobre bacterias, hongos y levaduras (*Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas* y *Micoplasma*). También es conocido su uso como analgésico (Fondén, Delmás, Herrero y Torres, 2015; Sánchez, Armenteros y Varcárcel, 2000).

En caso del uso medicinal como cicatrizante para el mangle rojo los entrevistados refirieron usarlo en decocción para cicatrizar úlceras gástricas, coincidiendo con lo reportado por Regalado, Sánchez y Mancebo en 2016.

Para la uva caleta también existen reportes que avalan los usos atribuidos por los entrevistados. Se refiere que el té preparado con su hoja es usado para tratar la diarrea, la disentería y hasta algunas enfermedades venéreas, también con su semilla se trata la retención de la orina y favorece la menstruación. La infusión del tallo y las raíces ayudan a resolver problemas intestinales. La corteza, suave y de color marrón con fondo amarillento, tiene propiedades astringentes (Grosourdy, 2011).

Se usan las hojas en cocimiento para baños de las llagas y granos, también para la ronquera y el asma. Se usan la corteza y la raíz como astringente en la disentería y en baños contra las almorranas y para la picazón del cuerpo. La decocción de la corteza y la raíz es astringente, útil en diarrea y disentería. Las raíces son astringentes y la corteza se le atribuye propiedades febrífugas. Grosourdy le atribuye, además de las propiedades astringentes y febrífugas: hemostáticas, anti almorranas, antiblenorrágicas, derivadas de su condición de astringentes. Los baños de corteza son usados para tratar dermatosis, la decocción de la corteza para tratar la diarrea y la fiebre (Séne, Avril, Chaintreuil, Geoffroy, Ndiaye, Diédhiou et al., 2015).

La decocción de las hojas se usa para el dolor de cabeza y se usa la planta como antifúngica. La semilla se emplea como emenagogo y para retención de la orina. El fruto para el dolor de ojos. La planta completa por sus propiedades diaforéticas, diuréticas y estimulantes (Angulo, Rosero, Gonzales, 2012).

Determinación de los parámetros farmacognósticos de las hojas de las especies *Coccoloba uviera* L. y *Rhizophora mangle* L. según Norma Ramal de Salud Pública (NRSP 309)

Análisis macromorfológico (Macromorfología): Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado en la bibliografía para ambas especies.

#### **Uva caleta**

Flores: La uva de playa es dioica, con flores femeninas y masculinas apareciendo en árboles separados. Las inflorescencias racimosas terminales y laterales que presentan numerosas flores pequeñas y fragantes tienen una longitud de entre 10 y 23 cm. Las flores individuales son blanquecinas o blanco verduscas y miden 5 mm de diámetro. Las flores masculinas tienen un tubo basal (el hipantio) de 1.5 mm de largo que presenta cinco lóbulos del cáliz blancos, redondeados y esparcidos, ocho estambres unidos en su base y un pistilo rudimentario. Las flores femeninas consisten de un pistilo de mayor tamaño con un ovario de una sola célula, tres estilos y estambres no funcionales (estamenodios) (Gómez Veloz, 2002).

Fruto: Las frutas elípticas u ovaladas se encuentran en agrupaciones que se asemejan a los racimos de uvas. Las frutas individuales miden alrededor de 2 cm de diámetro y son de un color morado cuando maduras. Están compuestas de una sola semilla elíptica (aquenio) de alrededor de 1 cm de largo, rodeada por una pulpa comestible de sabor agrí dulce y una cubierta delgada y carnosa. El peso promedio para una muestra de frutas maduras recolectada es de 4.75 g por fruta (Food and Agriculture Organization, 1982). Copa / Hojas. Copa redondeada. Hojas alternas, tiesas y coriáceas, redondeadas o en forma de riñón, de 7 a 15 cm de largo por 10 a 20 cm de

ancho, láminas viradas verticalmente con el borde ligeramente curvo hacia abajo, glabras; haz verde azulado y envés verde pálido.

**Raíz:** En los suelos arenosos, la uva de playa típicamente produce una raíz pivotante profunda y robusta y numerosas raíces laterales delgadas y alambrosas con raíces alimentarias abundantes y finas. Las raíces finas forman una asociación simbiótica con las micorrizas ectotróficas.

**Tronco / Ramas.** Pocas ramas toscas, bajas y extendidas, gruesas y lisas. A veces se ramifica cerca de la base. De tronco múltiple cuando se poda y profusamente ramificado. Corteza. Externa de color gris, un tanto lisa y fina. En los troncos grandes se desprende en pequeñas escamas y luego se torna color blancuzco, moteado, gris claro o castaño claro. Interna de color castaño claro y amarga (Adams, 1972; Bisse, Johannes, 1981).

### **Mangle rojo**

Árbol o arbusto de hasta 20 m de altura. Diámetro de hasta 40 cm. Perennifolio. Copa redondeada y densa, presenta raíces aéreas. Es halófito. Corteza externa de color olivo pálido con manchas grises, pero si se raspa adquiere un color rojizo, dura, de textura lisa a rugosa, se desprende en escamas. Interna de color rojo intenso, granulosa. Grosor de 20 a 30 mm.

Hojas opuestas, simples, pecioladas, de 8 a 13 cm de largo por 4 a 5.5 cm de ancho, lisas, gruesas; haz verde oscuro y envés amarillento con puntos negros. Ramas apoyadas en numerosas raíces aéreas adventicias, con lenticelas. Inflorescencias simples, con 2 o 3 flores de color amarillo, pedúnculos de 3 a 5 cm. 4 sépalos, persistentes amarillos, gruesos, de 4.1 mm de ancho; 4 pétalos no persistentes, blancos o amarillentos en la base, de 2.6 de ancho, cáliz de 1.54 cm de diámetro.

**Fruto:** Baya de color pardo, piriforme, de 2 a 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho, cáliz persistente. Contiene una semilla vivípara que germina en su interior y produce un propágulo de unos 40 cm de largo. Semillas: una sola semilla germina en el interior del fruto (viviparidad) denominándose como propágulo. De color verde a pardo en la parte inferior, presenta numerosas lenticelas (Bernardi, 1959; Adams, 1972; Bisse, Johannes, 1981; Muñiz, Sandoval, Riosmena, Tovilla, Aguilar, López y Zeretuche, 2013).

### **Determinación de hojas ennegrecidas, materia orgánica extraña, materia inorgánica extraña, contenido de humedad y cenizas totales**

Se considera materia extraña a cualquier parte de la droga vegetal que no esté comprendida en la definición o en la descripción de la monografía correspondiente. Las drogas deben estar libres de hongos, de insectos y de otras contaminaciones de origen animal. Salvo que se indique lo contrario, el porcentaje de elementos extraños no debe ser superior al 2% m/m. La materia extraña de la droga se puede clasificar en tres tipos: (a) partes de organismos u organismos que provienen de las drogas, exceptuando aquellos incluidos en la definición y descripción de la droga, por encima del límite de tolerancia especificado en la monografía; (b) cualquier organismo, partes o productos de organismos no especificados en la definición y descripción de la droga, en su respectiva monografía; y (c) impurezas de naturaleza mineral u orgánica, relacionados con la droga (Ochoa, López y Colombat, 2002).

**Hojas ennegrecidas:** Este es un parámetro negativo que atenta contra la calidad de la droga. Esta determinación al igual que la de materia orgánica e inorgánica extraña es de gran interés para detectar aquellas partes de la droga que no corresponden a las exigencias que señala la literatura en cuanto a color, tamaño, estado y grado de pulverización, mezclas de otras partes de la planta o de otras plantas presencia de minerales como: tierra, piedras, arena y polvo, vidrio, metal y plástico o cualquier otro material extraño, estos pueden estar sueltos o adheridos al material vegetal y deben ser eliminados antes de que este sea molinado para posteriores análisis (Farmacopea MERCOSUR).

**Tabla 3. Determinación de hojas ennegrecidas, materia orgánica e inorgánica extraña y humedad residual**

Parámetros	Uva caleta			Mangle rojo		
	Siboney	Ciudamar	Imías	Siboney	Ciudamar	Imías
He (%)	2,2	2,9	1,8	2,4	3,1	1,9

MI (%)	0,413	1,020	0,4057	0,598	1,054	0,0905
Mo (%)	0,0912	0,843	0,0751	0,164	0,9250	0,0621
H (%)	12,15	12,53	11,84	11,95	11,91	11,04

Leyenda: HE, Hojas ennegrecidas. Mo: Materia orgánica; MI: Materia inorgánica, H: humedad residual

Fuente: Elaborada por los autores

Como se puede observar, para la determinación de hojas ennegrecidas se obtuvieron valores bajos para ambas especies, lo que indica que las plantas se encuentran en buen estado y las condiciones climáticas no influyen en este parámetro. El porcentaje de materia orgánica e inorgánica para ambas especies se encuentra por debajo de los límites establecidos para materia extraña (2%). Debemos señalar que los valores más altos se obtuvieron para las muestras tomadas en la zona cercana a la Bahía de Santiago (Ciudamar), estos resultados pudieran estar relacionados al hecho de que la Bahía de Santiago de Cuba es considerada por numerosos autores como la segunda más contaminada del país. Los vertimientos más agresivos aportan metales pesados, detergentes, líquidos orgánicos e inorgánicos, albañales e hidrocarburos. (Gómez, Larduet y Abrahantes, 2001; Milanés, 2003; Reyes, Sanz, Jústiz y Milanés, 2007; Morell, Beyris, Siboney, Costa, 2020).

La humedad residual es un parámetro de suma importancia para establecer la calidad de una droga vegetal. El incumplimiento del mismo puede generar contaminaciones con microorganismos y hongos, alteraciones en la composición química de la planta, entre otras. Los valores obtenidos para el contenido de humedad en las hojas de las especies se encontraron dentro del límite establecido en las normativas para las especies vegetales en general, entre 8 y 14 % (Miranda, M., y Cuellar, 2000).

Las cenizas totales son indicativas de la calidad del material vegetal con que se trabaja, y constituyen una base para juzgar la pureza e identidad de la droga, brindando información relativa a la presencia o posible adulteración con materias inorgánicas, cuerpos extraños que posea la planta, o la cantidad de estos elementos en su contenido. Por lo general, las cenizas totales se componen de carbonatos, fosfatos, sulfatos, silicatos y sílice. El método para la determinación de cenizas permite identificar rápidamente y de forma sencilla los materiales fisiológicos y no fisiológicos que contiene el vegetal. Ceniza fisiológica es aquella que proviene de los componentes minerales de la propia planta. Pero la planta puede contener materia extraña que se adhiere a ella por su contacto con el suelo y puede ser arena también (Kuklinski, 2000).

**Tabla 4. Determinación de cenizas totales y solubles en agua en las hojas de uva caleta y mangle rojo**

Parámetros	Uva caleta			Mangle rojo		
	Siboney	Ciudamar	Imías	Siboney	Ciudamar	Imías
Cenizas totales						
(%)	5,609	7,032	4,431	6,123	8,678	4,753
Cenizas solubles en agua (%)	1,365	2,754	1,005	1,506	2,119	0,948

Fuente: Elaborada por los autores

Los valores de cenizas totales obtenidos para las muestras de ambas especies recolectadas en las zonas de Siboney y Ciudamar se encuentran por encima de lo establecido, ya que estas no deben exceder el 5 % según Miranda y Cuellar (2001), no siendo así para los valores obtenidos en este estudio, por lo que se recomienda realizar la determinación del contenido de metales en la droga seca. Nuevamente los mayores valores obtenidos se refieren a las plantas colectadas en la zona de Ciudamar, lo que pudiera confirmar la teoría de que estas alteraciones se deben a la contaminación de esta zona. No obstante, otras bibliografías como La Real Farmacopea Española (2002) indica que el límite permitido para cenizas totales es hasta 12% y según la Farmacopea Británica las cenizas totales no deben exceder de 12 % para plantas medicinales.

Todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los rangos normales para las dos especies, esto da indicios de que las plantas en estas zonas se encuentran en buen estado de conservación. No se observó diferencias en la composición cualitativa de los extractos obtenidos de estas plantas para ninguna de las áreas de colecta, por lo que se informan de manera general para ambas especies vegetales.

**Tabla 5. Resultados del tamizaje fitoquímico**

Metabolitos	Ensayos	Extracto etanólico		Extracto acuoso	
		UC	MR	UC	MR
Alcaloides	Drayendorff	-	-	-	-
	Mayer	-	-	-	-
	Wagner	-	-	-	-
Triterpenos y Esteroides	Lieberman	+	+	N/R	N/R
	Solkowski	+	+	N/R	N/R
	Rosemheim	-	-	N/R	N/R
Quinonas	Borntrager	+++	+	N/R	N/R
Cumarinas	Baljet	+++	+	N/R	N/R
Aceites esenciales	C/papel blanco sin reactivo	-	-	-	-
Saponinas	Espuma	-	-	-	-
Azúcares reductores	Fehling	+	+	+	+
	Benedict	+	+	+	+
Fenoles y taninos	Cloruro férrico	+	+	+	+
Flavonoides	H2SO4	+	+	+	+
	Shinoda	+	+	+	+
	Álcalis	+	+	+	+
Mucílagos	Molish	N/R	N/R	+	+
Principios amargos y Astringentes	Sabor	N/R	N/R	+	+
Aminoácidos	Ninhidrina	+	+	+	+
Carbohidratos	Molish	N/R	N/R	+	+
Resinas	Resinas	-	-	N/R	N/R

**Leyenda:** UC (uva caleta), MR (mangle rojo), N/R (no se realiza), + (positivo), - (negativo)

**Fuente:** Elaborada por los autores

La tabla muestra los resultados del tamizaje fitoquímico de los extractos acuosos y alcohólico, obtenidos a partir de la droga previamente secada y pesada. Esta técnica está considerada como un parámetro de calidad, ya que permite verificar los principales metabolitos secundarios que pudieran estar presentes en las formulaciones obtenidas, y así poder atribuirle las actividades farmacológicas pertinentes a la planta.

Para la uva caleta, en el caso de los ensayos para determinar triterpenos y esteroides, dieron positivos los ensayos de Lieberman-Burchard y de Solkowski. En el primero de los casos se observaron dos fases, donde la inferior era verde oscuro; transcurridos unos 15 minutos de la reacción se tornó verde oscuro-negro, lo cual es un indicio de que existen cantidades importantes de estos compuestos. Lo anterior contrasta con la literatura científica consultada, donde existen incluso reportes de determinación y separación de dichos compuestos. En este mismo grupo de metabolitos, el ensayo de Rosenheim dio negativo, lo cual corrobora la no existencia de dienos nucleares (Campos, Ruiz, Guerrero, Ancona, 2015). Las quinonas dieron positivas e indicativas de la presencia de antraquinonas, coincidiendo con lo reportado en la literatura para la especie objeto de estudio (Malathi, Masilamani, Balasubramanian, Rao y Brindha, 1995).

De igual modo arrojó resultados positivos los ensayos de cumarinas. A pesar de que en la bibliografía consultada no existían reportes para este metabolito en específico, sí han logrado aislarse de diversas partes de la planta, incluyendo las hojas, compuestos químicos que presentan en su estructura agrupamientos lactónicos (estructura identificativa de las cumarinas). Cabe mencionar además que este tipo de metabolito presenta una elevada polaridad y capacidad de sublimación. Las saponinas resultaron positivas en todos los extractos, evidenciándose una espuma de más de 2 mm en cada tubo de ensayo que permaneció por más de 5 min debido



a que cuando están presentes en un extracto, son tensoactivas, y en particular el agua disminuye la tensión superficial de estas y forman una espuma jabonosa muy estable, por lo que se le acostumbra a llamar jabones biológicos. Su presencia en la especie estudiada resulta evidente en estudios realizados y constituyen glucósidos de esteroides o de triterpenoides, compuestos de destacada presencia en la planta (Ramos-Hernández, Calderón-Santoyo, Navarro-Ocaña, Barros-Castillo y Ragazzo Sánchez, 2018). Este resultado convierte a la especie en portadora de estos excelentes agentes emulsionantes. También presentan un sabor amargo y acre, razón que coincide con la determinación de principios amargos y astringentes presentes en el extracto.

Por otra parte, los azúcares reductores determinados a través de los ensayos de Fehling y Benedict, resultan en una evidencia positiva con la aparición de un precipitado rojo y rojo ladrillo respectivamente, lo que demuestra la presencia de dichos metabolitos en las hojas de la especie. De igual modo, resultó positivo el ensayo general para aminoácidos. Se han realizado estudios que demuestran la presencia de estos metabolitos en varios órganos de la planta (Marshall, 1939). En el caso de los fenoles y taninos resultaron positivos frente al ensayo de Cloruro Férrico, demostrando una coloración verde intensa, que indica la presencia del tipo pirocatecólicos. Este tipo de estructura está presente en compuestos como el ácido cafeico y el ácido gálico, este último reportado y aislado en estudios precedentes Moreno, Crescente, Henríquez, Liendo y Herrera, 2010).

Se reportan en estudios realizados 10 tipos de compuestos polifenólicos aislados de la planta, a los cuales se les asocia un notable poder como secuestrador de radicales libres (Shrivastava, Agrawal, y Patel, 2005). Los ensayos correspondientes a la identificación de flavonoides utilizando el ensayo de ácido sulfúrico concentrado fueron positivos para todos los extractos evidenciando una coloración amarillo intensa en el caso del extracto acuoso, indicando la presencia de flavonas y flavonoles, y una coloración anaranjada a guinda, característica de las flavanonas. Estos resultados coinciden con los reportes de diversas bibliografías que evidencian la presencia de compuestos con estructuras similares a la quercentina y el orobol (Du, Zheng y Xu, 2008). El ensayo de Shinoda evidenció un resultado positivo para todas las muestras, ratificando la presencia de estructuras tipo flavonol y flavona para los extractos acuosos y flavanonas para el extracto etanólico. En el caso de los ensayos con álcalis, en el extracto alcohólico se observó una coloración púrpura, indicando la presencia de quinonas, mientras que en el acuoso se obtuvo una coloración en el rango de amarillo-anaranjado indicando la presencia de flavonolas y flavonoles, los cuales corresponden a las estructuras de los compuestos señalados anteriormente (Shrivastava, Agrawal, y Patel, 2005).

El ensayo de Rosenheim se mostró positivo para todos los extractos, observándose una separación de fases y una coloración roja en la fase amilica, expresando la presencia de antocianinas. Los flavonoides, como las antocianinas se encuentran fundamentalmente en forma de glicósidos lo que les infiere una alta polaridad y solubilidad en agua (Farnsworth, 1966). La presencia de antocianinas en los extractos correspondientes se encuentra reportada en la literatura científica para la especie objeto de estudio (Fredes, Montenegro, Zoffoli, Santander y Paz, 2014). De manera general podría resumirse que los compuestos fenólicos constituyen el grupo de mayor relevancia

Se determinó en los extractos estudiados para el mangle rojo, la presencia de taninos, fundamentalmente taninos del tipo pirocatecólicos y flavonoides, estos últimos de acuerdo a los ensayos Shinoda obtuvieron una coloración amarillo y de tonalidades naranja indicando la presencia de flavonas y de isoflavonas. El ensayo con álcalis se obtuvo una coloración de naranja a roja indicando la presencia de calconas, este resultado coincide con lo obtenido en un estudio realizado *Rhizophora mangle* L. en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (Marroquín y Cruz, 2016) y otro realizado en Departamento de Química Farmacología Toxicología. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) en San José de las Lajas, Mayabeque donde se evidenció la presencia de estos metabolitos (Regalado A, Sánchez y Mancebo, 2016). Se evidenció además, la presencia de azúcares reductores.

## CONCLUSIONES

1. Los porcentajes sobre el uso y conocimiento de *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L. indican que ambas especies son conocidas y utilizadas por la población con fines medicinales, el mangle rojo resultó la especie más conocida por los entrevistados.
2. Los parámetros farmacognósticos analizados se encuentran dentro de los rangos establecidos para las dos especies, esto da indicios de que las plantas en estas zonas costeras se encuentran en buen estado de conservación y no han sido afectadas por el cambio climático.
3. La composición química cualitativa de las hojas de la especie *Coccoloba uvifera* L. que crece en Cuba, mostró la presencia de triterpenos y esteroides, saponinas, fenoles, taninos, quinonas, cumarinas, azúcares reductores, aminoácidos libres y flavonoides en los acuosos e hidroalcohólicos.
4. La evaluación de la composición química cualitativa de extractos de las hojas de la especie *Rhizophora mangle* L. reveló la presencia de taninos, flavonoides, triterpenos y esteroides, quinonas, cumarinas y azúcares reductores.
5. Los metabolitos secundarios detectados justifican los usos medicinales atribuidos a ambas especies.

## RECOMENDACIONES

1. Recomendamos teniendo en cuenta que los mayores valores de materias orgánicas e inorgánicas y cenizas totales para ambas especies se obtuvieron para las muestras recolectadas en la zona de Ciudadmar, realizar la determinación del contenido de metales en la droga seca, de esta manera se comprobará si la contaminación de las aguas de la bahía de Santiago influye en la obtención de estos resultados.
2. Que sea evaluado por los especialistas la disponibilidad de Uva caleta en estas zonas, que permita su utilización como materia prima para la elaboración de fitofármacos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administrative Division - Provinces and Municipalities». Citypopulation Cuba. 24 de julio de 2018. Disponible en: <https://www.citypopulation.de/php/cuba-admin.php>.
- Adams, C.D. Flowering plants of Jamaica. Mona, Jamaica: University of the West Indies. 1972; p848.
- Angulo AC, Rosero RR, Gonzales SI. (2012). Estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por los habitantes del corregimiento de Genoy, Municipio de Pasto, Colombia. Revista Universidad y Salud; 14(2):168-158.
- Anuario Estadístico de Cuba. Santiago en mí. Caracterización. Disponible en: <http://santiagoenmi.wordpress.com/about/caracterizacion/> Cuba: Edición 2022.
- Bernardi, A. L. Los manglares en América. Descripciones de árboles florestales. Venezuela. Venezuela. Boletim Informativo e Divulgativo n. 5. 1959.
- Beyra A, León M.C, Iglesias E, Ferrándiz D, Herrera R, Volpato G, Godínez D, Guimaraes M, Álvarez R. (2004). Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camagüey (Cuba). Anales del Jardín Botánico de Madrid.; 61(2): 185-204.
- Bisse, Johannes. 1981. Árboles de Cuba. Habana: Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Blumenthal M. The complete German Commission E monographs. Therapeutic Guide to Herbal Medicine. American Botanical Council, Austin, 1999.
- Bouchrane E. Uso tradicional de plantas medicinales como antiasmáticas y anticatarras en el municipio Santa Clara. Trabajo Diploma en opción al título de Licenciado en Ciencias Farmacéuticas, Santa Clara. 2014.
- British Pharmacopoeia Commission. British Pharmacopoeia. London: TSO; 2016.
- Cáceres A, Fletes L, Aguilar L, Ramirez O, Figueroa L, Taracena AM, Samayoa B. (1993). Plants used in Guatemala

- for the treatment of gastrointestinal disorders. Confirmation of activity against enterobacteria of 16 plants. *J Ethnopharmacol.*; 38: 31-38.
- Cáceres A, Fletes L, Aguilar L, Ramirez O, Figueroa L, Taracena AM, Samayoa B (1993). Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. Confirmation of activity against enterobacteria of 16 plants. *J Ethnopharmacol.*; 38: 31-38.
- Campos MS, Ruiz JR, Guerrero LC, Ancona DB. (2015). *Coccoloba uvifera* as a source of components with antioxidant activity. *Biotechnology of Bioactive Compounds: Sources and Applications*. 151. DOI: 10.1002/9781118733103.ch6
- Carapia-Carapia, L; Vidal García, F. *Etnobotánica: el estudio de la relación de las plantas con el hombre*. 2012. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/373-etnobotanica-el-estudio-de-la-relacion-de-las-plantas-con-el-hombre>
- Castro, C., Villa, N., Ramírez, S., & Mosso, C. (2014). Uso medicinal de plantas antidiabéticas en el legado etnobotánico oaxaqueño. *Universidad de la Sierra Sur. Oaxaca, México. Rev. Cubana de Plantas Medicinales*, 19 (1), 101-120.
- Chil Núñez, I., & Ramírez Evora, L.L. (2022). Caracterización etnobotánica de las especies *Coccoloba uvifera* L. y *Rhizophora mangle* L. en la costa suroriental de Cuba. *Orange Journal*, 4(8), 39-54.
- Clauss E.P, Tyler V.E. *Farmacognosia*. 2da Ed. Cuba. Edición Revolucionaria. 1985.
- Colectivo de autores. Trabajo investigativo Consejo Popular Ciudadamar. [https://www.ecured.cu/ciudamar\\_\(Santiago\\_de\\_Cuba\)#Sociedad](https://www.ecured.cu/ciudamar_(Santiago_de_Cuba)#Sociedad)
- Cuéllar AC. *Química de los Fármacos Naturales*. Departamento Ciencias Farmacéuticas. UH; 1983: 11-27.
- de Melo Richieri Sonia Maria. (2007). AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NOS MANGUES TROPICAIS. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 6.
- de-Farla, F., Alves, A., Luiz, A., Takayama, C., Dunder, R., da Silva, M., Salvador, M., Abdernur, P., Nogueira, M., Vilegas, W., Toma, W. & Monteiro, A (2012). Antioxidant action of mangrove polyphenols against gastric damage induced by absolute ethanol and ischemia-reperfusion in the rat. *The Scientific World Journal*, 1, 1-9.
- Du Q., Zheng, J. and Xu, Y. (2008). Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity, *Journal of Food Composition and Analysis*, vol.21, no.5, pp.390– 395.
- Ellison, A., Farnsworth, E. & Moore, G. *Rhizophora mangle* L. The IUCN Red List of Threatened Species. 2015: e.T178851A69024847.
- Farmacopea MERCOSUR: MERCOSUR/XLII SGT N° 11/P.RES N°\_/14 *Farmacognosia* disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/ACTA01-14/AGREGADO\\_XVI/P\\_Res\\_Farmacognosia\\_ES.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/ACTA01-14/AGREGADO_XVI/P_Res_Farmacognosia_ES.pdf)
- Farnsworth NR. (1966). Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Sciences*; 55(3), 262.
- Farnsworth NR. Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Sciences*; 55(3), 1966: 262
- Fondén VK; Delmás FA; Herrero PC; Torres NA. (2015). Eficacia de la crema de *Rhizophora mangle* L. al 50% en el tratamiento local de las quemaduras dérmicas AB. *Multimed.*; 19(2).
- Food and Agriculture Organization. 1982. Fruit-bearing forest trees: technical notes; p177.
- Fredes, C. Montenegro, G., Zoffoli, J. P Santander, F. and Paz Robert. P. (2014). Comparison of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of polyphenol rich fruits grown in Chile, *Ciencia e Investigación Agraria*, vol. 41,no.1,pp.49– 59.
- Gómez L, Larduet Y y Abrahantes N. (2001). CONTAMINACIÓN Y BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS. EL FITOPLANCTON DE LA BAHÍA DE SANTIAGO DE CUBA. *Rev. Invest. Mar.* 22(3):191-197.
- Gómez Veloz. Plant use knowledge of the Wikina Warao: The case for questionnaires in ethnobotany. In: Botany E, editor. 2002.
- González de la Cruz, M. La importancia de la etnobotánica en las investigaciones parasitológicas. 2012. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4185483#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20que%20se%20emplea,de%20plantas%20de%20usos%20antiparasitarias>
- Granda M, Fuentes V, Acosta L, Cabrera I. (1988). Sustancias biológicamente activas en: *Plantas medicinales I. La Habana: CIDA*; 4 -7.

- Grosourdy, R. El Médico Cotánico Criollo. Compendio de terapéutica vegetal de las Antillas. Editorial nuevo mundo; 2011: 404. ISBN: 978-1-4565-5940-3.
- Herrera, W. (1986). Clima de Costa Rica. EUNED. 118.
- Hidalgo D; Ricardi M; Gaviria JC; Estrada J. Contribución a la etnofarmacología de los páramos venezolanos. CIEN-CIA 1999; 7(1): 23-32.
- Houghton, JT. Callander, BA. y Varney, S. (2016). "Climate Change ": Supplementary report to the scientific evaluation of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge; 69-9.
- Kuklinski. Farmacognosia, estudio de las sustancias medicamentosas de origen natura, Barcelona, España, Omega. 2000.
- Lock OU. Métodos en el estudio de Productos Naturales. Pontificia universidad Católica del Perú, 1988: 91.
- Malathi S, Masilamani P, Balasubramanian V, Rao R, Brindha P. (1995). Constituents of Cocoloba uvifera leaves. Fitoterapia; 66(3).
- Marroquín N., Sully M. (2016). Actividad biológica y caracterización química de los extractos de las hojas y corteza de Rhizophora mangle L. Ciencia, Tecnología y Salud, 3(1), 2409-3459 (impreso). ISSN: 2410-6356 (electrónico).
- Marshall, R.C. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 1939 247 p
- Melgarejo L.M, García Ramírez C.B. Red de Estudios del Mundo Marino, Remar. Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- Menéndez L, Guzmán JM, Priego A. Manglares del Archipiélago Cubano: Aspectos Generales. Ecosistema de Manglar en el Archipiélago Cubano, La Habana, Cuba. 2022.
- Menéndez L, Prieto A. Los manglares de Cuba: ecología. Ecosistemas de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. School of Marine and Atmosphere Science, University of Miami and The Tinker Foundation, New York. 1994; 64-75.
- Menéndez, L. y Priego, A. (1994). Los manglares de Cuba: Ecología. En Suman, D. (ed.), El ecosistema de manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science & The Tinker Foundation. USA, 263.
- Milanés Batista, C. (2003). Análisis de fuentes contaminantes en la bahía de Santiago de Cuba, Centro de Ingeniería del Transporte del Oriente.
- Ministerio de Educación. XXVIII SEMINARIO NACIONAL DE ESCUELAS ASOCIADAS A LA UNESCO. 2021; disponible en: <https://www.mined.gob.cu/>
- Ministerio de salud pública. Formulario Nacional de Fitofármaco y Apifármaco. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2014.
- Miranda M. y Cuéllar A. Farmacognosia y Productos Naturales. 1ra Ed. Cuba (La Habana). Editorial Félix Varela. 2001.
- Miranda, M., y Cuellar, A. Manual de Prácticas de Laboratorio. Farmacognosia y Productos Naturales. La Habana: Editorial Félix Varela. 2000; 207-13.
- Morell-Bayard AC, Beyris Mazar AM, Siboney Bergues-garrido P, Costa-Acosta J. (2020). Revisión sistemática de los contaminantes en la Bahía de Santiago de Cuba. Ciencia en su PC. 1 (4), 30-44.
- Moreno Morales S, Crescente Vallejo O, Henríquez Guzmán W, Liendo Polanco G, Herrera Mata H. (2010). Three constituents with biological activity from Cocoloba uvifera seeds. Ciencia; 16(1).
- Muñiz Salaza, R., Sandoval Castro, E., Riosmena Rofriguez R., Tovilla Hernández, C., Aguilar May B., López Vivas J.M., Zeretuche Gonzalez J.A. (2013) El mangle rojo del Pacífico norte de México. CONABIO. Biodiversitas. 111:7-11. Recuperado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv111art2.pdf>
- Ochoa A, López T, Colombat M. Farmacognosia y Química de los productos naturales. Monografía. Cuba; 2002: p.14-15, 15-30.
- OMS. (2002). Estrategias de la OMS sobre la Medicina Tradicional 2002-2005. WHO/EDM/TRM/2002.1, Ginebra, Suiza.
- Peredo S; Barrera C. Usos etnobotánicos, estrategias de acción y transmisión cultural de los recursos vegetales en la

región del Maule, zona centro sur de Chile.

Pérez PY, Vásquez DM, Suárez LF, Rodríguez E. Baro Bou Y. (2009). Plantas anti /dermatofíticas utilizadas en comunidades costeras del municipio Guamá, Santiago de Cuba. *Etnobiología*. 56-62.

Ramos-Hernández J, Calderón-Santoyo M, Navarro-Ocaña A, Barros-Castillo J, Ragazzo Sánchez J. (2018). Use of emerging technologies in the extraction of lupeol,  $\alpha$ -amyrin and  $\beta$ -amyrin from sea grape (*Coccoloba uvifera* L.). *J Food Sci Tech Mys*. 55(7):2377-83. DOI: 10.1007/s13197-018-3152-8

Real Farmacopea Española: Publicada Por El Ministerio De Sanidad Y Consumo, Por Mandato De La Ley 25/1990, De 20 De Diciembre, Del Medicamento. 2a. ed. Madrid. Boletín Oficial del Estado, 2002.

Regalado A I., Sánchez Luz M., Mancebo B. (2016). *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo): Una especie con potencialidades de uso terapéutico. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*. 4 (1):1-17.

Reyes Yola, O; Sanz Amador, A; Jústiz Robert, N; Milanés Batista, C. (2007). EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LA BAHÍA SANTIAGUERA MEDIANTE EL “MAPINFO” Tecnología Química, XXVII ( 3), 39-44.

Rodríguez, H & De Martino, G. (1997). Inventario florístico de angiospermas y pteridofitas en la selva nublada cercana al edificio de la Estación Biológica de Rancho Grande del Parque Nacional Henri Pittier, estado Aragua, Venezuela. 7 (1-4), 7-151.

Roig JT. Medicinal, aromatic and dangerous plants from Cuba. Editorial Revolución y Progreso, La Habana. Cuba; 1974:745.

Roig, JT. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ed. Científico Técnica. La Habana. 1988: 839.

Sánchez LM, Armenteros M, Varcárcel L. (2000). Actividad antimicrobiana de los principales grupos químicos presentes en *Rhizophora mangle* L. *Rev Salud Anim.*; 22: 174-179.

Sánchez, J., Martínez, G., y Faure, R. (2011). Efecto protector de los polifenoles de *Rhizophora mangle* L. sobre el daño oxidativo a proteínas y ADN. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16 (1), 1-12.

Sánchez, L., Chávez, I., Macebo, B., y Lorenzo, R. (2008). Toxicidad agua y subaguda oral del extracto acuoso liofilizado de *Rhizophora mangle* L. en ratas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19, (1).

Schultes R.E. The importance of ethnobotany in environmental conservation. Harvard University, MS. USA.

Segura CR, Ruiz RJ, Chel GL, Betancur AD. (2015). *Coccoloba uvifera* (L.) (Polygonaceae). Phytochemical Screening and Potential Antioxidant Activity. *Journal of Chemistry*. 9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/534954>.

Séne S, Avril R, Chaintreuil C, Geoffroy A, Ndiaye C, Diédhiou AG, et al. ( 2015). Ectomycorrhizal fungal communities of *Coccoloba uvifera* L. mature trees and seedlings in the neotropical coastal forests of Guadeloupe (Lesser Antilles). *Mycorrhiza*; 25(7):547–59.

Sene S. Analyse de la diversité des symbiose sectomycorhiziennes du *Coccoloba uvifera* (L) en zonesd’ origine et en zonesd’ introduction. These de Doctorat. Universite Cheikh Anta Diop De Dakar. 2015:159 Disponible: [http:// isyeб.mnhn.fr/sites/isyeб/files/documents/manuscrittheseddoctoratseynabousen](http://isyeб.mnhn.fr/sites/isyeб/files/documents/manuscrittheseddoctoratseynabousen).

Shrivas, K. Agrawal, K. and Patel, D. K. (2005). A spectrophotometric determination of ascorbic acid, *Journal of the Chinese Chemical Society*, 52, 3, 503–506.

Tabloides de Plantas Medicinales “Universidad para Todos” Editorial Abril. 2004; 13-16

TRAMIL. Requerimientos de encuestas. Programa de investigación aplicada a la medicina popular del Caribe. Editorial TRAMIL; 2006; Disponible en: <http://www.tramil.net/TramilInfo.html>.

Tropicos.org. *Coccoloba uvifera* L. Missouri Botanical Garden. 2022. Disponible en: <https://www.missouribotanicalgarden.org/>.

Tropicos.org. *Coccoloba uvifera* L. Missouri Botanical Garden. 2022. Disponible en:<https://www.missouribotanicalgarden.org/>



## ANEXOS

### Anexo 1. Modelo de encuesta

Nombre de la Comunidad: \_\_\_\_\_

#### DATOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS DEL INFORMANTE:

SEXO: Masculino \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_

ESCOLARIDAD: 1. Sin estudios \_\_\_\_\_ 2. Primaria \_\_\_\_\_ 3. Secundaria \_\_\_\_\_ 4. Preuniversitaria \_\_\_\_\_  
Técnico \_\_\_\_\_ Universitario \_\_\_\_\_ 5 Otro \_\_\_\_\_

Trabaja: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Ocupación \_\_\_\_\_

1. ¿Usa las siguientes plantas con fines medicinales?

Uva caleta Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Mangle rojo Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

De las plantas mencionadas: ¿Qué parte de la planta utiliza? (Raíz, Hoja, Tallo, Flor, Fruto, Semilla, Planta entera, Corteza, otras partes.)

Uva caleta

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

Mangle rojo

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

2. Forma de preparación (Decocción, Infusión, Maceración, Otros):

Uva caleta

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

Mangle rojo

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

3. Vía de administración (nasal, dérmica, oral, rectal, vaginal, otras)

Uva caleta

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

Mangle rojo

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

4. En qué estado de la planta la utiliza (Fructificación, floración, vegetativo)

Uva caleta

1 _____	2 _____	3 _____	4 _____
5 _____	6 _____	7 _____	8 _____
10 _____	11 _____	12 _____	

10 \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_

Mangle rojo

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ 9 \_\_\_\_\_  
10 \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_

5. Afecciones para las que se utiliza

Uva caleta

Mangle rojo

6. Las propiedades de la planta la conoce por:

Experiencia personal \_\_\_\_\_ Por referencias \_\_\_\_\_

7. ¿Ha sentido alguna reacción anormal después del uso de la(s) planta(as) medicinal

Uva caleta Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_.

Mangle rojo Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_.

Sí la respuesta anterior es sí, mencionar la(s) reacción(es) anormal por cada planta

1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ 9 \_\_\_\_\_  
10 \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_

8. ¿Cómo toma usted el remedio? (dosificación)

En qué cantidad \_\_\_\_\_

Cuántas veces al día \_\_\_\_\_

9- ¿Durante qué tiempo la utilizó? (Duración del tratamiento)

a) \_\_\_\_ Un día b) \_\_\_\_ Menos de una semana c) \_\_\_\_ Más de una semana

d) \_\_\_\_ Un mes e) \_\_\_\_ Varios meses f) \_\_\_\_ Un año g) \_\_\_\_ Más de un año

10.- ¿Qué resultados obtuvo con su empleo?

a) \_\_\_\_ Mejoró b) \_\_\_\_ No mejoró c) \_\_\_\_ Empeoró

## **CAPÍTULO 5**

# **Formación de capacidades para la gestión del riesgo en el proceso de enfrentamiento al cambio climático en zonas costeras en el marco de los Objetivos Desarrollo Sostenible**

**Alexis Santiago Pérez Figueredo**

<https://orcid.org/0000-0003 3797 0513>

[alexis.figueredo@uo.edu.cu](mailto:alexis.figueredo@uo.edu.cu)

Universidad de Oriente

## **INTRODUCCIÓN**

Los programas de capacitación son una herramienta importante para promover el desarrollo sostenible, ya que pueden contribuir a la obtención de conocimientos y formación de habilidades necesarias para abordar los desafíos ambientales, económicos y sociales a los que se enfrenta el país. En este escenario tan complejo, la gestión del riesgo debe ser comprendida como un proceso permanente de planificación, toma de decisiones y promoción de acciones antes, durante y después de la ocurrencia de un evento o situación de emergencia que pudiera ocasionar daños y pérdidas. Su objetivo fundamental es la prevención por lo que la gestión de vulnerabilidades se convierte en su principal propósito a alcanzar.

A pesar de esta concepción son muchos los ejemplos que permiten constatar el predominio de un enfoque reactivo, que tiene diversas causas de origen, según el diagnóstico factico sobre el tema realizado por especialistas y estudiantes del Centro de Estudio Multidisciplinario de Zonas Costeras (CEMZOC) de la Universidad de Oriente, entre ellos vacíos existentes en la formación académica y profesional referidos a estos temas y la baja percepción del riesgo que aún persiste en actores y tomadores de decisiones. Debido a su cualidad estratégica la gestión del riesgo, no puede entenderse como una actividad que obedece a acciones aisladas o coyunturales, sino como un componente que se integra transversalmente en todas las dimensiones del desarrollo territorial y de las funciones de la dirección, por lo que debe formar parte del proceso de planificación y dirección estratégica tanto de las empresas como de los territorios.

Si se quiere alcanzar la sostenibilidad en el desarrollo de un territorio, de una empresa u organización, la gestión del riesgo debe integrar acciones destinadas a identificar, reducir o eliminar (en la medida de lo posible) los riesgos acumulados a lo largo del tiempo, así como evitar la generación de nuevos riesgos en las actividades futuras abordando las raíces del problema y no solo a sus síntomas. A finales de la década de 1980 grupos de científicos en todo el mundo comienzan a estudiar y analizar la relación entre los cambios en el clima que estarían asociados con las emisiones de CO<sub>2</sub> y de otros gases de efecto Invernadero (GEI) y los efectos adversos derivados de tales manifestaciones. (IPCC, 1994).

La influencia del cambio climático podría agravar la vulnerabilidad de millones de personas en todo el mundo, e incrementar el daño producido por los desastres en la medida en que sus medios de vida y otros recursos pueden ser impactados progresivamente a causa de variaciones en el clima capaces de alterar los ciclos agro-productivos, reducir significativamente la disponibilidad de agua para consumo humano o incre-

mentar la frecuencia o intensidad de los incendios forestales, la severidad de eventos hidrometeorológicos, sequías, entre otros. (IPCC, 1994).

El reconocimiento de las interacciones que se establecen entre las diferentes variables de la gestión de riesgos, permite discernir las posibles acciones de mitigación y adaptación ante los impactos al cambio climático, definiéndose un plan de acciones que contemple no sólo las situaciones contextuales sino, las estructurales referida a la organización y desempeño de los actores del desarrollo en el territorio, analizando los posibles eventos específicos o situaciones emergentes que podrían imponer un peligro a la sociedad o al medio ambiente relacionadas con los impactos del cambio climático en la localidad.

Según la evaluación realizada en el marco del “Programa Científico Técnico Nacional “Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano” (Paz, L.R. 2019), el clima de Cuba en la actualidad tiene un estado similar al proyectado por el IPCC para un efecto invernadero intensificado en la atmósfera terrestre acelerado por el impacto antropológico sobre el medio ambiente.

Respecto a la línea base 1961-1990, existe un incremento de la temperatura superficial promedio del aire de 0.9°C; un aumento de la temperatura mínima promedio en 1.9°C; una reducción significativa del rango diurno de la temperatura; una mayor frecuencia de sequías prolongadas y severas, especialmente en el verano, un aumento de las grandes precipitaciones en invierno y la reducción en un 10% de la precipitación anual, así como, el incremento de eventos hidrometeorológicos de mayor intensidad.

El pronóstico elaborado por especialistas del Instituto de Meteorología de Cuba y que son referentes en la fundamentación de la Tarea Vida (CITMA, 2017), vaticinan que para el 2050 se habrán producido transformaciones notables en el clima. Las magnitudes de la temperatura media anual pueden incrementarse paulatinamente, y con relación a las precipitaciones diferentes modelos indican la reducción de los totales anuales y otros anuncian incrementos notables. La elevación de la temperatura influirá en las modificaciones de los regímenes de las precipitaciones, con la reducción de los totales anuales que producirán sequías pronunciadas e incremento de la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales, procesos que afectarán la productividad de los ecosistemas naturales. (CITMA, 2017),

La plataforma insular cubana, y la manera como se relacionan los mares adyacentes a Cuba con el océano, sufrirán modificaciones significativas; entre ellas: modificación paulatina de las características físico-geográficas, hidrográficas e hidroclimáticas de la plataforma insular y de la línea de costa; reducción considerable de las áreas bajas del archipiélago y la desaparición de cayos; aumento de las fluctuaciones de la marea y de las variaciones no periódicas del nivel del mar, lo cual se incrementará durante eventos atmosféricos severos; retroceso de la costa hasta un máximo de 7 km y alteración en la distribución espacial de los sedimentos. (CITMA, 2017)

Detallan estos estudios que este escenario marino costero, combinado con la reducción de la precipitación, reforzará el déficit de disponibilidad potencial de agua dulce, por el impacto que tendrá en la intrusión marina en los acuíferos costeros. Un escenario probable en estos los acuíferos para el 2100, manteniendo el régimen actual de explotación, refleja que con un aumento del nivel medio del mar de hasta 87 cm y una reducción del 25% de la precipitación en el período húmedo, la intrusión salina en la dirección horizontal avanzaría entre 4 –5 km.

Esta situación implicaría la reducción significativa de la entrega de agua subterránea y en los acuíferos costeros poco potentes, podría representar su desaparición por la salinización definitiva de sus reservas. (CITMA, 2017). De igual manera la diversidad biológica, el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, además de la presión a que están sometidos por la intervención humana, sufrirán el golpe combinado de los escenarios climáticos, hidrológicos y marino costeros.

El incremento de la temperatura del aire; la disminución de la precipitación; el aumento de la salinidad del mar resultante de la disminución del escurrimiento de agua dulce hacia la plataforma y el retroceso de la línea de costa, gravitarán negativamente sobre todas las especies de la flora y la fauna. (CITMA, 2017)

Como parte de la Política Ambiental cubana para el enfrentamiento a los impactos del CC y en cumplimiento de los objetivos y lineamientos del Partido en la esfera ambiental, se aprobó en el 2017 por el Consejo de Ministro el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático: TAREA VIDA, para lo cual fueron implementados diferentes directrices de trabajo a escala nacional con su representación en todas las provincia del país, siendo seleccionadas áreas y ecosistemas de interés por las actuales afectaciones que presentan y las que se prevén como resultado del efecto del cambio climático actual.

Culminado el período 2016 – 2020, se impone un proceso de actualización y/o adecuación en el que, a través de direcciones estratégicas se encaucen acciones con un horizonte al 2030 teniendo en cuenta dos etapas (2021-2025) y (2026-2030). Hacia este objetivo se establecieron las proyecciones de la Tarea Vida (CITMA, 2021) para el periodo 2021-2025 que en sus objetivos 5 y 7 refrendan:

- Objetivo 5

Determinar las prioridades y acciones que deben acometerse para la reducción de las vulnerabilidades, el incremento de la resiliencia de los ecosistemas humanos y naturales; y realizar los cambios que demande la adaptación y la mitigación en los diferentes horizontes temporales que la ciencia considera.

- Objetivo 7

Fortalecer el conocimiento, la sensibilización, y la participación de la población ante los impactos negativos del cambio climático, que permita incrementar la resiliencia, la participación ciudadana, la equidad y la responsabilidad de la sociedad cubana.

En estas proyecciones se reconocen los vacíos y barreras que hoy existen identificando como líneas de acción prioritarias para esta etapa de trabajo, las siguientes:

- Fortalecimiento de la institucionalidad y la gobernanza climáticas, incluyendo el marco legal, las capacidades de gestión y los arreglos institucionales para el funcionamiento de la Tarea Vida.
- Perfeccionamiento de los planes nacionales y territoriales de adaptación y mitigación, con enfoque de género, en toda la estructura y escalas de la sociedad cubana, garantizando la inclusión de los resultados y recomendaciones de la ciencia;
- El enfoque integrado a nivel intersectorial y transectorial y la participación plena de la sociedad en la gobernanza climática, para lograr beneficios diferenciados según las prioridades sectoriales y territoriales, en el orden ambiental, económico y social.
- Fortalecimiento en correspondencia con los estudios de costo efectividad que se requieran- el empleo de las Soluciones Basadas en la Naturaleza, y la consideración del valor de los bienes y los servicios de los ecosistemas, en la implementación de estas Proyecciones, considerando también las interrelaciones con el “Decenio para la Restauración de los Ecosistemas”.
- Consolidación de un modelo inclusivo local para la gestión de los recursos naturales y el enfrentamiento al cambio climático.

Además, desde el punto de vista de la ciencia, se consideran prioritarias las siguientes líneas de acción específicas:

- Evaluación de los impactos del cambio climático y la formulación de propuestas de medidas de adaptación y mitigación.
- Fortalecer las investigaciones en el campo de las ciencias sociales, económicas y políticas; e integrarlas a los programas de ciencia relacionados con el cambio climático y al Plan de Estado, impulsando en la práctica la introducción de sus resultados y recomendaciones.
- Reducción del grado de las incertidumbres de las predicciones climáticas; de las evaluaciones de las amenazas y los riesgos; y la atribución de los impactos; para elevar la seguridad y eficacia en la toma de decisiones.
- Establecimiento de las metodologías que permitan la aplicación de las evaluaciones climáticas y sus



impactos a 10 años vista, para que sean más útiles al desarrollo socio económico del país, en el escenario del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) 2030.

- Seguimiento al cierre del ciclo de la investigación y que los principales resultados contribuyan efectivamente a la implementación del Plan de Estado.

De la misma forma según se expresa en las bases del PNDES hasta el 2030, en el objetivo específico del eje estratégico de Recursos Naturales y Medio Ambiente, se prevé “...la implementación eficaz y el cumplimiento de la Estrategia Ambiental Nacional”. (MEP, 2022).

En la fundamentación sobre el contexto internacional y nacional en el que debe transcurrir el desarrollo de esta estrategia se expresa, la convergencia con esta crisis ambiental, de importantes eventos asociados a los impactos del cambio climático y la COVID-19, resaltan la necesidad – a nivel mundial y nacional, con el apoyo de una sólida base científica, en políticas que contribuyan a impulsar la transición hacia un modelo socioeconómico que sea climáticamente neutro, resiliente y sostenible; lo que se ha denominado recuperación verde proponiendo una transformación estructural que integre la sostenibilidad ambiental en el núcleo del crecimiento económico.

Como parte de la actualización del marco legal y normativo de la Política Ambiental cubana, recientemente fue promulgada la Ley 150/2022, sobre el Sistema Nacional de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (Ley SNRNMA) que define entre sus objetivos:

- Potenciar el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación, en función de contribuir a la solución de los principales problemas ambientales y a una gestión más racional de los recursos naturales que incluye la actualización de la matriz productiva de acuerdo al modelo de desarrollo económico y social del país.
- Desarrollar el pensamiento crítico, la conciencia, la ética y la cultura ambiental, la participación y la responsabilidad ciudadana, en torno a los problemas del medio ambiente y su solución, a partir de la integración de lo ambiental en la educación, la capacitación, la divulgación y la información ambiental.

Para el cumplimiento de estos mandatorios del marco legal cubano en materia ambiental, es necesario el desarrollo de procesos de capacitación y formación de capacidades que sirvan como plataforma para la gestión y el logro de prácticas sostenibles amigables con el medio ambiente.

En este sentido es obvio la importancia que se le confiere a los procesos de capacitación para la formación de capacidades como un elementos clave en el Manejo Integrado Zonas Costero (MIZC), para promover buenas prácticas de las actividades que se desarrollan en la zona costera, mejorar la gestión de los recursos costeros y marinos, así como la calidad de vida de las personas que habitan en estas zonas asegurando la participación activa de las comunidades litorales en la toma de decisiones informadas relacionadas con la gestión de la zona costera, que permiten a las personas adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para implementar prácticas sostenibles en su vida diaria, en su trabajo y en la comunidad en la que viven.

En un modelo de desarrollo sostenible, los sistemas de capacitación juegan un papel crucial. Facilitan la formación de individuos y comunidades en prácticas y conocimientos esenciales para la conservación del medio ambiente. La capacitación puede tomar muchas formas, desde talleres y cursos formales hasta programas de tutoría, adiestramiento y capacitación en el puesto de trabajo. Algunos de los objetivos principales de los procesos de capacitación en los modelos de desarrollo sostenible son: (Núñez Paula, I 2019)

- Sensibilizar a las personas sobre los problemas ambientales y sociales que enfrenta el mundo y la importancia de abordarlos de manera sostenible.
- Desarrollar habilidades y conocimientos técnicos para implementar prácticas sostenibles en el trabajo, en el hogar y en la comunidad.
- Fomentar la colaboración y el trabajo en equipo para abordar los desafíos del desarrollo sostenible.
- Promover la innovación y la creatividad para encontrar soluciones sostenibles a los problemas ambientales y sociales.

- Evaluar y medir el impacto de las prácticas sostenibles implementadas.

En el proceso de implementación de los sistemas de capacitación en los modelos de desarrollo sostenible, es importante identificar las necesidades de capacitación, diseñar programas relevantes y efectivos, involucrar a los participantes, utilizar tecnología y herramientas innovadoras, para evaluar y mejorar continuamente los programas.

Para maximizar su impacto y sustentabilidad es necesario tener en cuenta la triada conocimiento, ética y gestión. La adquisición de conocimientos sólidos, constituyen la plataforma sobre la cual se potencian un sistema de valores relacionados con la responsabilidad, modo de actuación, trabajo en equipo, transparencia, honestidad, compromiso, entre otros valores que contribuyen la búsqueda de soluciones(gestión) ante los problemas que se enfrentan, promoviendo la colaboración y la participación comunitaria en la acción y el cambio de comportamiento en el mediano y a largo plazo. Otros elementos a tener en cuenta en el desarrollo de estos sistemas, es considerar la articulación con los distintos ODS y sus metas, los procesos inclusivos, el trabajo orientado al enfoque de género y de grupos vulnerables, por lo que es importante el uso de metodologías participativas que promuevan el desarrollo de buenas prácticas.

Los sistemas de capacitación contribuyen a la formación de individuos y comunidades en prácticas y conocimientos esenciales para la conservación del medio ambiente, son fundamentales para abordar los problemas ambientales actuales y buscar soluciones promoviendo un desarrollo más sostenible. Los principales desafíos en la implementación de los sistemas de capacitación se relacionan, entre otros, la insuficiencia de financiamiento, infraestructura y material didáctico, la resistencia al cambio por parte de entidades y otros actores del desarrollo, los vacíos existentes en los currículos y mallas docente de estos temas, entre otros elementos. (Martínez, V. 2020).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este proceso se partió del uso de la metodología científica, apoyado por el empleo de métodos específicos como la revisión documental y bibliográfica y de informes técnicos para indagar en la actualidad y trascendencia de estos estudios en las investigaciones realizadas, la revisión bibliográfica se dirigió a la actualización y profundización del estado del arte y tendencias, así como determinar la relación con los temas referidos a los Objetivos del Desarrollo Sostenible, la gestión de riesgos, el cambio climático y el manejo integrado de zonas costeras, lo que posibilitó realizar el análisis de contenidos, el uso de la modelación posibilitó establecer la lógica del trabajo a realizar estableciendo las etapas de este proceso.

La construcción de una representación con las palabras claves resultantes de la búsqueda bibliográfica, muestra gráficamente la relevancia del tema investigado y visualiza la coincidencia en el uso de conceptos que constituyen referentes y resultados de los estudios realizados, esta interpretación se complementó con un análisis más profundo de los resultados contextualizado al objetivo de la investigación. Figura 1.



**Figura 1. Palabras clave.**

**Fuente:** Autor.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potenciar cambios que contribuyan a modificar conductas o comportamientos para comprender mejor un proceso, buscando posibles soluciones constituye un reto en sí mismo. Cualquier propuesta de cambio en el comportamiento siempre desencadena reacciones de resistencia. Este propósito se complejiza aún más, cuando los escenarios que conforman el cambio se comportan de manera dinámica con un alto nivel de incertidumbre.

Si se quiere lograr un cambio profundo y sostenible en el tiempo, este esfuerzo requiere de una visión y un compromiso conjunto, que conduzca al reconocimiento del por qué es necesario el cambio y que beneficios tiene la solución de los problemas abordados. Lo cual conduce a un proceso que transita desde la sensibilización, la percepción y la formación de un conocimiento que constituye la plataforma para la sustentabilidad de la acción y su sostenibilidad en el tiempo. (Martínez, V. 2020). La operacionalización de esta acción constituye expresión no solo de una voluntad profesional sino de un acompañamiento político y social que conduce al sujeto de la acción a ser portador de una nueva capacidad que le permita reconocer no solo la necesidad del cambio, sino para que tiene que cambiar, como lo hace y como se adapta a esta nueva situación.

En el contexto del cambio climático, constituye una prioridad que las personas comprendan no solo que es el cambio climático sino, como los afectará en el orden personal, en el territorio donde vive, los efectos que tendrá sobre la comunidad y como puede enfrentar estos impactos, pero sobre todo que aprenda una nueva capacidad de convivir con el cambio climático para poder adaptarse y sobrevivir a sus efectos.

El desarrollo de capacidades es necesario para construir y mantener las habilidades de personas, las organizaciones y las comunidades para manejar por sí mismas y de manera exitosa sus propios riesgos ante el cambio climático. Esto requiere no sólo la formación y la asistencia técnica especializada, sino también, el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades y las personas para reconocer y reducir los riesgos en sus localidades potenciando capacidades de resiliencia intrínsecas del sistema económico, social y político de estas comunidades que le permita asimilar la transferencia de tecnología, intercambio de información, desarrollo de redes, habilidades de gestión, vínculos profesionales y otros recursos. (Martínez, V. 2020)

Dentro del enfoque de la Reducción de Riesgo de Desastres (RRD), el desarrollo de capacidades se entiende como “los esfuerzos dirigidos al desarrollo de habilidades humanas o infraestructuras sociales, dentro de una comunidad u organización, necesarios para reducir el nivel del riesgo. En términos generales, el desarrollo de capacidad también incluye, entre otros, el acrecentamiento de recursos institucionales, financieros y políticos, tales como la tecnología para diversos niveles y sectores de la sociedad (UNDRR, 1990)

El Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) ha identificado diversas brechas en cuanto a los conocimientos e información, sobre todo en lo relativo a las percepciones, las respuestas ante el riesgo y las incertidumbres y en este sentido se destaca la necesidad de la formación de capacidades que permitan potenciar niveles de respuestas para la toma de decisiones y la aplicación de políticas. Se hace énfasis en las herramientas de decisión informadas para mejorar la caracterización de la probabilidad de eventos extremos y el examen de su impacto en el diseño de las políticas.

También se destaca, en cuanto a la gestión del riesgo de la incertidumbre y el aprendizaje, la necesidad de avanzar en la integración del análisis de los efectos de las decisiones de política, tales como la mitigación y la adaptación (IPCC, 2014). El desarrollo de capacidades es esencial en el trabajo de acompañamiento a las personas y organizaciones en un proceso tan importante para la sociedad como es la adaptación a los posibles impactos del cambio climático con un enfoque inclusivo que tenga en cuenta las necesidades de los grupos vulnerables.

En 1990, se formula por primera vez el concepto de desarrollo humano en el primer Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD y en 2010, se reformula haciendo referencia a la dimensión social del desarrollo. Esta cuestión de la dimensión social o colectiva del desarrollo es clave a la hora de abordar el enfoque de las capacidades.

Según esta definición las personas son a la vez beneficiarias y agentes motivadores del desarrollo humano, como individuos y colectivamente”. Esto indica que el enfoque de desarrollo humano ha evolucionado al tener en cuenta no solamente la dimensión individual del desarrollo, sino también la social o colectiva siendo esencial tenerla presente a la hora de abordar el tema de las capacidades.

En este nuevo planteamiento, el desarrollo humano se vincula con los tres componentes de las capacidades que aborda el (PNUD, 2010)

- Bienestar: ampliar las libertades reales de la gente para que puedan prosperar. Este elemento se vincula con la ampliación de las oportunidades.
- Empoderamiento y agencia: permitir la acción de personas y grupos para llegar a resultados valorables.
- Justicia: ampliar la equidad, preservar los resultados en el tiempo y respetar los derechos humanos y otros objetivos planteados por la sociedad. Estos tres principios clave de justicia dan forma a los resultados en la gente, en el tiempo y en el espacio.

### **El manejo integrado costero como herramienta para el cumplimiento de los objetivos y metas de la Agenda 2030.**

El manejo integrado costero (MIZC) es un enfoque de gestión que busca integrar las necesidades y demandas de las diferentes actividades humanas en la zona costera con la protección y conservación del medio ambiente marino y costero. Este enfoque se basa en la comprensión de que las actividades humanas en la zona costera están interconectadas y que es necesario tomar en cuenta los efectos acumulativos de dichas actividades en el medio ambiente.

El MIZC implica la colaboración entre los diferentes sectores y actores involucrados en la gestión de la zona costera, incluyendo a los gobiernos locales, los pescadores, los turistas, las comunidades locales, las empresas y los grupos de la sociedad civil. También se enfoca en la participación activa de las comunidades locales y los grupos de interés en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de la zona costera.

Así mismo, puede contribuir significativamente al cumplimiento de los objetivos y metas de la Agenda 2030, ya que este enfoque promueve la gestión sostenible y la protección de los recursos costeros y marinos, lo que es esencial para lograr un futuro sostenible. Los objetivos y metas de los ODS en cuyo cumplimiento puede contribuir el MIZC son:

- Objetivo 2: Hambre cero: El MIZC puede contribuir a la seguridad alimentaria al apoyar la acuicultura y la pesca sostenibles, lo que es esencial para el logro este Objetivo.
- Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento: El MIZC puede ayudar a proteger los ecosistemas costeros y marinos, que son esenciales para la gestión sostenible del agua dulce y la protección de la calidad del agua.
- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles: El MIZC puede contribuir a la gestión sostenible de las zonas costeras urbanas contribuyendo al desarrollo de comunidades resilientes.
- Objetivo 14: Vida submarina: El MIZC puede contribuir a la conservación y uso sostenible de los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, y a la protección de la biodiversidad en los ecosistemas marinos costeros
- Objetivo 13: Acción por el clima: El MIZC puede ayudar a reducir la vulnerabilidad de las zonas costeras al cambio climático y a promover la adaptación al mismo, potenciando la gestión de riesgos en estas comunidades costeras.

Además, el MIZC puede contribuir a prevenir y a la solución de conflictos entre los diferentes sectores y actores que compiten por los recursos de la zona costera, y promover una gestión más eficiente y efectiva de dichos recursos y sus usos.

El manejo integrado de zonas costeras también puede contribuir al desarrollo económico sostenible de las comunidades costeras. Al promover prácticas sostenibles en la gestión de los recursos costeros y marinos

puede ayudar a proteger los ecosistemas y los recursos naturales a largo plazo, lo que a su vez puede beneficiar a las industrias pesqueras, turísticas y de transporte marítimo que dependen de dichos recursos.

La implementación de los elementos del MIZC puede promover la creación de empleos y el desarrollo económico inclusivo en las comunidades costeras, al fomentar la participación activa de las comunidades locales en la gestión de la zona costera. Esto puede incluir la promoción de la pesca artesanal, el turismo ecológico y la conservación de la biodiversidad, entre otras actividades.

Otro ámbito de actuación es en la gestión adecuada de los desechos y la contaminación puede prevenir la propagación de enfermedades y para mejorar la seguridad alimentaria contribuyendo a la reducción de la pobreza y la desigualdad en las comunidades costeras. Al promover prácticas sostenibles en la gestión de los recursos costeros y marinos, el MIZC puede ayudar a garantizar que los beneficios económicos y sociales de dichos recursos sean compartidos de manera justa y equitativa entre todas las partes interesadas.

Teniendo en cuenta el Decálogo de IBERMAR, el MIZC puede promover el desarrollo e implementación de políticas públicas dirigidas a promover la inclusión social y la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de la zona costera. Esto puede incluir la consulta y el diálogo con los pescadores y las comunidades locales en la definición de políticas y estrategias de gestión, lo que puede ayudar a garantizar que sus necesidades y perspectivas sean tomadas en cuenta. (IBERMAR, 2008).

En este ámbito de análisis el MIZC también puede ayudar a preservar las culturas y tradiciones locales en las comunidades costeras, al promover la gestión sostenible de los recursos naturales que son esenciales para su modo de vida. Esto puede incluir la promoción de prácticas pesqueras tradicionales y la conservación de sitios culturales y patrimonio cultural relacionados con la zona costera.

Otro aspecto que puede ser favorecido es el campo de la Educación y la sensibilización ambiental en las comunidades costeras, al promover la gestión sostenible de los recursos costeros y marinos, fomentando la comprensión, importancia y la valoración de la conservación y protección de los ecosistemas marinos y costeros para el bienestar humano.

Para el desarrollo de los procesos de capacitación en materia ambiental en las zonas costeras en el marco de los ODS se puede partir de la siguiente modelación. Figura 2.

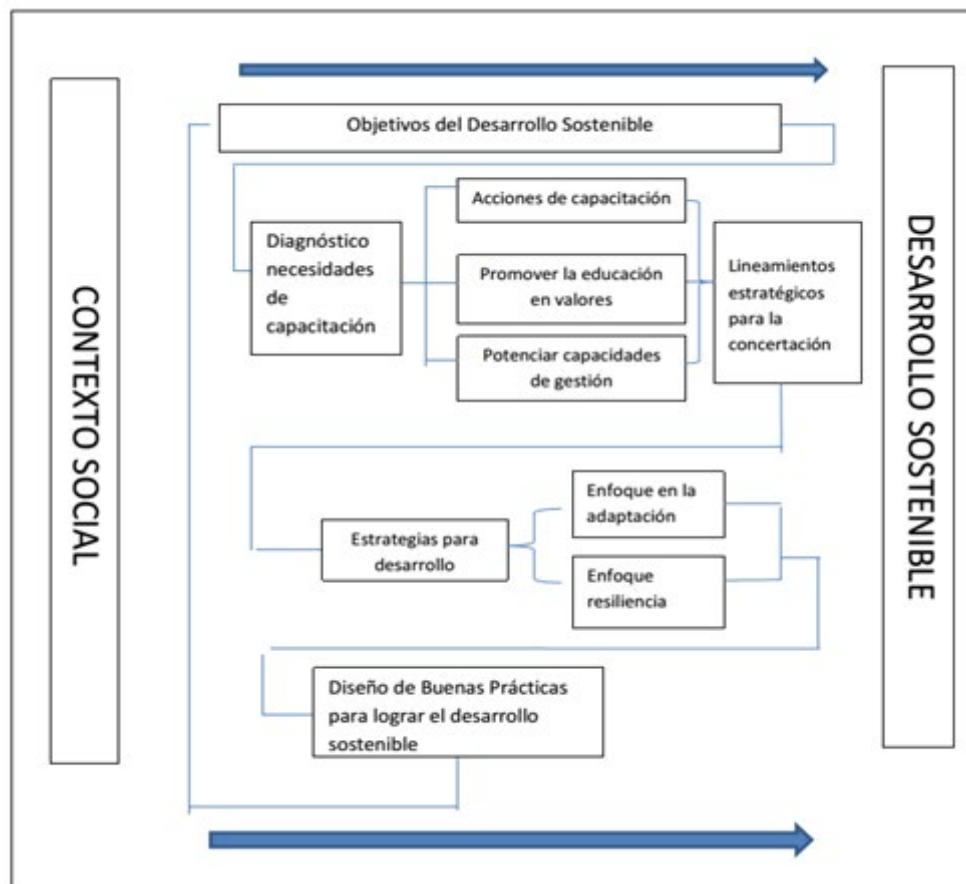
En la lógica para la implementación del modelo es necesario identificar las necesidades de capacitación que en materia ambiental tienen los actores y tomadores de decisión implicados en este proceso, ubicando de esta manera el contexto social, seguidamente y como parte de una primera etapa dirigida a la sensibilización se hace una evaluación de la calidad ambiental del entorno, que considera la actualización de la línea base ambiental, la construcción del perfil de los impactos del cambio climático y la construcción del mapa de riesgo. Estas acciones en su conjunto deben conducir a elevar la percepción del riesgo ante el cambio climático.

Una segunda etapa estará dirigida al entrenamiento o adiestramiento teniendo como objetivo la formación de capacidades para el enfrentamiento a los impactos del cambio climático conduciendo a la formulación de acciones con enfoque en la adaptación o la mitigación según corresponda.

En una tercera etapa de Transformación se posesiona en la actitud de individuo de enfrentar el evento del cambio climático, resistir sus impactos y luego recuperase del mismo evidenciando un nivel de capacidad de respuesta y la disposición al desarrollo de buenas practica de gestión. La concepción del modelo expresa los procesos necesarios de retroalimentación de cerrar ciclos en sus diferentes etapas.

**Como salida de este modelo el Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras de la Universidad de Oriente, trazó un plan de acciones de capacitación y posgrado encaminado a potenciar en los procesos sustantivos de la Universidad, pregrado, postgrado y extensión, el tratamiento de estos temas.**





**Figura 2. Modelación seguida en el proceso de capacitación.**

Fuente: Elaboración propia.

Este plan articulado en un sistema de acciones continuas de enseñanza contempló el desarrollo de conferencias temáticas y especializadas, seminarios, talleres, cursos, diplomado y maestría. Los impactos de las acciones realizadas se analizan por ejemplo en la ejecución del plan de posgrado académico, superación profesional y capacitación para el año 2022 que respondió a las prioridades del país y el territorio. Acorde con el modelo de formación continua de la Educación Superior cubana (Resolución No. 138/19) y el Reglamento de la Educación de Posgrado de la República de Cuba (Resolución No. 140/19) se inserta en los Objetivos de trabajo para el año 2022 y en la Proyección Estratégica de la Universidad para la formación de los recursos humanos en los sectores estratégicos en el territorio en temas vinculados a la visión y misión del centro.

En el pregrado se diseñaron cursos optativos y electivos para las tres carreras de la Facultad de Construcciones y la comunidad universitaria. En este sentido se han impartido cursos en las carreras de Arquitectura, Ingeniería Civil y la de Ingeniería Hidráulica.

- Carrera Arquitectura. Cursos: Patrimonio costero, Ciudades resilientes y cambio climático, ordenamiento marino costero
- Carrera Ingeniería Civil. Cursos: Ciudades resilientes y Educación ambiental para la sostenibilidad

En el proceso de Extensión se han realizado cursos y talleres con empresas constructoras y asociaciones profesionales de conjunto con la Catedra de Medio Ambiente de la Universidad de Oriente, estos cursos y talleres fueron impartidos sobre gestión de riesgos ante el cambio climático y el cambio climático y su impacto en la salud humana.

Carrera Arquitectura. Curso: Cambio climático y desarrollo sostenible

Carrera Ingeniería Civil. Curso: Cambio climático y desarrollo sostenible

Cátedra del adulto Mayor. Curso: Cambio climático su impacto en la salud del adulto mayor.

En el proceso de posgrado se han realizado cursos entrenamiento, talleres, conferencias especializadas, impartición de un programa de diplomado y de un programa de maestría.

El análisis del informe sobre los resultados del Plan de Postgrado del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras, del año 2022 (CEMZOC, 2022) demuestra la dinámica actividad desarrollada al impartirse un total de 29 cursos, distribuidos en 4 cursos correspondientes al plan previsto para el presente año, 7 cursos de la “Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras” (MIZC), 6 curso del Diplomado “Formación de capacidades para la gestión del riesgo en el proceso de enfrentamiento al cambio climático” y 4 cursos extra plan que dan respuesta a solicitudes especiales realizadas al centro, 3 cursos en la Maestría y Doctorado en Desarrollo Sostenible de la Universidad de la Costa, Colombia; 1 curso correspondiente al programa de Maestría Pensamiento Martiano y Ciencias Sociales, 1 curso en el Diplomado “Fundamentos para la implementación del Sistema de Innovación Agropecuaria Local” perteneciente a la Especialidad de Posgrado “Sistema de Innovación Agropecuaria Local”, 3 webinars internacionales. En la etapa, el centro ha superado un total de 635 profesionales, de los cuales 126 son profesionales internacionales. (CEMZOC, 2022). Figura 3.

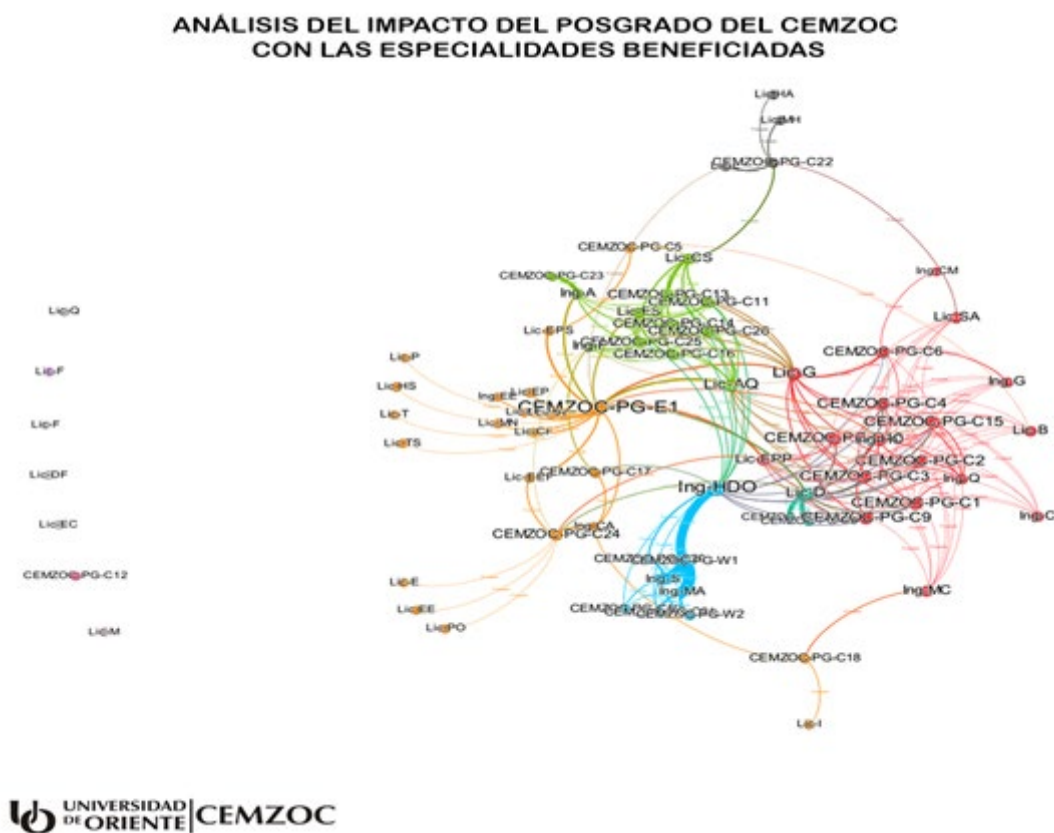


Figura 3. Análisis del patrón de relaciones del Posgrado con diversas especialidades.

Fuente: CEMZOC, 2023

Por ser las figuras del postgrado de mayor relevancia se destacan aspectos relativos al Programa de Excelencia de la Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras y el Diplomado para la Formación de capacidades en el enfrentamiento al cambio climático.

### Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)

La VII Edición del programa responde a las demandas de superación posgraduada la región oriental de Cuba. Sus estudiantes proceden de las provincias: Santiago de Cuba, Camagüey y Guantánamo. En total este programa ha graduado 118 máster en Manejo Integrado Costero, beneficiando con ello la formación de profesionales

de GeoCuba, Geominera Oriente, Flora y Fauna, CITMA, BIOECO, Administración Portuaria, El Puerto Guillermo Moncada, Termoeléctrica Rente y la propia Universidad de Oriente.

El Comité Académico, en virtud de las indicaciones del MES y cumpliendo lo indicado en el Reglamento de la Educación de Posgrado de la República de Cuba, así como la Resolución No. 140/19 del MES, realizó el perfeccionamiento del Programa cuyas modificaciones están refrendadas en los acuerdos No. 7-20012020-VII, 8-10022020-VII y 910022020-VII del Comité Académico y amparadas en la Resolución Rectoral No. 152/2020 del 4 de marzo de 2020.

El Comité Académico ha continuado trabajando en este período en el perfeccionamiento del mismo para que el programa sea evaluado por expertos de la AUIP.

### **Diplomado “Formación de capacidades para la gestión del riesgo en el proceso de enfrentamiento al cambio climático”**

Este programa de superación profesional tiene como objetivo general: contribuir a la formación de capacidades en tomadores de decisiones y actores del desarrollo en ecosistemas costeros de la Región Oriental de Cuba potenciando la gestión de riesgos en el proceso de enfrentamiento a los impactos del cambio climático, favoreciendo el diseño de acciones de mitigación y adaptación a escala local en el marco de la implementación de la Tarea Vida y su proyección para los años 2023-2025.

Hasta el presente curso, con la graduación de su IV Edición, se han graduado 34 profesionales de diversas empresas del territorio que se resumen a continuación: Centro Oriental de Ecosistema y Biodiversidad, Universidad de Oriente, Empresa GEOCUBA Oriente Sur, Oficina de Regulación y Seguridad Ambiental, Empresa Forestal Gran Piedra Baconao.

En el período que se evalúa, el centro ha mostrado una elevada relación con diversos programas académicos y científicos tanto dentro como fuera de la Universidad, lo que evidencia la multidisciplinariedad de sus investigadores en las diversas colaboraciones. con 17 programas de doctorado, maestrías, diplomados y especialidades en diversas áreas del conocimiento; de ellos, se destacan con mayor interacción, el Doctorado en Ciencias Ambientales y el Doctorado en Ciencias de la Educación. (CEMZOC,2022)

Contribución de la formación de posgrado a ejes estratégicos y ODS en correspondencia con el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030 (PNDES 2030).

- Las opciones de posgrado del centro, están alineadas con los ejes estratégicos que conforman el núcleo de la definición general de la propuesta de desarrollo económico y social del país hasta el 2030, y poseen un carácter transversal por su impacto en todos los ámbitos y la estrecha interrelación que se establece entre ellos.
- Los contenidos de los cursos impartidos por el centro, están estrechamente vinculados a los 17 ODS, los que, al mismo tiempo están implícitos en cada uno de los ejes estratégicos, siendo los ejes estratégicos 1, 4 y 5 los más representativos en esta etapa. Figura 4.

Ejes estratégicos	ODS	
Eje 1 Gobierno socialista, eficaz	16 GOBIERNO JUSTO Y EFICAZ	17 PAZ Y JUSTICIA SOCIAL
Eje 4 Potencial humano, ciencia y tecnología	4 EDUCACIÓN DE CALIDAD	6 AGUA LIMPIA Y ENERGÍA ADECUADA
	11 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA	13 ENERGÍA LIMPIA Y ACCESIBLE
Eje 5 Recursos naturales y medio ambiente	13 ENERGÍA LIMPIA Y ACCESIBLE	14 VIDA SUBMARINA
	14 VIDA SUBMARINA	15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

**Figura 4. Orientación de la actividad de posgrado del CEMZOC con los ejes estratégicos y ODS.**

Fuente: CEMZOC, 2023.

En la siguiente tabla se muestra cómo se expresan e interrelacionan los cursos ofertados por el centro, con los ejes estratégicos del PNDES y los ODS. Tabla 1.

Tabla 1. Relación de cursos ofertados por el CEMZOC en vínculo con ejes estratégicos y ODS

Componentes y Procesos Naturales en Zonas Costeras (MIZC)	4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Cuestiones Jurídicas en el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Desarrollo local y objetivos de desarrollo sostenible en zonas costeras (Extra)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Entrenamiento “Gestión de publicaciones científicas de alto impacto” (Extra)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Estadística en el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Redacción Científica	4	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Introducción a los Sistemas de Información Geográfico. QGIS	4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Régimen jurídico del mar	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Derecho ambiental internacional (Extra)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Temas actuales en el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Gestión integrada de riesgo costero (MIZC)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
El cambio climático, retos y estrategias para su enfrentamiento (Diplomado)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Herramientas informáticas en el proceso de formación científica (Extra)	4	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
La gestión del riesgo ante el CC en las estrategias del desarrollo local (Diplomado)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Marco jurídico y normativo para el enfrentamiento al cambio climático (Diplomado)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
La gestión del riesgo en las estrategias del desarrollo local (MIZC)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Gestión ambiental empresarial en el contexto del CC (Diplomado)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Técnicas y habilidades de negociación (MIZC) (Optativo)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Tecnologías innovadoras para entornos virtuales de aprendizaje	4	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Gestión de riesgo de desastres (Doctorado Colombia)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Cambio Climático y desarrollo sostenible (Maestría Colombia)	1, 4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17
Problemas Globales y desarrollo Sostenible (Maestría Colombia)	4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Trabajo Social y Comunidades (Maestría en Pensamiento Martiano y Ciencias Sociales)	4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17
Ciencia ciudadana para enfrentar los desafíos del cambio climático (Webinar internacional)	4 y 5	4, 6, 11, 13, 14, 15, 17

Fuente: CEMZOC, 2023.

Se reconocen como logros:

- Se logra una mayor visualización de las ofertas de posgrado del centro, a través de diversos canales de comunicación (Sitio del centro, Redes Sociales, Poster promocionales).
- Se implementa un nuevo sistema de inscripción para curso de posgrado en línea, lo que permite un mayor control de los matriculados y un mejor procesamiento estadístico de los resultados de los cursos.
- Se alcanza una mayor multidisciplinariedad en los cursistas participantes en las opciones de superación del centro.
- Independientemente de los resultados analizados, se han identificados las siguientes deficiencias que constituyen lineamientos para el plan de mejora:
- Limitaciones en infraestructura tecnológica de avanzada para poder ofertar opciones de superación en la modalidad a distancia.
- No se evidencian avances en el montaje de los cursos en el entorno virtual de aprendizaje en línea de la universidad para cursos de posgrado.
- No se logran la totalidad de las inscripciones en el “Formulario de inscripción para curso de posgrado en línea” diseñado por el centro, lo que limita el control y procesamiento estadístico de los mismos.

## CONCLUSIONES.

El desarrollo de acciones de capacitación orientadas a la gestión de riesgos y al enfrentamiento a los impactos del cambio climático en las zonas costeras, constituye uno de los ejes transversales que desarrolla el Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC), desarrollando diferentes modalidades en los diferentes procesos sustantivos de la universidad, apoyado en el dominio y profesionalidad demostrada de su claustro de profesores.

Otras acciones desarrolladas por este centro, relacionadas con la capacitación y el asesoramiento en la formación de los recursos humanos del territorio en materia ambiental ha sido la constitución de Redes Académicas y Profesionales, de mecanismos de coordinación de acciones de posgrados y la participación en grupos y comités asesores del Gobierno que han contribuido a vincular el trabajo desarrollado alineado con la Agenda 2030.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEMZOC, 2022. Informe sobre los resultados del Plan de Postgrado del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras, del año 2022. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- CITMA, 2017. Plan de Estado para el enfrentamiento al CC: Tarea Vida. Editorial AMA. La Habana.
- CITMA, 2021. Proyecciones de la Tarea Vida para el periodo 2021-2025. R59/2022. Editorial AMA. La Habana
- IBERMAR, 2008. Manual de trabajo: Decálogo para el MIZC. Cádiz
- IPCC 2014. Informe AR5, GT-III, Cap. 2I. SBN: 92-9169-414-2. [www.ipcc-wg2.gov/AR5](http://www.ipcc-wg2.gov/AR5) en el sitio web del IPCC [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- IPCC, 1994. Cambio Climático: Las evaluaciones e informes del IPCC de 1990. 2da edición. Impreso en Canadá. ISBN: 0-662-02218 -1
- Martínez de la Vega, V. et al 2020. Sistema de capacitación en educación ambiental para el desarrollo sostenible del turismo en Villa Clara, Cuba. ECA Sinergia, vol. 11, núm. 2, pp. 131-154, DOI: [https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v11i2.2441](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v11i2.2441)
- MEP, 2022. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) 2030, R/M57-2022
- MES, 2019. El modelo de formación continua de la Educación Superior cubana (Resolución No. 138/19) y el Regla-



mento de la Educación de Posgrado de la República de Cuba (Resolución No. 140/19)

Núñez Paula, I. 2019. Educación para el desarrollo sostenible: hacia una visión sociopedagógica. Controversias y Concurrencias Latinoamericanas vol. 11, núm. 19,

Paz, L.R. 2019. El cambio climático y la evolución de su conocimiento en Cuba. ISBN: 978-959-300-177-9. Editorial AMA. La Habana

PNUD, 2010. Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD; La verdadera riqueza de las naciones. ISBN: 978-84-8476-403-8. Edición del vigésimo aniversario. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. UN Plaza, Nueva York, NY 10017, USA

UNDRR, 1990. Conceptos fundamentales de la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres para las Américas UN. Geneva. Switzerland.

# NOTA SOBRE LOS AUTORES



**Ofelia Pérez Montero.** Profesor Titular de la Universidad de Oriente. Cuba. Es Licenciada en Filosofía (1987) y Doctora en Ciencias Sociológicas (1998), Fue directora del departamento de Sociología de la Universidad de Oriente hasta el 2004, desde entonces se desempeña como Directora del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras de dicha Universidad. Investiga sobre temas socio ecológicos, manejo integrado de riesgos y zonas costeras, desarrollo sostenible entre otros. Ha recibido múltiples premios y reconocimientos por los resultados de su actividad científica. Es Premio Academia de Ciencias de Cuba, 2016, 2020. Miembro de varias redes académicas nacionales e internacionales. Coordinadora de la línea de investigación en manejo integrado de los recursos naturales y mitigación de los impactos ambientales de la Universidad de Oriente. <https://orcid.org/0000-0002-3423-9744>



**Yuniór Ramón Velázquez Labrada.** Profesor Titular de la Universidad de Oriente. Profesor de Biología del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC). Investigador en la línea cambio climático, desastres naturales y gestión integrada de riesgos en zonas costeras, centrando la atención en la calidad ambiental de playas. Posee tres premios provinciales del CITMA en Santiago de Cuba (2018, 2021) y dos Premios de la Academia de Ciencia de Cuba (2021). Coordinador del Nodo local C44-CEMZOC-CUBA en la Red Iberoamericana de Gestión y Certificación de Playas “Proplayas” y miembro del Consejo de Coordinación. Jefe del Proyecto Monitoreo y manejo integrado de ecosistemas costeros ante el cambio climático en la región oriental de Cuba. Experto en Aplicación de Ranking de Playas y en Esquema de Certificación Bandera Azul (CIFPLAYAS, 2023).

**Josefina Blanco Ojeda.** Licenciada en Biología. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). <http://orcid.org/0000-0002-3497-7173>

**Jorge Antonio Tamayo Fonseca.** Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). <http://orcid.org/0000-0001-7097-0377>



**Liber Galbán Rodríguez.** Graduado como Ingeniero Geólogo en 1995, Doctor en Ciencias Geológicas 2015, todos en la Universidad de Moa. (anteriormente: Instituto Superior Minero Metalúrgico), Holguín, Cuba. Actualmente es Profesor Titular de la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba, Cuba. Encargado de las disciplinas de Geotecnia e hidrogeología en la carrera de Ingeniería Hidráulica, Facultad de Construcciones. Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba, 2014. Sus intereses de investigación se relacionan con evaluación de riesgos y desastres, vulnerabilidad y riesgos de obras hidráulicas, estudios medioambientales, Estudios de peligros geológicos, entre otros relacionados. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2377-9008>



**Alexis Santiago Pérez Figueredo,** Geógrafo, Doctor en Ciencias Económicas. Profesor Titular y Consultante de la Universidad de Oriente. Profesor e investigador del Centro de Estudios multidisciplinarios de Zona Costeras (CEMZOC) en la línea de investigación cambio climático, desastres naturales y gestión integrada de riesgos en zonas costeras. Premio Academia de Ciencias de Cuba 2016 y 2022. Miembro de la Comisión de políticas ambientales y económica de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Miembro del Tribunal Nacional de Economía Aplicada y de la Junta Nacional de Acreditación del MES. Es par revisor de revistas internacionales y nacionales, ha publicado artículo científicos y capítulos de libros en revistas de prestigio nacional e internacional. ORCID: [https:// orcid.org 0000-0003 3797 0513](https://orcid.org/0000-0003-3797-0513)



**Jorge Mesa Vazquez,** Licenciado en Educación, Especialidad Matemática – Computación, Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular de la Universidad de Oriente. Profesor e investigador del Centro de Estudios multidisciplinarios de Zona Costeras (CEMZOC) en la línea de investigación cambio climático, desastres naturales y gestión integrada de riesgos en zonas costeras. Es miembro del claustro del Doctorado en Ciencias de la Educación, así como de las Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras, es integrante además de proyectos de investigación vinculados a su área de desempeño. Es par revisor de revistas internacionales y nacionales, ha publicado artículo científicos y capítulos de libros en revistas de prestigio nacional e internacional. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7457-5323>

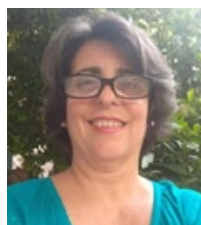


**Idelsy Chil Núñez** es Doctora en Ciencias de la Salud y profesora Titular del Departamento de Farmacia en la Universidad de Oriente, donde labora como docente hace más de 28 años. Ha sido

miembro activo de proyectos de investigaciones nacionales e internacionales en las temáticas relacionadas con: Dípteros muscoides de importancia sanitaria y forense; Desarrollo de nanoformulaciones con actividad insecticida; TAREA VIDA; Desarrollo de fitofármacos a partir de especies vegetales que crecen en la reserva ecológica Sibioney-Juticí, Productos naturales y servicios farmacéuticos para el mejoramiento de la calidad de vida y Monitoreo y manejo integrado de ecosistemas costeros ante el cambio climático en la región oriental de Cuba. Posee numerosas publicaciones en revistas especializadas y participación en eventos internacionales. Es Presidenta de la Sociedad Cubana de Ciencias Farmacéuticas Capítulo provincial. Ha obtenido premios entre los que se destacan Premio de la Rectora en los Cursos 2014-2015 y 2017-2018; Premio al Resultado de mayor impacto científico en las Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente, 2019; Premio provincial del CITMA, 2019; Premio Nacional de la ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA, 2019; PREMIO del MES 2020. <https://orcid.org/0000-0003-4661-0472>



**Rut Benita Yero Haber** es graduada de Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas por la Universidad de Oriente (2022). Se ha vinculado al desarrollo de diversos proyectos de investigación titulados: “Desarrollo de fitofármacos a partir de especies vegetales que crecen en la reserva ecológica Sibioney-Juticí”, “Productos naturales y servicios farmacéuticos para el mejoramiento de la calidad de vida en hospitales de Oriente de Cuba”. Sus investigaciones en productos naturales han sido publicadas y presentadas en numerosos eventos a nivel nacional e internacional. Su consagración a la investigación y al trabajo la han hecho merecedora de una serie de reconocimientos, tales como: “Mejor Estudiante Investigador (2021, 2022)”, “Premio del Ministro de Educación Superior” (2022), Premio al Mérito Científico (2022) Mejor Estudiante de Cuba (2021). Actualmente se desempeña como Especialista en Investigación, Innovación y Desarrollo en el Laboratorio de Anticuerpos y Biomodelos Experimentales (LABEX), perteneciente al Centro de Inmunología Molecular (CIM).



**Tania López González.** Máster en Medicina Bioenergética y Natural y Profesora Auxiliar del Departamento de Farmacia en la Universidad de Oriente, donde labora como docente desde 1995. Ha sido miembro activo de proyectos internacionales: Bioassay-guided Isolation and Identification of Antinflammatory and Antioxidant compounds from a Medicinal extract of *Pedilanthus tithymaloides*, Investigación Fitoquímica de Especies Vegetales Cubanas para Aplicación Farmacéutica y de proyectos nacionales en las temáticas; Desarrollo de medicamentos herbarios en formas farmacéuticas sólidas; Desarrollo de fitofármacos a partir de especies vegetales que crecen en la reserva ecológica Sibioney-Juticí. Actualmente es colaboradora del proyecto Conservación de Plantas de Ecosistemas Secos. Posee más de 25 publicaciones en revistas especializadas de alto impacto y participación en eventos internacionales. Ha llevado a cabo investigaciones en las temáticas de Fitoquímica y Farmacognosia de especies vegetales que crecen en Cuba y Fenología de especies amenazadas de ecosistemas secos.



**Leiry Laura Ramírez Evora** es Licenciada en Ciencias Farmacéuticas por la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba en el año 2022. Ha trabajado en investigaciones relacionadas con Estudios farmacognósticos y fitoquímicos de plantas medicinales y usos etnobotánicos de plantas medicinales en la costa Suroriental de Cuba, tiene una publicación científica sobre este tema.



**Roxana Rodríguez Rojas** es estudiante de tercer año de Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas en la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Oriente. Es alumna ayudante de la Disciplina de Tecnología Farmacéutica y miembro del Grupo Científico- estudiantil “Farmacia y Comunidad”.

**Leydi Lago Milán.** Licenciada en estudios socioculturales. Master en Manejo Integrado de Zonas Costeras, en la Universidad de Oriente. Directora del Centro Provincial de Gestión de desastres Santiago de Cuba. <https://orcid.org/0009-0000-3197-1190>

**Ana Lourdes Brito Moreno.** Master en Manejo Integrado de Zonas Costeras. Especialista en el Centro Provincial de Meteorología Santiago de Cuba. Coordinadora del grupo provincial de estudios de peligro vulnerabilidad y riesgo del Citma. <https://orcid.org/0000-0003-4980-1696>

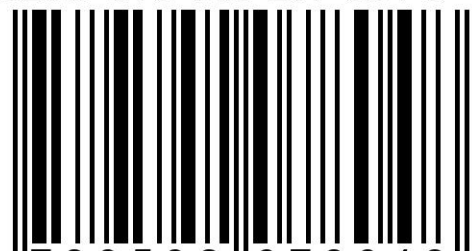


*Ecosistemas y Cambio Climático: Desafíos en la gestión integrada costera en el Oriente de Cuba* es una obra colectiva que recoge los resultados del proyecto ECOS, coordinado por la Universidad de Oriente. A través de sus páginas, se abordan con rigor científico los principales retos que enfrentan los ecosistemas costeros de la región oriental de Cuba ante el cambio climático, integrando perspectivas multidisciplinarias que van desde la ecología marina hasta la gestión de riesgos y la etnobotánica.

El libro se estructura en cuatro capítulos que profundizan en temas como la caracterización de pastos marinos, el análisis de peligro y vulnerabilidad ante inundaciones costeras, y el estudio de especies medicinales como el mangle rojo y la uva caleta, considerando además la influencia del clima en sus propiedades. Cada capítulo combina metodologías robustas con un enfoque aplicado, ofreciendo no solo diagnósticos detallados, sino también herramientas para la toma de decisiones informadas en el marco del desarrollo sostenible.

Esta publicación representa una contribución esencial para investigadores, gestores públicos y comunidades costeras, pues no solo actualiza la base de conocimiento sobre estos frágiles ecosistemas, sino que también promueve la resiliencia y la adaptación frente a las amenazas climáticas. Un texto de referencia para quienes buscan comprender y proteger el patrimonio natural y cultural de las costas cubanas.

ISBN: 978-959-207-804-8



9 789592 078048



Ediciones UO