

EXPERIENCIAS

Preguntas clave para formular políticas de conservación de la biodiversidad en Costa Rica

Key Questions to Inform National Biodiversity Conservation Policies in Costa Rica

Bernal Herrera-Fernández ¹, Coral J. Pacheco-Figueroa ², Juan de Dios Valdez-Leal ³,
Joel Sáenz ⁴ y Jorge Cortés ⁵

Resumen

[Introducción]: Priorizar la investigación resulta crítico para formular nuevas políticas y prácticas que reviertan la pérdida de biodiversidad, así como la toma de decisiones de inversión. **[Objetivo]:** Se identifican y priorizan 40 preguntas científicas que, una vez respondidas, se espera coadyuven tanto en la formulación como en la implementación de las políticas públicas relacionadas con conservar la biodiversidad de Costa Rica. **[Metodología]:** El proceso constó de 3 etapas. En la primera, se distribuyó una encuesta en línea a 436 participantes, sobre las prioridades de investigación necesarias para formular e implementar políticas públicas nacionales de biodiversidad. En la segunda fase, las respuestas obtenidas se discutieron en un taller nacional, en el cual las personas participantes priorizaron las preguntas. Finalmente, se dio prioridad a los resultados del taller, utilizando criterios de selección para lograr las interrogantes finales de investigación. **[Resultados]:** La encuesta en línea generó un total de 642 preguntas y las personas del taller nacional las priorizaron, utilizando los criterios de selección para llegar a las 40 interrogantes finales. Las preguntas elegidas abarcan las siguientes áreas temáticas: i) estructura y funcionalidad de ecosistemas; ii) poblaciones y especies; iii) áreas protegidas y otras zonas conservadas; iv) cambio global; v) efectividad de las estrategias de conservación; vi) impactos humanos, e vii) impactos de la participación y la gobernanza. **[Conclusiones]:** Se espera que estas preguntas apoyen las decisiones de financiamiento de la investigación, así como un mayor impacto en la formulación de nuevas políticas y la aplicación de las existentes.

Palabras clave: conservación, prioridades de investigación, conocimiento científico, planificación de la ciencia.

- 1 Profesor e investigador, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. bernal.herrera.fernandez@una.cr; <https://orcid.org/0000-0001-6036-3477>
- 2 Profesora e investigadora, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México. coral.pacheco@ujat.mx; <https://orcid.org/0000-0001-5281-9251>
- 3 Profesor e investigador, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México. jdvaldezleal@yahoo.com.mx; <https://orcid.org/0000-0002-0315-2400>
- 4 Catedrático, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. jsaenz@una.cr; <https://orcid.org/0009-0002-3642-1862>
- 5 Profesor emérito, Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. jorge.cortes@ucr.ac.cr; <https://orcid.org/0000-0001-7004-8649>



Abstract

[Introduction]: Research is critical to formulate new policies and practices that reverse biodiversity losses to date. Prioritizing is also critical for national and international agencies when making investment decisions. **[Objective]:** Identify and prioritize 40 research questions whose answers contribute to the formulation and implementation of public policies regarding biodiversity conservation, management, and restoration in terrestrial, freshwater, and marine systems in Costa Rica. **[Methods]:** The process consisted of 3 phases. In the first, an online survey was distributed to 436 participants about research priorities necessary for formulating and implementing national biodiversity public policy. In the second phase, responses were discussed at a national workshop, where participants prioritized the questions. Finally, the workshop results were ranked using the selection criteria to achieve the final research questions. **[Results]:** The online survey generated 642 research questions, and the national workshop participants prioritized them using the selection criteria to arrive at the final 40. The selected questions cover the following thematic areas: i) ecosystem structure and function; ii) populations and species; iii) protected areas and other conserved areas; iv) global change; v) effectiveness of conservation strategies; vi) human impacts, and vii) impacts of participation and governance. **[Conclusions]:** These questions support research funding decisions by institutional authorities, national and international organizations, and civil society organizations. They are also expected to increase the impact on the formulation of new policies and the application of existing ones.

Keywords: conservation, research priorities, science knowledge, science planning.

1. Introducción

La necesidad de transparencia y rendición de cuentas en la inversión investigativa científica, incrementar su impacto en revertir procesos de pérdida de la biodiversidad y producir resultados tangibles en este sentido, así como la complejidad ecológica e institucional de la gestión de la biodiversidad, refuerzan la importancia de contar con instrumentos que prioricen estas inversiones, para que la toma de decisiones sea responsable y eficiente (Rice *et al.*, 2018). Además, el público y los gobiernos, ante escenarios de recursos financieros escasos, sobre todo en países en desarrollo, esperan que se pueda demostrar el impacto de tales inversiones de recursos en la conservación de la biodiversidad (Lavery *et al.*, 2021).

La investigación dirigida y priorizada puede tener efectos instrumentales, lo que implica que influye directamente tanto en la política como en la práctica, de maneras específicas. Además, esa línea investigativa tiene repercusión desde el punto de vista del planteamiento de nuevos conceptos, que aportan conocimiento y comprensión en el proceso de toma de decisiones.

El tipo de investigación nombrado puede ayudar a que se evite el fracaso de las políticas durante la etapa en la cual se formula, al mejorar la comprensión de los vínculos causales entre los factores estresantes, las intervenciones y los efectos. Asimismo, contribuye durante la fase de implementación, cuando el examen riguroso de las evidencias puede colaborar a que se minimice la probabilidad de consecuencias adversas de las políticas individuales (Mukherjee *et al.*, 2021).

En el contexto de la investigación científica, se podrían generar inversiones ineficientes cuando los incentivos y prioridades entre las agencias de financiación, las instituciones de



investigación y las personas investigadoras no están debidamente alineados. En el nivel global, por ejemplo, *Mazor et al. (2018)* encontraron que, a pesar de que hay un llamado internacional para detener la pérdida de biodiversidad, la investigación que ha surgido en torno a este tema no está sincronizada con la evaluación de su impacto y las interacciones entre los múltiples factores relacionados con la pérdida de la biodiversidad apenas se consideran.

Por otra parte, las personas científicas de la ciencia de la conservación de la biodiversidad aspiran cada vez más a realizar investigaciones que informen e influyan directamente tanto en las políticas de conservación como en las acciones relacionadas con su gestión. A su vez, globalmente, se han establecido metas conservacionistas que requieren los resultados investigativos para lograr su alcance. Estas tendencias indican una transición hacia una ciencia enfocada en el impacto en la política y la gestión, así como en un alto impacto académico (*Hughes & Grumbine, 2023*).

Adicionalmente, la colaboración entre personas tomadoras de decisiones y científicas puede resultar en un beneficio mutuo. Por un lado, las personas científicas podrían comprender cómo su investigación puede resultar más relevante para la práctica conservacionista, mientras que las tomadoras de decisiones podrían ampliar su conocimiento y basar estas determinaciones en las evidencias científicas (*Karam-Gemael et al., 2018*).

Un reflejo de la importancia de la priorización investigativa son los esfuerzos realizados, tanto a escala global como nacional. Estos tienen como principal objetivo ya sea identificar las prioridades generales para la conservación global/nacional (e.g., *Sutherland et al., 2022*; *Rudd et al., 2011*) o abordar áreas temáticas y ámbitos específicos de las ciencias de la conservación (e.g., *Harper et al., 2021*), aunque siempre con la mira en que la investigación sea más relevante para solucionar problemas asociados a la gestión de la biodiversidad.

En Costa Rica, la conservación de la biodiversidad ha sido un tema relevante en los últimos 6 decenios (*Programa Estado de la Nación, 2021*). En este período, se han desarrollado instrumentos de política pública innovadores como la Ley de Biodiversidad, el Programa de Pago por Servicios Ambientales, el sistema para la conservación de la biodiversidad, incluyendo las áreas protegidas y corredores biológicos, igual que una serie de instrumentos como la Estrategia Nacional de Biodiversidad, que han contribuido a los logros del país en este sector (*Gámez et al., 2021*; *Gámez et al., 2024*).

Sin embargo, a pesar de este cuerpo de políticas y herramientas normativas que propician una lógica preventiva y una reducción de impacto, el país requiere consolidar el esfuerzo histórico en la conservación de la biodiversidad y transformar los patrones actuales de efecto negativo, con el fin de mejorar el uso adecuado del territorio (*Programa Estado de la Nación, 2021*). Aunque los factores y condiciones necesarias para lograr esto son múltiples y de diferente índole, la generación de conocimiento y su vínculo con el diseño e implementación de políticas públicas han sido señalados por la comunidad científica nacional como componentes fundamentales para lograr esos cambios (*Herrera-Fernández & Sáenz, 2022*).

En el presente artículo, se identifican las principales preguntas de investigación que, una vez respondidas, tendrían un impacto en la formulación e implementación de las políticas públicas



asociadas a la conservación, al manejo y a la restauración de la biodiversidad en los ámbitos terrestres, marino-costeros y sistemas de aguas continentales.

2. Metodología

Para la definición de las preguntas prioritarias de investigación, se contó con un amplio y diverso grupo de participantes, provenientes de distintas ramas del conocimiento de la ciencia conservacionista de la biodiversidad, así como de las técnicas asociadas con esta. Ello aseguró un proceso objetivo de selección de las prioridades y, a su vez, que estas reflejaran diferentes áreas temáticas asociadas con la gestión de sistemas socioecológicos. Este ejercicio de priorización incluyó varios procesos y etapas (**Figura 1**).

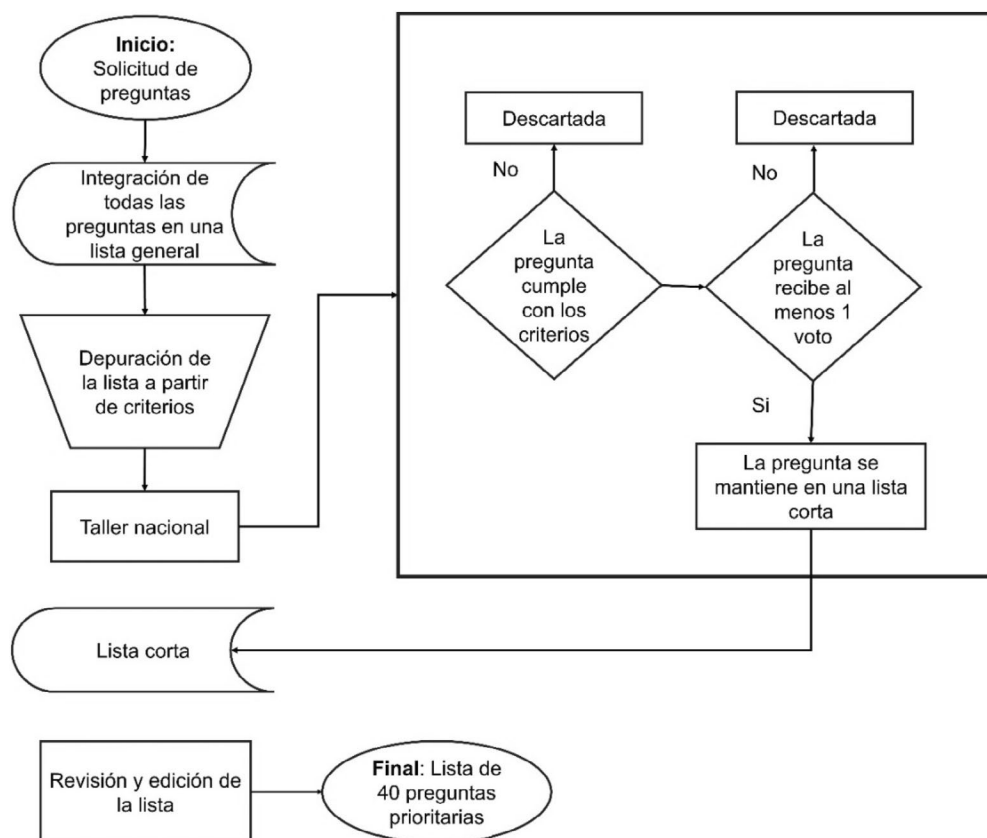


Figura 1. Síntesis del proceso de construcción y priorización de las 40 preguntas investigativas que, una vez respondidas, apoyarán la formulación e implementación de políticas públicas relacionadas con la conservación de la biodiversidad en Costa Rica.

Figure 1. Synthesis of the construction process and prioritization of the 40 research questions that, once answered, will support the formulation and implementation of public policies related to the conservation of biodiversity in Costa Rica.



2.1. Diseño

En una primera etapa, se diseñó un proceso de consulta virtual. Para esto, se preparó un cuestionario en formato digital, el cual fue revisado por 30 personas antes de su aplicación al total de participantes. Este cuestionario fue estructurado en 6 áreas temáticas preliminares: 1) conservación y uso de la biodiversidad; 2) restauración, recuperación y rehabilitación de especies y ecosistemas; 3) biodiversidad, bioprospección y genética; 4) gobernanza, participación y gestión de la biodiversidad; 5) servicios ecosistémicos; y 6) cambio climático y biodiversidad. Quienes participaron podían agrupar su pregunta de acuerdo con un ámbito específico: 1) biodiversidad terrestre; 2) biodiversidad marino-costera; 3) biodiversidad en aguas epicontinentales; 4) biodiversidad oceánica; o 5) que correspondiera a todos los ámbitos.

En dicho cuestionario, y para cada participante, se solicitó que propusieran al menos 5 preguntas prioritarias para la investigación conservacionista en el país. Estas interrogantes deberían corresponder ya fuera a uno de los ámbitos o a las áreas temáticas definidas. Además, dichas preguntas podrían ser de aplicación en diferentes ámbitos y áreas temáticas (*i. e.* transversales).

Para la redacción de las preguntas, se utilizaron 6 criterios, de tal forma que se asegurara que cada interrogante planteada, una vez respondida, contribuyera con una mejor aplicación y diseño de políticas públicas para la conservación de la biodiversidad.

Los criterios empleados fueron (Rudd *et al.*, 2011): 1) que se pudieran responder a través de un diseño de investigación realista; 2) ser respondidas sobre la base de hechos, en lugar de juicios de valor; 3) ser de una escala espacial y temporal que pudiera ser abordada de manera realista por un equipo de investigación o programa; 4) requiere del diseño de investigación; 5) que contuviera un tema de la intervención, una intervención y un efecto medible si estuviera relacionado con intervenciones y efectos; y 6) si se responde, que aumente la efectividad de las políticas y la gestión del uso de los recursos, así como la biodiversidad frente a los problemas ambientales.

2.2. Levantamiento de información

El formulario se envió a 436 representantes de diferentes sectores, incluyendo personal de Gobierno (21 %), organizaciones no gubernamentales (29 %), personas investigadoras y académicas (50 %). Todas estaban vinculadas con la planificación, la conservación, el manejo y la restauración de la biodiversidad, incluyendo la formulación de políticas públicas.

De las 436 personas a quienes se les envió el formulario, se obtuvieron 110 respuestas (25.2 %), lo cual produjo un total de 642 preguntas. Quienes más participaron fueron del sector investigación y academia (51 %), seguidos de las ONG (31 %) y representantes del Gobierno (18.2 %).

2.3. Selección de lista preliminar de preguntas

Las preguntas fueron almacenadas en una base de datos. Se realizó una primera selección, la cual implicó descartar aquellas que no eran claras en su redacción, las que resultaron redundantes o esas que no se ajustaban a los objetivos del ejercicio. Las interrogantes fueron ordenadas



según el grado de cumplimiento de los criterios definidos para su redacción, siguiendo las siguientes pautas: a) si cumplía con los criterios, se asignó un valor de 1; 0.5, si los cumplía parcialmente; y 0, si no los cumplía. Para cada pregunta, los valores asignados a cada criterio se sumaron y el total fue ordenado de mayor a menor, hecho que permitió una priorización inicial de dichas interrogantes.

En una siguiente etapa, las preguntas prioritarias resultantes se reagruparon en 7 áreas temáticas:

1. Estructura y funcionalidad de ecosistemas
2. Poblaciones y especies
3. Áreas protegidas y áreas conservadas
4. Cambio global
5. Efectividad de las estrategias de conservación
6. Impactos humanos
7. Impactos de la participación y la gobernanza

Estas áreas temáticas se reorganizaron a partir de las iniciales y de la teoría de los sistemas socioecológicos (Petrosillo *et al.*, 2015), así como basadas en el marco técnico asociado al manejo adaptativo en la gestión de los ecosistemas (Rudd *et al.*, 2011).

Los sistemas socioecológicos implican una vinculación entre los componentes sociales, económicos, ecológicos, culturales, políticos y tecnológicos, y enfatizan el concepto de la integración de los “humanos en la naturaleza” (Petrosillo *et al.*, 2015). Están compuestos por subsistemas que interactúan entre ellos y que se vinculan tanto al entorno socioeconómico y político como a los ecosistemas relacionados. Estos subsistemas son a) sistemas de recursos (*e. g.* un área protegida); b) unidades del recurso (*e. g.* árboles); c) sistemas de gobernanza (*e. g.* organizaciones que manejan el área protegida); y d) usuarios (*e. g.* individuos que utilizan los servicios ecosistémicos de esa área protegida). Dado que las actividades humanas afectan los ecosistemas y los servicios asociados, las intervenciones políticas, la gestión y la gobernanza se pueden usar para el abordaje de las amenazas provocadas por este uso humano y alinear más estrechamente los intereses, igual que el comportamiento de los individuos con los intereses de la sociedad (Rudd *et al.*, 2011).

2.4. Taller de consulta

El taller nacional de consulta, realizado en formato virtual, contó con la participación de 15 representantes de la academia, organizaciones no gubernamentales e instituciones estatales. Los asistentes se seleccionaron de forma que se mantuviera un equilibrio entre la representación de cada sector.



Para este taller, se eligió un conjunto de 30 preguntas, que presentaban el mayor grado de cumplimiento de los 6 criterios empleados en su proceso de selección. El grupo fue dividido en 3 equipos de 5 personas cada uno. A cada equipo se le asignaron 10 preguntas, para ser revisadas, analizadas y adecuadas, de modo tal que cumplieran con los mismos criterios establecidos desde el inicio del ejercicio. Las personas participantes revisaron y priorizaron cada una de las interrogantes y tuvieron la oportunidad de proponer nuevas.

2.5. Selección final de las preguntas

Con los insumos del taller nacional, se revisó la base de datos con las preguntas debidamente priorizadas y se complementó el resultado de aquel con una nueva aplicación de los criterios. De esta manera, se lograron identificar las 40 interrogantes prioritarias de investigación, las cuales fueron clasificadas en 7 áreas temáticas; estas categorías son aplicables a los ámbitos terrestres, marino-costero y aguas continentales (**Figura 2**).

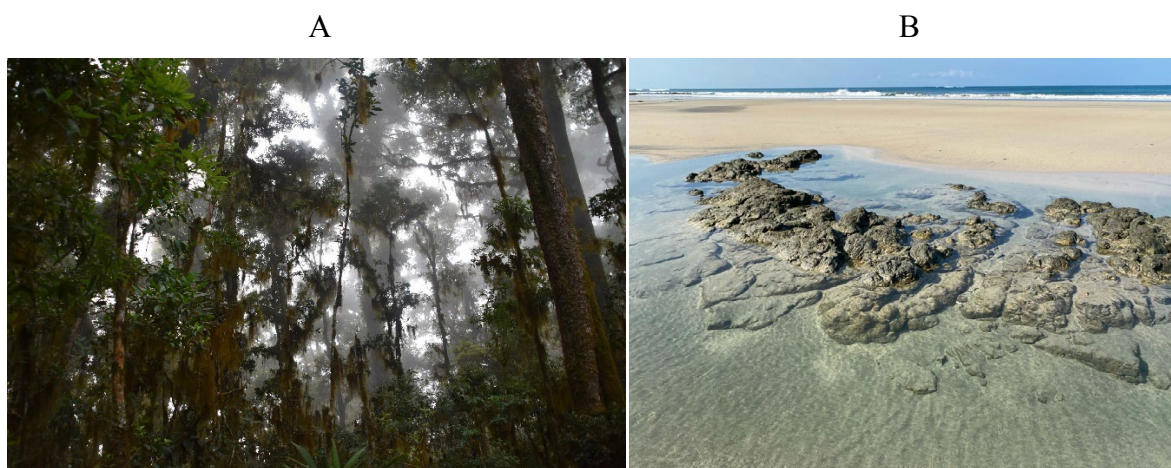


Figura 2. La facilitación del diálogo entre el sector académico y los procesos de toma de decisiones es una condición habilitante a la hora de integrar la información en el diseño de política pública tanto de la biodiversidad terrestre (A) como de aquella que se encuentra en ambientes acuáticos (B). Fotos: Bernal Herrera-Fernández.

Figure 2. Facilitating dialogue between the academic sector and decision-making processes is an enabling condition when the information is integrated into the design of public policy on both terrestrial biodiversity (A) and that found in aquatic environments (B). Photos: Bernal Herrera-Fernández.

3. Resultados

3.1. Área temática 1 (estructura y funcionalidad de ecosistemas)

Existen suficientes evidencias las cuales sustentan que existe una relación de dependencia entre la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema; en algunos casos, este vínculo puede asociarse directamente con los servicios de los ecosistemas. Esto implica que las intervenciones



humanas y el nivel de perturbación podrían resultar en una reducción de la capacidad del ecosistema en generar beneficios para la sociedad.

Aunque Costa Rica ha avanzado en lo que a la conservación de la biodiversidad se refiere desde la década de 1980, los retos existen y se requieren acciones para su consolidación (Herrera-Fernández & Sáenz, 2022). En este sentido, un mejor entendimiento de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas puede contribuir con el diseño y la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones.

1. ¿Cuál es la efectividad de los diferentes tipos de cobertura del suelo en la conectividad funcional de ecosistemas terrestres y de aguas epicontinentales?
2. ¿Cuáles son las principales funciones ecosistémicas que aporta la macrofauna bentónica de aguas someras?
3. ¿Cuáles son los patrones y los factores que impulsan la dinámica temporal y espacial de la biodiversidad marina?
4. ¿Cuál es la integridad ecológica de los ecosistemas terrestres, de aguas epicontinentales, marino-costeros y de mar profundo?
5. ¿Cuál es el grado de riesgo actual y futuro a la extinción de especies y el colapso de ecosistemas terrestres, marino-costeros y de aguas epicontinentales ante las amenazas actuales, incluyendo el cambio climático?
6. ¿Cuál es el impacto de la restauración de los ecosistemas de manglares, pastos marinos, arrecifes de coral y otros ecosistemas marino-costeros y de mar profundo, para el mantenimiento de la biodiversidad marina?
7. ¿Cuáles son los factores que influyen en la presencia/ausencia de especies catalizadoras de los procesos de regeneración natural?
8. ¿Cuáles son los umbrales aceptables de una población y de un ecosistema en su restauración, recuperación o rehabilitación?

3.2. Área temática 2 (poblaciones y especies)

La relación de dependencia entre la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas y las poblaciones de determinadas especies es bien conocida. En el caso costarricense, existe legislación nacional e internacional que protege poblaciones específicas de especies, a la vez que regula su uso y comercialización (MINAE, 2018). Por otra parte, el conocimiento generado parece no ser suficiente en algunos casos, inclusive en especies más carismáticas y para las cuales se ha acumulado información útil (e. g. el jaguar), con miras a establecer medidas efectivas de manejo y conservación (De La Torre *et al.*, 2018). La comprensión de la ecología y la dinámica de



poblaciones de especies puede propiciar la concepción de estrategias y políticas dirigidas tanto a su conservación como a su manejo.

1. ¿Cuál es el impacto actual y futuro de las capturas pesqueras en las poblaciones de fauna acompañante y de otros organismos marinos?
2. ¿Cuál es el estado de conservación de las especies marinas y costeras? ¿Cómo estos recursos podrían cambiar en el futuro, en diferentes condiciones socioeconómicas y ambientales?
3. ¿Cuál es el impacto de los esfuerzos de conservación y restauración de ecosistemas en el mantenimiento de la conectividad requerida por las especies con hábitos fuertemente migratorios y en peligro de extinción?

3.3. Área temática 3 (áreas protegidas y otras conservadas)

Las áreas protegidas y otras conservadas han sido un instrumento de política pública cuya contribución a la biodiversidad ha sido bien establecida. Además, estas colaboraciones se extienden al aporte de múltiples servicios ecosistémicos, que incluyen el turismo, el almacenamiento de carbono y la provisión de agua para consumo humano (Hernández-Blanco *et al.*, 2021).

En Costa Rica, las áreas protegidas representan cerca de un 25.5 % de su territorio continental e insular y un 30.3 % del espacio marino; este último se ha consolidado como el pilar de los esfuerzos de conservación de la biodiversidad del país desde el decenio de 1980 (Programa Estado de la Nación, 2023). Los corredores biológicos, plataformas de participación social organizada cuyo principal objetivo es la conservación y restauración de la conectividad ecológica, cubren un 38 % de la superficie del país (Programa Estado de la Nación, 2023), lo cual significa que las iniciativas de conservación de la biodiversidad terrestre cubren un poco más del 63 % del territorio nacional.

La efectividad de las áreas protegidas y otras conservadas en alcanzar los objetivos de conservación de la biodiversidad continúa siendo un área investigativa que, sin duda, puede aportar en el diseño de políticas públicas. Se reconoce que es necesario generar mayor indagación para mejorar el diseño del sistema de áreas protegidas y su integridad ecológica, de tal forma que aseguren la provisión de servicios ecosistémicos en el futuro (Herrera-Fernández & Sáenz, 2022). La idea es complementar dichos estudios con otros priorizados en este artículo (*e.g.*, áreas temáticas 1 y 2).

1. ¿Cuáles aspectos biológicos, geológicos y físicos de los ambientes marinos y costeros deberían ser considerados prioridades de conservación?
2. ¿Cuál es el área dinámica mínima de ecosistemas y el tamaño de poblaciones viables que se requieren proteger para lograr metas efectivas de conservación?



3. ¿Cuáles son los factores que afectan integrar información técnica en los procesos de gestión y toma de decisiones de las áreas protegidas?
4. ¿Cuál es el diseño óptimo del sistema de áreas protegidas en función del cambio climático y de las condiciones socioeconómicas futuras?
5. ¿Cuál es la contribución de las áreas protegidas relativamente pequeñas en la conservación de la biodiversidad, en términos de ecosistemas y poblaciones de especies?
6. ¿Cuál es el sistema de conservación de biodiversidad óptimo, desde el punto de vista ecológico, que asegure la provisión de servicios ecosistémicos a largo plazo?

3.4. Área temática 4 (cambio global)

La biodiversidad costarricense está siendo afectada por los cambios en los patrones del clima. También, el país ha sido afectado por invasiones de especies en ecosistemas clave (e. g. el Parque Nacional Isla del Coco) (Ávalos *et al.*, 2021) y aunque ha reducido la deforestación en las últimas décadas, los ecosistemas terrestres, marino-costeros y de aguas continentales continúan siendo impactados por actividades humanas, como la contaminación por productos agroquímicos y desechos sólidos (Programa Estado de la Nación, 2021). Por lo tanto, la generación de datos en estos asuntos puede mejorar la articulación institucional para afrontar estos impactos, reducir las vulnerabilidades y generar una respuesta en forma y tiempo con medidas de adaptación a los cambios, particularmente aquellos asociados al clima.

1. ¿Cómo afectan las especies invasoras los procesos ecológicos asociados con la restauración y rehabilitación de ecosistemas, tanto dentro como fuera de áreas protegidas?
2. ¿Cuál es el impacto esperado del cambio climático en las prioridades de conservación de la biodiversidad (en términos de especies, poblaciones y ecosistemas) a diferentes escalas de planificación (nacional y subnacional)?
3. ¿Cuál es la efectividad de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático sobre la biodiversidad, dentro y fuera de áreas protegidas?
4. ¿Cuál es el impacto del cambio climático en la estructura, composición y distribución de la biodiversidad en diferentes escalas de organización biológica, dentro y fuera de áreas protegidas, tanto en sistemas naturales como en aquellos transformados?
5. ¿Cuál es el impacto del cambio en la distribución de especies de plantas y animales, asociado con el cambio climático, en los servicios ecosistémicos?



3.5. Área temática 5 (efectividad de las estrategias de conservación)

Existe un creciente reconocimiento de que las inversiones en la conservación de la biodiversidad deben ser estratégicas y producir el mayor beneficio posible, en función del dinero y los recursos invertidos (Sutherland *et al.*, 2021). El público y los Gobiernos, en todos los niveles, esperan que las inversiones en biodiversidad pueda demostrarse que se realizaron en forma eficiente y llevaron al impacto deseado. Existe una necesidad global de generar conocimiento sobre cuáles estrategias de conservación son más efectivas para la conservación de un determinado grupo taxonómico o ecosistema (Sutherland *et al.*, 2021). La información surgida al responder las preguntas sin duda deberá orientar las inversiones en conservación y redirigir en forma adecuada esos recursos, a través de las políticas públicas, entre otros mecanismos. Las interrogantes aquí priorizadas complementan aquellas relacionadas con la efectividad de las áreas protegidas y otras conservadas que se mencionaron arriba (área temática 3).

1. ¿Cuáles son los impactos sobre la biodiversidad del manejo de los paisajes con usos diversos del suelo?
2. ¿Cuál es el impacto de estrategias de protección de hábitats costeros en la conservación de especies marinas comerciales?
3. ¿Cuál es la efectividad de las diferentes estrategias de educación ambiental en la conservación de la biodiversidad?
4. ¿Cuáles son las herramientas más efectivas, desde el punto de vista biofísico y socioeconómico, para lograr una adecuada restauración de ecosistemas boscosos y marino-costeros?
5. ¿Cuáles son las mejores estrategias para la restauración del hábitat fluvial en ambientes sometidos a interrupciones del caudal?
6. ¿Cuál es el impacto de las áreas protegidas y los corredores biológicos en la conservación de la biodiversidad?
7. ¿Cuál es la efectividad de los programas rehabilitación, traslocación o reintroducción de especies de fauna silvestre?
8. ¿Cuál es la efectividad de las estrategias de conservación *ex situ* en la conservación de la biodiversidad?

3.6. Área temática 6 (impactos humanos)

Asociados al cambio global, abordados en un conjunto de interrogantes detalladas anteriormente, existen otros factores socioeconómicos, además de los mencionados, que afectan en forma negativa la biodiversidad. Específicamente, para el país se nombran el desarrollo turístico, el desarrollo urbano, las actividades agropecuarias y la sobrepesca (Programa Estado de la Nación,



2021). Es así como, de manera complementaria a los impactos del cambio global, que podrían generar sinergias con otras amenazas a la biodiversidad, se priorizan las siguientes preguntas de investigación relacionadas con el estudio de los impactos de actividades humanas.

1. ¿Cuál es el impacto de la pesca sobre especies de peces de interés comercial u otras y cómo afecta su estado de conservación?
2. ¿Cuáles son los impactos ambientales de las actividades agrícolas, ganaderas y acuícolas continentales, y cómo pueden mitigarse para conservar la biodiversidad?
3. ¿Cuáles son los impactos positivos, negativos, acumulativos y sinérgicos de los proyectos de infraestructura humana, y su implicación para el logro de las metas de conservación?
4. ¿Cuáles actividades socioproductivas que tienen mayores interacciones con la vida silvestre requieren normas de convivencia?

3.7. Área temática 7 (impactos de la participación y la gobernanza)

La participación de las partes interesadas en la gestión de la biodiversidad puede mejorar la calidad de las decisiones ambientales, mediante aportaciones informativas más completas (Fernández *et al.*, 2022). Adicionalmente, esa participación puede conducir hacia una calidad de la gobernanza y de los resultados de la gestión de la biodiversidad (*e.g.*, Fernández *et al.*, 2022).

Costa Rica ha desarrollado un marco político e institucional dirigido a promover la participación de la sociedad civil en gestionar la biodiversidad, de acuerdo con la Ley de Biodiversidad 7788, su reglamento y otra normativa conexas. Generar información que respalde revisar estrategias en estos 2 campos tan relevantes de la conservación resulta clave para que quienes toman decisiones maximicen los beneficios generados por la biodiversidad, a través de su preservación efectiva.

1. ¿Cómo influye la participación de las comunidades, incluyendo los pueblos indígenas, en la conservación de la biodiversidad terrestre, de aguas epicontinentales, marino-costera y de mar profundo?
2. ¿Cuál es la efectividad de las políticas públicas actuales sobre la protección de la biodiversidad terrestre, aguas epicontinentales, marino-costera y oceánica en la integridad ecológica de los ecosistemas y la viabilidad de especies amenazadas?
3. ¿Cuál es el impacto de los diferentes modelos de gobernanza que se utilizan en el país, sobre la conservación y la restauración de la biodiversidad?
4. ¿Cuáles son los modelos de gobernanza innovadores en la gestión de la biodiversidad del país y cuál es la factibilidad para su implementación?



5. ¿Cuál es la efectividad del marco legal actual (leyes, decretos, resoluciones, directrices) para el impulso eficiente de sistemas de gobernanza participativos en gestión de la biodiversidad?
6. ¿Cuál es el impacto de la participación de las comunidades aledañas a una zona de restauración, recuperación o rehabilitación de ecosistemas?

4. Discusión

Aproximaciones metodológicas similares a las utilizadas aquí han sido previamente empleadas, en pro de un mejoramiento para integrar la investigación en los procesos que formulan e implementan políticas públicas, tal y como se mencionó en la introducción.

El proceso de priorización utilizado se enfoca en la búsqueda de consensos sobre determinados aspectos preeminentes investigativos, a través de la participación y construcción colectiva, tanto del sector de investigación como de quienes formulan políticas públicas y de las personas involucradas en la conservación de la biodiversidad. Facilitar el diálogo entre estos sectores es una condición habilitante en el proceso integrativo de la información en el diseño de la política pública, ya que asegura que los resultados de investigación corresponden a las prioridades y necesidades informativas requeridas por el grupo de usuarios de tal información (West *et al.*, 2019). En este sentido, el proceso de comunicación y compromiso entre personas científicas y tomadoras de decisiones puede cambiar la forma en que estas últimas conciben las evidencias científicas, así como podría mejorar los niveles de confianza y credibilidad entre ambas agrupaciones (Rudd *et al.*, 2011).

La metodología utilizada también presenta algunas limitaciones, que deben considerarse en futuros estudios similares. Las preguntas finales dependen de las iniciales planteadas, así como de las personas participantes en el proceso de construcción. Al respecto, para minimizar el efecto de las preferencias individuales, se realizó una amplia consulta durante el proceso de formulación de las interrogantes iniciales, igual que se convocó a un gran grupo de personas expertas de los diferentes sectores (*i. e.* académico, practicantes de la conservación, tomadores de decisiones), con experiencia diversa, para participar en un proceso estructurado, repetible e inclusivo (Sudderland *et al.*, 2011).

Adicionalmente, otra posible limitante se asocia con la falta de representación de ciertos sectores relevantes en el proceso de consulta y, por lo tanto, en la definición de las prioridades investigativas. Tal y como lo muestran los resultados de este estudio, hay una mayor participación del sector académico y una baja representación de practicantes de la conservación, lo cual podría traducirse en un sesgo. Esto también ha sido detectado en investigaciones similares. Por ejemplo, en el caso del trabajo conducido por Sudderland *et al.* (2011), se reportó una limitada participación de representantes de comunidades locales y de actores regionales, lo que podría restringir el alcance de las preguntas formuladas y su relevancia para determinadas políticas públicas. Esta limitante podría acrecentarse por la utilización de formatos virtuales al construir las preguntas de investigación. Lo anterior es de particular importancia



en ciertos grupos, como representantes de comunidades rurales sobresalientes o personas expertas ubicadas en regiones donde el acceso a Internet es limitado, hecho que influye, además, en el alcance de los resultados obtenidos.

Existe el reto de que el procedimiento utilizado genere interrogantes que no sean lo suficientemente genéricas, las cuales contemplen asuntos relacionados con un amplio rango de biodiversidad y las escalas espaciales a las cuales ocurre. Por tanto, las preguntas resultantes de este proceso podrían ocultar tal grado de complejidad. No obstante, la mayoría de las cuestiones pueden adaptarse o desagregarse en partes y captar condiciones más específicas, en el proceso de formulación de proyectos investigativos.

Por otra parte, la ciencia, tanto en el sentido de conocimiento generado como en el proceso de adquisición de nuevos conocimientos, es reconocida por jugar un papel crucial en la conservación de la biodiversidad. Aunque los resultados de la investigación ayudan a formular respuestas prácticas y políticas ante los principales desafíos que se enfrentan, aún no han demostrado ser lo suficientemente influyentes como para revertir las tendencias mundiales de disminución de la biodiversidad.

Costa Rica es un país reconocido por sus resultados en conservación, asociados al diseño y la implementación de un conjunto de políticas públicas que, a lo largo de los años, han generado, por ejemplo, consecuencias positivas en algunos componentes de la biodiversidad (Gámez *et al.*, 2021). Sin embargo, la sociedad costarricense enfrenta grandes desafíos para consolidar su avance y poder enfrentar las amenazas como el cambio climático o la degradación de ecosistemas. En este sentido, se requiere, entre otros, priorizar el conocimiento necesario para enfrentar a tiempo los retos (Herrera-Fernández & Sáenz, 2022).

Las preguntas identificadas proporcionan vínculos potenciales entre las evidencias de la ciencia conservacionista y la formulación o actualización de políticas para conservar y gestionar la biodiversidad. Esto se justifica, ya que en la práctica de la conservación de la biodiversidad las decisiones se toman principalmente a partir de la experiencia o el criterio experto, no necesariamente con base en información científica. Los ejercicios similares al reportado en este trabajo, llevados a cabo a diferentes escalas o ámbitos, y mencionados anteriormente, confirman la necesidad de propiciar una mayor integración de la academia, los resultados de la investigación, quienes toman decisiones y el diseño de las políticas públicas. Esta falta de articulación podría generar un diseño deficiente de las políticas, lo cual puede conllevar impactos negativos, que inclusive, posiblemente, estén asociados con la pérdida de biodiversidad.

Se ha argumentado que en muchas ocasiones no es la falta de información la barrera principal para tomar decisiones, sino la carencia de mecanismos que traduzcan los datos en instrumentos que posibiliten la acción. Se hace necesario revisar los procesos internos de las instituciones investigativas, que podrían ser una barrera para esta integración informativa en procesos de toma de decisiones. Por ejemplo, los sistemas de recompensa en el mundo académico se centran en los registros de publicaciones, hecho que genera un entorno competitivo con ninguno o pocos incentivos para participar en proyectos de asociación colaborativa o garantizar que



la investigación contribuya a una tendencia conservacionista. Así, se desfavorece la integración de los resultados investigativos en los procesos de toma de decisiones.

En la mayoría de las preguntas priorizadas, la investigación requerida para responderlas es desafiante y compleja. Se espera que esta lista sirva para resaltar algunos de los retos específicos involucrados en la gestión de la biodiversidad no solo costarricense, sino también de otros países tropicales, así como para el establecimiento y la revisión de los programas indagatorios. Asimismo, es de esperar que esta propuesta se encamine a un estudio colaborativo e interdisciplinario, igual que al desarrollo de procesos evaluativos del estado de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el bienestar humano en el país, incluyendo la superación de las barreras que imposibilitan integrar la información en los procesos de toma de decisiones.

Es necesario que los científicos y los tomadores de decisiones trabajen en conjunto, con el fin de identificar y diseñar mecanismos para que los datos científicos aquí priorizados se incorporen en la formulación e implementación de las políticas, así como en la identificación de necesidades que fortalezcan la interfase ciencia-política. Ambos grupos se beneficiarán al usar la información para gestionar los recursos, ya que las decisiones se basarán en información sólida y la comunidad científica tendrá una mayor visibilidad e impacto, al integrarse los resultados en políticas públicas. A su vez, alinear la investigación con las políticas permite diseñar un sistema de toma de decisiones que incluya la evaluación de la efectividad de estas, lo cual garantiza mayor transparencia y efectividad en esa toma de decisiones.

Agradecimientos

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, por el financiamiento y las facilidades otorgadas a los profesores Coral Pacheco y Juan de Dios Valdez, para su estancia en el ICOMVIS de la UNA, a la hora de desarrollar este proyecto. A todas las personas que participaron en el proceso de consulta.

Referencias

- Ávalos, G., Chacón-Madrigal, E. & Artavia-Rodríguez, L. G. (2021). Invasive plants of Costa Rica current status and research opportunities. *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*, 4, 57-76. <https://doi.org/10.1002/9781119607045.ch37>
- De La Torre, J. A., González-Maya, J. F., Zarza, H., Ceballos, G. & Medellín, R. A. (2018). The jaguar's spots are darker than they appear: assessing the global conservation status of the jaguar *Panthera onca*. *Oryx*, 52(2), 300-315. <https://doi.org/10.1017/S0030605316001046>
- Fernández Luiña, E., Fernández Ordóñez, S. & Wang, W. H. (2022). The community commitment to sustainability: Forest protection in Guatemala. *Sustainability*, 14(12), 6953. <https://doi.org/10.3390/su14126953>



- Gámez, R., León, P. & Hilje, L. (2021). La biodiversidad de Costa Rica en dos siglos de vida independiente, y una mirada hacia el tricentenario. *Revista del Archivo Nacional*, 85, e529.
- Gámez, R., Obando, V. & Zamora, N. (2024). El INBio: su labor innovadora en el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 58(2).
- Harper, M., Mejbél, H. S., Longert, D., Abell, R., Beard, T. D., Bennett, J. R., ... & Cooke, S. J. (2021). Twenty-five essential research questions to inform the protection and restoration of freshwater biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(9), 2632-2653. <https://doi.org/10.1002/aqc.3634>
- Hernández-Blanco, M., Costanza, R. & Cifuentes-Jara, M. (2021). Economic valuation of the ecosystem services provided by the mangroves of the Gulf of Nicoya using a hybrid methodology. *Ecosystem Services*, 49, 101258. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101258>
- Herrera-Fernández, B. & Sáenz, J. (eds.) (2022). *Resumen y principales conclusiones. I Congreso Científico sobre Biodiversidad y Conservación en Costa Rica: Estado, perspectivas y necesidades de conocimiento para la gestión de la biodiversidad. Resumen y principales conclusiones (16-19 de noviembre, 2021)*. Heredia, Costa Rica: Instituto Internacional para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre, Universidad Nacional.
- Hughes, A. C. & Grumbine, R. E. (2023). The Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: what it does and does not do, and how to improve it. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1281536. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1281536>
- Karam-Gemael, M., Loyola, R., Penha, J. & Izzo, T. (2018). Poor alignment of priorities between scientists and policymakers highlights the need for evidence-informed conservation in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(3), 125-132. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.06.002>
- Lavery, T. H., Morgain, R., Fitzsimons, J. A., Fluin, J., Macgregor, N. A., Robinson, N. M., ... & Lindenmayer, D. B. (2021). Impact indicators for biodiversity conservation research: Measuring influence within and beyond academia. *Bioscience*, 71(4), 383-395. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa159>
- Mazor, T., Doropoulos, C., Schwarzmüller, F., Gladish, D. W., Kumaran, N., Merkel, K., ... & Gagic, V. (2018). Global mismatch of policy and research on drivers of biodiversity loss. *Nature Ecology & Evolution*, 2(7), 1071-1074. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0563-x>
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Comisión Nacional de Gestión de la Biodiversidad, Fondo Nacional para el Financiamiento Forestal). (2018). *Sexto Informe Nacional de Costa Rica ante el Convenio de Diversidad Biológica. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - Apoyo técnico para que las Partes Elegibles desarrollen el Sexto Informe Nacional para el CDB*. Costa Rica: 6NR-LAC, SecCDB, GEF, PNUD.





- Mukherjee, I., Coban, M. K. & Bali, A. S. (2021). Policy capacities and effective policy design: A review. *Policy Sciences*, 54(2), 243-268. <https://doi.org/10.1007/s11077-021-09420-8>
- Petrosillo, I., Aretano, R., & Zurlini, G. (2015). Socioecological systems. *Encyclopedia of Ecology*, 4, 419-425.
- Programa Estado de la Nación. (2021). *Estado de la Nación*. San José, Costa Rica: Consejo Nacional de Rectores.
- Programa Estado de la Nación. (2023). *Estado de la Nación*. San José, Costa Rica: Consejo Nacional de Rectores.
- Rice, J., Seixas, C. S., Zaccagnini, M. E., BedoyaGaitán, M., Valderrama, N., Anderson, C. B., ... & Farinaci, J. S. (2018). *Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany: IPBES Book. 41 p.
- Rudd, M. A., Beazley, K. F., Cooke, S. J., Fleishman, E., Lane, D. E., Mascia, M. B. & Veilleux, J. P. (2011). Generation of priority research questions to inform conservation policy and management at a national level. *Conservation Biology*, 25(3), 476-484. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01625.x>
- Sutherland, W. J., Fleishman, E., Mascia, M. B., Pretty, J. & Rudd, M. A. (2011). Methods for collaboratively identifying research priorities and emerging issues in science and policy. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(3), 238-247. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00083.x>
- Sutherland, W. J., Dicks, L. V., Petrovan, S. O. & Smith, R. K. (2021). *What Works in Conservation*. Cambridge, UK: Open Book Publishers. <https://doi.org/10.11647/OBP.0267>
- Sutherland, W. J., Robinson, J. M., Aldridge, D. C., Alamenciak, T., Armes, M., Baranduin, N., ... & Thornton, A. (2022). Creating testable questions in practical conservation: a process and 100 questions. *Conservation Evidence*, 19, 1-7. <https://doi.org/10.52201/CEJ19XIFF2753>
- West, S., Van Kerkhoff, L. & Wagenaar, H. (2019). Beyond “linking knowledge and action”: towards a practice-based approach to transdisciplinary sustainability interventions. *Policy Studies*, 40(5), 534-555. <https://doi.org/10.1080/01442872.2019.1618810>

