

Acciones para la conservación de la comunidad de cangrejos que se desarrollan en áreas sometidas a la erosión costera en la playa Puerto Vargas, Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica

Actions for the conservation of the crab community living in areas subjected to coastal erosion at Puerto Vargas beach, Cahuita National Park, Limon, Costa Rica

Max Laguna Cruz¹
Lilliana Piedra-Castro²

DOI: 10.22458/rb.v35i1.5347

Recibido – Received: 08/ 03/ 2024 / Corregido – Revised: 07 / 05/ 2024 / Aceptado – Accepted: 22/ 05/ 2024

RESUMEN

En el 2020, se llevó a cabo esta investigación en el sector de Puerto Vargas del Parque Nacional Cahuita, con el objetivo de investigar los procesos erosivos que afectan aproximadamente 8 km de la costa. Se revela una afectación en la comunidad de cangrejos que emplean las playas arenosas como hábitat. Por tanto, tales procesos cambian las características necesarias para la sobrevivencia del grupo. Se aplicaron entrevistas y se realizó un taller con los miembros del consejo local y funcionarios del Parque Nacional, con el objetivo de proponer acciones para la conservación de esta comunidad de cangrejos. Entre los principales resultados se encuentran las propuestas de manejo de las playas erosionadas para mitigar los impactos sobre las comunidades de cangrejos, tales como repoblar con arrecifes artificiales las zonas muertas de la cresta y restaurar el borde de playa mediante la siembra de especies vegetales: almendro de playa (*Terminalia catappa*), uva de playa (*Coccoloba uvifera*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) y sangrillo (*Pterocarpus officinalis*).

Palabras clave: cangrejos excavadores; capacidad de adaptación al cambio climático; playas arenosas; procesos erosivos; arrecifes artificiales.

ABSTRACT

In 2020, research was conducted in the Puerto Vargas sector of Cahuita National Park to examine the erosion processes affecting approximately 8 km of the coastline. It turns out these processes have an impact on the crab community inhabiting the sandy beaches there by modifying the characteristics necessary for the group's survival. Interviews were conducted and a workshop was held with members of the local council and officials of the National Park so as to propose actions for the conservation of this crab community. Among the main results are the proposals for managing eroded beaches to mitigate the impacts on crab communities, such as repopulating dead reef areas with artificial reefs and restoring the beach edge by planting plant species: beach almond (*Terminalia catappa*), beach grape (*Coccoloba uvifera*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) and sangrillo (*Pterocarpus officinalis*).

Keywords: burrowing crabs; capacity to adapt to climate change; sandy beaches; erosive processes, artificial reefs.

1 Magister Scientiae en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Nacional (UNA), Heredia, Costa Rica; Universidad Estatal a Distancia (UNED), Sede Central, San José, Costa Rica. mlaguna@uned.ac.cr

ID: <https://orcid.org/0000-0003-2226-830X>

2 Doctora en Ciencias Naturales para el Desarrollo con énfasis en Gestión de Recursos Naturales. Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre (Larnavisi). Escuela de Ciencias Biológicas; Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. lilliana.piedra.castro@una.ac.cr

ID: <https://orcid.org/0000-0002-6823-0326>

Introducción

Los recursos marinos y costeros proporcionan una serie de bienes y servicios ecosistémicos a la humanidad, aportan valor económico para las comunidades locales, principalmente mediante el turismo, la recreación, la pesca, el secuestro de CO₂ atmosférico, la purificación del aire y el agua, el mantenimiento de la biodiversidad, el abastecimiento de presas a animales terrestres y acuáticos, la producción de alimentos y de refugios para numerosas especies (Rodríguez y Ruíz, 2010; Reyes, 2014).

Los arrecifes coralinos brindan un soporte fundamental a los servicios ecosistémicos, siendo los corales duros y macizos que se ubican en la cresta coralina los que contribuyen con la reducción de la energía del oleaje. De este modo, la parte interna de las aguas que colindan con la playa se mantienen estables, se ven cristalinas y contribuyen con sedimentos de origen calcáreos para la formación de las dunas de arena. Así mismo, el arrecife es fundamental en la conformación de la estructura de la playa, por lo que los cambios en este ecosistema pueden ser un detonador de la morfología costera (Ortiz, 2005).

Una de las funciones más importantes de los arrecifes es actuar como barrera de protección y estabilizar la línea de costa frente a eventos marinos tales como huracanes y tormentas (Marín, 2005). La zona costera presenta un balance equilibrado entre la acumulación y el lavado de la arena, donde se observan áreas en progresión que forman las playas reflectivas, aquellas donde las dunas se forman. También, sectores en equilibrio dinámico que son playas extensas o relativamente estables como acantilados de rocas duras y, por último, zonas de retroceso con acortamiento de playa denominada disipativa (Reyes, 2014).

Esta dinámica está perdiéndose porque la zona marina costera está afectada producto del calentamiento global. El aumento de la temperatura superficial del mar genera el blanqueamiento y la pérdida de corales. Mientras, el incremento del nivel del mar facilita su penetración hacia la costa. Por cada centímetro que aumenta el nivel del mar, la playa retrocede un metro en Limón, Caribe Sur, Costa Rica (Hardy, 2003). Según el informe de Ballester y Salazar (2012), en el Parque Nacional Cahuita, se registra un aumento del nivel del mar de alrededor de 2 mm por año.

La condición señalada preocupa porque, según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), los gases de efecto invernadero están provocando cambios negativos en los océanos, lo cual compromete el futuro de los servicios que estos brindan a los ecosistemas y a las poblaciones humanas (Cameron, Davies y Agulhas, 2012). Por su parte, Corrales, Ríos, Bouroncle e Imbach (2014), propusieron que las variaciones en la temperatura superficial del mar, el aumento del nivel del mar, la temperatura ambiental y la precipitación realizan sinergias que fomentan la vulnerabilidad en el Caribe costarricense. Esta condición es preocupante cuando las comunidades humanas se enfrentan a problemas como las inundaciones, la salinización de los cuerpos de agua interiores, la pérdida de playas y las afectaciones en la agricultura y el turismo.

Las alteraciones en los ecosistemas marinos y costeros presionan a una gran cantidad de países costeros, incluyendo el Caribe costarricense; 70% de las playas están cambiando su morfología e incluso perdiendo amplitud debido al aumento de la temperatura, del nivel del mar y la velocidad de los vientos. En consecuencia, el aumento en la altura de las olas,



junto con una mayor marejada de tormenta, que es un apilamiento de agua sobre las costas debido al empuje del viento, producirá mayor penetración de la ola tierra adentro, lo cual genera inundación y erosión costera (Lizano, 2014).

No se deben tampoco obviar los fenómenos extremos como los tsunamis y las tormentas que aportan variaciones rápidas de la zona costera. Estos eventos provocan el apilamiento del oleaje que, junto a la marea alta o al fenómeno de El Niño (ENOS) podrían favorecer inundaciones y retroceso de la línea de costa (Lizano y Gutiérrez, 2011). Lo anterior, sugiere que los territorios pueden experimentar nuevas condiciones que afecten los componentes económico, ambiental y social.

Lo expuesto en los párrafos anteriores preocupa porque la biodiversidad asociada a las zonas marinas y costeras ofrece importantes servicios, que se han estimado económicamente tanto a nivel nacional como en las economías locales. Por ejemplo, la estimación para el arrecife coralino es de US\$6000/ha/año, mientras que el manglar genera US\$10 000/ha/año; el estuario aporta US\$22 000/ha/año y los pastos marinos aproximadamente US\$19 000/ha/año. De igual manera, el turismo aprovecha los servicios ecosistémicos, que en 2012 aportaron directamente ₡1088 billones (4,8% del PIB total) y ₡2 778,6 billones (12,3% del PIB total) de forma indirecta. Además, la industria pesquera y acuícola contribuyó con US\$321,1 millones (4,1% del PIB) durante 2010 (Reyes, Sánchez Chacón, Mora y Castro, 2015).

Por su parte, la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA, 2012) señaló que los turistas visitan el Parque Nacional Cahuita primordialmente para disfrutar la

barrera de coral y sus playas como principales atractivos naturales. Esto beneficia al gobierno local de Talamanca y favorece la mejora en la calidad de vida de las comunidades locales.

Por la importancia de la biodiversidad, en el Parque Nacional Cahuita se han investigado diversas temáticas. Sin embargo, los estudios carcinológicos no han tenido hasta la fecha un lugar relevante, con pocos antecedentes de investigación sobre la biología, la ecología o el manejo pesquero de cangrejos (Gómez, et al., 2009; Laguna, 2021). El comportamiento de la comunidad de cangrejos repercute directamente en el estado de la playa, por lo cual se les considera un indicador ambiental del estado de la salud de la costa (Little, 2000). Además, permiten enriquecer la cadena trófica al alimentarse de productores de zooplankton y servir de alimento para aves migratorias y peces (Cifuentes y Masterson, 1991).

Debido a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue proponer acciones para la conservación de la comunidad de cangrejos que se desarrolla en áreas sometidas a la erosión costera en la playa Puerto Vargas, Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica.

Metodología

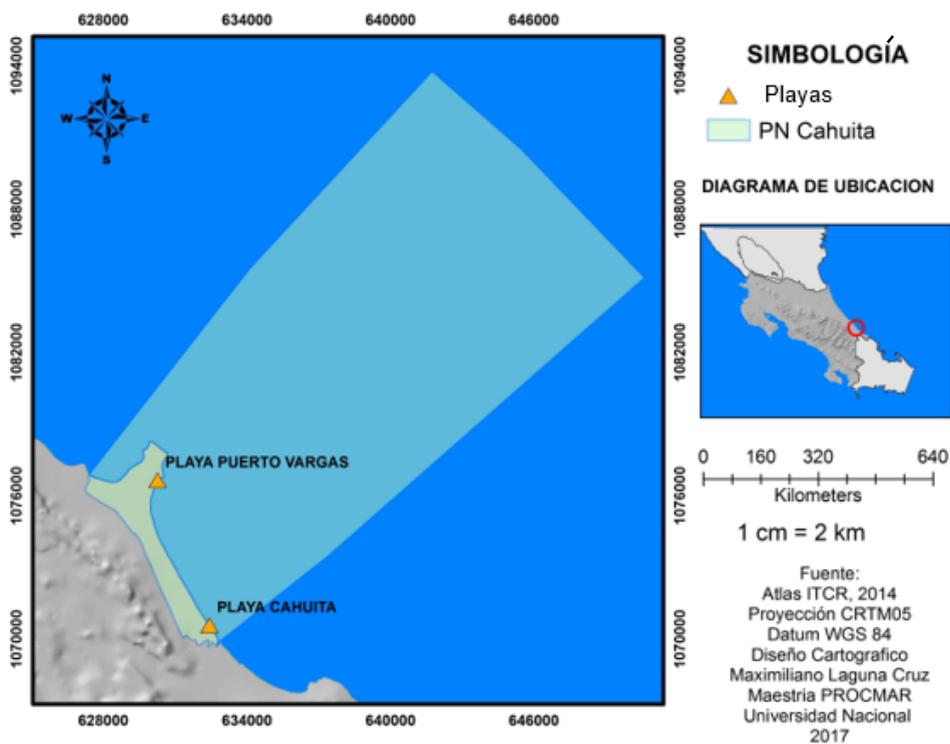
Descripción y ubicación del área de estudio

El Parque Nacional Cahuita se localiza en la provincia de Limón, en el cantón de Talamanca, distrito de Cahuita, Costa Rica. Fue establecido mediante el Decreto Ejecutivo n.º 8489, debido a que posee recursos marinos y terrestres de extraordinario valor científico, educativo, cultural y recreativo, los cuales justifican su conservación (Poder Ejecutivo, 1978).

El parque se creó en 1998, según el Decreto Ejecutivo n.º 26929. Se constituyó también un Comité de Manejo de Recursos y Servicios, que se apoyó en la Ley de Biodiversidad para establecerse como el Consejo Local del Área Protegida. La estructura está destinada a apoyar las gestiones de conservación y la mejora en los servicios que se ofrecen, la definición

de tarifas y a realizar recomendaciones para fomentar el desarrollo socioeconómico. El decreto se logró gracias a un acuerdo entre el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y la Asociación de Desarrollo Integral de Cahuita (SINAC, ACLAC, 2016). Cuenta con 1102 ha de área terrestre y 23 290 ha de área marina (Cifuentes y Masterson, 1991).

Figura 1
Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica



Nota. Parque Nacional Cahuita (Laguna, 2017).

De acuerdo con el *Informe del Estado de la Nación*, el Parque Nacional Cahuita fue visitado por 44 960 personas en 2015, de las cuales los extranjeros representaron 68%, porcentaje que lo ubica de octavo lugar entre los parques nacionales más visitados de Costa Rica (Corrales, 2016). En el parque, trabajan diez funcionarios

del SINAC y 15 personas del Consejo Local para la Atención del Turismo en playa Blanca y del sendero elevado en Puerto Vargas, que comunica el humedal con el bosque tropical húmedo (Mirna Cortés, funcionaria Parque Nacional Cahuita, ACLAC SINAC MINAE, comunicación personal, 30 de julio, 2017).

Técnicas de recolección y análisis de datos

Se aplicó una entrevista que contenía diez preguntas abiertas, lo cual permitió conocer la visión de los locales sobre la importancia del cangrejo en el ecosistema, las principales amenazas, así como las acciones de conservación que consideran los procesos erosivos. El grupo meta incluyó representantes del sector turismo, del sector empresarial, del sector municipal y del Parque Nacional Cahuita, quienes son parte del consejo local.

Además, debido al confinamiento a causa del COVID-19, se realizó un taller virtual con los miembros del consejo local y los guardaparques, el cual permitió profundizar de manera conjunta en las gestiones que eventualmente se podrían ejecutar (Careaga, Sica, Cirillo y Luz, 2006). Si bien cada persona percibe el espacio de una manera distinta, el proceso de socialización permite esclarecer la imagen colectiva construida a partir de las

percepciones individuales (Ferrari, 2010), en beneficio de la conservación y el uso sostenible de los recursos marino-costeros.

Para la validación de las propuestas de manejo que se construyeron, se desarrolló un taller virtual con los funcionarios del área y los miembros del consejo local. De forma participativa, se identificaron los beneficios y limitaciones de cada propuesta, y se priorizaron según las perspectivas de los actores y bajo una visión ecosistémica.

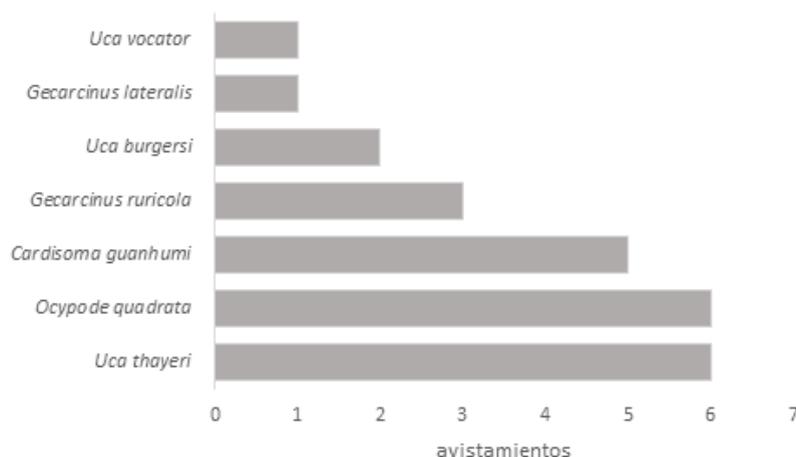
Resultados y discusión

Percepción de los actores de interés

Siete especies de cangrejos se identificaron en los siguientes sitios: en la playa arenosa, en la playa con vegetación y en la playa rocosa. Entre las especies frecuentemente reportadas destacaron la *O. quadrata* (cangrejo fantasma), *U. thayeri* (cangrejo violinista) y *Cardisoma guanhumi* (cangrejo azul) -figura 2-.

Figura 2

Avistamientos de cangrejos, entrevistas a personeros del consejo local, Parque Nacional Cahuita, 2019



Nota. Elaboración propia con base en la información obtenida.

Las personas consultadas concordaron en que las poblaciones de las diversas especies de cangrejos están sufriendo reducción en número, solamente se reporta a la especie *O. quadrata* (cangrejo fantasma), con una población estable. Además, 50% de los entrevistados no conocía la función ecológica de los cangrejos, el resto señaló que son descomponedores, recolectores de residuos, forman parte de la cadena alimenticia y son alimento de especies tales como: mapaches (*Procyon lotor*), pizote (*Nasua narica*), langosta (*Panulirus argus*), pargo (*Pagrus pagrus*), meros (*Epinephelus spp*), sábalo (*Megalops sp*), guatusas (*Dasyprocta punctata*), aves de rapiña como la cigüeña (*Mycteria americana*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el gavilán pescador (*Pandion haliaetus*).

Se mencionan a continuación las recomendaciones indicadas durante las entrevistas para la conservación de los cangrejos en el sector Puerto Vargas del PNC.

- Mitigación o adaptación de la línea de costa.
- Capacitación formal (educativa) e informal (informativa) sobre diversas especies de cangrejos, sustento y utilidad.
- Seguimiento y estudio como medida de la diversidad biológica para el atractivo del turístico.
- Salvaguardia y control de las hembras con huevos.

Mientras que, para mitigar los procesos erosivos en el Parque Nacional Cahuita, los participantes propusieron las siguientes actividades:

- Repoblar con arrecifes artificiales las zonas muertas de la cresta.

- Analizar las dimensiones del arrecife (índice de rugosidad).
- Elaborar un plan de manejo del arrecife.
- Construir un tajamar desde el río Suarez hasta la punta Cahuita.
- Crear un borde costero con neumáticos rellenos de concreto en lugares de erosión acentuada.
- Colocar dados, tetraedros, tuberías o buques en ubicaciones estratégicas de la costa.
- Restaurar el borde de la playa mediante la siembra de almendros de playa (*Terminalia catappa*), uvas de playa (*Coccoloba uvifera*), icacos (*Chrysobalanus icaco*) y sangrillos (*Pterocarpus officinalis*).

Así mismo, los entrevistados identificaron las siguientes amenazas para los cangrejos que habitan en el PNC.

- La contaminación impacta la capacidad reproductiva.
- La erosión costera drena su hábitat.
- La variación climática global afecta su entorno.

También se reconoció en el taller que las instituciones responsables de velar por la protección de los cangrejos excavadores son la Municipalidad de Talamanca, el Consejo Local del Parque Nacional Cahuita, la Asociación de Desarrollo Integral de Cahuita, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Educación Pública (MEP), el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA),



el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), organizaciones no gubernamentales (ONG), Mar Viva, ProParques y el Programa Nacional de Corredores Biológicos.

Mediante la información analizada durante el taller virtual, se establecieron las siguientes acciones de manejo tendientes a que la comunidad de cangrejos pueda conservarse en el mediano y largo plazo.

Cuadro 1

Pautas de manejo para la conservación de la comunidad de cangrejos excavadores en Puerto Vargas

Sitio	Pauta	Metodología	Periodicidad	Responsables	Socios	Personal requerido
Playa Puerto Vargas	Monitoreo de comunidad de cangrejos excavadores	Elección de cuatro lugares, dos con procesos erosivos y dos sin procesos erosivos. Se establecen líneas de observación de 2 x 50 m en las zonas de playa: intermareal, medio litoral y supra litoral. Reconocimiento y conteo de cangrejos presentes. Medición del ancho de la playa, de la pendiente y de la temperatura de los lugares seleccionados.	Trimestral, durante la semana de luna llena, coincidiendo con la marea baja	Universidades e investigadores	SINAC	Especializado
Playa Puerto Vargas	Desarrollo de talleres sobre los cangrejos excavadores	Realización de capacitaciones para los habitantes del distrito de Cahuita (industria turística y pesquera) acerca del reconocimiento de cangrejos, su rol en el ambiente y su relevancia en la cadena trófica.	Cada tres años	Universidades e investigadores	SINAC ICT, INA	Especializado
Playa Puerto Vargas	Implementación de arrecife artificial	Restauración de áreas con corales inactivos y posicionamiento de estructuras de alta resistencia con perforaciones en el lecho marino.	Cada cinco años	SINAC	ICE, AyA, Universidades, ONG	Especializado
Playa Puerto Vargas	Estabilización de playas arenosas	Rehabilitación de la franja costera con plantas que posean características para retener la arena y disminuir la velocidad del viento, tales como: almendros de playa, uvas de playa, icacos y sangrillos.	Anual	SINAC	INA, ONG, ProParques, MEP	Especializado y no especializado

Nota. Elaboración propia con base en la información obtenida.

Acciones de conservación para la comunidad de cangrejos

En las playas arenosas, el aporte de las diferentes especies de cangrejos es fundamental para sostener una red trófica de calidad, lo cual proporciona un flujo de materia y energía a la biodiversidad en el PNC. Estos organismos dependen de los insumos provenientes del mar y se alimentan fundamentalmente de productores, zooplancton, detritos y sedimentos. A su vez, los cangrejos sirven de alimento para aves, reptiles, mamíferos y peces (Cifuentes y Masterson, 1991).

Lo anterior coincide con la opinión de los entrevistados, quienes destacan el principal aporte de la presencia de cangrejos en la playa: el transporte de energía y la incorporación en la cadena trófica. También, han observado una disminución de estos organismos y muestran interés en conservarlos. Una preocupación que expresaron fue el riesgo de disminución de avistamientos de otras especies tope (superdepredadores) en este sitio por la reducción en el alimento; animales de especial interés para el sector turismo.

En cuanto a las aves, por ejemplo, su presencia y abundancia están influenciadas por las características del hábitat que las rodea, son fáciles de observar y de gran atractivo para el público, además de ser representativas de la riqueza y abundancia que existe (Villegas y Garitano, 2008).

De acuerdo con otros estudios, Barrionuevo y Marcial (2006) determinaron que de 38 especies de aves costeras, 23 son netamente piscívoras y 15 se alimentan de crustáceos y larvas de insectos. Al igual, el estudio de Spivak (1997) señala que los cangrejos en diversos ambientes como estuarios, lagunas costeras

y humedales forman parte de la dieta de peces y aves.

Se observó que en algunos sitios del parque la playa arenosa ha disminuido su ancho. Las personas entrevistadas opinaron que se debe proteger mejor este espacio natural mediante medidas de mitigación de la línea costera como principales acciones. Así un mejor manejo de la playa puede beneficiar a los cangrejos y aportar a su conservación al influir directamente en su hábitat. Un caso de éxito es el de Colombia, donde se implementó un plan de acción a diez años para prevenir, mitigar, controlar y recuperar las áreas afectadas por los procesos erosivos a corto, mediano y largo plazo, (Guzmán *et al.*, 2008).

Algunos impactos asociados al aumento del nivel del mar que será necesario mitigar incluyen la erosión y el retroceso de la línea de costa, la intrusión salina en los acuíferos y estuarios, la pérdida de humedales costeros y el aumento de niveles freáticos (Vázquez, 2008). Por su parte, las consecuencias socioeconómicas están asociadas a la pérdida de propiedades, de hábitats costeros, de transporte y flujo ecosistémico, así como de pérdidas en la calidad del paisaje, lo cual afecta al sector del turismo y la recreación (Tejada, 2018).

Algunas de las medidas de protección de las playas, recomendadas por Corrales, Ríos, Bouroncle e Imbach (2014), incluyen la conservación y promoción de la restauración de la vegetación nativa en marismas, manglares y pastos marinos. También aconsejan eliminar estructuras abandonadas y preferir la utilización de diques naturales o soluciones blandas que contribuyan a disminuir la acción del oleaje y fomentar los procesos para el adecuado manejo de las cuencas hidrográficas.



Sierra (2015) describe diversas medidas de control y prevención de la erosión utilizadas a nivel mundial, así como sus ventajas y desventajas, el impacto visual y la efectividad para controlar la erosión (cuadro 2). Las propuestas analizadas en el cuadro 2 fueron

discutidas en el taller virtual, para luego ser implementadas en el Parque Nacional Cahuita. Las medidas pretenden reducir los impactos sobre la comunidad de cangrejos mientras se controlan los procesos erosivos.

Cuadro 2

Medidas de control y prevención de la erosión costera a nivel mundial

Método	Descripción	Ventaja	Desventaja	Impacto visual	Controla la erosión
Rompeolas	Estructura rocosa construida en paralelo a la costa	Reduce la intensidad de las olas sobre las costas, provee seguridad, zonas poco profundas.	Depósito de sedimentos a lo largo de la costa, perjuicios por inundaciones debido a lluvias torrenciales.	Sí	Sí
Gavión	Muro de rocas sujetos con mallas de alta resistencia	Compuesto por material natural, fácil de construir, estabilización de costas, filtración de sedimentos por escorrentía	Tiende a presentar socavación, la unión de la estructura varía según la fortaleza del alambre.	Sí	Sí
Revestimiento	Depósito de material rocoso con pendiente entre 6° y 10° de inclinación entre el mar y la zona terrestre	Compuesto por rocas, absorbe la energía entrante de las olas, bajo costo.	Para tormentas intensas se debe construir a una altura mayor de la costa rasante, para evitar el desprendimiento de los bloques.	NO	Sí
Accropode (tetraedros)	Bloques de concreto de altura máxima de 3 m, forma de yaxes, ubicadas frente de las costas	Permite estar anclado al suelo, disipa la energía de la ola.	Difícil de maniobrar, requiere maquinaria pesada.	Sí	Sí
Dolos	Estructura de concreto diseñadas con forma de la letra T, altura máxima de 1,5 m	Anclado al suelo, disipa la energía de la ola.	Difícil de maniobrar, requiere maquinaria pesada.	Sí	Sí
Espolón	Armado de una estructura rocosa perpendicular a la línea costera	Impide el transporte de sedimentos, es permeable, fácil de construir.	Interrumpe el flujo del agua.	Sí	NO
Muro de contención curvo	Estructura de concreto y refuerzo de alta resistencia construida frente al mar con una inclinación hacia la costa	La concavidad de la estructura actúa como elemento disipador de energía, control del desbordamiento y protección contra la socavación.	Ingeniería y diseños complejos, reflexión de ondas inducen a socavación en la base.	Sí	Sí
Muro de contención vertical	Estructura de concreto y refuerzo, las cuales pueden llegar a tener alturas considerables dependiendo del uso.	Absorbe la energía por el impacto de las olas, desvía la energía de línea costera, fácil de diseñar y construir.	Socavación al pie de la estructura, costo elevado por daños a corto plazo.	Sí	Sí

Arrecife artificial	Estructura de concreto de alta resistencia con perforaciones ubicadas en el fondo del mar	Estimula la vida marina, diversidad de materiales para su construcción.	Instalación en área sumergida, requiere de buzos para su acomodo, demora en construcción	NO	SÍ
Regeneración de playas	Dragado de arena de una zona específica y depositarla en otra a regenerar, en varias operaciones a lo largo de la costa	Expansión del área para actividades recreativas, protección de las estructuras costa atrás, siempre y cuando, la arena permanezca en el sitio.	Lugar de construcción, la arena utilizada usualmente es diferente a la arena natural, alto costo, la arena utilizada normalmente se erosiona más que la arena natural, puede generar perjuicios a las especies autóctonas	NO	SÍ
Sand motor	Dragar arena y depositarla en una sola operación en la zona erosionada	El viento y las olas son responsables de esparcir la arena a lo largo de la línea costera, acumulación del material en una zona específica, ciclo de vida promedio de 20 años, utilización con fines recreativos, creación y mantenimiento de flora y fauna local.	Modifica la estructura de la costa	NO	SÍ
Estabilización de dunas de arena	Restauración ecológica en la costa mediante la plantación de especies vegetales que cuenten con la habilidad de retener la arena y atenuar la intensidad del viento, con el fin de prevenir la erosión.	Creación de hábitat para plantas y animales, retienen arena para evitar la erosión, reduce el impacto del agua y el viento.	Afectación por la actividad humana cerca de la zona.	NO	SÍ

Nota. Adaptado de Sierra, 2015, p 58.

Dadas las medidas de mitigación previamente mencionadas y considerando que se trata de un parque nacional que alberga recursos marinos y terrestres de un excepcional valor, lo cual sustenta su preservación (Poder Ejecutivo, 1978), los integrantes del consejo local y los funcionarios del parque eligieron implementar acciones que no produzcan un impacto visual significativo. Optaron por estrategias de bajo costo que contribuyan al equilibrio del ecosistema del parque, tales como la reintroducción de arrecifes artificiales en las zonas sin vida de la cresta y la estabilización de la línea costera mediante la plantación de especies vegetales valiosas.

Ambas propuestas de manejo se consideran viables para contrarrestar la erosión costera.

Los autores Corrales, Ríos, Bouroncle e Imbach (2014) destacan que el mantenimiento y la restauración de la flora autóctona en las playas produce sombra natural. Los árboles y arbustos aportan a contrarrestar el aumento de temperatura para regular el clima y son fundamentales para sostener la arena y mitigar los efectos de erosión costera. La vegetación, tanto interna como costera, también desempeña un papel en la preservación de la humedad y en la salvaguardia de las fuentes de agua, especialmente en aquellas zonas donde la tendencia de la precipitación es a la baja.

Los mismos autores sugieren que es esencial evitar alteraciones en la configuración de la costa a pesar de su carácter dinámico inherente, lo que simplificará la preservación de los entornos para la diversidad biológica y otros beneficios ecosistémicos, tales como la conservación de la calidad del agua y la regulación del clima. La precaución es importante debido a que el desarrollo en las zonas costeras incrementa la posibilidad de intrusión de agua salina, lo cual puede resultar perjudicial para las áreas con escasez de agua. Por tanto, es necesario considerar los efectos del cambio climático al planificar nuevos proyectos de infraestructura en las áreas litorales.

Las acciones propuestas permitirán que tanto las comunidades humanas como las de cangrejos aumenten su resiliencia frente a las alteraciones climáticas. A la vez facilitan el continuar con el aprovechamiento de los recursos naturales de modo sustentable, asegurando la perpetuidad de los ecosistemas marinos y costero. Además, promoverán la colaboración en la gobernanza, así como el respeto y la valoración de las prácticas tradicionales y culturales.

Discusión

Con el propósito de orientar las estrategias de conservación propuestas para preservar la comunidad de cangrejos excavadores en el sector Puerto Vargas, se organizaron sugerencias según las instituciones y los actores de interés involucrados.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación

- Priorizar la implementación de protocolos de monitoreo del índice de rugosidad del arrecife, con la participación de la academia y las ONG, permite la evaluación

anual de la cobertura, abundancia y densidad de corales, con el fin de detectar los sitios donde se deben aplicar acciones de restauración de las áreas.

- Colaborar interinstitucionalmente con el ICE y el AyA para el financiamiento e instalación de estructuras de alta resistencia que puedan ser empleadas como base para los arrecife artificiales.
- Integrar protocolos de monitoreo trimestrales, las tasas de sedimentación y el ancho de playa, permitirá rastrear la evolución de la erosión costera.
- Impulsar proyectos de restauración ecológica en la costa que promuevan el uso de vegetación con capacidad para retener arena y reducir la velocidad del viento, como el almendro de playa, la uva de playa, el icaco y el sangrillo. Esto mediante la colaboración con diversas instituciones y organizaciones.
- Fortalecer el programa de compensación para el procesamiento de residuos y sedimentos en la parte media y alta de la cuenca del río La Estrella contribuirá a la sustentabilidad del Parque Nacional Cahuita. Se debe promover la participación de empresas agrícolas que colaboren a través de programas de responsabilidad social..
- Realizar la valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por el parque y desarrollar una estrategia de negociación con el sector privado para establecer posibles mecanismos de compensación.
- Promover la consolidación de la construcción de una planta de tratamiento en Cahuita o la implementación de medidas

de compensación en los sectores de Kelly Creek y playa Blanca, para gestionar las aguas residuales a través del sistema de tarifas por vertidos.

Universidades e investigadores

- Promover investigaciones, preferiblemente multidisciplinarias, en el ámbito de los cangrejos, específicamente en las carreras relacionadas con las ciencias biológicas y el manejo de recursos naturales.
- Estimular en instituciones, centros de investigación y universidades, la realización de cursos, capacitaciones y seguimientos de las comunidades de cangrejos, en colaboración con el SINAC, permitirá una mejor comprensión y conservación de estas especies.
- Organizar talleres y cursos dirigidos a comunidades locales, estudiantes y operadores turísticos, lo cual ayudará a aumentar la conciencia sobre la importancia ecológica y la conservación de los cangrejos en el parque.

Pescadores y tour-operadores locales

- Participar en talleres y reuniones que lleven a cabo los investigadores e instituciones académicas para profundizar en la identificación, preservación y manejo sostenible de la comunidad de cangrejos de playas arenosas.
- Colaborar con el SINAC para asegurar la protección de la barrera de coral de la Punta Cahuita y el establecimiento de límites claros y definidos para el buceo y la pesca artesanal con el fin de preservar los ecosistemas marinos en el parque.

Conclusiones

En esta sección se resumen los acuerdos y recomendaciones principales derivados del estudio.

El consejo local concuerda en la importancia de llevar a cabo la instalación de arrecifes artificiales y la estabilización de las playas arenosas mediante el uso de especies vegetales.

La estabilización de la franja costera mediante la siembra de plantas como el almendro de playa, la uva de playa, el icaco y el sangrillo a lo largo de la costa, podría lograr la retención de la arena y la reducción de la fuerza del viento.

Se subraya la necesidad de establecer un plan de monitoreo y de educación sobre la comunidad de cangrejos del Parque Nacional Cahuita. Las acciones discutidas en colaboración con diversas instituciones y actores clave son fundamentales para la conservación de la comunidad de cangrejos en el Parque .

Agradecimientos

Se agradece profundamente la colaboración del Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre (Larnavisi) - Universidad Nacional; al Área de Gestión Ambiental del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT); al Área de Conservación La Amistad Caribe y al Consejo Local del Parque Nacional Cahuita.

Referencias

Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA). (2012). *Los arrecifes de coral en Costa Rica: valor económico, amenazas y compromisos legales internacionales que obligan a protegerlos*. ISBN 13- 978-0-9823143-6-4. [informe_corales_costa_rica_0.pdf](#) ([aida-americas.org](#))



- Ballester, D. y Salazar, P. (2012). *Variabilidad y Cambio del Nivel del Mar en Costa Rica*. Informe Técnico preparado por el Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero de la Universidad Nacional. Costa Rica: UNA. 31 pp.
- Barrionuevo, R. y Marcial, R. (2006). *Ecología trófica de la fauna acuática en el manglar de San Pedro Sechura*. Perú: Universidad Nacional de Piura.
- Cameron, C., Davies, D. y Aguilhas, V. (2012). *La gestión de riesgos de eventos extremos y desastres en América Latina y el Caribe: Aprendizaje del informe especial (SREX) del IPCC*. Reino Unido: Alianza Clima y Desarrollo.
- Careaga, A. Sica, R. Cirillo, A. y Luz, S. (2006). *Aportes para diseñar e implementar un taller*. 8^{vo}. Seminario-Taller en Desarrollo Profesional Médico Continuo (DPMC) 2^{das} Jornadas de Experiencias educativas en DPMC.
- Cifuentes, M. y Masterson, D. (1991). *Plan Nacional Cahuita: Plan emergente*. Costa Rica: CATIE.
- Corrales, L., Ríos, N., Bouroncle, C. e Imbach, P. (2014). *Vulnerabilidad y escenarios bioclimáticos de los sistemas marino-costeros del Caribe de América Central*. Costa Rica, 80 p. BIOMARCC-GIZ-USAID.
- Corrales, M. y Sibaja, J. (2015). Macrofauna bentónica de las playas de arena del Área de Conservación Osa. Puntarenas, Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 63, p. 273-285 ISSN: 0034-7744
- Corrales, L. (2016). *Vigesimosegundo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe final "conservación, biodiversidad y zona marino-costera de Costa Rica: avances, cambios y desafíos"*. Costa Rica. https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/022/Ambiente/Corrales_L_2016_Consejacion.pdf
- Ferrari, M. (2010). *Percepción social del riesgo: problemáticas costeras y vulnerabilidad en playa Magagna (Chubut)*. IGEPAT (Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia), Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Trelew. Conicet.
- Gómez, L., Sosa, a., Moreno, I. y Jover, A. (2009). Biodiversidad, morfometría y alimentación de los cangrejos del género Callinectes (Decapoda: Portunidae) en Santiago de Cuba. *Revista Biología Tropical*, 57, p671-686 ISSN-0034-7744
- Guzmán, W., Posada, B., Guzmán, G. y Morales, D. (2008). *Programa nacional de investigación para la prevención, mitigación y control de la erosión costera en Colombia. PNIEC: plan de acción 2009-2019*. Invemar. 72 p. ISBN 978-958-8448-07-7
- Hardy, J. (2003). *Climate change, causes, effects, and solutions*. Inglaterra: John Wiley and Sons.
- Laguna, M. (2017). *Parque Nacional Cahuita*. Escala 1:25000. Atlas 2014. Proyección CRTM05, Datum WGS84
- Little, C. (2000). *The biology of soft shores and estuaries*. USA: Oxford University Press.
- Lizano, O. (2007). Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. *Ciencia y tecnología*, 25 (1-2), p. 43-56. ISBN: 0378-0524
- Lizano, O. y Gutiérrez, A. (2011). Erosión en las costas de Costa Rica, un problema de todos. *En Torno a la Prevención* 7, p. 14-16.
- Lizano, O. (2014). Algunos impactos costeros en Costa Rica debido al calentamiento global. *Ambientico*, 246 (4), p.23-28. ISSN 1409-214X
- Ortiz, A. (2005). *Los arrecifes de coral*. Universidad de Puerto Rico. Sea Grant. ISBN 1-881719-06-5
- Poder Ejecutivo. (1978). *Decreto n.º 8489 Convierte Monumento Nacional Cahuita en Parque Nacional Cahuita*. Costa Rica. Sistema de Información Jurídica Costarricense.
- Reyes, M. (2014). *Estructura de las comunidades y zonación de la macrofauna en playas arenosas de Andalucía occidental. Efecto de la actividad humana sobre las comunidades intermareales*. Tesis Doctoral, Universidad Pablo de Olavide, España.
- Reyes, V., Sánchez, R., Chacón, D., Mora, R. y Castro, R. (2015). Producto 4: Documento técnico con la propuesta de esquema o instrumentos económicos y financieros, con su estrategia, para la mejora de la recaudación de fondos para el PN Cahuita. *Consultoría: valoración económica de los Servicios ecosistémicos marinos que ofrecen las Áreas Silvestres Protegidas con componente marino de Playa Hermosa, Santa Rosa y Cahuita*. Costa Rica. Cedarena-Sinac-PNUD-GEF-Áreas marinas protegidas.
- Rodríguez, J. y Ruíz, J. (2010). *Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones*. Cádiz, España: ecosistemas.

- Rodríguez, R. y Beltrán, H. (2012). *Estudio de los procesos de erosión – sedimentación playa El Espino, República de El Salvador*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador. <http://mapas.snet.gob.sv/oceanografia/ProcesoErosionElEspino.pdf>
- Sierra, G. (2015). *Estrategias para el control y prevención de la erosión en la playa de South West en la Isla de Providencia*. Bogotá, Universidad Católica de Colombia.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2016). *Protocolo Pronamec: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), Costa Rica. 39 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Área de Conservación la Amistad Caribe. (2016). *Sistematización del Proceso de Comanejo del Parque Nacional Cahuita*. Talamanca, Limón, Costa Rica.
- Spivak, E. (1997). Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25°-41°S) (Crustácea: Decapoda: Brachyura). Mar del Plata, Argentina: *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 25, p. 105-120.
- Tejada, R. (2018). Sectores costeros más vulnerables entre Lurín y Pucusana ante un posible aumento del nivel del mar como consecuencia del cambio climático: adaptación y aplicación del índice de vulnerabilidad costera de Gornitz (1991). *Espacio y Desarrollo* 31, p. 59-86.
- Vázquez, A. (2008). *Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados ante el incremento del nivel del mar debido al cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos*. Informe Final INE/A1-051. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Velasco Lozano, M.F. (2023). *Evaluación del potencial de arrecifes profundos como refugios para la ictiofauna en el Parque Nacional Espíritu Santo*. [Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 76 pp.] Repositorio Institucional CICESE: <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3951>
- Villegas, M., Garitano, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43(2), p. 146-153.

