



Evaluación ambiental integral de la biodiversidad ante el cambio climático, cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Cuba

Environmental assessment of biodiversity in the face of climate change, hydrographic basin Altamira-Durán, Cuba

¹Maria Mercedes León Rodríguez^{1*}, ²Leycet Diaz Varona², Beatriz Lao Ramos³, Teodoro García⁴

RESUMEN

¹ Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

² Florida Department of Agriculture and Consumer Service (FDACS), USA.

³ Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey (CITMA), Cuba.

⁴ Empresa Geocuba Camagüey-Ciego de Ávila, Cuba.

* Correspondencia: mariamercedes@ecologia.cu

Recibido: 13 de mayo de 2022

Aceptado: 17 de noviembre de 2022

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: MMLR y LDV: conceptualización, metodología, redacción del borrador original y supervisión. BLR y TG: metodología, análisis formal y recursos. MMLR: visualización y administración del proyecto. Todos los autores contribuyeron a la validación, revisión y edición final del manuscrito. **Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v221e13>

La evaluación ambiental integral con enfoque GEO (Global Environmental Outlook), permite orientar la gestión de la biodiversidad, para conservarla y manejarla, haciendo frente al cambio climático. Las evaluaciones ambientales integrales (EAI) analizan las cuestiones ambientales a través de un enfoque sistémico y contribuyen al desarrollo sostenible. La cuenca hidrográfica Altamira-Durán es prioritaria en la provincia de Camagüey; en su mayor parte se halla asimilada socioeconómicamente, por la agricultura y la ganadería con fuertes impactos en sus recursos naturales. El objetivo del presente trabajo fue realizar una EAI de la biodiversidad en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, con enfoque GEO, aplicando el marco conceptual presión-estado-impacto-respuesta, en sinergia con medidas de sostenibilidad ambiental ante el cambio climático. Se realizaron varios talleres participativos con gestores y funcionarios de la cuenca. Las presiones que se identifican en el área de la cuenca son deforestación, caza ilícita, incendios forestales y agrícolas, introducción de especies invasoras y contaminación de las aguas superficiales. Todo esto provoca pérdida de la diversidad biológica y escasez de cobertura boscosa. Las principales respuestas, en sinergia con medidas de sostenibilidad ambiental ante el cambio climático, estuvieron encaminadas a la conservación y manejo sostenible de la diversidad biológica, incremento de la superficie boscosa, reforestación, restauración ecológica, control de especies invasoras, reducción de la carga contaminante, implementación de planes contra incendios, delimitación y ordenamiento de las actividades agrícolas y participación comunitaria en el abasto alimentario local.

Palabras clave: biodiversidad, Cuba, cuenca hidrográfica, GEO, matriz presión-estado-impacto-respuesta, servicios ecosistémicos

ABSTRACT

The environmental assessment of biodiversity with a GEO approach (Global Environmental Outlook), allows orienting the management of biodiversity, to conserve and manage it, facing climate change. The environmental assessment carries out analysis through a systemic approach and contribute to sustainable development. The hydrographic basin Altamira-Duran is priority in Camaguey; for the most part, it has been assimilated socioeconomically, by agriculture and livestock with strong impacts on its natural resources. The objective of this work was to carry out an EAI of biodiversity in the Altamira-Durán hydrographic basin, with a GEO approach, applying the framework pressure-state-impact-response, in synergy with sustainable measures in context of climate change. Participatory workshops were held with managers and officials of the river basin. The environmental assessment allowed identifying the state of the resources, the pressures and the environmental impacts. Deforestation, illegal hunting, forest and agricultural fires, introduction of invasive species and pollution of surface waters were found. All this caused insufficient forest cover and loss of biological diversity. The responses, in synergy with sustainable management measures in a context of climate change, are conservation and sustainable management of biological diversity, increase of the forest area, reforestation, ecological restoration, invasive species control, reduction of pollution, implementation of fire plans, agriculture management, adaptation to climate change and community participation in the local food supply.

Keywords: biodiversity, Cuba, ecosystem services, GEO, hydrographic basin, matrix pressure-state-impact-response

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones ambientales integrales (EAI), con enfoque GEO del PNUMA, contribuyen al incremento del conocimiento científico sobre los cambios de estado y sus tendencias, las causas actuales que generan dichos cambios en sinergia con el cambio climático y su repercusión con los servicios ecosistémicos y el bienestar humano (Fernández y Volpedo, 2013). Analizan las cuestiones ambientales a través de un enfoque sistémico y un marco conceptual enfocado en las tensiones inherentes al desarrollo, contribuye a la toma de decisiones en favor del desarrollo sostenible (PNUMA, 2012). Las EAI son aplicables a nivel global, regional, territorial y local. En Cuba se han realizado EAI nacionales como GEO Cuba 2007 (Fernández y Pérez, 2009), a humedales (e.g., Volpedo *et al.*, 2011, Fernández y Volpedo, 2013), a cuencas hidrográficas (e.g. Díaz-Abreu y Barranco, 2018; León *et al.*, 2019) y municipales (e.g., Alcaide *et al.*, 2006).

La cuenca hidrográfica Altamira-Durán es prioritaria en la provincia de Camagüey. El área en su mayor parte fue asimilada socioeconómicamente por la agricultura y la ganadería con fuertes impactos en sus recursos naturales. La flora y fauna silvestre es escasa y se localiza en pequeñas áreas que aún conservan un determinado grado de naturalidad como es la Reserva Ecológica Macurijes-Santa María. Además, es sensi-

ble a la elevación del nivel medio del mar, provocado por el cambio climático que, junto a la subsidencia geológica de la porción baja costera, la hace muy vulnerable (León *et al.*, 2009; 2011). Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue hacer una EAI de la biodiversidad en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, con enfoque GEO, aplicando el marco conceptual presión-estado-impacto-respuesta, en sinergia con medidas de sostenibilidad ambiental ante el cambio climático.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

La cuenca hidrográfica Altamira-Durán constituye una de las cinco mayores de Camagüey, Cuba. Se localiza en la vertiente sur, al sureste de la ciudad de la provincia, tiene un área de 67.4 km². Limita al norte con la cuenca del río las Yeguas, al sur con la cuenca del río San Pedro y al oeste con el Mar Caribe, se enmarca entre las coordenadas 278 000 y 300 000 de latitud norte y 325 000 y 378 000 de longitud este, según la proyección cónica conforme de Lambert (Fig. 1).

Diseño de la investigación

Se empleó la metodología Global Environmental Outlook (GEO) con la aplicación del marco analítico presión-estado-impacto-respuesta (PEIR), principal herramienta metodológica (PNUMA, 2012). Para

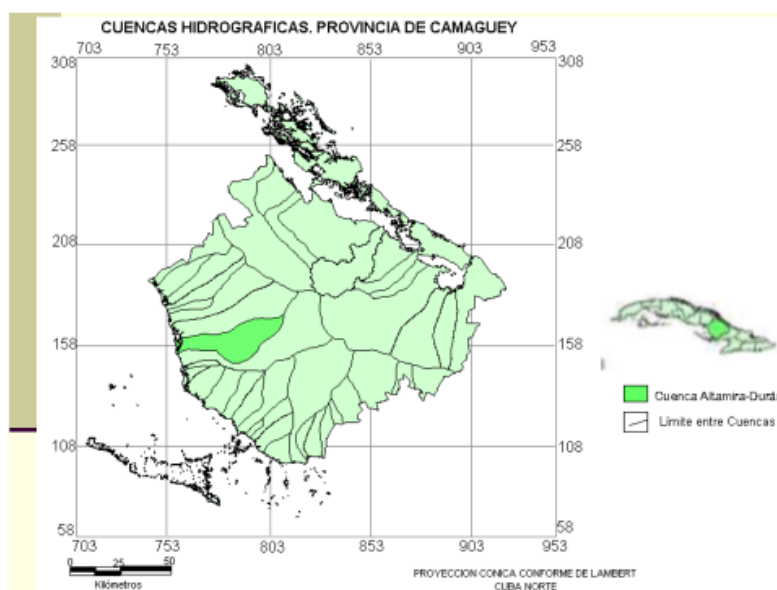


Figura 1. Ubicación de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Figure 1. Location of the hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

León *et al.*: Evaluación ambiental integral de biodiversidad

conocer el estado en el área de la cuenca se realizaron recorridos de campo, se empleó información cartográfica 1:25 000 aportada por el Grupo Empresarial GEOCUBA y se obtuvo información documental ofrecida por el Consejo Municipal de Cuencas Hidrográficas, la Unidad de Medio Ambiente y el Cuerpo de Guardabosques. Se empleó la tecnología de los sistemas de información geográfica en la cartografía digital.

Se realizaron varios talleres de intercambio con la participación de especialistas, gestores y funcionarios de la administración pública, consejos de cuenca y entidades científicas. Se hizo un levantamiento de las presiones que provocan cambios de estado desfavorables en la diversidad biológica de la cuenca para identificar los impactos ambientales negativos que esto produce, tanto a los recursos naturales como al bienestar humano. Con tal información se propusieron una serie de respuestas dirigidas a mejorar el estado, disminuir las presiones y mitigar los impactos. Posteriormente, se validaron los resultados obtenidos en este trabajo, en un taller de socialización, con los principales actores de la cuenca (Fig. 2). El enfoque para la elaboración de medidas de sostenibilidad ambiental ante el cambio climático, se basó en la aplicación de los servicios ecosistémicos, de acuerdo con [Vásquez-Jara *et al.* \(2017\)](#), los cuales están en sinergia con las respuestas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado de la biodiversidad, presiones e impactos

La mayor parte del área de la cuenca se dedica a la agricultura, y la ganadería con el consiguiente deterioro de la flora y la vegetación original. La vegetación en la parte alta y media de la cuenca es principalmente de plantaciones de caña de azúcar, arroz, cultivos varios, y pastos con sectores de vegetación invasora, especialmente marabú (*Dichrostachys cinerea*) y aroma amarillo (*Vachellia farnesiana*). La cuenca hidrográfica cuenta con una baja cobertura boscosa, solo 14.08 km² en la parte alta y media de la cuenca. El área natural mejor conservada se halla en la desembocadura, en la zona comprendida en la Reserva Ecológica Macurijes-Santa María con 20.73 km² ([León *et al.*, 2009](#)). El manglar está bien desarrollado, donde se encuentran las cuatro especies típicas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. En cayo Punta Macurijes, abunda *R. mangle* (mangle ro-

Taller de Validación de los subprogramas: Reducción de carga contaminante, Gestión de recursos hídricos, conservación y mejoramiento de suelo, Incremento de la superficie boscosa, Planes y acciones sostenibles de la diversidad biológica y Elección de la calidad de vida de la población.

Nombre	Cargo	Entidad	Turno
1. Ismael Martínez Sandoval	Adj. Inv.	Salud	Mañana
2. Yuriberto Glez. Artiles	Coord. Área	SUM	Mañana
3. Noisy Díaz Maná	Dep. Asesor	Altamira	Mañana
4. Abraham Pardo Pérez	Asesor	Provincia	Mañana
5. Isaac María Pérez	T. Asesor	Comunidades	Mañana
6. Oscar Roberto Bernal León	Ejec. Asesor	Com. y Soc.	Mañana
7. Elmer Suárez Espinoza	Asesor	Provincia	Mañana
8. Elvira López Alfaro	Asesor	Educación	Mañana
9. Gerardo López Hdez	Asesor	Educación	Mañana
10. Julián Díaz Olmeda	Asesor	Educación	Mañana
11. MIREA MARCEL VIELLA	Asesor	Educación	Mañana
12. Carlos Espinoza Ruiz	Asesor	MAVZ	Mañana
13. Roberto García Pérez	Asesor	R.P.H.	Mañana
14. Jorge Martínez Contreras	Asesor	Educación	Mañana
15. Georgina Macías	Asesor	Educación	Mañana
16. Gladys Rodríguez	Asesor	Educación	Mañana
17. Mariela Curbelo López	Asesor	Educación	Mañana
18. Yany Yany	Asesor	Educación	Mañana
19. Delys Díaz	Asesor	Altamira	Mañana

Figura 2. Evidencia del taller participativo de validación de resultados, cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Figure 2. Results validation workshop, hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

jo). El bosque subcostero aparece a continuación del manglar, en algunos sectores. Los relictos de una vegetación sobre costa arenosa todavía existen, aunque no muy típica. Los bosques subcosteros están muy alterados por la acción antrópica ([Del Risco *et al.*, 2004](#)). La Reserva Ecológica Macurijes-Santa María es de significación provincial y está incluida en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, aunque aún no cuenta con la aprobación del Consejo de Ministros (Fig. 3 y 4).

Las principales presiones que se identifican en el área de la cuenca son deforestación de grandes extensiones para su asimilación en actividades agrícolas y ganaderas, caza ilícita, incendios forestales provocados por el hombre y la sequía, introducción de especies invasoras y contaminación de las aguas superficiales del río. Todo esto provoca escasez de cobertura boscosa y pérdida de la diversidad biológica (Tablas 1 y 2).

[Fernández *et al.* \(2014\)](#) también identificaron como presiones en humedales de Cuba la tala y caza furti-

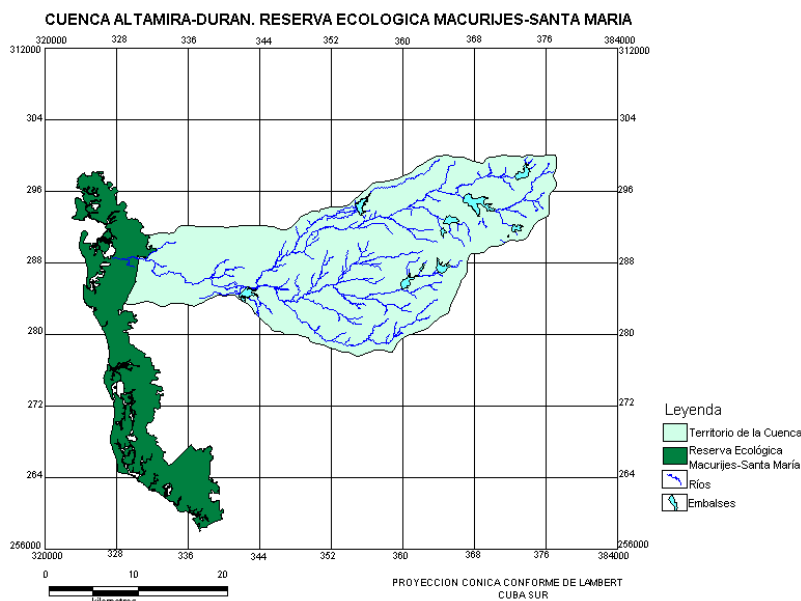
León *et al.*: Evaluación ambiental integral de biodiversidad

Figura 3. Ubicación de la Reserva Ecológica Macurijes-Santa María, cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Figure 3. Location of the Ecological Reserve Macurijes-Santa María, hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

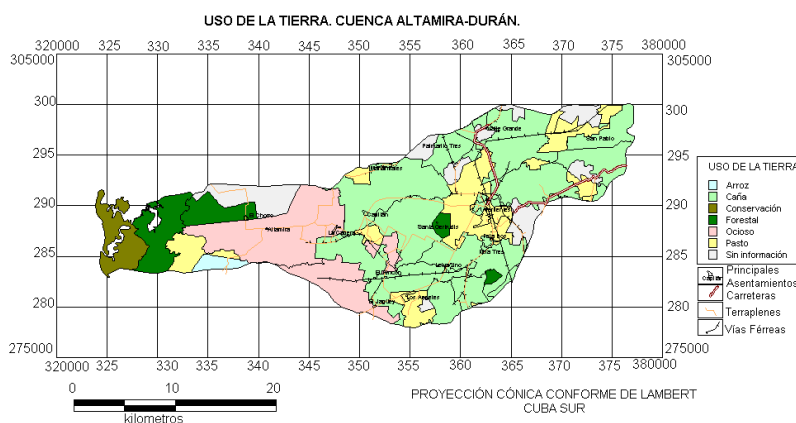


Figura 4. Uso de la tierra, cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Figure 4. Land use, hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

va, prácticas de agricultura y ganadería insostenibles, contaminación de las aguas superficiales por agroquímicos y la presencia de especies invasoras. Todo lo cual provoca impactos en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

Respuestas para mejorar el estado, disminuir las presiones y mitigar los impactos

Las principales respuestas estuvieron encaminadas fundamentalmente a la conservación y manejo sostenible de la diversidad biológica, incremento de la superficie boscosa, reforestación, restauración ecológica, control de especies invasoras, reducción de carga contaminante de origen orgánico, implementación de

planes contra incendios que incluya las áreas naturales, delimitación y ordenamiento de las actividades agrícolas, y participación comunitaria en el abasto alimentario local (Tablas 1 y 2). Las respuestas están en sinergia con medidas de sostenibilidad ambiental ante el cambio climático, que tienen su fundamento en los servicios ecosistémicos. Pues de acuerdo con [Avendaño-Leadem *et al.* \(2020\)](#) la incorporación del enfoque de servicios ecosistémicos en la planificación ambiental se torna imperativo para alcanzar los objetivos de desarrollo sustentable. Los resultados obtenidos en la cuenca, presentan un nivel de introducción (Fig. 5). Después de aplicar la matriz PEIR, en Huamantanga, Perú, se proponen como respuesta la im-

León *et al.*: Evaluación ambiental integral de biodiversidad

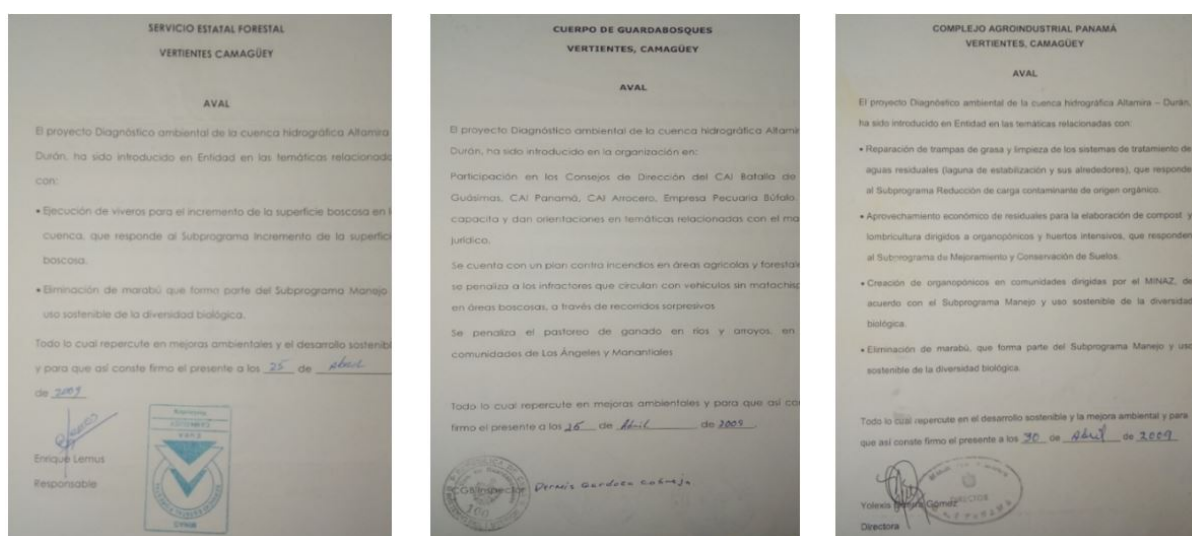
Tabla 1. Matriz presión-estado-impacto-respuesta con enfoque GEO, del problema ambiental: Pérdida de la diversidad biológica y escasez de cobertura boscosa de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Tabla 1. State-pressure-impact-response matrix with GEO approach, environmental problem: loss of biological diversity and scarcity of forest cover, hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

ESTADO	PRESIÓN	IMPACTO	RESPUESTA
La cuenca hidrográfica cuenta con una cobertura boscosa de solo 20.9% en la parte alta y media de la cuenca. En la porción baja se halla la Reserva Ecológica Macurijes-Santa María, con una cobertura boscosa de 30.7%.	En la primera mitad del Siglo XX se taló gran parte del área de la cuenca con fines agrícolas y para extracción de maderas preciosas Cambio en el uso de la tierra. Tala indiscriminada. Caza ilícita. Incendios forestales provocados por el hombre y la sequía. Deficiente protección forestal. Incremento de la agricultura de subsistencia (conuqueros).	Dstrucción y degradación del hábitat. Fragmentación del hábitat. Transformación del paisaje. Pérdida de especies de maderas preciosas asociadas al área de la cuenca, con énfasis en la vegetación subcostera. Disminución de las poblaciones o pérdida en el área de la cuenca, de especies de la fauna. Disminución de la recarga acuífera. Degradación del suelo. Intrusión salina. Sedimentación y asolvamiento en los cauces. Poca retención de carbono.	Cumplir el plan anual de reforestación, con énfasis en la faja hidrorreguladora (mediante especies frutales y forestales). Mantener la forestación y reforestación. Fomentar las Fincas Forestales. Integradas para la rehabilitación de la vegetación de la cuenca. Fomentar viveros para la reforestación. Consultar los cambios del uso del suelo con el Instituto de Suelo. No cultivar por debajo de los 5 m sobre el nivel del mar. Delimitar y ordenar las actividades agrícolas. Hacer cumplir la legislación ambiental vigente. Evitar perforación de pozos para extraer agua subterránea. Promover el conocimiento sobre los principales valores de la biodiversidad. Garantizar el aprovechamiento sostenible de la vida silvestre basado en planes de manejo.
	Introducción de especies exóticas e invasoras.	Disminución de las poblaciones autóctonas. Alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.	Cumplir con el Plan de Seguridad Biológica. Ejecutar el Plan Integral para la eliminación de las Plantas Leñosas Indeseables (PIEPLI). Ejecutar proyectos sobre el control de especies invasoras.
	Contaminación de las aguas superficiales del río.	Eutrofización de las aguas superficiales. Alteración del ciclo de nutrientes Alteración de los procesos ecológicos. Degradación del hábitat acuático Disminución del hábitat reproductivo. Pérdida o disminución de las poblaciones de especies autóctonas del río.	Cumplir con el programa de reducción de carga contaminante de origen orgánico. Ejecutar proyectos de restauración ecológica en arroyos urbanos y semiurbanos. Evitar la perforación de pozos para la extracción de agua subterránea. Delimitación y ordenamiento de las actividades agrícolas. Activar los sistemas de tratamientos de residuales (laguna de estabilización).
	Subsidencia geológica de la porción baja costera. Elevación del nivel medio del mar.	Erosión por el oleaje. Penetración del mar. Procesos de intrusión salina de las aguas subterráneas.	Implementar estrategias contra la desertificación y la sequía en la agricultura. Aplicar alerta temprana. Emplear variedades de cultivo resistentes a la sequía y la salinidad.
	Pastoreo de ganado en las márgenes de ríos y arroyos.	Introducción de especies de pastos. Erosión y compactación del suelo. Pérdida de plántulas de interés forestal.	Prohibir y penalizar el pastoreo de ganado en las márgenes de ríos y arroyos.
	Introducción de cultivos en las márgenes de ríos y arroyos.	Afectación de las márgenes de ríos y arroyos.	Delimitar y ordenar las actividades agrícolas.
	Cierre de un estero en la desembocadura del río.	Intrusión salina y salinización de los suelos en el área de la costa. Muerte del manglar. Degradación del hábitat.	Ejecutar proyecto de restauración ecológica en la zona costera y subcostera.
	Regulación de las aguas superficiales. Cierres ilegales (tranques) para el cultivo del arroz.	Disminución del caudal ambiental. Sedimentación en la desembocadura. Alteración de los procesos ecológicos.	Garantizar el caudal ambiental. Rehabilitar la superficie boscosa. Eliminar los cierres ilegales. Cumplir con el programa de vigilancia cooperada.
	Insuficiente cultura ambiental.	Afectación y pérdida de la diversidad biológica.	Elevar la Educación Ambiental en el área de la cuenca.

León *et al.*: Evaluación ambiental integral de biodiversidad**Tabla 2.** Matriz presión-estado-impacto-respuesta con enfoque GEO, del problema ambiental: Incendios forestales y agrícolas, cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.**Table 2.** State-pressure-impact-response matrix with GEO approach, environmental problem: forest and agricultural fires, hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

ESTADO	PRESIÓN	IMPACTO	RESPUESTA
Áreas cañeras, forestales y pastos afectados por incendios.	Incendios en áreas forestales, cercanos a los asentamientos humanos y en relación con actividades económicas. Incendios naturales ocurridos principalmente en época de sequía. Mal trazado de linderos y trochas. Emisión de desechos (carbonilla) por equipos de transportes automotores y agrícolas que provocan incendios.	Transformación del paisaje. Pérdida del hábitat. Pérdida de diversidad biológica. Disminución de la recarga acuífera. Degradación del suelo. Proliferación de plagas.	Crear e implementar planes contra incendios que incluyan áreas naturales y plantaciones. Crear e implementar estrategias contra la desertificación y la sequía. Mejorar el trazado de linderos y trochas. Exigir que los equipos y medios cuenten con dispositivo en el tubo de escape para evitar incendios. Penalizar a infractores que provocan incendios forestales. Incrementar la plantilla de guardabosques y otros inspectores, relacionados con la actividad. Elevar la Educación Ambiental en el área de la cuenca.

**Figura 5.** Avaluos de introducción de resultados, cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.**Figure 5.** Endorsements of introduction of results, hydrographic basin Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

plementación de huertos familiares según Yajahuanca (2019), así como la restauración ecológica en los manglares del Baja California del Sur en México de acuerdo con (Ávila, 2021).

Sostenibilidad ambiental ante el cambio climático en sinergia con las respuestas fundamentadas en los servicios ecosistémicos.

Se proponen seis medidas:

- Las acciones de forestación, reforestación y restauración ecológica contribuyen a mitigar el cambio climático dado que permiten la captura de carbono; reducen las emisiones de gases de efecto invernadero; regulan el clima local, la calidad del aire y las aguas; controlan las inundaciones y la erosión

tanto de las riberas de los ríos, como costeras, y contribuyen al restablecimiento de la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Esto favorece la capacidad resiliente frente a las variaciones climáticas, lo que disminuye la vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático.

- El control de especies exóticas e invasoras disminuye la vulnerabilidad de los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático. Las invasiones biológicas son una gran amenaza para la biodiversidad y un elemento importante del cambio global (Dukes y Mooney, 1999; Young *et al.*, 2017). Las especies invasoras, producen cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas e interactúan con otros componentes del cambio global, en

particular el cambio de uso de la tierra (Vitousek *et al.*, 1997). El manejo de las especies invasoras es un aspecto de importancia, plasmado en la Estrategia Ambiental Nacional de Cuba, teniendo como principio la prevención, el manejo y el control de esas especies (Palma *et al.*, 2017).

- La gestión y el manejo del agua, mejora la calidad y cantidad de este recurso, tanto para uso humano como agropecuario, esto reduce los impactos en condiciones de cambio climático. El adecuado caudal ambiental contribuye a la recuperación de los ecosistemas costeros, fundamentalmente de manglar, el cual previene la erosión costera, contribuye a la dispersión y reciclaje de nutrientes, así como al establecimiento de zonas de cría, tanto de especies residentes como migratorias. El incremento en la mejora de las condiciones ambientales reduce las vulnerabilidades en condiciones de cambio climático.
- El control efectivo de los incendios en áreas naturales, forestales y agrícolas, reduce las emisiones de efecto invernadero, así como, garantiza la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Esto disminuye la vulnerabilidad ecológica y contribuye con las medidas de mitigación del cambio climático.
- La delimitación y ordenamiento de las actividades agrícolas contribuyen con las medidas de mitigación del cambio climático debido a que inciden en la conservación de los suelos, protección de la ribera de ríos, arroyos y zona costera. Implica cambios en las prácticas de gestión para disminuir la vulnerabilidad.
- La implementación de estrategias contra la desertificación y la sequía, en la agricultura y la ganadería y la participación comunitaria en el abasto alimentario local reducen las vulnerabilidades económicas y sociales, así como aumentan la resiliencia de los sistemas productivos y la seguridad alimentaria en condiciones de cambio climático.

CONCLUSIONES

La EAI de la biodiversidad con enfoque GEO, de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, permite identificar el estado de los recursos, las presiones y los impactos ambientales. Las presiones que se identifican en el área de la cuenca son deforestación de grandes extensiones para su asimilación en actividades agrícolas y ganaderas, caza ilícita, incendios forestales

provocados por el hombre y la sequía, introducción de especies invasoras y contaminación de las aguas superficiales del río. Todo esto provoca pérdida de la diversidad biológica y escasez de cobertura boscosa. Las principales respuestas, en sinergia con medidas de sostenibilidad ambiental ante el cambio climático, están encaminadas a la conservación y manejo sostenible de la diversidad biológica, incremento de la superficie boscosa, reforestación, restauración ecológica, control de especies invasoras, reducción de carga contaminante de origen orgánico, implementación de planes contra incendios que incluya las áreas naturales, delimitación y ordenamiento de las actividades agrícolas y participación comunitaria en el abasto alimentario local.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán” adscripto al Programa Territorial de Medio Ambiente de Camagüey. A Radriel Pavón González, Cuerpo de Guardabosques; José Luis Montejo, Instituto de Suelos y Robert García Martínez, Consejo Municipal de Cuencas Hidrográficas, por la cooperación prestada. Al consejo editorial de la revista y dos revisores anónimos por las sugerencias al documento.

LITERATURA CITADA

- Alcaide J, Jaimez E, Olivera J, Valdés G, Díaz JR, De Terán M, *et al.* 2006. Sistema de indicadores para la evaluación de la calidad ambiental del municipio Bauta, La Habana, Cuba. *Universidad Ciencia y Tecnología*. 10 (NE 41): 263-268.
- Avendaño-Leadem DF, Cedeño-Montoya BC, Arroyo-Celedón MS. 2020. Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central*. 63-90. Disponible en: scielo.sa.cr
- Ávila G. 2021. Evaluación integral de los manglares del Estado de Baja California Sur, México. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California del Sur. California.
- Del Risco E, Barreto A, Enríquez N, Herrera P, Oviedo R. 2004. Notas sobre la flora y vegetación de Punta Macurijes y sus alrededores, SW Municipio de Vertientes, Camagüey, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 173: 1-6.

León *et al.*: Evaluación ambiental integral de biodiversidad

- Díaz-Abreu JD, Barranco G. 2018. Gestión ambiental, cambio climático y sociedad. Una visión integradora desde la ciencia en la cuenca del río Guanabo. *Cuba, Medio Ambiente y Desarrollo*, 18: 1-10.
- Dukes JS, Mooney HA. 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology and Evolution*. 14: 135-139.
- Fernández A, Pérez R. 2009. *Evaluación del medio ambiente cubano GEO Cuba 2007*. Agencia de Medio Ambiente-PNUMA, La Habana.
- Fernández L, Barranco G, Labrada M, Roque A, Cárdenas O, Arniella A, *et al.* 2014. *Evaluación ambiental integral de humedales prioritarios de Cuba. Amenazas actuales y potenciales*. Editorial Geotech, La Habana.
- Fernández L, Volpedo AV. 2013. *Evaluación de los cambios de estado en ecosistemas degradados de Iberoamérica*. Editorial Geotech, La Habana.
- León MM, González R, Lao B, Zequeira ME, Brito O, Francis D, *et al.* 2009. Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba. Informe Final de Proyecto, Programa de Medio Ambiente y Desarrollo (13311). Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Camagüey.
- León MM, González R, Lao B, Zequeira ME, Brito O, Francis D, *et al.* 2011. Cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba. Diagnóstico ambiental y Programa de gestión para el manejo integrado. *Cuba Medio Ambiente y Desarrollo*. 11. <http://ama.redciencia.cu/articulos/21.03.pdf>.
- León MM, Lao B, Abad I. 2019. Evaluación Ambiental Integral de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. (abril 2019). <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/recursos-hidricos-cuba.html>.
- Palma A, Torres L, Pérez O, Padilla J, Arias, J. 2017. *Albizia procera* (algarrobo de la India). En: García-Lahera JP, Rodríguez Farrat LF, Salabarría Fernández D.M. (eds.), *Protocolos para el monitoreo de especies exóticas invasoras en Cuba*, 25-36, Editorial GAIA, La Habana.
- PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2012. Evaluaciones Ambientales Integrales. Disponible en: <http://www.pnuma.org/deat1/evaluacionesambientales.html> (consultado: 25 de enero de 2020).
- Vásquez-Jara R, Tovar-Narváez A, Palma-Pecho A, Mercado-Curi W, Gómez-Moncada H. 2017. *Vulnerabilidad de los bosques y otros ecosistemas andinos de Saywite-Choquequirao-Ampay al cambio climático y las presiones antrópicas*. HELVETAS, Lima.
- Vitousek PM, D'antonio CM, Loope LI, Rejmanek M, Westbrooks R. 1997. Introduced species: a significant component of human caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*. 21: 1-16.
- Volpedo AV, Fernández L, Buitrago J. 2011. *Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica*. Print y Services, Buenos Aires.
- Yajahuanca KR. 2019. Modelo Fuerzas motrices-presión-estado-impacto-respuesta y sostenibilidad ambiental, en el Área de Conservación Municipal-ACM Bosque de Huamantanga. *Universidad Nacional de Jaén*. Disponible en: repositorio.unj.edu.pe (consultado: 28 de enero de 2022).
- Young HS, Parker IM, Gilbert GS, Guerra AS, Nunn ChL. 2017. Introduced species, disease ecology and biodiversity-disease relationships. *Trends in Ecology and Evolution*. 32: 41-54.