

Análisis participativo de vulnerabilidad de los manglares y los medios de vida de Montecristi

Proyecto Manglares para el Desarrollo

Asegurando los Medios de Vida y la Resiliencia Climática en el Caribe

Claudia Bouroncle (CATIE)
Adina Chain-Guadarrama (CATIE)
Danilo Torres (CATIE)
Lenin Corrales (CATIE)
Robinson Jiménez (AgroFrontera)
Pablo Imbach (CATIE)

Análisis participativo de vulnerabilidad de los manglares y los medios de vida de Montecristi

Proyecto Manglares para el Desarrollo

Asegurando los Medios de Vida y la Resiliencia Climática en el Caribe

Claudia Bouroncle (CATIE)
Adina Chain-Guadarrama (CATIE)
Danilo Torres (CATIE)
Lenin Corrales (CATIE)
Robinson Jiménez (AgroFrontera)
Pablo Imbach (CATIE)

Autores: Claudia Bouroncle (CATIE), Adina Chain-Guadarrama (CATIE), Danilo Torres (CATIE), Lenin Corrales (CATIE), Robinson Jiménez (AgroFrontera) y Pablo Imbach (CATIE)

Agradecimientos

Los autores agradecen a las 47 personas representantes de asociaciones y cooperativas de agricultores, pescadores, cangrejeros, apicultores, ganaderos y salineros, AgroFrontera, Asociación de Hoteles y Restaurantes Montecristi, Clúster Turístico Montecristi, Grupo Ecológico Montecristi (Gremont), Consejo para el Desarrollo de Manzanillo (COPADEMA), Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA), Ministerio de Turismo (MITUR), Dirección General de Desarrollo Fronterizo (DGDF), Dirección General de Ganadería (DIGEGA) y Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario (FEDA), que aportaron a este análisis a través de su participación en los talleres participativos llevados a cabo el 7, 8 y 9 de marzo de 2022 (en orden alfabético): Yudelca R. Almonte, Radamés Álvarez, Merari Astacio, Israel Banks, Helvio Bejarán, Egidio Blanco, Pedro Castillo, Elías de la Cruz, Rosanna Diaz Aquino, José Luis Espinal, Carlos Eve, Víctor Felipe, Brenda Figueredo, Marleny Franco, José Gabot, Sixta García Petit, Arismendi Gómez, Thomas Guerrero, X. Gómez, Juannys Gómez, Dahiana Guzmán, Victoria María Isidor, Robinson Jiménez, Marcelino Leythinn, Aladino Lora, Jorge Marichal, Eliseo Martinez, Manuel Martinez, Odali Mayol, José Mercader, Milton Núñez, Frederick Payton, Leduing Peña, Miguel Peña Jiménez, Leoncio Pimentel, Gerardo Julián Reyes, Silvio Manuel Richetti, Laury Y. Rodríguez, Manuel Rodríguez, Soraya Rodríguez, Neris Rosario de Almonte, Juan Sánchez, Rafael Socias, Malolignio Soriano, Camilo Suero, Roque Tab, José Taveras, Alexandra Tejada y Carmen Vargas.

Agradecemos especialmente a Diana Tejada y Guadalupe Valdez (ORC Consultores) por el apoyo en la facilitación y difusión de los talleres de consulta, así como a Otto Cordero y Enrique Pugibet (MIMARENA) y Frederick Payton (AgroFrontera) por el apoyo en la convocatoria y su participación en los talleres.

Forma de citar:

Bouroncle C, Chain Guadarrama A, Torres D, Corrales L, Jiménez R, Imbach P. 2022. Análisis participativo de la vulnerabilidad de los manglares y los medios de vida de Montecristi, República Dominicana. Proyecto Manglares para el Desarrollo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

CRÉDITOS

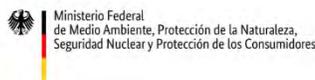
Elaboración: Claudia Bouroncle (CATIE), Adina Chain-Guadarrama (CATIE), Danilo Torres (CATIE), Lenin Corrales (CATIE), Robinson Jiménez (AgroFrontera), Pablo Imbach (CATIE).

Diagramación: Tecnología de Información y Comunicación, CATIE

Este proyecto fue financiado por el Caribbean Biodiversity Fund, cofinanciado por la Iniciativa Climática Internacional (IKI) del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear a través de KFW.



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán



Contenido

| | |
|---|----|
| Acrónimos y abreviaciones | 4 |
| Presentación | 5 |
| Introducción | 7 |
| El contexto del análisis: la provincia de Montecristi y sus principales medios de vida rurales..... | 8 |
| Antecedentes..... | 9 |
| Los manglares y los medios de vida de la provincia de Montecristi | 11 |
| Los manglares: tipos, composición y estructura | 11 |
| Los manglares: sus funciones..... | 12 |
| Distribución y extensión de los manglares en la República Dominicana..... | 13 |
| Medios de vida rurales de las comunidades de la provincia de Montecristi..... | 14 |
| Tensores y cambio climático en la provincia de Montecristi | 19 |
| Impactos del cambio climático y otros procesos en los manglares de Montecristi | 25 |
| Causas de pérdida y degradación de manglares e impactos a nivel global | 25 |
| Causas de pérdida y degradación de manglares e impactos en la República Dominicana..... | 26 |
| Causas de pérdida y degradación de manglares e impactos en Montecristi | 27 |
| Impactos del cambio climático y otros procesos en los medios de vida de Montecristi | 31 |
| La restauración de los manglares como medida de Adaptación basada en Ecosistemas | 33 |
| Objetivos y estrategias de la restauración..... | 33 |
| La restauración de manglares en la República Dominicana | 37 |
| La restauración de manglares en Montecristi y la capacidad adaptativa de las comunidades locales..... | 38 |
| Capacidad adaptativa de los diferentes medios de vida | 42 |
| Condiciones para la adaptación: satisfacción de necesidades básicas, innovación y acción..... | 42 |
| Respuestas para la adaptación..... | 44 |
| Próximos pasos: definiendo cómo y dónde invertir para la adaptación de los medios de vida de Montecristi | 48 |
| Comentarios finales | 49 |
| Referencias | 51 |
| Anexos | 56 |
| Anexo 1. Resultados de la encuesta de capacidad adaptativa por medio de vida..... | 56 |
| Anexo 2. Descripción de sitios propuestos para restauración | 58 |

Acrónimos y abreviaciones

| | |
|----------|---|
| CATIE | Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza |
| CCAD | Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo |
| CEBSE | Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno |
| CEDAF | Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal |
| CEP | Programa Ambiental del Caribe (Caribbean Environmental Programme) |
| CMIP6 | Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) |
| CNCCMDL | Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio |
| COPADEMA | Consejo para el Desarrollo de Manzanillo |
| DGDF | Dirección General de Desarrollo Fronterizo |
| DIGEGA | Dirección General de Ganadería |
| FEDA | Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario |
| FODEARTE | Dirección Nacional de Fomento y Desarrollo de la Artesanía |
| Gremont | Grupo Ecológico Montecristi |
| IDIAF | Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales |
| IPCC | Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |
| IUCN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature) |
| MEPyD | Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo |
| MIMARENA | Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| MITUR | Ministerio de Turismo |
| NASA | Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (National Aeronautics and Space Administration), Estados Unidos |
| NOAA | Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration), Estados Unidos |
| PNUD | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo |
| POLITUR | Dirección Central de Policía de Turismo |
| SEMPA | Servicio Nacional de Protección Ambiental |
| SSP | Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathway) |
| t ha -1 | Tonelada (gigagramos) por hectárea |
| UNEP | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Programme) |
| USAID | Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development) |
| WFP | Programa Mundial de Alimentos (World Food Programme) |

Presentación

El proyecto Manglares para el Desarrollo - Asegurando los Medios de Vida y la Resiliencia Climática en el Caribe es ejecutado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana (MIMARENA), en colaboración con AgroFrontera Inc., ORC Consultores y la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

El objetivo principal del proyecto es reducir los riesgos climáticos y fortalecer la resiliencia social, ecológica y económica a lo largo de paisajes marino-costeros y la matriz terrestre adyacente en la provincia de Montecristi en la República Dominicana. El proyecto aplica el enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) a través de los siguientes pilares interconectados:

1. Incrementar la conciencia en las comunidades locales acerca de los efectos negativos de la actividad humana (principalmente prácticas convencionales de manejo de ganado) sobre la salud de los ecosistemas de manglares, y los beneficios socioecológicos de implementar un manejo ambiental razonable de la tierra sobre los ecosistemas costeros y el bienestar de la comunidad rural.
2. Promover un cambio transformador positivo en los sistemas de producción actuales (con un enfoque en ganado) hacia la sostenibilidad y conservación de los recursos naturales.
3. Rehabilitar sistemas costeros y corredores ribereños críticamente amenazados para restaurar flujos ecológicos.
4. Facilitar oportunidades de inversión innovadoras para promover cadenas de valor y negocios impulsados localmente, sostenibles e inclusivos, para garantizar una economía rural sólida y diversa para las comunidades locales.

La República Dominicana tiene una importante variabilidad climática asociada a su geografía, y a los efectos de los fenómenos de El Niño y La Niña, tormentas tropicales y huracanes. Además, en las últimas décadas hay tendencias claras de aumento de la temperatura promedio anual. La provincia de Montecristi está en la costa norte de la isla, donde las inundaciones y la erosión de las playas son consecuencias claras de eventos de lluvia más intensos y del aumento del nivel del mar.

¹ En este documento utilizamos el nombre "Montecristi", de uso más común. Usamos "Monte Cristi" cuando se especifica así en nombres propios (ej.: Parque Nacional Submarino Monte Cristi) o en los títulos de publicaciones (ej.: PNUD 2017 o Gomes 2021).

Estos procesos tienen efectos negativos sobre los manglares y bosques ribereños, ambos ecosistemas clave para la adaptación de los medios de vida de la provincia, los cuales se suman a los efectos, mucho más antiguos, de la contaminación de los cuerpos de agua por agroquímicos, el aumento de sedimentos en los ríos y canales, la acumulación de basura, la deforestación y la alteración del flujo de agua.

El propósito de este análisis de vulnerabilidad es identificar cuáles son y cómo se distribuyen estos vectores de cambio, el impacto que están teniendo en los manglares y bosques ribereños, la capacidad adaptativa de los medios de vida más relacionados con estos ecosistemas, y las acciones prioritarias para su restauración.

El análisis se basa en ejercicios de mapeo participativo y en la revisión de literatura, con lo cual el CATIE pone a disposición los resultados de investigación científica, trabajos técnicos y la percepción de expertos locales.

Introducción



El contexto del análisis: la provincia de Montecristi y sus principales medios de vida rurales

La provincia de Montecristi (1 888 kilómetros cuadrados - km²), ubicada al noroeste de la República Dominicana, es un territorio predominantemente rural. Esta provincia, de clima semiárido, contiene parte de la cuenca baja y la desembocadura del río Yaque del Norte, el río más largo del país. Esto favorece los cultivos de guineos, frutales y arroz con riego, principalmente en la margen izquierda del río, así como la ganadería familiar de doble propósito y ganadería caprina. Hay nueve áreas protegidas en la provincia distribuidas en el área costera, área marítima (incluyendo islas) y en los límites con las provincias de Dajabón, Santiago Rodríguez y Valverde (Incháustegui 2017).

Este análisis incluye los municipios Pepillo Salcedo, Montecristi, Villa Vásquez y Castañuelas, dentro de un área clasificada como bosque seco subtropical y en la que se distribuyen diferentes ecosistemas costeros, incluyendo playas arenosas, acantilados, estuarios, lagunas costeras, bahías, dunas, arrecifes de coral, praderas de pastos marinos y bosques de manglares. Las áreas protegidas incluidas en el análisis son los parques nacionales El Morro y Manglares de Estero Balsa, aunque algunas secciones del análisis incluyen también el Refugio de Vida Silvestre Cayo Siete Hermanos y el Parque Nacional Submarino Monte Cristi, ambas en el área marítima (Figura 1).

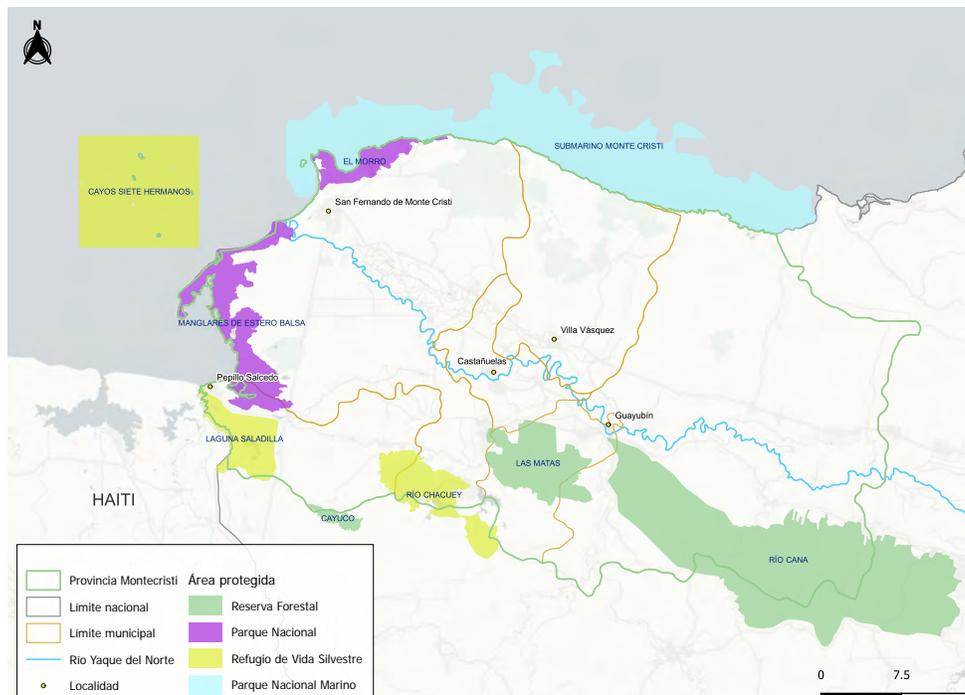


Figura 1. Contexto del análisis de vulnerabilidad. Elaborado con información de UNEP-WCMC e IUCN (2022) (límites de áreas protegidas), DIVA-GIS Free Spatial Data URL: <http://www.diva-gis.org/Data> (límites político-administrativos), Hum Data URL: https://data.humdata.org/dataset/hotom-dom-populated_places (sitios poblados) y CartoDB (teselas vectoriales), bajo licencia CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), datos por OpenStreetMap, bajo ODbL. URL: <https://cartodb.com/basemaps/>.

Antecedentes

La provincia de Montecristi ha sido objeto de varios análisis de vulnerabilidad al cambio climático en la última década, los cuales coinciden en señalar su alta exposición a la variabilidad climática, alta sensibilidad del sector agropecuario y de las áreas protegidas, y baja capacidad adaptativa.

El área de este análisis está reconocida como un punto caliente de sensibilidad climática en la República Dominicana, según un análisis realizado a nivel nacional (Caffrey et al. 2013). Otro análisis (Izzo et al. 2013) clasifica a la agricultura y al sistema de áreas protegidas de Montecristi con vulnerabilidad muy alta frente a las inundaciones. En este último estudio, las variables asociadas a una mayor vulnerabilidad del sector agricultura provincial ante inundaciones están relacionadas a la alta exposición a tormentas, la proporción de áreas agrícolas en terrenos susceptibles a ser inundados y la alta proporción de la población que depende del sector agropecuario para su subsistencia. Además, el cambio de uso de suelo de áreas boscosas a agricultura y otros usos en la cuenca del río Yaque del Norte origina cambios en la esorrentía y riesgo de inundaciones cuenca abajo (Caffrey et al. 2013, PNUD 2017).

La III Comunicación Nacional para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (MIMARENA y CNCCMDL 2018) incluye también un análisis de la vulnerabilidad a nivel provincial para el sector agrícola. El sector agrícola en Montecristi resultó con un nivel de vulnerabilidad muy alto, por alta exposición, alta sensibilidad y baja capacidad adaptativa. Así mismo, el distrito de riego Bajo Yaque del Norte tuvo un índice de extrema vulnerabilidad. El documento también describe a Montecristi como una provincia costera de alta vulnerabilidad, al ubicarse en el puesto siete (de 16 provincias costeras) de exposición, debido al incremento de la temperatura y la precipitación total, así como la concurrencia e intensidad de tormentas y huracanes; en el puesto seis de sensibilidad integrada por la presencia de manglares, estuarios, playas, masas coralinas, asentamientos humanos, población turística y actividad pesquera; y en el último puesto con la más baja capacidad adaptativa con base en características combinadas de la vivienda familiar y otros factores socioeconómicos.

Oxfam realizó una evaluación del impacto de la sequía en el medio de vida de cultivo de arroz en la provincia de Montecristi (Arenas 2016). Si bien esta zona cuenta con riego, en la segunda campaña agrícola del año 2015 la mayoría de los productores perdió más del 90 por ciento de su cosecha, afectando principalmente a las familias que producen a pequeña escala y a las personas jornaleras.

Elementos del análisis de vulnerabilidad. Figura adaptada de Locatelli et al. (2008)

Este análisis asume el concepto de vulnerabilidad presentado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en su tercer y cuarto informe de evaluación (2001, 2007a). Bajo este concepto, la vulnerabilidad al cambio climático tiene tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. La exposición se refiere a la presencia de un riesgo climático; la sensibilidad a la capacidad de respuesta de los sistemas a ese riesgo, y la capacidad adaptativa a la capacidad de un sistema para cambiar a un estado más favorable para hacerle frente a los impactos adversos. La vulnerabilidad de las personas y los ecosistemas al cambio climático está ampliamente relacionada con otros procesos que afectan su integridad y sostenibilidad.

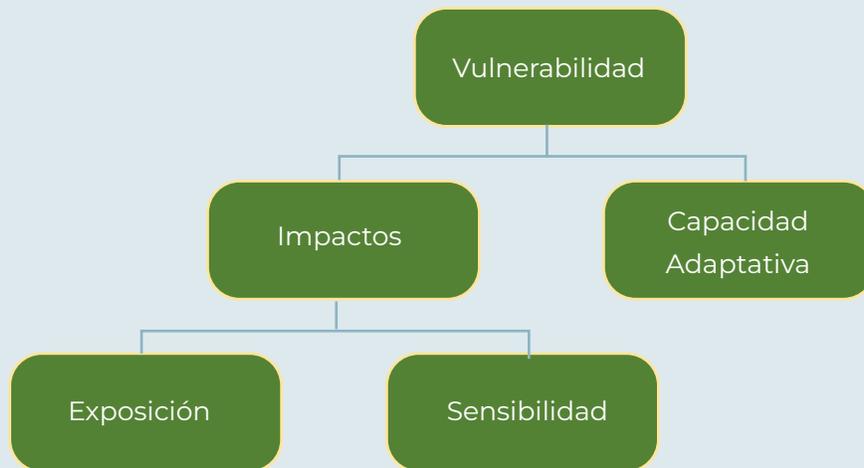


Figura 2. Componentes de la vulnerabilidad: a mayor exposición, mayor sensibilidad y menor capacidad adaptativa, mayor vulnerabilidad.



Los manglares y los medios de vida de la provincia de Montecristi

Los manglares: tipos, composición y estructura

Los manglares, parte de las zonas marino-costeras tropicales y subtropicales, son ecosistemas con árboles adaptados a sobrevivir en zonas anegadas, con alta salinidad y sujetas a las mareas (Mainardi 1996, Spalding y Leal 2021). Peces, crustáceos y aves desarrollan en ellos parte de su ciclo biológico, por lo que son hogar de una rica fauna, incluyendo 341 especies amenazadas a nivel global, y son uno de los ecosistemas de mayor productividad primaria y secundaria neta en el mundo, brindando productos para consumo humano y la generación de ingresos (Spalding y Leal 2021).

Las especies que conforman el manglar se llaman genéricamente mangles, por lo que suele referirse a los manglares como bosques de mangles. Sin embargo, taxonómicamente los mangles pertenecen a 20 familias, de las cuales solo dos se componen exclusivamente por mangles, mientras que las restantes están mejor representadas por especies del bosque húmedo tropical (Mainardi 1996). Los manglares se diferencian por su composición florística y su estructura. Los manglares neotropicales, por ejemplo, presentan de ocho a diez especies arbóreas distribuidas en cinco géneros y cuatro familias (Cifuentes-Jara et al. 2018). En la región del Gran Caribe (grandes ecosistemas marinos del golfo de México, mar Caribe y Plataforma Norte de Brasil) se han registrado nueve especies de las poco más de 70 especies de manglar descritas, siendo las especies con mayor distribución *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (mangle prieto o negro) (Teutli-Hernández et al. 2021). En los ecosistemas de manglar, generalmente se observa un gradiente de composición de especies de árboles desde la orilla de los canales y el mar hacia tierra adentro, que varía desde mangles verdaderos (géneros *Rhizophora* y *Avicennia*) adaptados para sobrevivir a condiciones de salinidad permanente y anegamiento periódico, pasando por especies de transición (ej.: género *Laguncularia*), hasta llegar a bosques terrestres, con especies que no pueden tolerar la salinidad o el anegamiento (Cifuentes-Jara et al. 2018).

La estructura de los manglares está correlacionada con la salinidad del sustrato (Cifuentes-Jara et al. 2018). Los manglares pueden presentarse como árboles o arbustos, en respuesta a las condiciones ambientales; a nivel regional dichas condiciones se relacionan con factores de clima, hidrología y geomorfología, y a nivel local con el tipo de suelo, la topografía y la disponibilidad de nutrientes (Teutli-Hernández et al. 2021). Cifuentes-Jara et al. (2018) diferencian entre manglar alto, medio y bajo o enano en El Salvador. Al primero lo describen como un manglar de talla alta (pueden alcanzar 80 centímetros - cm de diámetro y sobrepasar los 30 metros - m de altura) que se desarrolla en las márgenes de los canales, ríos u orillas del mar, con especies de árboles adaptadas a condiciones de alta salinidad (mangle rojo, mangle prieto o negro, mangle blanco) e inundación frecuente. Al segundo lo describen como un manglar con composición florística similar al manglar alto, pero con tallas menores (diámetro de casi 40 cm y altura de hasta 25 m), y al tercero como aquel ubicado en los límites con tierra firme (dulce), en áreas relativamente abiertas, en suelos menos fangosos, que no sobrepasa los 6 m de altura, y cuya composición florística, además de las especies comunes de mangle, incluye individuos de *Acacia cor-nigera*, *Pithecellobium* sp. y *Randia* sp.

Worthington y Spalding (2018) clasifican a los manglares en cuatro clases de acuerdo con el escenario ecológico en los cuales se desarrollan: manglares de deltas, de estuarios, de lagunas y de franja o borde (*fringing*). Los sistemas estuarinos y deltaicos típicamente tienen mayores niveles de agua dulce, creciendo tierra adentro a lo largo de ríos y, a veces cuentan con más nutrientes y sedimentos, mientras que los sistemas de franja o de borde son más salinos y están más expuestos a las olas. *La distribución de los manglares en estos escenarios afecta la provisión de los beneficios de los servicios ecosistémicos y los enfoques para su restauración* (Worthington y Spalding 2018, Spalding y Leal 2021).

En la República Dominicana el aporte de agua dulce y las peculiaridades fisiográficas de la costa, inciden sobre la distribución de los manglares y definen cuatro tipos según su distribución (ribera, cuenca, borde e inundación) y presencia de especies (mangle blanco, negro o rojo) (MIMARENA y CNCCMDL 2018). En la provincia de Montecristi el Parque Nacional Manglares de Estero Balsa alberga uno de los manglares más desarrollados de toda la República Dominicana, dominados por mangle rojo, y en menor medida por mangle prieto, mangle blanco, y el mangle botón o falso mangle (*Conocarpus erectus*) (MIMARENA 2014). De acuerdo con Worthington y Spalding (2018; <https://maps.oceanwealth.org/#>) *los manglares de la provincia de Montecristi son, en su mayoría, de franja o borde.*

Los manglares: sus funciones

Los manglares poseen valores ecológicos, económicos y sociales y contribuyen a la mitigación y adaptación al cambio climático y a la reducción de riesgos de desastre, así como

a la conservación de la biodiversidad, los medios de vida y la seguridad alimentaria (Spalding y Leal 2021).

Los manglares reducen los efectos negativos del incremento del nivel del mar y la intensidad de los ciclones, al ser barreras que protegen las costas de marejadas e inundaciones (Mainardi 1996, Spalding y Leal 2021, Caffrey et al. 2013, IPCC 2022). Los manglares contribuyen a un drenaje lento de las aguas superficiales lo que a su vez ayuda al mantenimiento de las capas freáticas y la disponibilidad de agua para uso agrícola (Windevoxhel 1999), es decir contribuyen con la regulación hidrológica (IPCC 2022). Además, son sitios de desove de peces y camarones de manera que ofrecen hábitat y refugio para muchas especies, y contribuyen al mantenimiento de playas sanas. Los manglares son también reconocidos como ecosistemas clave para la captura de carbono (Donato et al. 2011, IPCC 2022, Spalding y Leal 2021). Se estima que los manglares de la provincia de Montecristi almacenan stocks de carbono que van de 706 a 1131 toneladas por hectárea (Kauffman et al. 2014), siendo el contenido promedio de stock de carbono de estos ecosistemas a nivel global estimado en $856 \pm 32 \text{ MgC ha}^{-1}$ (Kauffman et al. 2020).

Además de su valor ecológico, los manglares apoyan las economías de subsistencia de las comunidades a través de recursos como madera, combustible, cangrejos y mariscos, y actividades asociadas al turismo (Mainardi 1996, Caffrey et al. 2013). En Centroamérica y el Caribe los manglares proveen bienes para las comunidades locales, incluyendo peces, moluscos, mariscos, madera para postes, leña, carbón y corteza para la producción de taninos, y miel (Windevoxhel 1999, Cifuentes-Jara et al. 2018). Las actividades económicas en torno a estos bienes combinan el consumo local con la comercialización de los productos a nivel local y en casos excepcionales a nivel nacional o regional (Windevoxhel 1999). En el Gran Caribe los complejos arrecifales-manglares-pastos marinos tienen un papel primordial en la economía y bienestar de los más de 134 millones de habitantes de las costas (UNEP et al. 2020).

Distribución y extensión de los manglares en la República Dominicana

Los manglares del Gran Caribe representan el 26 por ciento de la extensión de manglares del planeta (Lacerda et al. 2019). En la República Dominicana, los mayores y más representativos manglares están en las Bahías de Manzanillo, Montecristi, Luperón, Samaná, Macao, Puerto Viejo, Neiba, Maimón, La Gran Laguna, Laguna de Bávaro y la desembocadura de los ríos Soco e Higuamo (MIMARENA y CNCCMDL 2018). Global Mangrove Watch reporta para el año 2016 188 km² de manglares en la República Dominicana, lo que representa el 20 por ciento de los 1,720 km lineales de costa del país.

La provincia de Montecristi cuenta con diferentes estimaciones del área de manglares, que varían entre 39 km² (Caffrey et al. 2013) y 62 km² (MIMARENA y CNCCMDL 2018). Worthington y Spalding (2018) reportan 67 km² para el periodo 1996-2016 en la provincia de Montecristi y el extremo oeste de la provincia de Puerto Plata. Las costas de Montecristi tienen una topografía plana, lo que, junto a la gran cantidad de agua dulce procedente de ríos, arroyos y cañas, determina un hábitat favorable para estos bosques (Fernández Reyna 2019).

Recursos de información sobre manglares

Los sitios web de Ocean Wealth, Resilient Islands, La Resiliencia Costera: República Dominicana, y Global Mangrove Watch ofrecen capas de información espacial a través de exploradores sobre la situación de los manglares y otros ecosistemas marino-costeros y sus servicios ecosistémicos a nivel mundial y para la República Dominicana. Los mapas de *Global Mangrove Watch* han sido seleccionados como el conjunto de datos oficiales de manglares por las Naciones Unidas para reportar los Objetivos de Desarrollo sostenible (Spalding y Leal 2021).

Medios de vida rurales de las comunidades de la provincia de Montecristi

Montecristi tenía 109,607 habitantes en el año 2010, de los cuales el 47 por ciento residía en el medio rural (PNUD 2017). Montecristi es la segunda provincia de la cuenca del río Yaque del Norte con mayor nivel de pobreza, con un 57 por ciento de los hogares pobres (CEDAF 2013) y casi un 25 por ciento en pobreza extrema (Fernández Reyna 2019).

De acuerdo con el Programa Mundial de Alimentos (WFP 2017) e Izzo et al. (2013), los medios de vida de la población rural de Montecristi giran en torno a la *producción de arroz, musáceas y a la ganadería*; de hecho, las zonas de mayor producción de arroz en el país se encuentran en esta provincia (PLENITUD et al. 2014). Arenas (2016) identifica además un medio de vida adicional basado en el cultivo de tabaco. De acuerdo con el mapa proporcionado por Arenas (2016: 30) las zonas dedicadas a la ganadería, al cultivo de arroz y plátano confluirían con las áreas de manglares de la provincia. Durante el mapeo participativo, se identificaron áreas de cultivo de arroz y plátano o guineo que contaminan los cursos de agua y aportan sedimentos a los mismos, influyendo negativamente en los manglares. También se identificaron varias zonas ocupadas por ganadería vacuna y caprina extensiva y cercanas a los manglares y bosques ribereños y que influyen negativamente en estos ecosistemas por la degradación de la vegetación.

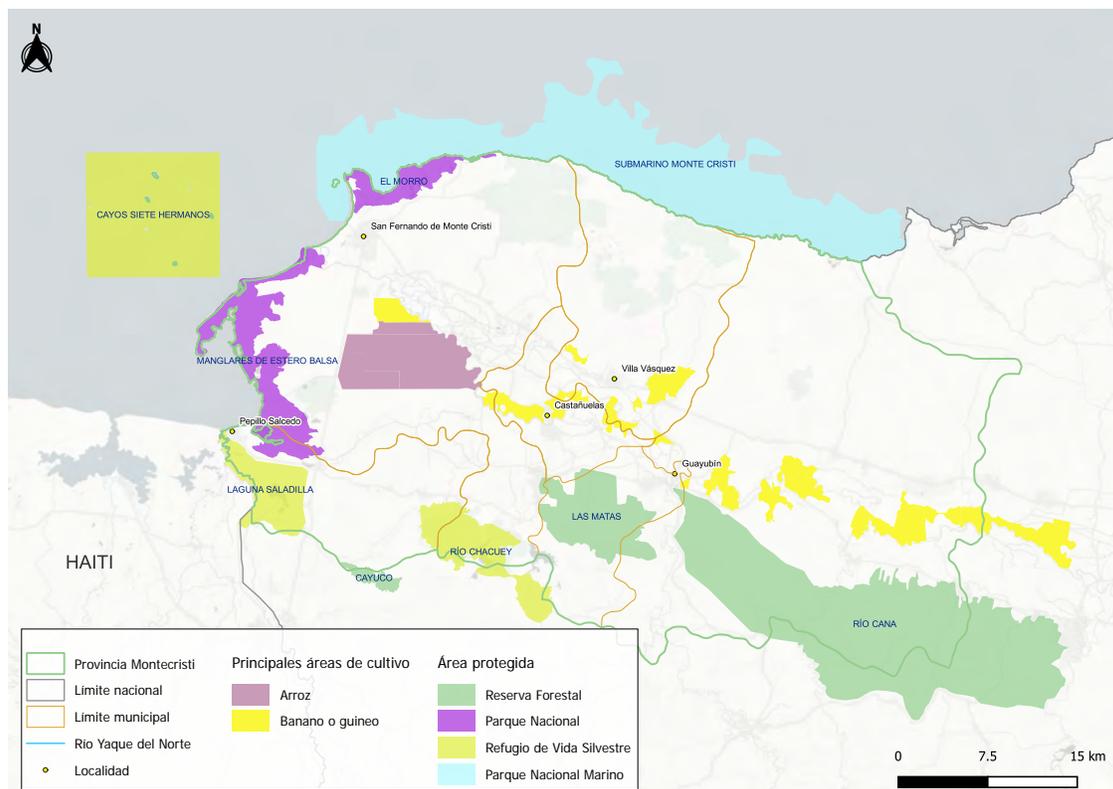


Figura 3. Principales áreas de cultivo de arroz y banano o guineo en la provincia de Montecristi. La ganadería ocurre de manera dispersa en todo el territorio. Elaborado a partir de los resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022 (áreas de cultivo), e información de UNEP-WCMC e IUCN (2022) (límites de áreas protegidas), DIVA-GIS Free Spatial Data URL: <http://www.diva-gis.org/Data> (límites político-administrativos), Hum Data URL: https://data.humdata.org/dataset/hotosm_dom_populated_places (sitios poblados) y CartoDB (teselas vectoriales), bajo licencia CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), datos por OpenStreetMap, bajo ODbL. URL: <https://cartodb.com/basemaps/>.

La *pesca artesanal*, que incluye la *extracción de cangrejos*, depende de la salud de los manglares y tiene mayor representación en los municipios de Montecristi y Pepillo Salcedo, y se resalta a la pesca como medio de vida principal de las numerosas familias dentro del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa (MIMARENA 2014). En el mapeo participativo se identificó también la importancia de los manglares de esta área protegida para estos medios de vida, aunque también la de los manglares remanentes cercanos a la desembocadura del río Yaque del norte y la de los manglares del Parque Nacional El Morro (Figura 4).

El plan para el desarrollo económico local de Montecristi incluye también la *producción artesanal de sal* como actividad de peso económico en la provincia (MEPyD 2017). La producción de sal en la provincia está cerca del nivel del mar, lo que permite que el agua entre, se asiente y se evapore en las terrazas construidas en las más de 300 salinas (MEPyD 2017). La provincia es la principal productora de sal nivel nacional (MEPyD 2017).

La relación entre la extracción de sal y los manglares es compleja: por un lado, las familias salineras establecen las terrazas en zonas de manglar (competencia de uso del suelo) y construyen caminos para transitar y extraer la sal (alteración de la hidrología), pero por la otra mencionan que los manglares son importantes para regular el flujo de agua y proteger las salinas de las inundaciones. El mapeo participativo identificó presencia de salineras en las zonas aledañas a ambos parques nacionales (Figura 4).

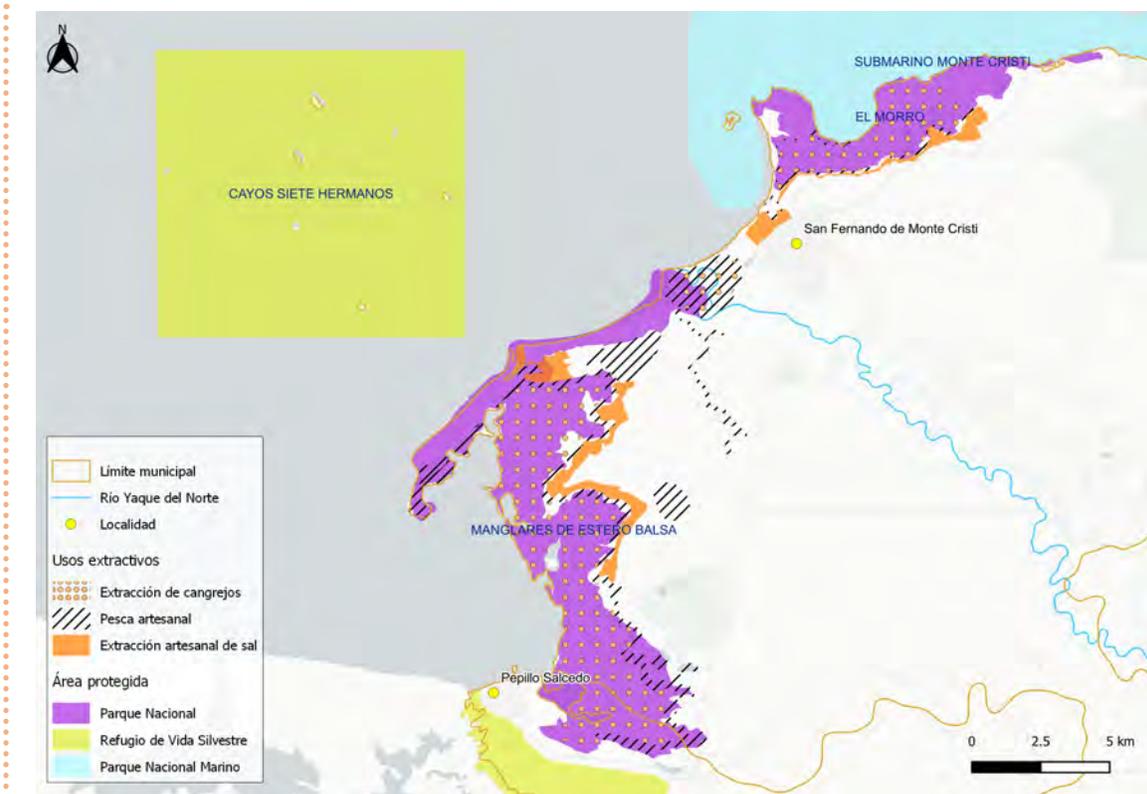
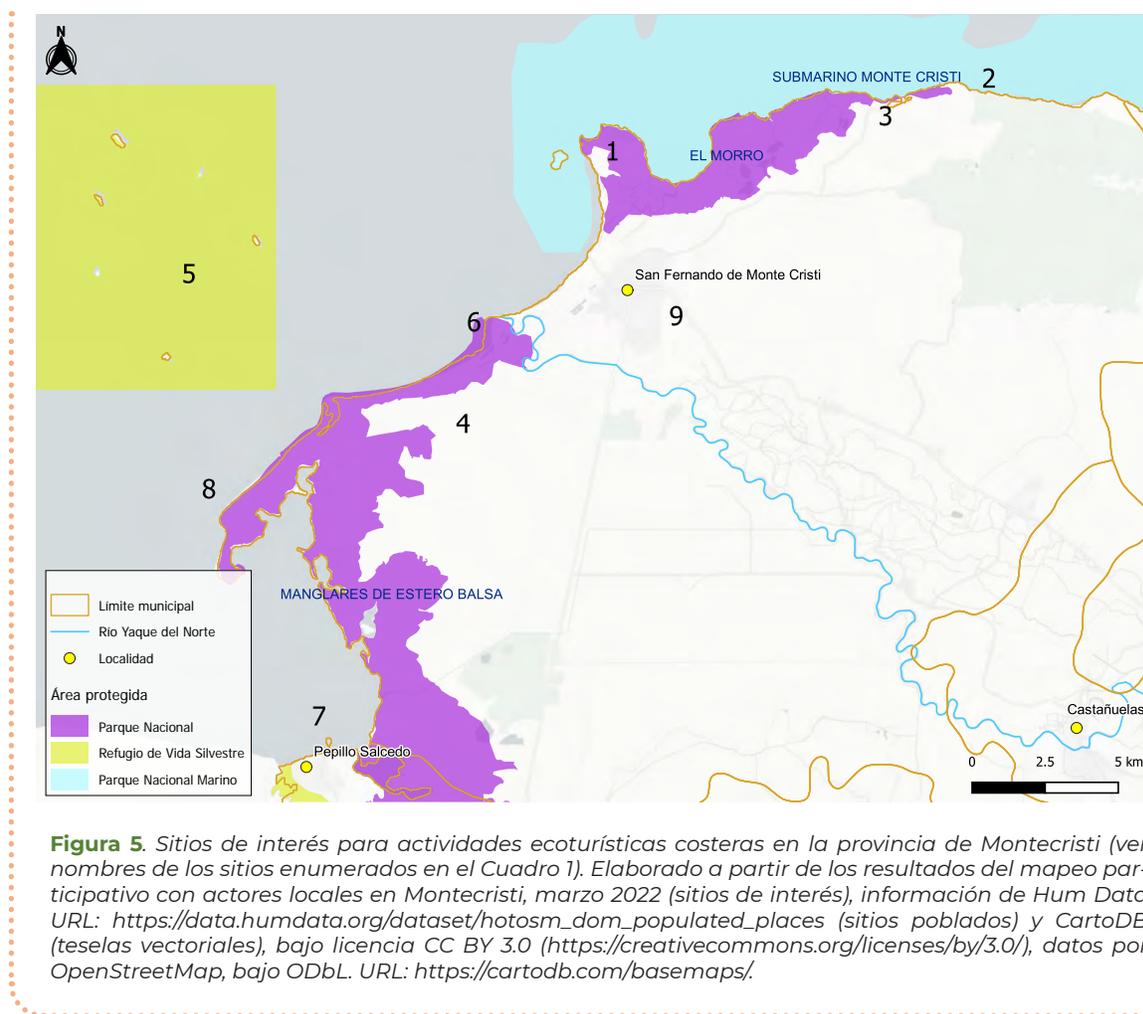


Figura 4. Principales áreas de usos extractivos de recursos en las comunidades costeras de Montecristi. La pesca artesanal confluye también con las áreas de extracción de cangrejos y costas. Elaborado a partir de los resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022 (áreas de pesca artesanal, extracción de cangrejos y sal), información de UNEP-WCMC e IUCN (2022) (límites de áreas protegidas), DIVA-GIS Free Spatial Data URL: <http://www.diva-gis.org/Data> (límites político-administrativos), Hum Data URL: https://data.humdata.org/dataset/hotosm_dom_populated_places (sitios poblados) y CartoDB (teselas vectoriales), bajo licencia CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), datos por OpenStreetMap, bajo ODbL. URL: <https://cartodb.com/basemaps/>.

El área cerca de San Fernando de Montecristi está siendo desarrollada como un destino de *turismo costero*, aunque la infraestructura (hoteles, restaurantes y servicios recreativos) es aún limitada (Fernández Reyna 2019). De hecho, en el plan para el desarrollo económico local de Montecristi (MEPyD 2017) se menciona al sector turismo como un clúster económico emergente. Varias organizaciones gubernamentales regulan la actividad turística: Ministerio de Turismo (MITUR), MIMARENA, Policía de Turismo (POLITUR), Ayuntamiento

Municipal de Montecristi, Servicio Nacional de Protección Ambiental (SEMPA), Armada de la República Dominicana, Consejo Dominicano de Pesca y Acuicultura (Codopesca), y Autoridad Portuaria Dominicana.

En el análisis participativo las personas identificaron al menos doce operadores turísticos, de los cuales al menos nueve agrupan a personas de las comunidades locales, como pescadores y salineros. Estos grupos se autoidentifican como operadores ecoturísticos, siendo que esta actividad forma parte de sus estrategias de vida para diversificar sus ingresos (Cuadro 1). La Asociación de Tour Operadores y la Asociación de Hoteles y Restaurantes trabajan en coordinación. Las actividades ecoturísticas las desarrollan en al menos nueve áreas, tres de ellas son manglares y son consideradas atractivas por su belleza escénica y el avistamiento de aves, y cuatro son playas o sitios para bucear o pescar, relacionados indirectamente con los manglares (Figura 5 y Cuadro 1). Además, el litoral de Montecristi tiene varios restos de naufragios, lo que enriquece su interés como destino turístico para el buceo.



Cuadro 1. Sector turismo: principales atractivos, actividades y operadores, Montecristi. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| | | 1 Parque Nacional El Morro | 2 Playa Popa | 3 Los Maenos | 4 Marigot | 5 Cayos Siete Hermanos | 6 Desembocadura río Yaque | 7 Mandrágora (barco hundido) | 8 Punta Presidente – Playa Punta de Luna | 9 Pozo de Beber |
|---------------------------|--|----------------------------|--------------|--------------|-----------|------------------------|---------------------------|------------------------------|--|-----------------|
| Atractivos naturales | bosque seco | | | ■ | | | | | | |
| | bosque húmedo | | | | | | | | | ■ |
| | manglares (mangle blanco en sitio 6) | ■ | | ■ | | | ■ | | | |
| | lagunas | | | ■ | ■ | | | | | ■ |
| | playa | | ■ | | | | | | | |
| | salinas | | | ■ | | | | | | |
| Infraestructura turística | muelle | | | | | | | | ■ | |
| | plataforma ecoturística | ■ | | | | | | | | |
| | restaurantes | | ■ | | | | | | | |
| Actividades turísticas | avistamiento de aves | | | ■ | ■ | | | | | ■ |
| | camping | ■ | ■ | | | | | | | |
| | senderismo | ■ | | | | | | | | |
| | buceo y snorkeling | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ | | |
| | pesca deportiva | | | | | | | | ■ | |
| | kayaking | ■ | ■ | | | | | ■ | | |
| | kitesurfing | ■ | | | | ■ | | | | |
| | paddle board | ■ | | | | | | | | |
| | surfing, turismo de olas | | | | | | | | ■ | |
| Operadores turísticos | Clúster Turístico Montecristi | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Asociación de Hoteles y Restaurantes de Montecristi | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Asociación de Cangrejeros de Buenos Aires, otras asociaciones de cangrejeros | | | | ■ | | | | | |
| | Asociación de Pescadores Caño el Yuti | | | | ■ | ■ | ■ | | ■ | |
| | Asociación de Pescadores Guardianes Marinos de la Bahía de Manzanillo | | | | | ■ | | ■ | ■ | |
| | Asociación Playa Popa (pescadores, pequeños restaurantes) | | ■ | | | | | | | |
| | Asociación de Tour Operadores de Montecristi | ■ | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | Club Náutico de Montecristi (manejo plataforma) | ■ | | | | | | | ■ | |
| | El Morro Eco Adventure Hotel | ■ | | | | ■ | | ■ | | |
| | Grupo Ecológico Montecristi-Gremont | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ |
| | pescadores locales | | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | | |
| | salineros locales y asociación de salineros | | | ■ | ■ | | | | | |



Tensores y cambio climático en la provincia de Montecristi

El sexto informe de evaluación (AR6) elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC et al. 2021) menciona varios elementos claves relacionados al clima del Caribe Insular:

- El aumento de la evapotranspiración, debido a la creciente demanda atmosférica de agua, está disminuyendo la humedad del suelo, el Caribe está dentro de este marco de afectación.
- El aumento de la evapotranspiración en un clima más cálido dará lugar a una mayor aridez y a sequías agrícolas y ecológicas más graves en el Caribe (confianza alta a 2°C o más de calentamiento global).
- Es muy probable que el nivel del mar siga subiendo alrededor de las islas pequeñas, más aún con emisiones más altas y durante periodos de tiempo más largos (confianza alta).
- El aumento del nivel del mar, junto con las mareas de tempestad y las olas, agravará las inundaciones costeras y el potencial de salinización de los acuíferos (confianza alta) y hará que las líneas de costa retrocedan a lo largo de los litorales arenosos de la mayoría de las islas pequeñas.
- La temperatura media en grados centígrados (°C) en relación con el periodo base 1850-1900 (escenarios del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 6 o CMIP6) podrían aumentar entre 1.4 y 1.6 °C para el período 2021-2040, entre 1.3 y 2.4 °C para el período 2041-2050 y entre 1.4 y 3.4 °C para el período 2081-2100, dependiendo del escenario (Figura 6).
- La tendencia de las precipitaciones a disminuir entre junio y agosto continuará en las próximas décadas (confianza alta a 2°C o más de calentamiento global).

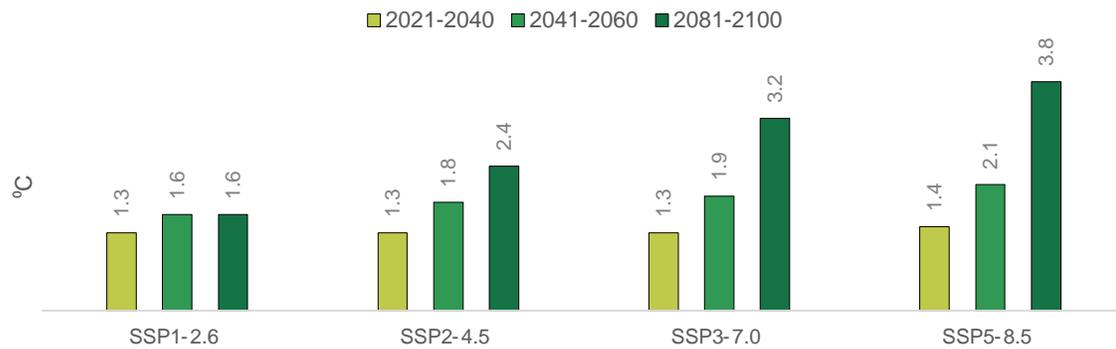


Figura 6. Cambio estimado de la temperatura media en grados centígrados (°C) en relación con 1850-1900 para la región del Caribe Insular según escenarios CMIP6. Elaborado con datos del atlas interactivo incluido en el AR6 (Gutiérrez et al. 2021)

La República Dominicana tiene una importante variabilidad climática asociada a sus características de elevación, posición geográfica y orográfica, a los efectos de los fenómenos de El Niño y La Niña, y a la presencia de tormentas tropicales y huracanes, al estar ubicada en el corazón del cinturón de huracanes del Atlántico (McSweeney et al. 2010a, 2010b, Caffrey et al. 2013).

Al 2020, el territorio de la República Dominicana se ha calentado 1.6 °C en promedio con relación a la *temperatura superficial de la Tierra* desde la era industrial. La Figura 7 muestra la evolución de las anomalías en la temperatura media para el país entre 1824 y 2020, con una tendencia sostenida de calentamiento; las temperaturas promedio del país podrían llegar a cerca de 5.5 °C en el año 2100 si el aumento del dióxido de carbono sigue sin reducirse, a cerca de 3.8 °C al 2100 si hay una disminución lenta de emisiones, y a cerca de 2.6 °C en 2100 si hay una disminución rápida de las emisiones y se llega a cero emisiones cerca del año 2080 (Berkeley Earth 2022). Se esperan mayores incrementos de temperatura en el norte del país y un incremento del estrés hídrico en las áreas áridas y semiáridas durante los meses más secos (Caffrey et al. 2013).

Las tendencias observadas en el país para la *precipitación* indican que la lluvia promedio anual ha disminuido en 5 mm por mes desde 1960 (McSweeney et al. 2010, 2010), sin embargo, debido a la variabilidad interanual y decenal es difícil detectar tendencias en los patrones de precipitación en la República Dominicana (Caffrey et al. 2013, MIMARENA y CNCCMDL 2018). Las proyecciones futuras para la precipitación son inciertas, por un lado, se proyecta una disminución en la precipitación total anual para los años 2050 y 2070, y por otro, se apunta a un cambio en la estacionalidad más que en la precipitación anual (Caffrey et al. 2013, MIMARENA y CNCCMDL 2018).

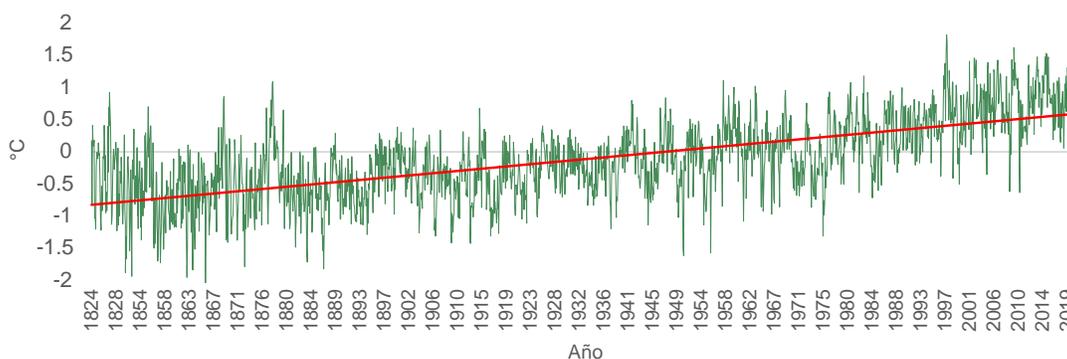


Figura 7. Anomalías de la temperatura media en grados centígrados (°C) en el periodo 1824-2020 para la República Dominicana. Elaborado con datos de Berkeleyearth.org (2022).

La provincia de Montecristi está en una zona con alta variabilidad interanual en la precipitación, las proyecciones climáticas para esta región apuntan a una pequeña reducción de lluvia en abril (primera época lluviosa) y luego en julio y septiembre (época seca), con un incremento en noviembre y diciembre (segunda época lluviosa) (Izzo et al. 2013, Caffrey et al. 2013).

El *aumento del nivel del mar* resulta principalmente de la expansión térmica del mar y del deshielo de los casquetes polares causados por el calentamiento global (IPCC 2007b). Según datos de la NASA (2022), en el litoral de Montecristi, el aumento del nivel del mar pasó de 1 milímetro (mm) por año (1992) a 6 mm por año en las últimas tres décadas (Figura 8).

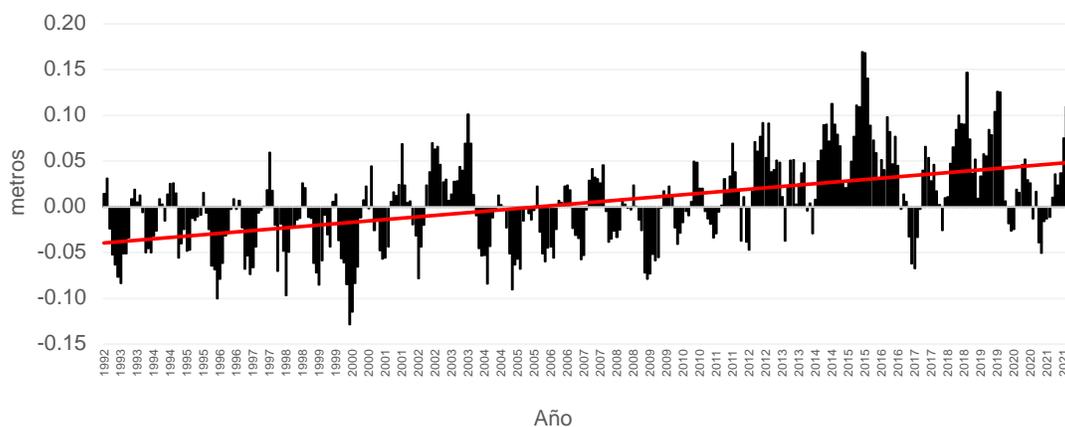


Figura 8. Anomalías del nivel del mar en metros en las costas de Montecristi en el periodo 1992-2022, Sensores TOPEX/Poseidon, Jason-1, Jason-2, Jason-3. Elaborado con datos del NASA/JLP Sea Level Portal, Data Analysis Tool 2.0 https://sealevel.nasa.gov/data_tools/1.

Tomando como referencia las proyecciones de aumento del nivel del mar para el Puerto de San Juan, Puerto Rico, en Montecristi el aumento del nivel del mar podría variar entre 11 milímetros en 2030, 16 - 18 mm en 2040 y 22 - 26 mm en 2050 (Cuadro 2), lo que afectaría todo el litoral de la provincia.

Cuadro 2. Escenarios de aumento del nivel del mar (metros) en Puerto San Juan, Puerto Rico, 2030 - 2050, relativos al período base 1995-2014, según escenarios provistos por el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (Fox-Kemper et al. 2021, Garner et al. s. f., 2021).

| Escenario | 2030 | 2040 | 2050 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| SSP1-1.9 | 0.11 ± 0.06 | 0.16 ± 0.07 | 0.22 ± 0.08 |
| SSP1-2.6 | 0.11 ± 0.05 | 0.16 ± 0.07 | 0.22 ± 0.09 |
| SSP2-4.5 | 0.11 ± 0.05 | 0.17 ± 0.07 | 0.24 ± 0.10 |
| SSP3-7.0 | 0.11 ± 0.05 | 0.16 ± 0.07 | 0.24 ± 0.09 |
| SSP5-8.5 | 0.11 ± 0.05 | 0.18 ± 0.07 | 0.26 ± 0.09 |

El litoral de la provincia de Montecristi está en la cuenca del Caribe, zona de influencia del paso de *ciclones tropicales*. Estos ciclones se forman cuando la superficie del mar alcanza 27 °C o más y la estructura vertical de la atmósfera no favorece la producción de vientos cortantes. Esto sucede generalmente entre mayo y noviembre, con una intensificación entre agosto y octubre.

Entre los años 1852 y 2021 la región estuvo influenciada de manera directa o indirecta por 58 ciclones tropicales (radio de 60 km). La Figura 9 muestra estos eventos, según su categoría de intensidad Saffir-Simpson, siendo las tormentas tropicales las más frecuentes. La alta frecuencia de ciclones tropicales sugiere que los sistemas naturales de la región están sometidos contantemente a dinámicas que deben producir cambios importantes en la composición de la biodiversidad, pero también que la biodiversidad esté adaptada a estos procesos.

La Figura 10 muestra los ciclones tropicales según su categoría de intensidad en la región de Montecristi en un período de 169 años, observándose una tendencia de aumento en su intensidad. Los efectos de este aumento en la biodiversidad son aún desconocidos.

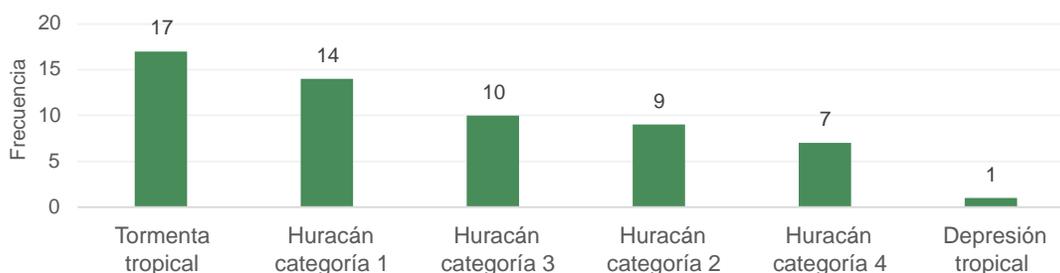


Figura 9. Número de ciclones tropicales según categoría de intensidad Saffir-Simpson (radio de 60 km) en la región de Montecristi en el período 1861-2021. Elaborado con datos de la NOAA, Historical Hurricane Tracks (<https://coast.noaa.gov/hurricanes>).

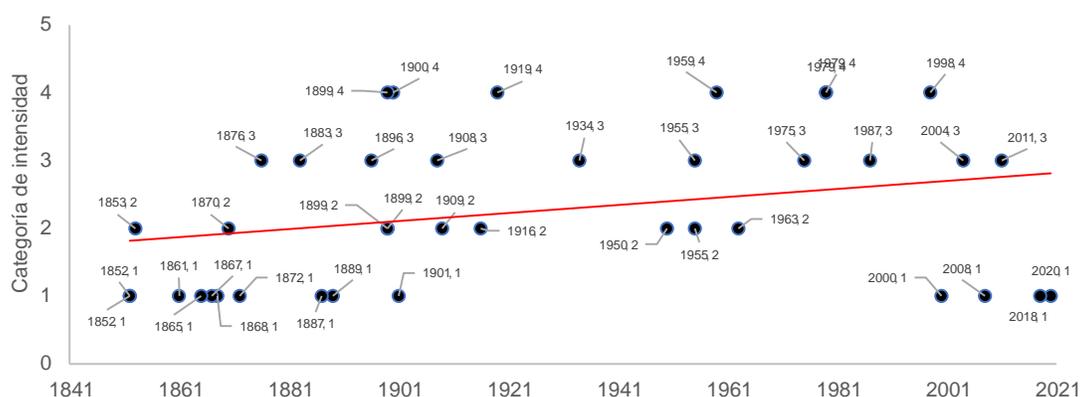


Figura 10. Ciclones tropicales según año de ocurrencia y categoría de intensidad Saffir-Simpson (año, categoría) con influencia en región de Montecristi (radio de 60 km) en el período 1861-2021. Elaborado con datos de la NOAA, Historical Hurricane Tracks (<https://coast.noaa>).

El calentamiento del mar juega varios roles en los cambios globales que están afectando la biodiversidad marino-costera. Según el último informe del IPCC, este proceso, además de expandir el volumen de agua, puede aumentar la salinización y provocar tormentas más fuertes el blanqueamiento de los arrecifes de coral (IPCC et al. 2021).

La Figura 11 muestra las mínimas y máximas de la temperatura diaria superficial del mar para el período de 1985 y septiembre de 2022 en el litoral norte de la Isla Española, según los datos obtenidos de la página Web del *Coral Reef Watch* de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA). Según esta fuente, la temperatura diaria máxima superficial del mar aumentó 0.43 °C en 37 años en esta

región. Un estudio publicado recientemente (Bove et al. 2022) señala que, tras el estancamiento global de mediados del siglo XX, el calentamiento se reanudó en los arrecifes del Caribe a principios de la década de 1980 en algunas ecorregiones y en la década de 1990 en otras. En promedio, los arrecifes caribeños se calentaron 0.18°C por década durante este periodo.

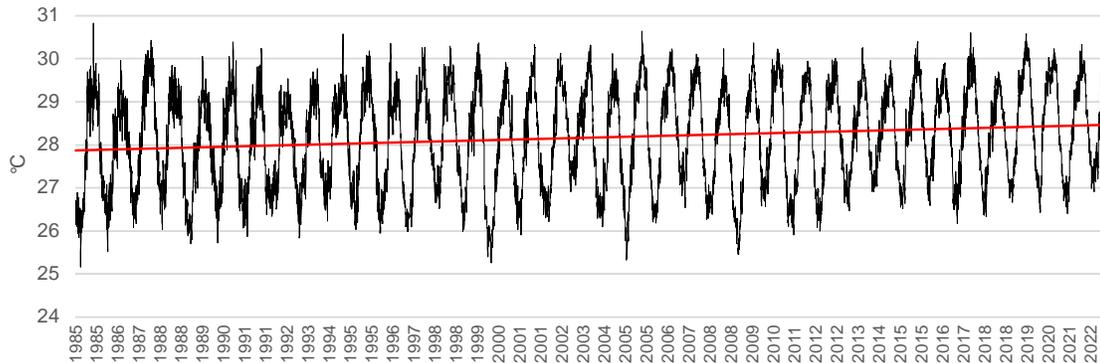


Figura 11. Temperatura superficial mínima del mar en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) en la región norte de la isla La Española en el periodo 1985 - 2022. Ela-borado con datos de la NOAA².

2 NOAA, "Coral Reef Watch Satellite Monitoring and Modelled Outlooks," NOAA Satellite and Information Service (blog), 2022, <https://coralreefwatch.noaa.gov>.



Impactos del cambio climático y otros procesos en los manglares de Montecristi

Causas de pérdida y degradación de manglares e impactos a nivel global

El *aumento en el nivel del mar* impacta a los manglares en todas las regiones del mundo, aunque se reporta un mayor impacto en América del Norte, América Central, Asia, Australia y el este de África; el calentamiento y la salinización por aumento en el nivel del mar, así como eventos climáticos extremos, han cambiado la distribución y composición de especies de plantas en los manglares (IPCC 2022).

En todo el mundo *el cambio climático empeora los impactos de los estresores antropogénicos* sobre los ecosistemas marino-costeros, incluyendo la pérdida y degradación del hábitat, contaminación marina, sobrepesca, eutroficación e introducción de especies no nativas (IPCC 2022). De hecho, los impactos humanos directos son responsables de más del 60 por ciento de la pérdida de manglares (Spalding y Leal 2021) y aunque los manglares experimentan y experimentarán cambios en el futuro asociados a cambios en el clima, la mayor amenaza para la sobrevivencia de los manglares es la deforestación (Alongi 2015). Los estresores antropogénicos no asociados al clima que reducen las áreas disponibles para el crecimiento óptimo de los manglares promueven pérdidas de carbono almacenado y fomentan la disminución y pérdida de los servicios ecosistémicos, incluyen explotación intensiva de recursos (ej.: madera, leña), cambio de uso de la tierra (ej.: a acuicultura, agricultura y pasturas), cambios en hidrología, desarrollo de infraestructura para apoyar el turismo y el crecimiento poblacional (Cifuentes Jara et al. 2018, Worthington y Spalding 2018).

Los procesos que afectan a los manglares se agrupan en (Lewis et al. en PNUD y MiAMBIENTE 2017):

1. Cambios en la fuente.
2. Cambios en la hidrología.
3. Aquellos que afectan el metabolismo de las plantas, por ejemplo, evitando o reduciendo la fotosíntesis.
4. Aquellos que eliminan los nutrientes del suelo.

A nivel mundial, *la conversión de áreas de manglares para la producción* fue la causa número uno de pérdidas de manglares (47 por ciento), en particular debido a la expansión de la acuicultura de peces y camarones y el cultivo de arroz (Spalding y Leal 2021). Los manglares están siendo degradados por la sedimentación, la contaminación, la alteración de los drenajes naturales, la inadecuada planeación de desarrollo y la falta de protección de la intervención humana (Worthington y Spalding 2018, Caffrey et al. 2013). En Centroamérica Windevoxhel (1999) reporta a la agricultura, la ganadería y la producción de sal, y más recientemente a la acuicultura y el desarrollo de infraestructuras turísticas como elementos clave de drenaje y degradación o conversión de los manglares. Para la región de Gran Caribe, Teutli-Hernández et al. (2021) reportan el cambio de uso del suelo, el desarrollo urbano, la extracción de productos maderables, eventos naturales y la industria minera y de hidrocarburos como las principales amenazas para los manglares.

Worthington y Spalding (2018) reportan un total de 8,437 km² de manglares perdidos a nivel mundial entre 1996 y 2016, de los cuales 2,196 km² corresponden a la región de Norte y Centroamérica y el Caribe, lo cual se traduce una tasa de pérdida porcentual de 0.36 para esta región; según estos autores, estos cambios representan las pérdidas proporcionales más extensas a nivel mundial.

Causas de pérdida y degradación de manglares e impactos en la República Dominicana

Se espera que las tendencias climáticas actuales y proyectadas incrementen la sensibilidad de los ecosistemas naturales de la República Dominicana, en particular aquellos ubicados en las zonas costeras. Los manglares y los arrecifes, incluyendo los de la provincia de Montecristi, son extremadamente sensibles a la inundación por aumento del nivel del mar, a ciclones más intensos, a marejadas más frecuentes y fuertes y la consecuente erosión de las playas (Caffrey et al. 2013, MIMARENA y CNCCMDL 2018). El ascenso del nivel del mar genera erosión, inundación e infiltración salina: tanto la erosión como la inundación causan pérdidas de material particulado denso en la zona litoral, siendo ésta apreciable en las zonas bajas de arena, grava o fango (MIMARENA y CNCCMDL 2018). Un

mayor nivel del mar facilitará a las olas alcanzar la costa con mayores alturas, debido a una reducción de fricción en el fondo, siendo estos cambios particularmente importantes en las costas abiertas (MIMARENA y CNCCMDL 2018). Además, en el Caribe se espera que los manglares declinen conforme aumente la aridez (Alongi 2015). Las comunidades de Montecristi identifican a las inundaciones costeras, la intrusión de agua salada, la contaminación, el agotamiento de las poblaciones de peces y camarones, las playas erosionadas y los arrecifes moribundos como preocupaciones cada vez más evidentes que podrían asociarse al cambio climático (Caffrey et al. 2013).

En la República Dominicana los manglares han sido y continúan siendo alterados, contaminados, rellenados o talados para hacer camino al desarrollo de la agricultura, infraestructura para el turismo y camaronerías (Caffrey et al. 2013, MIMARENA y CNCCMDL 2018). Global Mangrove Watch reporta que la extensión de manglares en la República Dominicana ha disminuido casi 10 km² entre 1996 y 2016. En la cuenca del río Yaque del Norte las áreas con valores de sobreutilización de uso de suelo coinciden generalmente con tierras de vocación forestal que han sido convertidas a uso agrícola o ganadero (CEDAF 2013).

Causas de pérdida y degradación de manglares e impactos en Montecristi

Los manglares de Montecristi se han empezado a secar debido a cambios de uso de suelo, como carreteras que cortan sus áreas de drenaje (Caffrey et al. 2013). Cuando se elaboró el Plan de Manejo del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa, hace una década, las comunidades opinaron que era importante conservar los recursos del parque, incluyendo los manglares, e identificaron como principales amenazas los conflictos y presiones sobre el área protegida, la sobrepesca, la incursión de pescadores haitianos y conflictos con pescadores dominicanos, la ganadería extensiva en los alrededores del parque, la contaminación de cursos de agua y residuos sólidos que llegan a los manglares, el derrame de combustibles y otras sustancias contaminantes producto de la operación del puerto Manzanillo, y la presión por desarrollo de urbanizaciones en la zona (MIMARENA 2014).

El mapeo participativo del estado de los manglares y las causas de su pérdida o degradación en Montecristi inició con un acuerdo grupal sobre qué es un bosque de manglar sano, uno enfermo y uno muerto o completamente degradado (Cuadro 3). El siguiente paso fue marcar sobre mapas elaborados con imágenes satelitales las áreas donde los manglares han desaparecido o se han degradado desde 2005. También se marcaron las áreas donde el manglar se ha venido recuperando. En paralelo, las personas expertas también mapearon diferentes causas de la pérdida o degradación.

Cuadro 3. Escala de salud del manglar. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Estado | Cobertura de copas | Estado de las hojas | Color del agua |
|-------------------|---|---------------------------------------|----------------|
| Ya no hay manglar | No hay árboles de manglar vivos | No hay hojas, si las hay son negras | |
| Manglar enfermo | Hay muchos árboles muertos | Hojas amarillentas | Rosado |
| Manglar saludable | No se ven o hay muy pocos árboles muertos | Hojas abundantes, verdes y brillantes | Oscuro |

Según los resultados del ejercicio, entre Montecristi y Punta Rucia, se reconocen 6,567 hectáreas de manglares, de las cuales desde el 2005 se ha perdido o degradado el 9 por ciento y se ha recuperado menos del 1 por ciento (Cuadro 4).

Cuadro 4. Área y proporción de manglares según su estado de salud, entre la localidad de Montecristi y Punta Rucia, provincia de Montecristi. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Salud del manglar | Área (ha) | Proporción (%) |
|---------------------|--------------|----------------|
| Muerto | 388 | 6 |
| Enfermo o degradado | 184 | 3 |
| Sano | 5,948 | 91 |
| Revegetación | 47 | < 1 |
| Total | 6,567 | 100 |

Los manglares del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa tienen varios sectores de bosque muerto desde 2005. Las áreas al norte del parque están relacionadas con la carga de sedimentos del cultivo de arroz y prácticas inadecuadas de ganadería. Más al sur, se añaden a estas causas el bloqueo de canales, basura, contaminación del agua con agroquímicos y el desarrollo de urbanizaciones (Figura 13, arriba). En la desembocadura del río Yaque del Norte, con relictos de este ecosistema, se identifican estas causas de muerte o degradación del manglar: basura, bloqueo de canales, deforestación, sedimentos y contaminación por agroquímicos que arrastra el río y la construcción de viviendas además de huracanes (Figura 12, arriba). Los manglares del Parque Nacional El Morro y los remanentes de manglares al este de esta área protegida presentan también sectores muertos desde 2007 y daños causados por basura, bloqueo de canales, deforestación, prácticas inadecuadas de ganadería, sedimentos (estos tres últimos factores están asociados) y la construcción de viviendas (Figura 12, abajo).

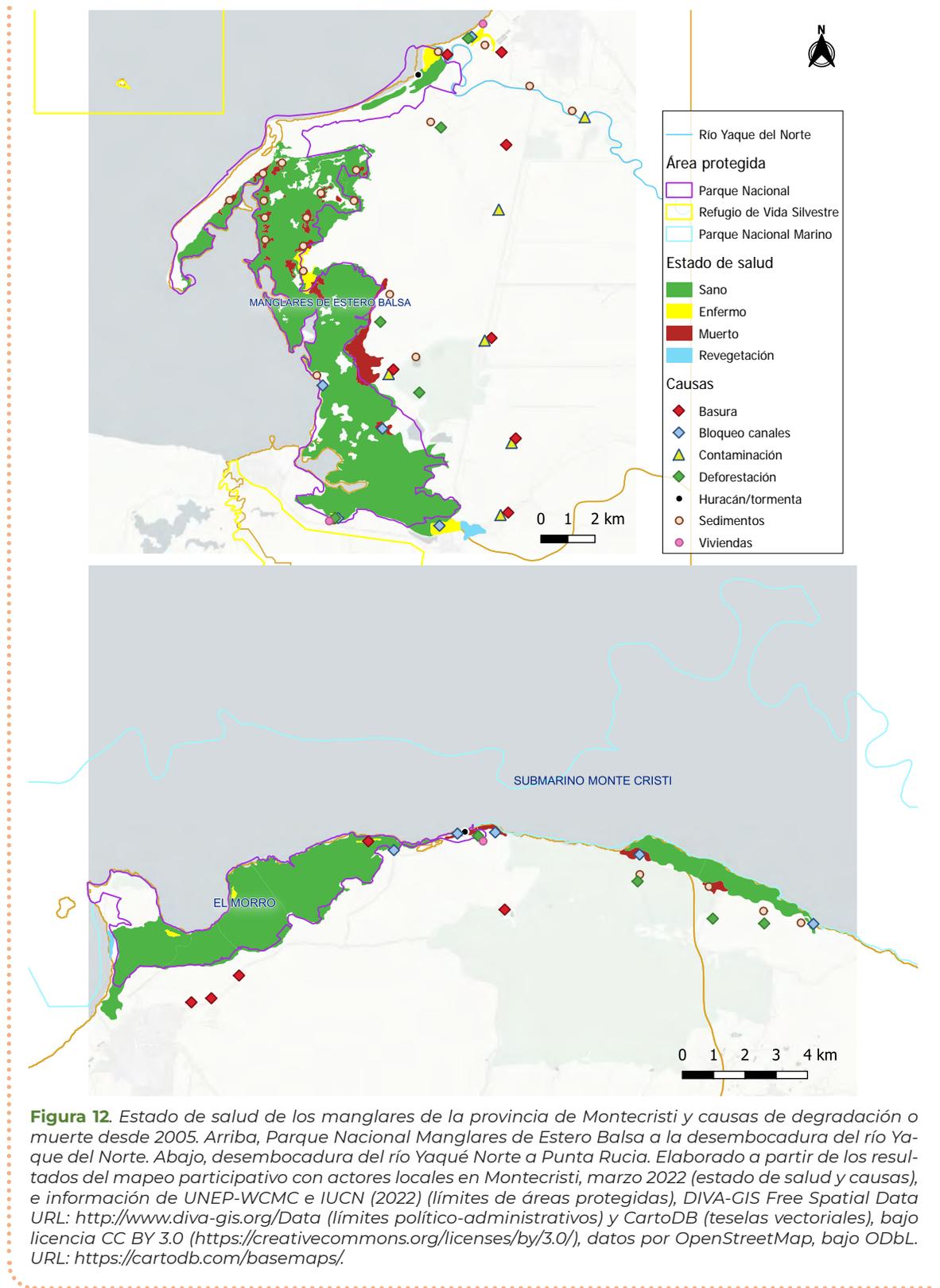
Al este del Parque Nacional El Morro también se identificó a los huracanes como causa de degradación del manglar. Es notable que el daño por huracanes se identifica solo en zonas de relictos de manglares. En el sitio Los Maenos se evidencia el efecto de los huracanes.

canes en la región, donde el huracán Irma en el año 2016 destruyó áreas de manglares y depositó capas de calcio en el sitio, proveniente de los corales que se encuentran en la barrera de coral de Montecristi.

En los sitios La Mamicela, Caño Las Mujeres y Playa Bucán se evidencia el efecto de “saltación” de arena en la costa, el cual es el movimiento de las partículas por pequeños saltos en la dirección de proveniencia del viento (Universidad Católica de Chile s. f.). Este efecto provoca la muerte del manglar y modificación de la costa por la deposición de arena hacia tierra firme. Con el cambio climático, la velocidad del viento aumentará. Por tanto, la saltación seguirá depositando arena sobre los manglares y provocando su muerte y a su vez modificando la costa.

Sensibilidad de los manglares en Montecristi al cambio climático

Un estudio reciente realizado en los manglares de los parques nacionales Manglares de Estero Balsa y El Morro (Herrera Estévez 2022) se centró en la sensibilidad de estos ecosistemas a sequías, huracanes y tormentas tropicales, y al aumento de la temperatura a largo plazo. El estudio encontró que, entre todos estos factores, los manglares son más sensibles a las sequías y que los sitios dominados por *R. mangle* tendrían una alta sensibilidad a los aumentos de temperatura a largo plazo debido al mecanismo de tolerancia a la sal de esta especie. La salinidad aumentaría con el aumento de la temperatura, por lo que el estudio infiere que aumentarían las especies de crecimiento lento. La extensión de las condiciones hipersalinas ampliaría la distribución del mangle de baja altura, mientras que un aumento de las perturbaciones podría reducir la succulencia y el área foliar de estos ecosistemas, lo que aumentaría su sensibilidad a la sequía. El seguimiento a largo plazo es vital para verificar estas inferencias.





Impactos del cambio climático y otros procesos en los medios de vida de Montecristi

Las condiciones de pobreza rural en la provincia de Montecristi influyen en la alta dependencia que tienen los medios de vida de los recursos naturales y en su alta susceptibilidad a los eventos climáticos (PNUD 2017). Las comunidades costeras de la provincia son propensas a inundaciones y marejadas ciclónicas y, por lo tanto, las casas, negocios, carreteras y campos de cultivos son afectados negativamente. Además, como se vio anteriormente, los manglares, entre otros ecosistemas costeros, también sufren impactos por el clima y procesos antrópicos, y su degradación afecta los medios de vida el bienestar de las comunidades costeras que dependen de la pesca y del turismo (Caffrey et al. 2013).

De acuerdo con el estudio de vulnerabilidad realizado por Caffrey et al. (2013), las marejadas ciclónicas originan inundaciones en áreas costeras bajas que ponen en riesgo significativo la infraestructura (caminos y puentes) y los canales de irrigación. Además, el río Yaque del Norte cambia con frecuencia su curso, abandonando meandros y ocupando territorios nuevos con cada inundación. El grado de amenaza de inundaciones está muy relacionado con el deterioro de la cobertura vegetal, la ampliación indiscriminada de la actividad agropecuaria hasta el borde de los ríos, y la ocupación de la zona inundable por infraestructuras públicas y privadas (PNUD 2017).

La pesca, la agricultura y el ecoturismo son los medios de vida más afectados por el cambio climático en Montecristi. Primero, por la degradación de las áreas de desove para peces y crustáceos (Caffrey et al. 2013), y la pérdida de biodiversidad (Inchaústegui 2017). Segundo, por la evaporación de agua dulce, intrusión de agua salada y el aumento en la temperatura (Caffrey et al. 2013, MIMARENA y CNCCMDL 2018). Tercero, por el impacto del ascenso del nivel del mar sobre playas arenosas que constituyen el mayor generados de divisas, al erosionarlas y causar olas de mayor altura (MIMARENA y CNCCMDL 2018). Y cuarto, por los efectos negativos del incremento de sedimentos y drenaje contaminado de la boca del Río Yaque del Norte y la disminución de la salud de playas y arrecifes (Ca-

ffrey et al. 2013). Otro factor de peligrosidad son la brisa intensa y tornados localizados, que ocasionan daños a las estructuras y plantaciones, especialmente las de banano (Caffrey et al. 2013). El informe de Oxfam (Arenas 2016) indica que los cultivos de arroz que abarcan un área importante de la provincia de Montecristi son amenazados principalmente por las sequías y las inundaciones del río Yaque del Norte. Los productores de arroz recordaron las sequías de 1997 y 2018 como muy intensas.

Según la percepción de los participantes en los talleres, el cultivo de arroz y musáceas a pequeña, mediana y gran escala se ve afectado por las sequías. Además, las inundaciones afectan fuertemente el cultivo de musáceas. Los participantes mencionaron que las inundaciones de 2016 y 2017 fueron las más grandes en el país y afectaron todas las plantaciones de la región, tanto que el Gobierno tuvo que proveer dinero a las aseguradoras. Además, las lluvias frecuentes y extremas, aunadas al aumento de la temperatura favorecen la infestación de las plantaciones con hongos (Sigatoka negra y amarilla), lo que provoca la pérdida de calidad y cantidad de la cosecha (si es que no se pierde la plantación) y el aumento de gastos por fumigación.

El ecoturismo está siendo afectado principalmente por eventos extremos y procesos no climáticos (Cuadro 5), siendo los segundos más limitantes para el ecoturismo, según la percepción de los actores locales. De hecho, la temporada alta del turismo en la región se extiende entre abril y agosto, cuando la ocurrencia de eventos extremos es menor (la media entre diciembre y marzo y la baja entre septiembre y noviembre).

Cuadro 5. Amenazas climáticas y no climáticas a la actividad ecoturística en Montecristi. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Amenazas | Descripción | Consecuencias |
|----------------------|--|--|
| climáticos | <ul style="list-style-type: none"> Nortes y huracanes (Huracán Irma en 2017) Lluvias extremas e inundaciones del río Yaque (2022) Oleajes fuertes (continuo) | <ul style="list-style-type: none"> No se pueden hacer las actividades turísticas tradicionales, como kayak y visitas a los manglares, no se dan permisos de salidas a botes (alertas Armada y Defensa Civil) No hay visitación por la difusión de noticias. Interrumpen visitas a lagunas y senderismo Erosión costera, ruptura de muelles y otra infraestructura |
| no climáticos | <ul style="list-style-type: none"> Basura – traída por el río Yaque y las mareas, generada localmente Pérdida y degradación de manglar Deforestación alrededor de las lagunas Pesca intensiva y no sostenible Especies invasoras (pez diablo, pez león) Contaminación sónica | <ul style="list-style-type: none"> Pérdida de calidad de la experiencia turística Bloqueo de drenajes de los manglares, daños al ecosistema Pérdida de recursos turísticos Degradación de ecosistemas marinos |



La restauración de los manglares como medida de Adaptación basada en Ecosistemas

Objetivos y estrategias de la restauración

La restauración de manglares es un ejemplo de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), que provee servicios de protección a la costa de tormentas, inundaciones, erosión e intrusión de agua marina, protegiendo la infraestructura y medios de vida y el agua dulce a nivel local (IPCC 2022) y global (IPCC 2022): la restauración de manglares podría beneficiar a 12.5 millones de personas por año con protección a inundaciones y añadir 60 trillones de peces de valor comercial (Worthington y Spalding 2018). Además, la restauración de manglares podría recuperar 0.069 GT de C en biomasa área, y reemplazar o evitar pérdidas de 0.296 GT de carbono en el metro superior del suelo, cantidades equivalentes, respectivamente, a las emisiones anuales de 25 millones y 177 millones de casas en Estados Unidos, según estos autores.

Restaurar los manglares puede requerir solo remover la amenaza específica y dejar que los manglares se regeneren de manera natural, o bien realizar intervenciones para restablecer la conectividad ecológica, el balance de sedimentos y las condiciones del suelo. En aquellos sitios donde no han sido transformados a otros usos de suelo, los manglares degradados permanecen con un grado de perturbación, por ejemplo, arbustos y árboles de menor estatura, con el dosel roto o áreas desnudas en sitios donde el bosque estivo presente. Permitir que se recupere la diversidad y estatura de los árboles puede salvaguardar y mejorar los servicios que mantienen los manglares degradados y evitar las consecuencias de la pérdida total, como el hundimiento y la erosión, que puede hacer la recuperación difícil y costosa (Worthington y Spalding 2018). Estos sitios de *manglares degradados* muchas veces pueden requerir poco más que una reducción o cese de acciones dañinas, y *presentan una oportunidad para intervenciones rápidas y efectivas* (Worthington y Spalding 2018). De hecho, es recomendable restaurar manglares donde se han perdido recientemente, previniendo que las causas de pérdida sean recurrentes

y asegurando que las condiciones de suelo, mareas y elevación continúen siendo aptas (Worthington y Spalding 2018).

En manglares se pueden llevar a cabo procesos de *restauración pasiva* (rehabilitación o restauración hidrológica) en la que no hay más intervención que la facilitación de los flujos de materia y energía (ej.: flujos de agua, transportes de sedimentos) del manglar con los ecosistemas costeros adyacentes y en la que el ecosistema de manglar se autoorganiza en relación a sus ecosistemas vecinos; o *restauración activa* (rehabilitación topográfica y/o reforestación), que además de habilitar los flujos de agua consiste en la revegetación activa con plantas (Teutli-Hernández et al. 2021).

En procesos de restauración activa, si se siembran plantas o propágulos deben usarse especies adaptadas a las condiciones del sitio, pues diferentes especies de mangles crecen en condiciones de salinidad y nutrientes distintas y en diferentes elevaciones dentro de la zona intersticial; si las especies usadas no son las adecuadas o se usan especies no nativas la restauración puede fallar, incluso tener consecuencias negativas (Spalding y Leal 2021). Debe evitarse hacer plantaciones monoespecíficas, con beneficios limitados y baja resiliencia, o plantar en lugares erróneos (ej.: en áreas que pasan muchas horas al día bajo el agua), resultando en mortalidad o lento crecimiento (Tonnejck s. f.). La siembra de plantas o propágulos está muy extendida y puede acelerar la recuperación, pero de ninguna manera es necesaria en todos los proyectos de restauración (Spalding y Leal 2021). Tonnejck (s. f.) señala cuándo no debe usarse la plantación como estrategia de restauración: i) cuando las condiciones socioeconómicas no son adecuadas, por ejemplo cuando no existen medios de vida alternativos, ii) donde la causa original de la pérdida no ha cambiado, o iii) donde los manglares se están estableciendo naturalmente, pues se causaría daño a los manglares regenerados de manera natural.

Si bien plantar puede ayudar a acelerar la recuperación en lugares donde el reclutamiento natural es reducido, *muchas veces la restauración se logra a través de la restauración de los procesos hidrológicos*, pues estos favorecen el transporte natural de los propágulos y con el tiempo la regeneración ocurrirá sin plantar (Worthington y Spalding 2018). En procesos de regeneración natural (restauración pasiva), *la proximidad a manglares remanentes puede facilitar los procesos de regeneración natural*.

Recomendaciones para los proyectos de restauración de manglares

Teutli-Hernández et al. (2021) proponen seis pasos para proyectos de restauración de manglares, basados en los estándares y principios de la Sociedad para la Restauración Ecológica, buscando que los proyectos tengan fundamentos ecológicos, y sean económicamente viables y socialmente aceptables. Los pasos son: 1) conformación del grupo de trabajo, en el que se busca integrar miembros del gobierno, la academia y organizaciones de la sociedad civil; 2) definición de objetivos y metas e identificación del sitio, en el que se delimita el sitio y se hace un análisis del contexto socioeconómico; 3) ecología forense, que incluye el diagnóstico del sitio a restaurar y el sitio de referencia; 4) acciones de restauración, ya sea pasiva o activa (ej.: rehabilitación hidrológica, modificaciones topográficas, reforestación); 5) monitoreo, en donde se lleva a cabo el seguimiento de variables indicadores de éxito de la restauración; y 6) vinculación, con talleres de capacitación, colaboración y difusión del proyecto y resultados.

Los detalles y técnicas involucradas en cada paso de la propuesta metodológica pueden y deben ser revisados en el documento de Teutli-Hernández et al. (2021), pero se rescatan los siguientes puntos clave sobre la práctica de la restauración:

1. El grupo de trabajo debe incluir miembros de la comunidad local, grupos sociales organizados, pueblos indígenas, organizaciones civiles, académicos y profesionales, administradores del sector ambiental y representantes de las fuentes financieras.
2. La elección del sitio debe estar en función de las necesidades de la comunidad y los servicios ecosistémicos que deseen ser recuperados. Para la selección del sitio se recomienda, entre otros:
 - a. Tener un sitio conservado cercano (sitio de referencia) que asegure la disponibilidad de propágulos y semillas, disminuyendo el uso de viveros y el costo de la restauración.
 - b. Que sea un sitio accesible.
 - c. Que haya una fuente de agua cercana (dulce/salobre/salada), que permitan la desalinización del sitio o salinización, según sea el caso.
 - d. Que sea un sitio seguro que minimice el riesgo de las personas involucradas en las acciones de restauración.
 - e. Que exista el permiso de la autoridad y el consentimiento de la comunidad autóctona para realizar el proyecto.
 - f. Que el nivel de perturbación esté de acuerdo con los recursos disponibles y el costo de las acciones necesarias para su recuperación.

3. El diagnóstico del sitio a restaurar identifica las causas de la degradación o pérdida del manglar y determina las condiciones ambientales del sitio. Incluye, por lo tanto, la medición en el sitio a restaurar de variables relacionada con las características geomorfológicas, hidrológicas, parámetros fisicoquímicos, y cambios históricos del contexto social e institucional del sitio, así como determinar cuáles son las características y estructura deseada en el sitio (a partir de un sitio conservado de referencia o de la literatura). Incluye la medición, entre otros, de:
 - a. Características químicas y físicas del suelo que indican si existen las condiciones adecuadas para el establecimiento de plántulas: salinidad, pH, temperatura, potencial redox, sulfuro y nutrientes, materia orgánica y textura.
 - b. Topografía: sitios de menor y mayor elevación
 - c. Hidroperiodo: duración, frecuencia y nivel de inundación que indican si es posible que las plántulas se establezcan.
 - d. Vegetación: composición y estructura de especies.
 - e. Análisis y comparación de imágenes de satélite o fotografías aéreas para identificar las posibles causas de la degradación, definir puntos de acceso y establecer puntos de muestreo.

4. Con base en el diagnóstico se deciden las acciones de restauración seleccionando la regeneración natural si no hay alteraciones significativas en hidrología y topografía; la rehabilitación topográfica, si hay alteraciones en la topografía; o la rehabilitación hidrológica, si hay alteraciones en la hidrología. Una vez que se hayan recuperado las condiciones ambientales cuando hay alteraciones en la topografía o hidrología, es posible implementar acciones de reforestación si fueran necesarias.

5. El monitoreo de variables indicadoras del progreso de la restauración. Los indicadores ecológicos consisten en su mayoría de las variables medidas en el diagnóstico del sitio (punto 3):
 - a. Hidrológicos: frecuencia, nivel y tiempo de inundación.
 - b. Biológicos: Estructura y composición de la vegetación (ej.: altura, densidad, diámetro, área basal, cobertura, abundancia, riqueza, diversidad); regeneración (ej.: reclutamiento, tasa de supervivencia, composición); macroinvertebrados y vertebrados (ej.: ausencia de grupos funcionales, abundancia, densidad, riqueza, diversidad).
 - c. Variables fisicoquímicas: salinidad, pH, potencial redox, temperatura, nutrientes.
 - d. Sedimento, materia orgánica del suelo, densidad aparente, grosor de los estratos, textura, coloración del sedimento.
 - e. Análisis de paisaje: cobertura vegetal, fragmentación.

La *Guía de buenas prácticas para la restauración de áreas degradadas de manglar* (PNUD y MiAMBIENTE 2017) describe criterios técnicos para implementar acciones de conservación y restauración de manglares enfocados en tres lineamientos básicos basados en a) la caracterización y diagnóstico, b) la implementación de acciones de restauración y c) el monitoreo de la efectividad sobre la recuperación de los manglares. Los indicadores ecológicos que evalúan la calidad ambiental del manglar y guían las acciones de restauración propuestos se dividen en:

1. Estructura forestal y regeneración del manglar: especies dominantes, índice de estructura forestal, regeneración de plántulas, juveniles y densidad de árboles.
2. Patrones hidrológicos: nivel, frecuencia y duración de la inundación (hidroperiodo), proceso del movimiento del agua, temperatura del agua, salinidad del suelo.
3. Características del suelo: materia orgánica, densidad aparente, nutrientes del suelo, concentración del sulfuro, micro topografía.

Los documentos mencionados son excelentes guías de referencia para llevar a cabo acciones de restauración, y tanto el documento de PNUD y MiAMBIENTE (2017) como el de Teutli-Hernández et al. (2021) y (Tonnejck sf) hacen referencia a la importancia de tomar en cuenta a las comunidades locales y sus necesidades como parte del proceso de restauración, reconociendo y evitando que las causas socioeconómicas de la degradación se repitan.

La restauración de manglares en la República Dominicana

La restauración de paisajes es considerada parte de la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 de la República Dominicana (CCAD 2021) y el Plan Nacional de Adaptación para el Cambio Climático en la República Dominicana 2015-2030 (CNCCMDL y MIMARENA 2016), incluye acciones para la restauración y conservación de los manglares, dentro de las áreas de enfoque *5.4 Mantenimiento y restauración de los ecosistemas costero-marinos (manglares, arrecifes, dunas)* (eje estratégico 5) y el área de enfoque *6.6 Gestionar un fondo para la recuperación de manglares, estuarios y arrecifes coralinos y otros ecosistemas y especies costero-marinos, que contribuya a incrementar la resiliencia ante los efectos del cambio climático y la variabilidad*. Además, el Ministerio de Ambiente y Energía, dentro de los compromisos voluntarios de los diferentes sectores de la sociedad nacional para la conservación de los océanos, mares y vida submarina detalla, para 2020, *gestionar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marinos y costeros con miras a evitar efectos nocivos importantes, incluso mediante el fortalecimiento de su resiliencia, adoptar medidas para restaurarlos con objeto de restablecer la salud y la productividad de los océanos*. En particular sobre el manejo y restauración de ecosistemas, se incluye a la

provincia de Montecristi en programas de saneamiento y restauración de playas, manglares lagunas costeras y áreas de arrecife, en parte a través de la siembra de plantas de mangle y la creación de viveros de plantas costeras (Inchaústegui 2017).

La búsqueda en la Web bajo el título “Restauración de manglares en República Dominicana”, dio como resultado cuatro noticias (El Mitin 2020, Rodríguez 2021, CEBSE s. f., Ballester 2021) relacionadas con iniciativas de restauración de manglares en el país con apoyo de organizaciones internacionales, sector privado, cooperación internacional y organizaciones locales.

Teutli-Hernández et al. (2021), a través de una búsqueda sistemática de bibliografía sobre proyectos de restauración de ecosistemas de manglar en el Gran Caribe, reportan solo uno para la República Dominicana. La mayoría de los proyectos revisados en ese trabajo incluyen a la reforestación como la principal acción de restauración, siendo esta la única acción hasta la década de 1990 cuando se incluye la rehabilitación hidrológica con el objetivo de reducir la salinidad y favorecer el éxito de las reforestaciones. A partir del año 2000 se incorpora el manejo topográfico para amortiguar los cambios en los niveles de inundación en los manglares.

La restauración de manglares en Montecristi y la capacidad adaptativa de las comunidades locales

En este trabajo asumimos que la capacidad adaptativa se refiere a la habilidad que tienen las personas para hacer ajustes, evaluar opciones y tomar decisiones para reducir los impactos del cambio climático en sus medios de vida.

Los participantes en los talleres realizados en Montecristi en marzo de 2022 identificaron cuatro tipos de respuestas para aumentar su capacidad adaptativa, según al tipo de proceso que responden. El primer tipo consiste en la *restauración de manglares y otros ecosistemas como respuesta a un conjunto de procesos – climáticos y no climáticos – que degradan y eliminan la base natural para varios medios de vida*. Esta respuesta está ampliamente sostenida por el proyecto, pero se basa en experiencias previas de pescadores, extractores de cangrejos y operadores de ecoturismo. Esta respuesta favorece todos los medios de vida identificados, incluyendo a la extracción de sal, y se estima que beneficie a casi 4,600 personas directamente. La restauración de manglares, en este contexto, se basa en el restablecimiento de drenajes y la reforestación, remediando procesos de origen antrópico que causan la degradación del manglar y otros ecosistemas. Las medidas de restauración son vistas por las personas representantes de las comunidades como efectivas, tienen una baja demanda de insumos (mano de obra y consumibles) para su establecimiento, y son de difusión simple.

Las acciones de restauración como AbE consideraron inicialmente diez áreas para la restauración del manglar, y un área general para la priorización de bosques ribereños a restaurar. De estas áreas iniciales, se priorizaron siete áreas para la restauración de manglares y alrededor de 30 km lineales para restauración de bosques ribereños entre el Parque Nacional Manglares de Estero Balsa y la margen izquierda del río Yaque del Norte (Lateral 5) (Figura 7). Estimamos que la población beneficiaria directa es respectivamente 7,640 y 6,100 personas (Cuadro 6, ver detalle en Anexo 2). Estas acciones de restauración previstas por el proyecto se suman a o amplían acciones de restauración local (Cuadro 7).

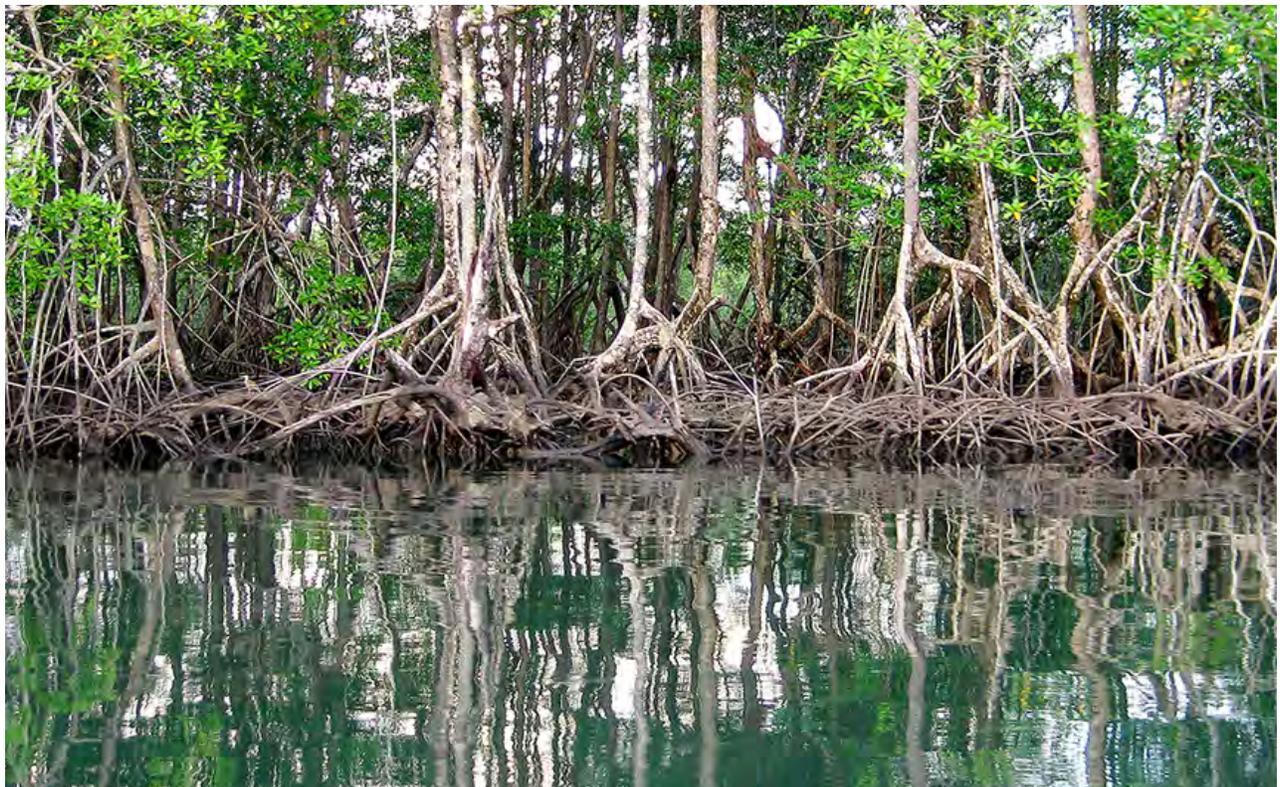
Cuadro 7. Sitios priorizados para la restauración de ecosistemas promovida por el proyecto, Montecristi. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Sitio | Quilvío 1 | Quilvío 2 | La Mamicela | Caño de las Mujeres | Playa Bucán | Salinera Los Molinas | Punta Mangle | Lateral 5 |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|---------------------|-------------|----------------------|--------------|-----------|
| Área (ha, manglares) o longitud (km, bosques ribereños) | 245 | 200 (e) | 74 | 50 | 3 | 8 | 25 | 30 (d) |
| Acciones | Limpiar y abrir canales | X | X | X | X | X | X | |
| | Poner alcantarillas y drenaje | X | X | X | X | | X | |
| | Otras obras de infraestructura | | | X | | | | |
| | Reforestar o revegetar | X | X | X | | X | | X |
| | SSP | | | | | | | X |
| | Tomas agua/pasos beber | | | | | | | X |
| Medios de vida y personas beneficiarias | Pesca | X | X | X | X | | X | X |
| | Extracción de cangrejo | X | X | X | X | | X | X |
| | Extracción de sal | X | X | | | | | |
| | Cultivo de arroz | | | | | | | X |
| | Cultivo de banano | | | | X | | | |
| | Ganadería | X | X | X | X | | | X |
| | Apicultura | X | X | X | X | | | X |
| | Ecoturismo | X | X | X | X | X | X | X |
| Población (p) | 1,045 | | 358 | 5,250 | ND | 500 | 500 | 6,100 |

(e) = estimado, (d) = área de intervención, SSP = sistemas silvopastoriles, (p) = población beneficiaria total, considerando familias de 5 miembros (margen conservador, las familias tienen generalmente entre 5 y 6 miembros). Áreas resaltadas son las finalmente priorizadas

Cuadro 8. Restauración de ecosistemas desde la acción local, Montecristi. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Descripción | Efectividad | Recursos para implementación y mantenimiento | | | | | Difusión | Favorece el capital natural |
|---|-------------|--|----------------------------|--------------------|----------------------------|---|----------|--|
| | | Mano de obra | Coordinación otros actores | Asistencia técnica | costos | Otros insumos | | |
| Medio de vida: pesca y extracción de cangrejos | | | | | | | | |
| Restauración de drenajes de manglares (Laguna Grande, Claro Calín, La Mamicela, Solimán, Cayo del Yuti) | Alta | Alta | Alta (MIMARENA) | Alta | Alto | Alquiler maquinaria, compra combustible | Simple | Si |
| Reforestación de manglares (Laguna Grande y Caño del Yuti) | Alta | Alta para sembrar, baja para mantener, depende del lugar, ¡la comunidad se fajó! | Alta | Media | Alto, ubicación de viveros | Propágulos (semilla) | Simple | Si |
| Medio de vida: ecoturismo | | | | | | | | |
| Limpiezas de playas (sobre todo plástico) y campañas de educación | Alta | Alta, pero se basa en trabajo voluntario | Baja | Baja | Bajo | No | Simple | Sí, libera canales, playas y manglares |



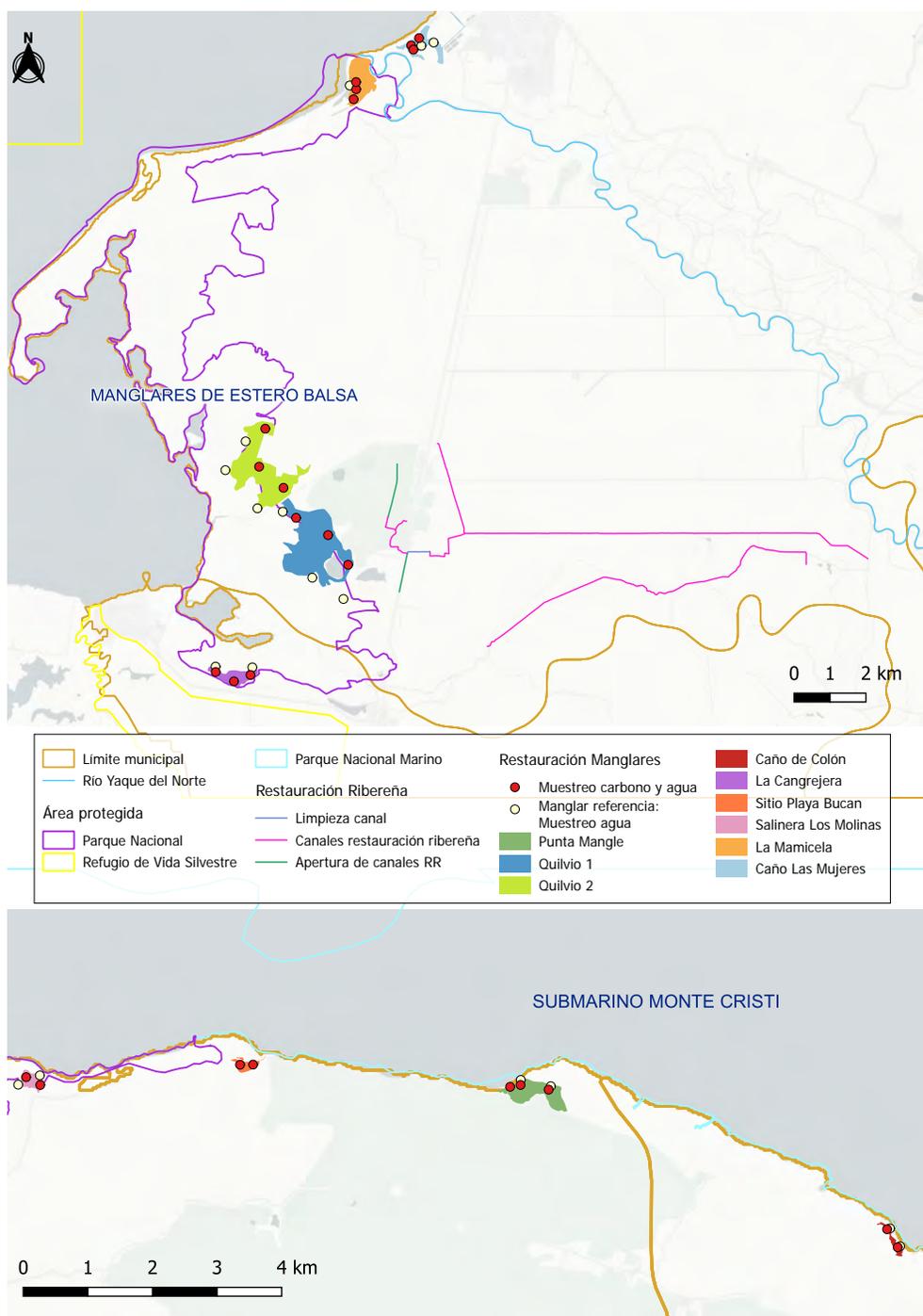


Figura 13. Sitios prioritarios para la restauración de manglares y de bosques ribereños, Montecristi. Elaborado a partir de los resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022, información proporcionada por AgroFrontera (delimitación de obras de restauración ribereña y de manglares, límites de sitios de restauración, puntos para muestreo de carbono, agua y manglar de referencia), información de UNEP-WCMC e IUCN (2022) (límites de áreas protegidas) DIVA-GIS Free Spatial Data URL: <http://www.diva-gis.org/Data> (límites político-administrativos) y CartoDB (teselas vectoriales), bajo licencia CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), datos por OpenStreetMap, bajo ODbL. URL: <https://cartodb.com/basemaps/>.



Capacidad adaptativa de los diferentes medios de vida

Condiciones para la adaptación: satisfacción de necesidades básicas, innovación y acción

En este trabajo asumimos que la capacidad adaptativa se refiere a la habilidad que tienen las personas para hacer ajustes, evaluar opciones y tomar decisiones para reducir los impactos del cambio climático en sus medios de vida. Para estimar la capacidad adaptativa, nos basamos en indicadores centrados en la satisfacción de necesidades básicas, condiciones para la innovación y capacidades para poner la innovación en práctica (Bouroncle et al. 2017) asumiendo que las familias que comparten un medio de vida principal son relativamente homogéneas en sus características socioeconómicas y conocimientos (Medellin et al. 2016).

Seleccionamos 18 indicadores para cada condición a partir de trabajos previos de caracterización de capacidad adaptativa (Bilanza et al. 2019, Medellin et al. 2016, Bouroncle et al. 2017) (Cuadro 8). Los valores recogidos para este análisis están en el Anexo 1.



Cuadro 9. *Parámetros para la caracterización de la capacidad adaptativa de medios de vida rurales en Montecristi*

| Condición para la adaptación | Criterio | Indicador |
|------------------------------|--------------------------|---|
| Necesidades básicas | Agua para consumo humano | Acceso a agua de calidad Regularidad en el abastecimiento |
| | Alimentación | Disponibilidad de alimentos |
| | Educación | Alfabetización |
| | Salud | Acceso a servicios de salud |
| | Seguridad | Seguridad para libre tránsito y bienes Apoyo ante daños por eventos extremos |
| | Equidad | Brecha alfabetización hombres y mujeres |
| Recursos para la innovación | Actitud hacia el cambio | Disposición a cambiar prácticas ante eventos que afectan su producción |
| | Asistencia técnica | Participación en eventos de capacitación y/o recepción de asistencia técnica |
| | Información climática | Recepción y uso de información climática para desarrollar actividades productivas (pesca, agricultura, otras) |
| | Infraestructura | Infraestructura productiva para diferentes medios de vida Acceso a riego (agricultura, ganadería) o canales (pesca, cangrejos) |
| Recursos para la acción | Recursos financieros | Acceso a créditos productivos Participación en cadenas de valor Otras fuentes de ingresos (ej.: comercio, jornales) |
| | Organización | Participación en asociaciones o cooperativas |
| | Fuerza laboral | Disponibilidad de mano de obra |

En la provincia la mayoría de los hogares están contruidos con madera y techo de zinc, el 11 por ciento presentan piso de tierra, el 59 por ciento cuentan con caminos no asfaltados, y solo el 41 por ciento tiene acceso a agua potable dentro de sus viviendas, todos indicadores ligados a una alta vulnerabilidad por inundaciones y sequías (PNUD 2017).

Para facilitar la interpretación de la información, usamos un análisis de conglomerados, un método estadístico que define grupos semejantes de acuerdo con el desempeño de los indicadores. A partir de este análisis encontramos tres grupos de medios de vida, cuyas mayores limitaciones se muestran a continuación:

1 *Grupo 1. Pesca artesanal, extracción de cangrejos y extracción de sal a pequeña escala.* Este grupo tiene un menor acceso a servicios de salud, así como menor nivel de seguridad y de apoyo externo ante eventos extremos. Además, tiene un nivel de asistencia técnica mediano (menos el de salineros, que es bajo), no recibe información climática para sus actividades productivas y tienen escasa infraestructura. Asimismo, tienen un bajo acceso a recursos financieros (créditos, participación en cadenas de valor, otras fuentes de ingresos).

2 *Grupo 2. Cultivo de arroz (pequeña-mediana y gran escala) y ganadería de doble propósito (mediana escala).* Este grupo tiene un mayor nivel de satisfacción de necesidades básicas que el grupo anterior, siendo la seguridad el único elemento que fue calificado bajo. Asimismo, tienen un mayor nivel de recursos para la innovación, siendo que los arroceros a pequeña y mediana escala tienen menor acceso a asistencia técnica, y los arroceros a mediana escala menos disponibilidad a cambiar sus prácticas productivas. Como el grupo anterior, este grupo no recibe información climática para sus actividades productivas. Este grupo tiene un mejor acceso a recursos financieros, principalmente por el acceso a créditos productivos y participación en cadenas de valor; solo los arroceros a gran escala tienen ingresos diversificados con otras actividades productivas.

3 *Grupo 3. Cultivo de banano a pequeña, mediana y gran escala.* Este grupo es el que mejor desempeño tiene en las tres condiciones de capacidad adaptativa. En cuando a necesidades básicas, mencionan que el agua que reciben, aunque de buena calidad, no les llega todo el año. Por su nivel relativo de bienestar, tampoco reciben apoyo ante daños por eventos extremos. Como en los grupos anterior, tienen acceso a recursos financieros a través del crédito y cadenas de valor, pero solo los que trabajan a gran escala tienen ingresos diversificados con otras actividades productivas.

Respuestas para la adaptación

La capacidad adaptativa se refleja finalmente en las acciones prácticas o respuestas ante el cambio climático. Los participantes en los eventos identificaron cuatro tipos de respuestas, según al tipo de proceso que responden. La primera, que es la restauración de los manglares, fue referida en el capítulo anterior.

El segundo tipo de respuesta consiste en **ajustes en el uso de insumos, infraestructura y tecnologías para responder a la escasez de agua** (“sequías”, Cuadro 10) **o al exceso**

de agua (inundaciones causadas por eventos extremos, Cuadro 11), basadas en la experiencia de extractores de sal, y productores de guineo y arroz. Estas medidas también son vistas como efectivas, pero algunas requieren alta mano de obra, nivel de coordinación y provisión de asistencia técnica. En este grupo, las de bajo costo se centran en el uso eficiente de insumos (ej.: riego intermitente) y en soluciones basadas en la naturaleza (ej.: cobertura de bordes de drenaje con vegetación).

El tercer tipo consiste en la **reubicación y diversificación de actividades productivas como respuesta temporal a eventos extremos** (“Nortes”, Cuadro 12) basadas en la experiencia de guías locales de ecoturismo. Estas medidas son calificadas como de eficiencia media, porque en general la visitación turística baja mucho cuando se anuncian eventos extremos.

Cuadro 10. Insumos y tecnologías para responder a la escasez de agua (sequía). Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Descripción | Efectividad | Recursos para implementación y mantenimiento | | | | | Difusión | Favorece el capital natural |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Mano de obra | Coordinación otros actores | Asistencia técnica | Costos | Otros insumos | | |
| Medio de vida: cultivo de arroz (pequeña, mediana y gran escala) | | | | | | | | |
| Siembra (entre pases) basada en análisis de suelos | Alta, disminuye sedimentos | No | Alta, seguimiento | Alta | No | No | 7000 tareas, 10% (proyecto) | Si |
| Fertilización basada en análisis de suelos | Alta, disminuye insumos | No | Alta, seguimiento | Alta | Bajo, muestreo; requiere crédito (AF) | No | | Si |
| Riego intermitente | Alta, aumenta 50% eficiencia uso agua | No | Alta, seguimiento | Alta, monitoreo | No | No | | Sí |
| Medio de vida: cultivo de banano o guineo (pequeña y mediana escala) | | | | | | | | |
| Reservorio agua | Media | Alta | Baja | Alta | Alto | No | No se sabe | Si |

Cuadro 11. Infraestructuras y tecnologías para prevenir efectos de las inundaciones. Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Descripción | Efectividad | Recursos para implementación y mantenimiento | | | | | Difusión | Favorece el capital natural |
|--|----------------------------|--|----------------------------|--------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | | Mano de obra | Coordinación otros actores | Asistencia técnica | Costos | Otros insumos | | |
| Medio de vida: extracción de sal a pequeña escala | | | | | | | | |
| Almacenamiento bajo techo | Alta | Alta | Baja | Baja | Alto | Madera, zinc, clavos | Simple | |
| Medio de vida: cultivo de arroz (pequeña, mediana y gran escala) | | | | | | | | |
| Estrella o pelo de mico, cobertura borde drenaje | Alta, disminuye sedimentos | Sí, para la siembra | Alta, seguimiento | Alta, monitoreo | Bajo, siembra | Semilla, fácil de conseguir | 440 ha (10% proyecto) | Si |
| Medio de vida: cultivo de banano o guineo (pequeña y mediana escala), inundaciones causan sigatoka negra y amarilla³ | | | | | | | | |
| Drenajes | Alta | Alta | Alta | No se sabe | [Alto] | NA | No se sabe | |
| Bombeo | Alta | Baja | NA | NA | Bajo | | Simple | |

Cuadro 12. Reubicación y diversificación de actividades ante “Nortes” (eventos extremos con vientos y lluvias). Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Descripción | Efectividad | Recursos para implementación y mantenimiento | | | | | Difusión | Favorece el capital natural |
|---|-------------|--|----------------------------------|--------------------|--------|---------------|----------|-------------------------------|
| | | Mano de obra | Coordinación otros actores | Asistencia técnica | Costos | Otros insumos | | |
| Medio de vida: ecoturismo | | | | | | | | |
| Concentración de actividades en los manglares del PN El Morro y otros | Media | No aplica | Alta (trámite permisos MIMARENA) | No aplica | Bajo | No | Media | No, aumenta presión manglares |
| Deportes extremos (surf) en Cayos Siete Hermanos | Media | No aplica | No aplica | No aplica | Bajo | No | Simple | Sí, reduce presión manglar |

El cuarto tipo consiste en la **diversificación de medios de vida**, también identificadas por los guías de ecoturismo (Cuadro 13). Este último tipo no es una respuesta al cambio climático en sí, sino que consiste en un intento de aumento de oportunidades para aumentar los ingresos. Los representantes de otros medios de vida mencionaron que normalmente tienen algún nivel de diversificación de ingresos como una estrategia normal para aumentar sus ingresos también. Por ejemplo, es común que un pescador sea a la vez

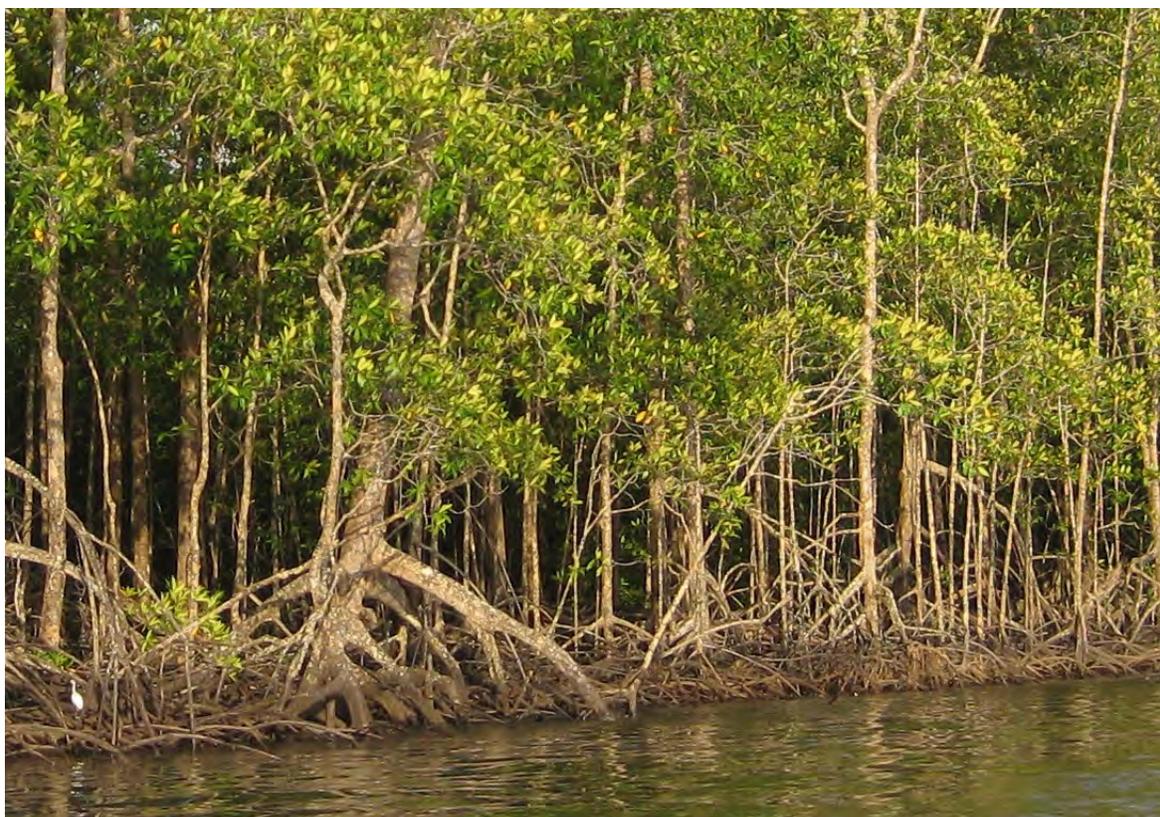
3 Relacionado con incremento de humedad y temperatura (Bebber, DP. 2019. Climate change effects on Black Sigatoka disease of banana. Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences 374(1775). DOI:10.1098/rstb.2018.0269

guía de turismo y extractor de cangrejos; o que un agricultor tenga algunas cabezas de ganado o colmenas. La efectividad de estas medidas está por comprobarse porque son relativamente nuevas.

Cuadro 13. Diversificación de medios de vida (respuesta a varios factores). Elaborado con resultados del mapeo participativo con actores locales en Montecristi, marzo 2022.

| Descripción | Efectividad | Recursos para implementación y mantenimiento | | | | | | Favorece el capital natural |
|--------------------------------------|----------------------|--|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|
| | | Mano de obra | Coordinación otros actores | Asistencia técnica | Costos | Otros insumos | Difusión | |
| Medio de vida: ecoturismo | | | | | | | | |
| Producir miel y visitar ruta de miel | No se sabe | Baja | Baja | No aplica | Bajo | No | Media-compleja | Si |
| Producir artesanías | No se sabe, es nuevo | Alta, sobre todo mujeres | Baja | Media, FO-DEARTE | Medio, requiere créditos | No | Media | |

Las personas representantes del grupo de medios de vida basados en ganadería (ovina, caprina, bovina) no identificaron respuestas a riesgos climáticos u otros factores de degradación.





Próximos pasos: definiendo cómo y dónde invertir para la adaptación de los medios de vida de Montecristi

Para identificar las acciones más apropiadas para la adaptación de cada medio de vida rural y promover su adopción, se recomiendan las siguientes actividades:

| Actividad | Actores clave |
|--|--|
| 1. Enriquecer las medidas de adaptación de los medios de vida basados en la pesca artesanal, captura de cangrejos, extracción de sal y turismo comunitario identificadas en este reporte, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> - balance de costo beneficio - elementos para su sostenibilidad, especialmente relacionados al aspecto social e institucional | CATIE, AgroFrontera |
| 2. Precisar la definición de personas beneficiarias indirectas de las medidas de restauración de manglares y bosques ribereños, considerando el desglose según sexo y edad, y pertenencia a diferentes comunidades. | AgroFrontera, CATIE |
| 3. Incluir en el análisis la provisión de agua potable a las principales localidades costeras de la provincia. Cabe mencionar que estuvo previsto incluir este sector en el análisis, pero no se contó con la asistencia de sus representantes | MIMARENA, CATIE, municipios de Montecristi, Pepillo Salcedo y Villa Vásquez. |



Comentarios finales

Este análisis de vulnerabilidad debe ser considerado como una combinación del conocimiento experto y de fuentes secundarias y, como tal, busca proveer información para elegir dónde realizar medidas de adaptación, cuáles implementar y bajo cuales condiciones.

A manera general, podemos concluir lo siguiente:

- El aumento del nivel del mar y de la temperatura superficial del mar en el litoral de Montecristi son aún leves en relación con otros sitios del Caribe, y las personas expertas no identifican aún impactos como erosión extrema de costas o blanqueamiento de corales. Sin embargo, pueden estar afectando los ecosistemas costeros de la provincia y los medios de vida que dependen de ellos.
- La percepción de las personas expertas señala el aumento de la concentración de las lluvias en eventos extremos, el aumento de la intensidad de tormentas tropicales y huracanes, e inundaciones asociadas, como los efectos principales del cambio climático en la provincia. Estos procesos afectan principalmente los medios de vida basados en la agricultura y la ganadería.
- La degradación de los manglares está más relacionada con factores antrópicos que con el cambio climático, según la percepción de los actores. De hecho, las áreas de manglares afectadas por huracanes y tormentas extremas son muy pequeñas, mientras que las áreas de manglares enfermos o perdidos relacionadas a la deforestación, malas prácticas de uso, transformación para construcción de infraestructura y alteración del flujo hídrico es mucho mayor. Estos procesos se hacen más críticos por la pérdida y degradación de los bosques secos y - no menos importante - las acumulaciones de residuos plásticos y contaminación de cursos de agua con agroquímicos.

Consideramos que existe una ventana de oportunidad para prevenir impactos futuros del cambio climático en los ecosistemas que son la base de los medios de vida de la provincia de Montecristi, en la que se debe incluir el monitoreo de manglares y arrecifes de coral y la disminución de presión de la pesca y turismo sobre los mismos. Asimismo, existen también oportunidades de hacer más sostenibles las prácticas de pesca y agricultura, para reducir su impacto en los ecosistemas naturales y el agua.



Referencias

- Alongi, DM. 2015. The impact of climate change on mangrove forests (en línea). *Current Climate Change Reports* 1(1):30-39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0002-x>.
- Arenas, C. (rev.). 2016. Con la seca al cuello: evaluación del impacto de la sequía en la zona de medios de vida de cultivo del plátano, provincia de Bahoruco y en la zona de medios de vida de cultivo del arroz, provincia de Montecristi, usando la metodología HEA (en línea). s.l. 70 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/1979>.
- Ballester, M. 2021. Iberostar lanza en República Dominicana su programa nacional de restauración de manglares (en línea, sitio web). Consultado 9 ene. 2023. Disponible en <https://punta-cana-bavaro.com/turismo/iberostar-lanza-en-republica-dominicana-su-programa-nacional-de-restauracion-de-manglares/>.
- Berkeley Earth. 2022. Warming in Dominican Republic (en línea, sitio web). Consultado 1 nov. 2022. Disponible en <http://berkeleyearth.lbl.gov/locations/15.27N-87.50W>.
- Bilanza, JG; Balderrama, O; Bouroncle, C; Douchamps, S; Leyte, JE; Imbach, P; Feria, CJ; Bareng, JL; Molina, L; Palao, LK. 2019. Climate change vulnerability assessment at landscape scale in Isabela Province; Philippines Final Report to the Department of Agriculture Bureau of Agricultural Research. s.l., CIAT (International Center for Tropical Agriculture).
- Bouroncle, C; Imbach, P; Rodríguez-Sánchez, B; Medellín, C; Martínez-Valle, A; Läderach, P. 2017. Mapping climate change adaptive capacity and vulnerability of smallholder agricultural livelihoods in Central America: ranking and descriptive approaches to support adaptation strategies (en línea). *Climatic Change* 141(1):123-137. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1792-0>.
- Bove, CB; Mudge, L; Bruno, JF. 2022. A century of warming on Caribbean reefs (en línea). *PLOS Climate* 1(3):e0000002. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000002>.
- Caffrey, P; Kindberg, L; Stone, C; Obeso, JC de; Trzaska, S; Torres, RE; Meier, G. 2013. Dominican Republic climate change vulnerability assessment report (en línea). Washington, DC, USA, USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 123 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/695>.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo) (ed.). 2021. Restauración del paisaje con enfoque de la cuenca al arrecife en la región SICA: promoviendo el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas y el Desafío de Bonn (en línea). s.l., 30 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://www.sica.int/download/?127929>.
- CEBSE (Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno, República Dominicana). s.f. Manglares en Samaná por Cebse (en línea, sitio web). Consultado 9 ene. 2023. Disponible en <https://samana.org.do/manglares-en-samana-por-cebse/>.
- CEDAF (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, República Dominicana). 2013. Informe final: estudio socioeconómico Fondo de Agua Yaqué del Norte (en línea). s.l. 38 p. Programa de Protección Ambiental, USAID y TNC. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en https://fondoaguayaque.org/wp-content/uploads/2017/02/Informe-Final-CEDAF_Estudio-Socio-Econ%C3%B3mico-FA-Yaque-del-Norte.pdf.
- Cifuentes Jara, M; Brenes, C; Leandro, P; Molina, O; Romero, TE; Torres Gómez, D; Velásquez Mazariegos, S. 2018. Manual centroamericano para la medición de carbono azul en manglares

- (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 94 p. (Serie Técnica. Informe Técnico, no. 141). Consultado 16 nov. 2022. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8719>.
- Cifuentes-Jara, M; Rivera, CG; Magaña, J; Velásquez Mazariegos, S; Torres Gómez, D. 2018. Dinámica de la cobertura del suelo y las existencias de carbono en los manglares de El Salvador (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 160 p. (Serie Técnica. Informe Técnico, no. 411). Consultado 16 nov. 2022. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8718>.
- CNCCMDL (Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio, República Dominicana), MIMARENA (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, República Dominicana). 2016. Plan Nacional de Adaptación para el Cambio Climático en la República Dominicana 2015-2030 (en línea). Santo Domingo, República Dominicana. 81 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/164>.
- Donato, DC; Kauffman, JB; Murdiyarsa, D; Kurnianto, S; Stidham, M; Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics (en línea). *Nature Geoscience* 4(5):293-297. DOI: <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>.
- El Mitin. 2020. "ManglarES", una campaña educativa para la conservación de manglares de la Rep. Dom. (en línea, sitio web). Consultado 9 ene. 2023. Disponible en <https://www.elmitin.do/manglares-una-campana-educativa-para-la-conservacion-de-manglares-de-la-rep-dom/>.
- Fernández Reyna, L (coord.). 2019. RD 2044. Provincia Montecristi. Infraestructuras para el Desarrollo Sostenible (en línea). s.l., FUNGLODE (Fundación Global Democracia y Desarrollo). 103 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <http://www.rd2044.org/libros/Montecristi%20-%20Web.pdf>.
- Fox-Kemper, B; Hewitt, HT; Xiao, C; Aðalgeirsdóttir, G; Drijfhout, SS; Edwards, TL; Gollidge, NR; Hemer, M; Kopp, RE; Krinner, G; Mix, A; Notz, D; Nowicki, S; Nurhati, IS; Ruiz, L; Sallée, J-B; Slangen, ABA; Yu, Y. 2021. Ocean, Cryosphere and Sea Level Change (en línea). *In* Masson-Delmotte, V; Zhai, P; Pirani, A; Connors, SL; Péan, C; Berger, S; Caud, N; Chen, Y; Goldfarb, L; Gomis, MI; Huang, M; Leitzell, K; Lonnoy, E; Matthews, JBR; Maycock, TK; Waterfield, T; Yelekçi, O; Yu, R; Zhou, B (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press. p. 1211-1362. Consultado 15 nov. 2022. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-9/>.
- Garner, GG; Hermans, T; Kopp, RE; Slangen, ABA; Edwards, TL; Levermann, A; Nowicki, S; Palmer, MD; Smith, C; Fox-Kemper, B; Hewitt, HT; Xiao, C; Aðalgeirsdóttir, G; Drijfhout, SS; Gollidge, NR; Hemer, M; Krinner, G; Mix, A; Notz, D; Nurhati, IS; Ruiz, L; Sallée, J-B; Yu, Y; Hua, T; Palmer, T; Pearson, B. 2021. IPCC AR6 Sea Level Projections (en línea, dataset). Version 20210809. PO.DAAC, CA, USA. Consultado 15 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5914709>.
- Garner, GG; Kopp, RE; Hermans, T; Slangen, ABA; Koubbe, G; Turilli, M; Jha, S; Edwards, TL; Levermann, A; Nowicki, S; Palmer, MD; Smith, C. s. f. Framework for Assessing Changes To Sea-level (FACTS) (en línea). *Geoscientific Model Development*.
- Cutiérrez, JM; Jones, RG; Narisma, GT; Alves, LM; Amjad, M; Gorodetskaya, IV; Grose, M; Klutse, NAB; Krakovska, S; Li, J; Martínez-Castro, D; Mearns, LO; Mernild, SH; Ngo-Duc, N; van den Hurk, B; Yoon, J-H. 2021. Atlas (en línea). *In* Masson-Delmotte, V; Zhai, P; Pirani, A; Connors, SL; Péan, C; Berger, S; Caud, N; Chen, Y; Goldfarb, L; Gomis, MI; Huang, M; Leitzell, K; Lonnoy, E; Matthews, JBR; Maycock, TK; Waterfield, T; Yelekçi, O; Yu, R; Zhou, B (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In Press, Cambridge University Press. Consultado 9 nov. 2022. Disponible en <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>.
- Herrera Estévez, Y. 2022. Functional study of resistance and resilience in mangrove ecosystems in the Dominican Republic (en línea). Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 26 p. Consultado 2 dic. 2022. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/12090>.
- Incháustegui, SJ (ed.). 2017. Nuestros océanos, nuestro futuro: compromisos de la República Dominicana para la conservación de los océanos, mares y vida submarina (en línea). Santo Domingo, República Dominicana, MIMARENA. 58 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/1641>.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (en línea). *In* McCa-

- rthy, JJ; Canziani, OF; Leary, NA; Dokken, DJ; White, KS (eds.). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press. 1032 p. Consultado 8 nov. 2022. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGII_TAR_full_report-2.pdf.
- IPCC. 2007a. *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (en línea). In Parry, ML; Canziani, OF; Palutikof, JP; van der Linden, PJ; Hanson, CE (eds.). *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. 976 p. Consultado 8 nov. 2022. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf.
- IPCC. 2007b. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)] (en línea). Ginebra, Suiza. 104 p. Consultado 8 nov. 2022. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf.
- IPCC. 2022. *Summary for Policymakers* (en línea). In Pörtner, H-O; Roberts, DC; Poloczanska, ES; Mintenbeck, K; Tignor, M; Alegría, A; Craig, M; Langsdorf, S; Lösschke, S; Möller, V; Okem, A (eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press. p. 3-33. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>.
- IPCC. 2021. *Summary for Policymakers* (en línea). In Masson-Delmotte, V; Zhai, P; Pirani, A; Connors, SL; Péan, C; Berger, S; Caud, N; Chen, Y; Goldfarb, L; Gomis, MI; Huang, M; Leitzell, K; Lonmoy, E; Matthews, JBR; Maycock, TK; Waterfield, T; Yelekçi, O; Yu, R; Zhou, B. (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press. p. 3-32. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>.
- Izzo, M; Rathe, L; Arias Rodríguez, D. 2013. *Puntos críticos para la vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático en la República Dominicana y su adaptación al mismo: informe final* (en línea). Santo Domingo, República Dominicana, IDDI (Instituto Dominicano de Desarrollo Integral). 210 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/561>.
- Kauffman, JB; Adame, MF; Arifanti, VB; Schile-Beers, LM; Bernardino, AF; Bhomia, RK; Donato, DC; Feller, IC; Ferreira, TO; Jesus Garcia, M del C; Mackenzie, RA; Megonigal, JP; Murdiyarsa, D; Simpson, L; Hernández Trejo, H. 2020. *Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients* (en línea). *Ecological Monographs* 90(2). DOI: <https://doi.org/10.1002/ecm.1405>.
- Kauffman, JB; Heider, C; Norfolk, J; Payton, F. 2014. *Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic* (en línea). *Ecological Applications* 24(3):518-527. DOI: <https://doi.org/10.1890/13-0640.1>.
- Lacerda, LD; Borges, R; Ferreira, AC. 2019. *Neotropical mangroves: Conservation and sustainable use in a scenario of global climate change* (en línea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29(8):1347-1364. DOI: <https://doi.org/10.1002/aqc.3119>.
- Locatelli, B; Herawati, H; Brockhaus, M; Idinoba, M; Kanninen, M. 2008. *Methods and tools for assessing the vulnerability of forests and people to climate change: an introduction* (en línea). Bogor, Indonesia, CIFOR (Center for International Forest Research). 24 p. (Working Paper). DOI: <https://doi.org/10.17528/cifor/002727>.
- Mainardi, V. 1996. *El manglar de Térraba-Sierpe en Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- McSweeney, C; New, M; Lizcano, G. 2010a. *UNDP Climate Change Country Profiles: Dominican Republic* (en línea). s.l., s.e. Consultado 9 mar. 2022. Disponible en <https://www.geog.ox.ac.uk/research/climate/projects/undp-cp/>.
- McSweeney, C; New, M; Lizcano, G; Lu, X. 2010b. *The UNDP Climate Change Country Profiles Improving the Accessibility of Observed and Projected Climate Information for Studies of Climate Change in Developing Countries* (en línea). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91:157-166.

- Medellin, C; Bouroncle, C; Fung, E; Brenes, C; Imbach, P. 2016. Mapeo de paisajes agrícolas de Nica-central y Trifinio y su capacidad adaptativa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 33 p. Informe presentado al Programa Ambiental Mesoamericano (MAP Noruega).
- MEPyD (Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo, República Dominicana). 2017. Plan para el Desarrollo Económico Local de la provincia Montecristi (en línea). Santo Domingo, República Dominicana, 3 C Print. 84 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://mepyd.gob.do/publicaciones/plan-para-el-desarrollo-economico-local-de-la-provincia-montecristi>.
- MIMARENA (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, República Dominicana). 2014. Plan de Manejo del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa: 2014-2019 (en línea). Santo Domingo, República Dominicana. 44 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/782>.
- MIMARENA. 2017. Áreas Protegidas (Ley 202-04 y Decreto 571-09): Provincia Monte Cristi (mapa, en línea). s.l. Esc. 1:100,000. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2018/11/Monte-Cristi-Areas-Protegidas.pdf>.
- MIMARENA; CNCCMDL. 2018. Tercera Comunicación Nacional de República Dominicana para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (en línea). Santo Domingo, República Dominicana. 346 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://bvearmb.do/handle/123456789/699>.
- NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, Estados Unidos). 2022. Sea Level (en línea, sitio web). Consultado 1 nov. 2022. Disponible en <https://sealevel.nasa.gov/>.
- PLENITUD; CCCCC (Caribbean Community Climate Change Center); CNCCMDL (Consejo para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio); Ministerio de Agricultura, República Dominicana; Unión Europea. 2014. Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario de la República Dominicana 2014 - 2020 (en línea). Santo Domingo, República Dominicana. 111 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en https://www.cac.int/sites/default/files/Estrategia_Nacional_de_Adaptaci%C3%B3n_al_CC_en_el_SA_de_RD._2014-2020._PLENITUD%2C_CCCCC%2C_CNCCMDL%2C_Ministerio_Agricultura%2C_UE..pdf
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2017. Plan de recuperación por las inundaciones del 2016 en la provincia de Monte Cristi (en línea). Santo Domingo, República Dominicana. 131 p. Consultado 16 nov. 2022. Disponible en <https://www.undp.org/es/latin-america/publications/plan-de-recuperaci%C3%B3n-por-las-inundaciones-del-2016-en-la-provincia-de-monte-cristi>.
- PNUD; MiAMBIENTE (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Panamá). 2017. Guía de buenas prácticas para la restauración de áreas degradadas de manglar. proyecto protección de reservas y sumideros de carbono en los manglares y áreas protegidas de Panamá (en línea). Ciudad del Saber, Panamá. 64 p. Consultado 16 nov. 2022. Disponible en <https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/05B386D2-5BCD-A52D-6097-F853803CC619/attachments/205221/Gu%C3%ADa%20restauraci%C3%B3n%20C3%A1rea%20del%20manglar.pdf>.
- Rodríguez, JM. 2021. República Dominicana promueve un modelo de turismo para la restauración de ecosistemas marino-costeros (en línea, sitio web). Notitemas. Consultado 1 sep. 2022. Disponible en <https://www.notitemas.com/2021/10/republica-dominicana-promueve-un-modelo.html>.
- Spalding, MD; Leal, N (eds.). 2021. The state of the World's mangroves (en línea). s.l., Global Mangrove Alliance. 78 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2021/07/The-State-of-the-Worlds-Mangroves-2021-FINAL.pdf>.
- Teutli-Hernández, C; Herrera-Silveira, JA; Cisneros-de la Cruz, DJ; Arceo-Carranza, D; Canul-Cabrera, A; Robles-Toral, PJ; Pérez-Martínez, O; Sierra-Oramas, D; Zenteno, K; Us-Balam, HG; Pech-Poot, E; Chiappa-Carrara, X; Comín, FA. 2021. Manual para la restauración ecológica de manglares del Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Gran Caribe (en línea). Ciudad de Guatemala, Guatemala, Proyecto Manejo integrado de la cuenca al arrecife de la ecorregión del Arrecife Mesoamericano - MAR2R, UNEP-Convención de Cartagena, Mesoamerican Reef Fund. 111 p. Consultado 16 nov. 2022. Disponible en <https://www.sica.int/download/?128871>.
- Tonneijck, F. s. f. Mangrove restoration: to plant or not to plant? (en línea). s.l., Wetlands International. 12 p. Consultado 17 nov. 2022. Disponible en <https://www.wetlands.org/download/10860/?tmstv=1668708956>.
- UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente); CEP (Caribbean Environmental Programme); CANARI (Caribbean Natural Resources Institute). 2020. Regional Strategy and

- Action Plan for the Valuation, Protection and/or Restoration of Key Marine Habitats in the Wider Caribbean 2021 – 2030: Technical Report No. 2 (en línea). Port of Spain, Trinidad and Tobago. 71 p. Consultado 10 ene. 2023. Disponible en <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/36347>.
- UNEP-WCMC; IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2022. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM) (en línea). Cambridge, United Kingdom. Consultado 30 nov. 2022. Disponible en <https://www.protectedplanet.net>.
- Universidad Católica de Chile. 2022. Dinámica eólica (en línea, sitio web). Consultado 7 dic. 2022. Disponible en https://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/5_1_1.html#subir.
- WFP (Programa Mundial de Alimentos). 2017. Zonificación de medios de vida: informe complementario al Análisis de Contexto Integrado (ICA). República Dominicana (en línea). República Dominicana. 132 p. Consultado 1 dic. 2022. Disponible en https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000073520/download/?_ga=2.64132651.503189789.1669939507-1225848855.1669308859.
- Windevoxhel, NJ. 1999. Actividades productivas asociadas a los manglares. *In* Ammour, T; Imbach, AC; Suman, D; Windevoxhel, NJ (eds.). Manejo productivo de manglares en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 117-194. (Serie Técnica. Reuniones Técnicas CATIE; número 7).
- Worthington, T; Spalding, M. 2018. Mangrove Restoration Potential: A global map highlighting a critical opportunity (en línea). s.l., s.e. 35 p. DOI: <https://doi.org/10.17863/CAM.39153>.



Anexo

Anexo 1. Resultados de la encuesta de capacidad adaptativa por medio de vida

| Condiciones y criterios para la adaptación | ¿Qué proporción (%) de familias ... | Pesca artesanal | Extracción de cangrejos | Extracción de sal (pequeña escala) | Cultivo de arroz (pequeña y mediana escala) | Cultivo de arroz (gran escala) | Ganadería doble propósito (mediana escala) | Cultivo de banano (pequeña escala) | Cultivo de banano (mediana escala) | Cultivo de banano (gran escala) | Turismo comunitario |
|--|--|-----------------|-------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| NB - agua | 1 ... percibiría el agua que recibe en sus viviendas como de muy buena calidad? | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 60-80 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 60-80 |
| | 2 ... recibe agua en sus viviendas de manera regular todo el año? | 80-100 | 40-60 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 60-80 |
| NB - salud | 3 ... puede acceder a servicios de salud? | 20-40 | 20-40 | 20-40 | 40-60 | 80-100 | 60-80 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 |
| NB - comida | 4 ... cuenta con alimentación asegurada a lo largo del año? | 60-80 | 60-80 | 60-80 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 40-60 |
| NB - educación | 14 ¿Cuál es la proporción de personas mayores de 15 años que sabe leer y escribir? | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 60-80 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 40-60 |
| NB - seguridad | 16 ¿Cómo calificarían el nivel de seguridad para el libre tránsito y los bienes? | 20-40 | 0-20 | 0-20 | 60-80 | 60-80 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 60-80 |
| NB - seguridad | 7 ... recibieron apoyo ante daños por eventos extremos, plagas o enfermedades, o inseguridad alimentaria en los últimos 10 años? | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 20-40 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 0-20 |
| NB - equidad | 15 ¿Cuál es la proporción de mujeres alfabetizadas respecto a hombres alfabetizados? | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 60-80 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 60-80 |
| Innovación – actitud cultural | 17 ... estaría dispuesta a cambiar sus prácticas ante eventos que afectan su producción? | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 20-40 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 40-60 |

| Condiciones y criterios para la adaptación | ¿Qué proporción (%) de familias ... | Pesca artesanal | Extracción de cangrejos | Extracción de sal (pequeña escala) | Cultivo de arroz (pequeña y mediana escala) | Cultivo de arroz (gran escala) | Ganadería doble propósito (mediana escala) | Cultivo de banano (pequeña escala) | Cultivo de banano (mediana escala) | Cultivo de banano (gran escala) | Turismo comunitario |
|--|--|-----------------|-------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Innovación – asistencia técnica | 5 ... recibió asistencia técnica y/o capacitación, por parte de instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas, cooperativas y otros? | 40-60 | 40-60 | 0-20 | 0-20 | 40-60 | 60-80 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 |
| Innovación – información climática | 6 ... recibe / usa información (agro) climática? | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 60-80 |
| Innovación - infraestructura | 10 ... cuenta con instalaciones o infraestructura productiva? | 0-20 | 20-40 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 20-40 |
| | 9 ... puede usar riego (canales)? | 80-100 | 80-100 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 40-60 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | NA |
| Acción – recursos financieros | 11 ... puede acceder a un crédito para su actividad productiva? | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 40-60 |
| | 13 ... participan de una cadena de valor y sus beneficios? | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 |
| | 12 ... tiene otras fuentes de ingresos (e.g. comercio, jornales)? | 0-20 | 0-20 | 20-40 | 0-20 | 80-100 | 20-40 | 0-20 | 0-20 | 60-80 | 40-60 |
| Acción – capital social | 18 ¿Qué proporción participa activamente de asociaciones o cooperativas relacionadas a su rubro? | 40-60 | 60-80 | 40-60 | 80-100 | 0-20 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 40-60 |
| Acción – fuerza laboral | 8 ... dispone de mano de obra cuando la necesitan? | 80-100 | 0-20 | 40-60 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 | 80-100 |

Anexo 2. Descripción de sitios propuestos para restauración

| Sitio | Quilvio 1 y Quilvio 2 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|--------------|-------------|-----|---|----|-----------|----|-------------|----|-------------------------|-----|
| Ubicación | Este del Parque Nacional Manglares de Estero Balsa | | | | | | | | | | | | |
| Área | 200 ha y 430 ha (estimado) respectivamente | | | | | | | | | | | | |
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Sedimentación Ganadería y deforestación Captura de cangrejos con malas prácticas | | | | | | | | | | | | |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Abrir canales principales Instalar alcantarillas Limpieza de canal agua dulce que alimenta la laguna Los Tocones (Q 1) Muros y carreteras improvisadas por salineros evitan paso agua dulce (Q 2) Reforestación (AgroFrontera 2021) | | | | | | | | | | | | |
| Insumos y costos | <ul style="list-style-type: none"> Alquiler maquinaria | | | | | | | | | | | | |
| Beneficiarios | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Personas</td> <td>1,045</td> </tr> <tr> <td>apicultores</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>pescadores (Judea, visitan otras zonas)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>ganaderos</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>cangrejeros</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>salineros (Montecristi)</td> <td>650</td> </tr> </tbody> </table> <p>15 personas por salina, 50 salineras</p> | Personas | 1,045 | apicultores | 300 | pescadores (Judea, visitan otras zonas) | 20 | ganaderos | 25 | cangrejeros | 50 | salineros (Montecristi) | 650 |
| Personas | 1,045 | | | | | | | | | | | | |
| apicultores | 300 | | | | | | | | | | | | |
| pescadores (Judea, visitan otras zonas) | 20 | | | | | | | | | | | | |
| ganaderos | 25 | | | | | | | | | | | | |
| cangrejeros | 50 | | | | | | | | | | | | |
| salineros (Montecristi) | 650 | | | | | | | | | | | | |
| Comunidades | Quilvio, Los Conucos, Nueva Judea y Montecristi | | | | | | | | | | | | |
| Oportunidades | S: Programas capacitación cangrejeros, salineros, agricultores y ganaderos | | | | | | | | | | | | |
| Barreras | C: vertido de basura incontrolado I: varias instituciones involucradas en limpieza canales, ¿cuál es responsable? | | | | | | | | | | | | |

| Sitio | La Mamicela (Boca Yaque del Norte) |
|------------------------------|---|
| Ubicación | Desembocadura Yaque Norte, entre PN El Morro y PN Manglares Estero Balsa |
| Área | 74 ha |
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Sedimentación de los caños Basura, contaminación de residuos plásticos. Deforestación Lluvia y desbordamientos del río ayudaban a alimentar de agua esta zona (AgroFrontera 2021) Huracanes |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Alcantarilla (600 m x 1 m profundidad x 2 m ancho) Apertura de canales (< 10 m de largo, 3 pies de profundidad) Reconstrucción de dique Acciones deben tomar en cuenta el diseño para no afectar a los salineros. Mantenimiento c/2 años manual y con maquinaria. Algunos puntos c/4 años. Reforestación en Claros de Calín, 6 km de borde, con mangle negro. |
| Insumos y costos | <ul style="list-style-type: none"> Alcantarilla: 3 días de maquinaria (Dirección de Desarrollo Fronterizo) Canales: mano de obra Dique: 10 días de maquinaria |

| | | |
|---------------|---|------------|
| Beneficiarios | Personas | 358 |
| | pescadores | 160 |
| | criadores de chivos (forraje y agua, 20 mil chivos) | 60 |
| | cangrejeros | 78 |
| | apicultores | 60 |
| | bananeros cuenca arriba (8 km) | ND |
| Comunidades | Los Conucos, Judea y Montecristi | |
| Oportunidades | N: Hay propágulos H: mano de obra de la comunidad, Asociación de Pescadores de Caño del Yuco, Cooperativa de Pescadores Bienvenidos, Asociación de Pescadores Marigot N: No efectos en agua potable S: Bananeros con buen incentivo (baja agua salada), salineros de acuerdo F: Restauración hidrológica | |
| Barreras | S: Acordar cambio del muelle con pescadores. | |

Sitio **Caño de las Mujeres / Los Chinos**

| | | |
|------------------------------|---|-------------|
| Ubicación | Desembocadura Yaque Norte, entre PN El Morro y PN Manglares Estero Balsa | |
| Área | 50 ha | |
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Sedimentación que bloquea flujo de agua Cierre de canales Deforestación (AgroFrontera 2021) Relleno humedales para construcción de viviendas (AgroFrontera 2021) | |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Abrir dos canales principales (300 m x 8 m x 2 m, 60 m x 6 m x 2 m) Instalar alcantarillas y drenajes | |
| Insumos y costos | <ul style="list-style-type: none"> Alquiler maquinaria (6 días) (no del Gobierno) | |
| Beneficiarios | Personas | 5,240/5,740 |
| | Pescadores Asociación Bienvenido: beneficios pesca | 240 |
| | Pescadores y cangrejeros Albinal: beneficios pesca y extracción | 1,000/1,500 |
| | Comunidad El Fogonazo: menos inundaciones | 4,000 |
| Comunidades | El Fogonazo, Albinal | |
| Oportunidades | N: manglar se restaura solo S: apoyo de la comunidad El Fogonazo para monitoreo y vigilancia S: experiencias comunitarias exitosas | |
| Barreras | I: Sentencia MIMARENA p/abrir I: falta credibilidad por experiencias fallidas I: expansión de desarrollo urbanístico y turístico | |

| Sitio | Playa Bucán | | | | | | |
|------------------------------|--|----------|--|-------------|--|------------|--|
| Ubicación | Adyacente al extremo norte del PN El Morro y al PN Submarino Montecristi. | | | | | | |
| Área | 3 ha | | | | | | |
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Sedimentación de canales naturales, relacionada con deforestación (AgroFrontera 2021) Ganado vacuno y caprino dentro de los manglares (AgroFrontera 2021) Venta de solares (AgroFrontera 2021) | | | | | | |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Abrir canal principal (AgroFrontera 2021) Reforestación en zona de manglar ya extinta (AgroFrontera 2021) | | | | | | |
| Insumos y costos | No identificados | | | | | | |
| Beneficiarios | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Personas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>cangrejeros</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pescadores</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Personas | | cangrejeros | | pescadores | |
| Personas | | | | | | | |
| cangrejeros | | | | | | | |
| pescadores | | | | | | | |
| Comunidades | No identificadas | | | | | | |
| Oportunidades | No identificadas | | | | | | |
| Barreras | No identificadas | | | | | | |

| Sitio | Salinera Los Molinas / Gran Gosier | | | | | | | | |
|--|---|----------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|--|
| Ubicación | A 4.5 km del extremo norte del PN El Morro, borde PN Submarino Montecristi. | | | | | | | | |
| Área | 8.2 ha | | | | | | | | |
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Sedimentación de canales de entrada y salida Carretera improvisada que bloquea paso del agua hacia el lado oeste del área de manglares (AgroFrontera 2021) Huracanes | | | | | | | | |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Abrir canales (AgroFrontera 2021) 3 secciones de alcantarilla, 5 alcantarillas de 36" x 2 m | | | | | | | | |
| Insumos y costos | <ul style="list-style-type: none"> 4 personas para colocar alcantarillas Costo maquinaria (1 día) Costo alcantarilla | | | | | | | | |
| Beneficiarios (definido originalmente en términos de familias, incluye miembros) | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Personas</td> <td>500 - 600</td> </tr> <tr> <td>cangrejeros</td> <td>300 - 360</td> </tr> <tr> <td>pescadores</td> <td>200 - 240</td> </tr> <tr> <td>salineros</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Personas | 500 - 600 | cangrejeros | 300 - 360 | pescadores | 200 - 240 | salineros | |
| Personas | 500 - 600 | | | | | | | | |
| cangrejeros | 300 - 360 | | | | | | | | |
| pescadores | 200 - 240 | | | | | | | | |
| salineros | | | | | | | | | |
| Comunidades | Por definir | | | | | | | | |
| Oportunidades | S: Familia Maeno ya restauró un dique | | | | | | | | |
| Barreras | S: Consultar con familia Maeno (precaución solamente) | | | | | | | | |

| Sitio | Punta Mangle |
|--------------|--|
| Ubicación | A 4.5 km del extremo norte del PN El Morro, borde del PN Submarino Monte Cristi. |
| Área | 24.4 ha |

| | | | | | | | |
|--|--|----------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Sedimentación de caños naturales causada por deforestación Presencia ganado vacuno y caprino (AgroFrontera 2021) Carretera improvisada que bloquea paso del agua del canal principal hacia el lado oeste del área de manglares (AgroFrontera 2021) | | | | | | |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación manual del canal principal 4 alcantarillas de 36" x 2 m Es necesario hacer contratos privados, porque son varios días. | | | | | | |
| Insumos y costos | | | | | | | |
| Beneficiarios (definido originalmente en términos de familias, incluye miembros) | <table border="1"> <tr> <td>Personas</td> <td>500 - 600</td> </tr> <tr> <td>cangrejeros</td> <td>300 - 360</td> </tr> <tr> <td>pescadores</td> <td>200 - 240</td> </tr> </table> | Personas | 500 - 600 | cangrejeros | 300 - 360 | pescadores | 200 - 240 |
| Personas | 500 - 600 | | | | | | |
| cangrejeros | 300 - 360 | | | | | | |
| pescadores | 200 - 240 | | | | | | |
| Comunidades | las mismas que Los Molinas / Grand Gosier | | | | | | |
| Oportunidades | No identificadas | | | | | | |
| Barreras | <p>S: Un terrateniente que quiere proyecto turístico (opuesto)</p> <p>N: Efectos a largo plazo de tormenta.</p> | | | | | | |

Sitio**Lateral 5 Carretera Montecristi-Dajabón-Copey**

| | | | | | | | |
|--|---|----------|---------------|-----------|---------------|-----------|-----------|
| Ubicación | Al este del PN Manglares Estero Balsa, área que drena hacia Kilvio 1 y Kilvio 2. | | | | | | |
| Área | 6,395 ha (área de intervención, AgroFrontera identificará en esta área las zonas de restauración de bosques ribereños) | | | | | | |
| Causas degradación y pérdida | <ul style="list-style-type: none"> Prácticas inapropiadas de ganadería y cultivo de arroz | | | | | | |
| Acciones restauración | <ul style="list-style-type: none"> Revegetación de cañadas, drenajes y riberas de cuerpos de agua superficial (lagunas) con samán, pangola y otras especies Sistemas silvopastoriles Tomas de agua y pasos de beber Prevención de sobrepastoreo | | | | | | |
| Insumos y costos | <ul style="list-style-type: none"> No identificados | | | | | | |
| Beneficiarios (definido originalmente en términos de familias, incluye miembros) | <table border="1"> <tr> <td>Personas</td> <td>6,100 - 6,720</td> </tr> <tr> <td>arroceros</td> <td>5,500 - 6,000</td> </tr> <tr> <td>ganaderos</td> <td>600 - 720</td> </tr> </table> | Personas | 6,100 - 6,720 | arroceros | 5,500 - 6,000 | ganaderos | 600 - 720 |
| Personas | 6,100 - 6,720 | | | | | | |
| arroceros | 5,500 - 6,000 | | | | | | |
| ganaderos | 600 - 720 | | | | | | |
| Comunidades | Recta de Sanita, Comunidad de Sábalo, Nueva Judea, Judea, Los Conucos, Waitero, Mahuaca | | | | | | |
| Oportunidades | Trabajo de AgroFrontera en esas comunidades | | | | | | |
| Barreras | No identificadas | | | | | | |

Elementos comunes a todos los sitios

Oportunidades:

- S: campañas educativas en marcha (basura)
- I: instituciones conocen requerimientos para sostenibilidad de restauración
- I: Plan Nacional de Restauración Costero, pero no hay planes específicos

Acciones para sostenibilidad de la restauración:

- S: vigilancia con autoridades y actores locales para evitar tala, instalación de infraestructura o bloqueo del flujo hídrico.
- S: concientización de pescadores, juntas de vecinos, comunidades para que protejan sus recursos
- S: mantenimiento de canales
- S: jornadas de limpieza de plástico

Notas:

Se consideran entre 5-6 personas por familia
En todos los cuadros: S: capital social, H: capital humano; C: capital cultural, I: capital institucional, N: capital natural, F: capital financiero, In: infraestructura
Agrofrontera 2021 se refiere a informes de visitas de campo elaborados por personal de esa organización en julio y agosto de ese año.

