



Caja de herramientas para el monitoreo de flora y fauna

daBio Biodiversidad & Negocios



Implementado por



En cooperación con





Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la empresa

Bonn y Eschborn, Alemania

Programa Biodiversidad y Negocios en Centroamérica
y República Dominicana

Agencia San José, Costa Rica.



Tel: (506) 2520-1535



Sitio web: www.giz.de

Diseño:

WOW Emotions

Créditos

Texto

Carlos Espinoza Marín, Consultor

Revisores:

Verónica Fonseca Campos, GIZ
Melina Mardones Hidalgo, GIZ
Sussan Morales Gonzalez, GIZ

Diseño y revisión filológica:

Joselin Grisel Barrios Morillo, WOW
María Fernanda Chavarría Castro, WOW

Citarlo como:

GIZ. 2022. Caja de herramientas para el monitoreo de flora y fauna. San José, Costa Rica.

Esta publicación ha sido desarrollada con la asistencia del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). El contenido de esta es responsabilidad única de la administración del programa y no refleja necesariamente la visión u opiniones de la Unión Europea o el BMZ.



Índice de contenidos

¿Por qué este manual?.....	5	Grupos meta para monitorear	37
¿Cómo uso este manual?	7	¿En cuáles especies se puede enfocar el monitoreo?	47
Capítulo I. Beneficios de la biodiversidad para una empresa	8	Herramientas sencillas para el monitoreo	52
¿Por qué debo conocer el capital natural de mi empresa?.....	9	Observación desde punto fijo en 360 grados	53
Servicios de los ecosistemas	10	Identificación visual en línea recta	54
Imagen corporativa	12	Inventario de flora.....	55
Estrategia integral de sostenibilidad	14	Trampa de caída grande	56
Capítulo II. Conociendo el capital natural de mi empresa	16	Trampa de caída pequeña	57
¿Qué es biodiversidad y por qué es importante monitorearla?.....	17	Trampas de luz.....	58
Biodiversidad.....	18	Métodos directos e indirectos de colecta para insectos	59
Capital natural.....	19	Monitoreo de aguas dulces	60
Beneficios del monitoreo de biodiversidad para empresa	21	Cámaras trampa	62
Capítulo III. Plan de monitoreo de biodiversidad	26	Análisis biológico de suelos.....	63
¿Qué debo tomar en cuenta para monitorear la biodiversidad de mi empresa?	27	Redes de niebla	64
Capítulo IV. Herramientas sencillas para el monitoreo de biodiversidad	34	iNaturalist	65
¿Cómo llevo a cabo el monitoreo de biodiversidad en mi empresa?	35	App de ballenas.....	66
		Drones	67
		Capítulo V. Casos de éxito en monitoreo de biodiversidad	68
		¿Cómo ha sido la experiencia de las empresas monitoreando la biodiversidad?	69
		Capítulo VI. Fichas de innovación	106
		¿Puede el monitoreo de biodiversidad abrir puertas para la innovación en mi empresa?	107

¿Por qué este manual?

Han quedado atrás los días en que la naturaleza y la actividad económica se consideraron opuestos. De hecho, la comunidad global ha reconocido que estas áreas se fortalecen o debilitan mutuamente.

La naturaleza no solo ofrece los recursos y servicios que impulsan la economía, sino que brinda una serie de beneficios que pueden colocar a una empresa en una situación de ventaja competitiva frente a sus contrapartes.

Esta guía permitirá la aplicación exitosa de herramientas sencillas para el monitoreo de flora y fauna en empresas.

Usted, empresaria o empresario, será motivado a implementar estas herramientas y conocer más del capital natural en el cual se asienta su operación.

Importancia Capital Natural



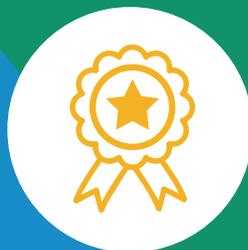
Una empresa que desconoce los aportes de la biodiversidad en sus cadenas productivas puede generar **operaciones insostenibles**.



Está demostrado que las empresas que no avanzan en desarrollo sostenible **pierden cuota de mercado**.



Un **33%** de los consumidores deciden comprar **marcas que realizan acciones medioambientales o sociales**.



Los **casos de éxito** que se muestran en esta guía son experiencias exitosas en monitoreo de flora y fauna a nivel regional, llevados a cabo por empresas visionarias que colaboran con el programa Biodiversidad y Negocios en América Central y República Dominicana, implementado por la Cooperación alemana para el desarrollo, GIZ.

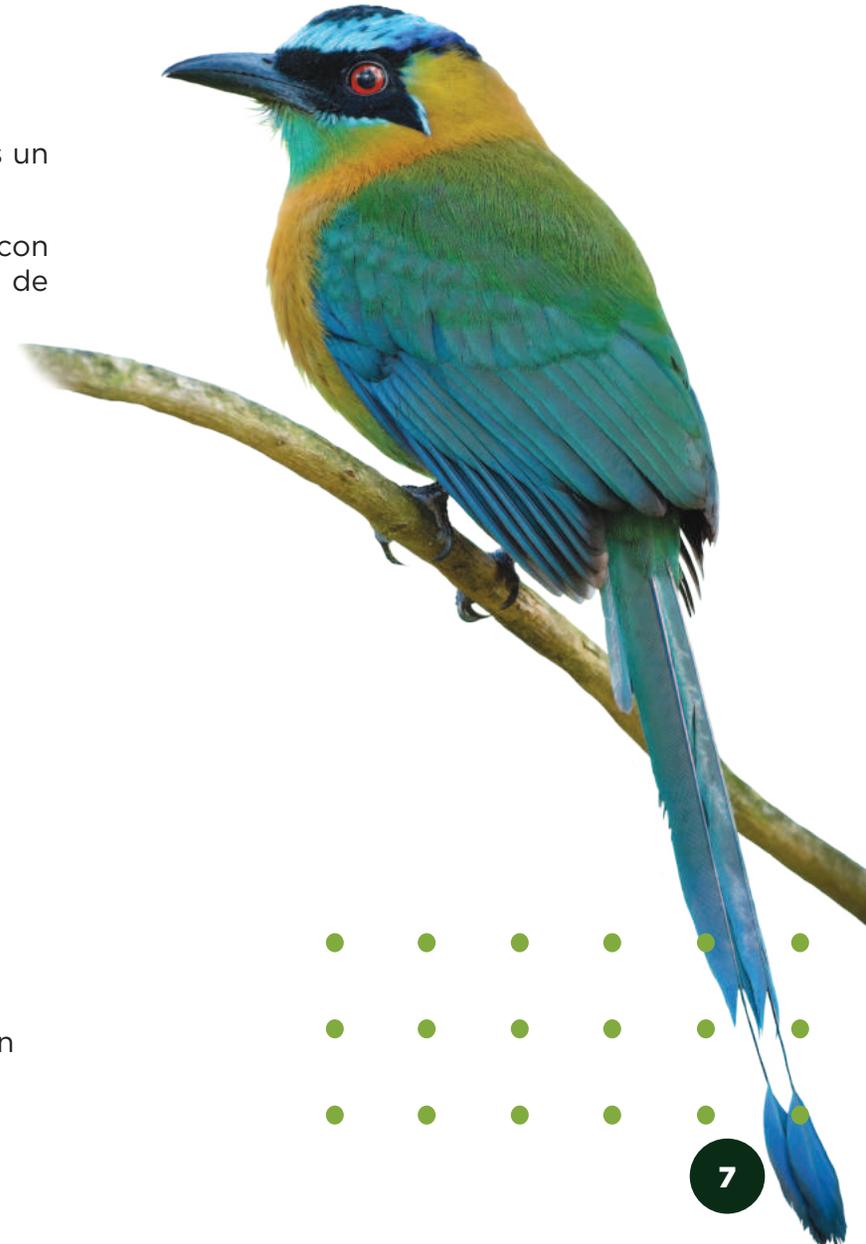
¡Anímese a que su empresa sea un caso más de éxito!

¿Cómo usar este manual?

Sabemos que su tiempo es extremadamente valioso, por ello le brindamos un resumen para guiarse en la lectura y uso de este documento.

Recomendamos la lectura de todo el documento, ¡estamos encantados con él!, pero si no cuenta con el tiempo para ello, puede buscar la información de interés para su empresa:

- **Capítulo I:** Beneficios de la biodiversidad para una empresa.
¿Por qué debo conocer el capital natural de mi empresa?
- **Capítulo II:** Conociendo el capital natural de mi empresa.
¿Qué es biodiversidad y por qué es importante?
- **Capítulo III:** Plan de monitoreo de biodiversidad.
¿Cómo planifico el monitoreo de biodiversidad en mi empresa?
- **Capítulo IV:** Herramientas sencillas para el monitoreo de biodiversidad.
¿Cómo llevo a cabo el monitoreo de biodiversidad en mi empresa?
- **Capítulo V:** Casos de éxito en monitoreo de biodiversidad.
¿Cómo ha sido la experiencia de las empresas monitoreando biodiversidad?
- **Capítulo VI:** Fichas de innovación.
¿Puede el monitoreo de biodiversidad abrir puertas para la innovación en mi empresa?





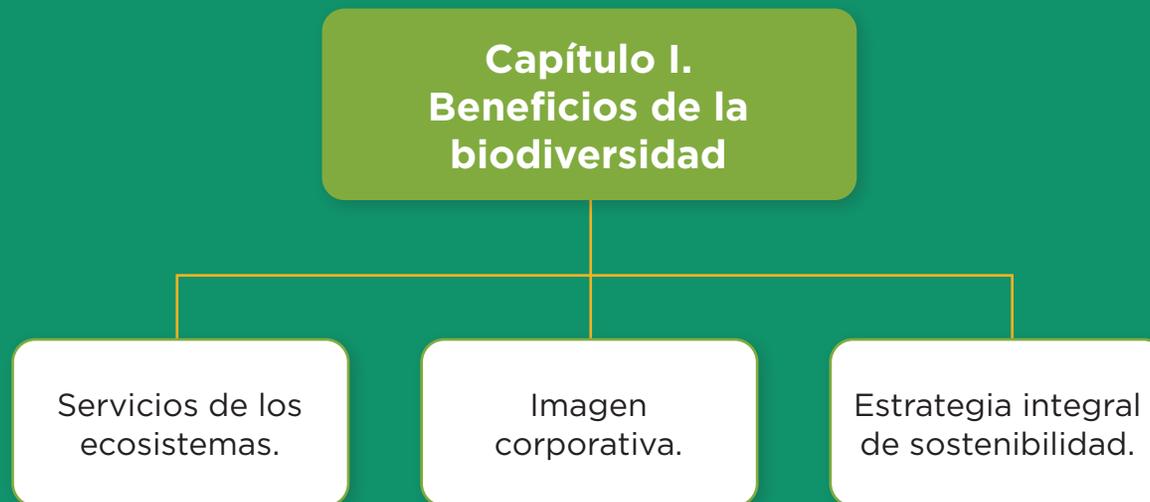
Capítulo I. Beneficios de la biodiversidad para una empresa

daBio Biodiversidad
& Negocios





¿Por qué debo conocer el capital natural de mi empresa?



Servicios de los ecosistemas

Toda actividad económica depende de las materias primas y recursos naturales que provienen del planeta Tierra. Bienes como el agua, el aire, el petróleo o los minerales son insumos indispensables para muchos tipos de producción; además, en conjunto con los servicios que brindan los recursos naturales, como purificación de agua y aire y regulación de temperatura, dichos bienes conforman lo que conocemos como **servicios ecosistémicos**.

Así, los beneficios más directos que aporta la biodiversidad son esos **bienes y servicios** que dan sostén a las economías del mundo y, por ende, a todas las empresas. A menudo, estos servicios se dan por sentados y se olvida lo importantes que son y lo mucho que nos afecta como sociedad cuando se degradan y/o desaparecen.



Los **servicios del ecosistema** pueden dividirse en:



Servicios de suministro:

Producción de los recursos biológicos.

- Alimentos
- Fibras
- Agua dulce



Servicios de regulación:

Mantienen el equilibrio de los ecosistemas.

- Calidad del aire
- Regulación de la erosión
- Polinización



Servicios de base:

Procesos naturales necesarios para el mantenimiento del planeta tierra.

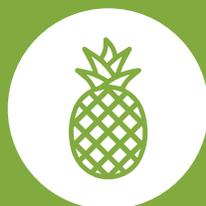
- Fotosíntesis
- Formación de suelo
- Ciclo de nutrientes



Servicios culturales:

Aspectos intangibles de relevancia para las actividades humanas y empresariales.

- Turismo
- Valores educativos
- Valores estéticos



La finca productora de piña **MP-Cuper**, perteneciente a la empresa ASOPROPIMOPLA, ha logrado beneficiarse de los servicios de regulación que ofrece el ecosistema: como parte de su **Plan de Acción por la Biodiversidad**, estableció percheros o soportes para aves en sus lotes de producción; estas aves cazan los roedores, con lo cual es posible reducir la presencia de plagas dentro del cultivo.

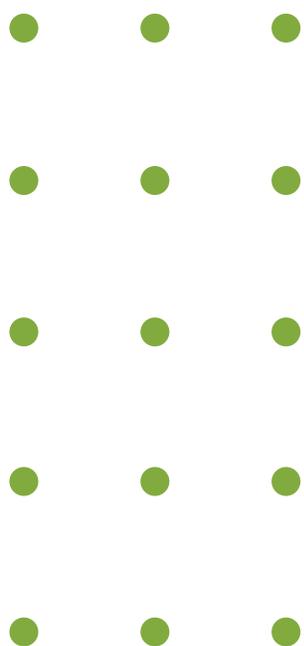


Imagen corporativa

Además de los servicios ecosistémicos, están aquellos beneficios que se generan al **descubrir, entender y comunicar los vínculos** que cada empresa tenga con la biodiversidad. Al hacerlo, miles de empresas han innovado y están sacando mayor partido de esta relación. Entre todas las personas empresarias que se han acercado a la temática de la biodiversidad existe el consenso de que su imagen corporativa ha mejorado y se ha posicionado aún más.

Un ejemplo de lo anterior es la empresa Macadamia la Loma de República Dominicana, cuya estrategia productiva es, desde su diseño, consecuente con la biodiversidad. Dicha empresa **ha logrado migrar a más de 200 pequeños productores ganaderos a la producción de macadamia orgánica**. Así, en un periodo de **7 años** esta iniciativa ha brindado una alternativa económica rentable a las familias socias y ha impulsado la creación de nuevas plantaciones de macadamia en donde antes hubo pastizales.



En palabras de su visionario presidente, **Jesús Moreno**:

“En vez de invertir mucho dinero en publicidad, es mejor hacer una estrategia basada en biodiversidad con soluciones reales. Así se genera un impacto mercadológico mejor que el mercadeo tradicional, en el cual la gente ha dejado de creer.

Creo que por ello Helados Bon, después de la macadamia, se convirtió en un líder. Así también lo hizo la pastelería más fina de Dominicana. Entonces nuestra macadamia también hace más exitosas a las marcas que la utilizan”.

Imagen verde

Anna Mohr coordinadora de investigación del Consorcio Puro Verde, coincide en el hecho de que una imagen verde o marca sostenible es parte de los **beneficios más tangibles** para las empresas que trabajan con biodiversidad.

Desde su experiencia, los principales beneficios que se decantan del trabajo en monitoreo de la biodiversidad son:

- **Comunicación** de resultados.
- **Imagen generada** hacia los inversionistas.





Estrategia integral de sostenibilidad

El **monitoreo de la biodiversidad** es una medición ordenada del estado de un sistema natural en el tiempo, a partir de la cual se pueden definir una serie de decisiones estratégicas sobre el capital natural y los servicios ecosistémicos con los cuales operan las empresas.

Estos son algunos de los **beneficios de incluir la biodiversidad** en la estrategia de sostenibilidad de la empresa:

1. **Diferenciación** en el mercado.
2. **Oportunidades** de acceso a nuevos mercados.
3. **Respuesta** a consumidores más exigentes.
4. **Oferta de valor** de las empresas mejorada.
5. **Estrategia integral** de sostenibilidad.



El monitoreo de la biodiversidad en una empresa permite la definición de una estrategia integral de sostenibilidad que, al involucrar el capital natural de la empresa en sus gestiones, trae consigo beneficios directos:

- **Profundiza en el conocimiento** de los servicios ecosistémicos y su relación con las actividades de las empresas.
- **Genera la información** que facilita una gestión integral sostenible del capital natural de la empresa.
- **Propicia puntos de encuentro** para alianzas entre múltiples actores (ONG, universidades, comunidades).
- Permite generar **conocimiento científico** sobre la biodiversidad de un sitio y sus cambios en el tiempo.
- Permite diseñar **estrategias de conservación** y recuperación de la biodiversidad.
- Permite **medir los impactos** de las medidas de conservación, recuperación y/o reforestación implementadas por la empresa.





Capítulo II. Conociendo el capital natural de mi empresa



¿Qué es biodiversidad y por qué es importante monitorearla?



Biodiversidad

Hace unos 3800 millones de años aparecieron moléculas que se combinaron para formar organismos vivos. Desde entonces, estas especies han conquistado todos los rincones del planeta adaptándose a los más diversos climas y geografías.

En la actualidad, se estima que existen alrededor de 8,7 millones de especies en la Tierra, de las cuales solo 1,2 millones han sido descritas. A esta variedad de vida y los patrones naturales que la conforman se le conoce como biodiversidad.



La biodiversidad se entiende como la variabilidad de organismos de cualquier fuente, ya sea animales, plantas, hongos, microorganismos, así como los ecosistemas que habitan y su variabilidad genética. La biodiversidad también incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

Cuando un ambiente natural está sano, cuenta con amplia biodiversidad. La biodiversidad es parte de los procesos naturales que permiten la existencia de los ecosistemas y las relaciones complejas que ocurren en ellos. Cuando la biodiversidad está intacta, y con ella los procesos naturales que ocurren en la naturaleza, los ecosistemas pueden responder mejor a los disturbios y eventos extremos. En otras palabras, una biodiversidad sana permite que los ecosistemas sean más resilientes.

Capital natural

El término **capital natural**, basado en la noción económica de capital, se refiere a todo el stock de recursos naturales existentes, tales como plantas, animales, agua, aire, suelos y minerales, los cuales, en conjunto, producen un **flujo de bienes y servicios medioambientales** que hacen posible la vida humana. Los negocios, especialmente, dependen del capital natural para realizar sus actividades.

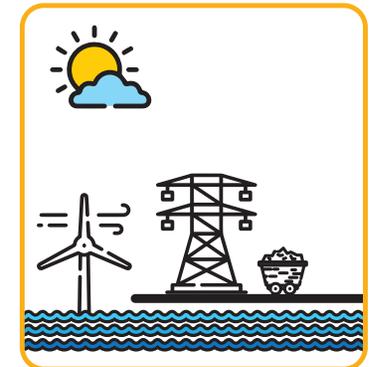
Este flujo de bienes y servicios medioambientales no es más que otra forma de llamar a los servicios ecosistémicos explicados y mencionados en el capítulo I.

Los **flujos de bienes** corresponden, por ejemplo, a los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, tales como alimentos y materias primas, mientras que los flujos de servicios corresponden a **servicios de soporte y regulación**, entre ellos, la captura de carbono.

Stock:
Capital Natural



Flujos:
Ecosistemas y servicios abióticos



Valor:
Beneficios para los negocios y la sociedad



Fuente: Adaptado de Natural Capital Coalition (2019).



Ahora bien, la pregunta es, ¿qué relación tiene el capital natural con la biodiversidad? Aunque la biodiversidad es un elemento central cuando se habla de capital natural, tiende a ser olvidada por muchas organizaciones (Natural Capital Coalition, 2019). **La biodiversidad sostiene los procesos y funciones de los componentes de los ecosistemas, lo cual asegura el flujo de servicios.** A mayor biodiversidad, mayor diversidad de servicios ecosistémicos y mayor adaptabilidad y resiliencia de los ecosistemas.

Es decir, **sin biodiversidad no hay capital natural;** y sin capital natural no hay un flujo de servicios que permita el funcionamiento y la continuidad de los negocios.

Beneficios del monitoreo de biodiversidad para las empresas

Mantener la integridad y la salud de los ecosistemas es vital para asegurar el abastecimiento de servicios ecosistémicos para las empresas. La abundancia y riqueza de la biodiversidad es un indicativo de la calidad de un ambiente natural, y es aquí, justamente, donde el monitoreo de biodiversidad puede ser utilizado como una herramienta analítica capaz de brindar información valiosa a las empresas.

El **monitoreo de la biodiversidad** puede generar beneficios diferentes según la naturaleza de las actividades de las empresas, pero, de manera general, brinda información a las empresas para que puedan hacer una mejor gestión de la biodiversidad y tomar acciones para restaurar o conservar los ecosistemas.

A continuación, se mencionan algunos **beneficios del monitoreo de la biodiversidad** según el tipo de empresa:



Agrícola

- **Permite tomar decisiones** de manejo de la finca más responsables con la biodiversidad, con el fin de asegurar la sostenibilidad de la empresa.
- **Ayuda en la sensibilización** de las personas colaboradoras de la empresa.
- **Proporciona información** sobre los impactos del cultivo en la biodiversidad y cómo mitigarlos.
- **Suministra evidencias** sobre la eficacia de las medidas de producción sostenible para la conservación y fomento de la biodiversidad.
- **Permite conocer la biodiversidad** a nivel de plantación, finca y paisaje.
- **Proporciona un punto de partida** para establecer alianzas con organizaciones científicas y acceso a fondos para la conservación.



Turística

- **Es útil para informar a los turistas** sobre la biodiversidad en la región.
- **Se identifican** nuevos atractivos y especies llamativas.
- **Agrega disfrute a la experiencia turística**, pues sitios con mayor biodiversidad presentan un atractivo adicional para los visitantes recreativos.
- **Genera conocimiento** sobre la riqueza biológica en donde opera la empresa.
- **Permite diseñar estrategias y acciones** que aumenten y conserven la biodiversidad en sitios de interés turístico.
- **Ayuda en la sensibilización** de los colaboradores y las colaboradoras de la empresa.



Industria

- **Proporciona información** sobre los impactos de la industria en la biodiversidad.
- **Permite elegir medidas mitigatorias** del impacto de la empresa en el entorno medioambiental.
- **Ayuda en la sensibilización** de los colaboradores y las colaboradoras de la empresa.



Inmobiliario

- **Permite identificar** elementos para la mitigación de impactos ambientales en una construcción.
- **Ayuda a identificar elementos de la biodiversidad** que pueden ser parte del diseño.
- **Permite identificar los elementos más vulnerables** y asegurar su conservación en la construcción.
- **Ayuda en la sensibilización** de los colaboradores y las colaboradoras de la empresa.





Capítulo III. Plan de monitoreo de biodiversidad

daBio Biodiversidad
& Negocios



**¿Qué debo tomar en cuenta para
monitorear la biodiversidad de
mi empresa?**





1

Entender qué es un plan de monitoreo

El plan de monitoreo biológico es **el registro ordenado de observaciones para obtener datos** de: la población de una especie, el ecosistema en que se encuentra y los cambios que les ocurren a través del tiempo, ya sea por fenómenos naturales o acciones humanas. Estos datos brindan información sobre: (1) afectación del ecosistema, (2) eficacia de un área protegida o un área de amortiguamiento y (3) control de especies invasoras o problemática hacia áreas de interés. Estos monitoreos pueden ser realizados en diferentes escalas, ya sea **global, regional, nacional y/o local**.

2

Comprender el objetivo del plan de monitoreo

Para el caso de empresas que buscan realizar una gestión sostenible de los recursos naturales, **el plan de monitoreo se debe enfocar en determinar cuáles son las acciones que se ejecutan en la empresa y que afectan los diversos componentes del ecosistema**. Al conocer estas acciones se puede definir cuáles son necesarias para la conservación de los ecosistemas y especies silvestres más vulnerables y así, por medio del monitoreo de la biodiversidad, **medir el efecto** de estas medidas mitigatorias de planes de acción de biodiversidad.

3 Identificar los recursos que necesito

Para la toma de datos se debe contar con personal capacitado en la implementación de las herramientas sencillas para monitoreo (ver capítulo IV). Este personal **debe tener claro su plan de trabajo** (definición de grupo meta a monitorear, cronograma de implementación, recopilación y análisis de datos).

4 Recopilar y analizar datos obtenidos

Este es el fin último del plan de monitoreo y de **su correcta implementación dependerá el éxito de nuestra actividad**. Un plan de monitoreo correctamente implementado tendrá como resultado medidas **mitigatorias adecuadas a las operaciones de la empresa**.



Recopilación de datos

Antes de realizar la toma de datos del plan de monitoreo de biodiversidad, **es preciso tomar en cuenta la totalidad del área de estudio (propiedad de la empresa, finca, etc.) y clasificar los diferentes usos de suelo y vegetación presentes.** La estratificación o clasificación la tomaremos en cuenta para distribuir el esfuerzo de muestreo que realizaremos, la cantidad de puntos de muestreo (sitios donde se toman datos) de cada estrato o clase dependerá de la extensión de este en relación con la extensión total del área de estudio.

Para la selección de las muestras, se recomienda dividir el área total de muestreo en cuadrículas de igual tamaño.

A cada cuadrícula se le asignará un número de identificación. Del total de cuadrículas, se seleccionará aleatoriamente al menos un 20% de la extensión total, tomando en cuenta el área de cada estrato y asignando, así, el número de unidades a muestrear por estrato. En cada uno de los puntos de muestreo seleccionados se debe aplicar las diferentes metodologías seleccionadas para la toma de datos.

Ejemplo de planilla para la toma de datos con las diferentes técnicas de muestreo:

Fecha		Coordenadas Geográficas		Sitio de muestreo		Estrato	
Hora inicio		Hora final		Clima		Observadores	

Especie	Sexo	Estadio	Cantidad	Hábitat	Comportamiento	Temperatura	Humedad	Observaciones

Sexo: macho, hembra.

Estadio: adulto, juvenil.

Hábitat: rocas, troncos, hojarasca, árboles, plantas herbáceas.

Comportamiento: vocalizando, forrajeo, cortejo.



Análisis de datos

Los datos obtenidos pueden brindar una serie de resultados, entre ellos, la calidad de agua (por medio de la presencia-ausencia de artrópodos acuáticos), la diversidad de especies presentes en el sitio (por medio de índices de diversidad) y/o la variación con respecto al tiempo de cada especie y en cada estrato muestreado.

Estos y otros resultados nos permitirán **delimitar planes de acción de biodiversidad** para mejorar las condiciones ambientales en el área de impacto de la empresa.

Todos estos resultados deben compararse, a lo largo del tiempo, con los parámetros ambientales, con el fin de encontrar relaciones de la presencia de especies vulnerables y, con ello, proponer recomendaciones para su manejo. **Se recomienda que estos análisis se analicen con promedios mensuales anuales, y por especies.**

La guía de un profesional en el tema es fundamental para establecer un plan de monitoreo de biodiversidad. Se recomienda buscar asesoría para las fases iniciales del monitoreo y para capacitar a las personas encargadas de dar el seguimiento y análisis correspondiente.



Calidad del agua

Para determinar la calidad de cuerpos de agua superficiales por medio de la presencia de organismos acuáticos se recomienda utilizar el **índice BMWP (Biological monitoring working party)**. En este, es necesario identificar cada organismo hasta el nivel taxonómico de familia. Cada familia tiene una puntuación adjudicada, de manera tal que cuanto más susceptibles a los cambios en ciertos parámetros ambientales sean estas familias, más alto es el puntaje de esta.

Al final se realiza una sumatoria de todos los puntajes obtenidos, los cuales varían entre 0 y 250. Además, se puede saber qué afectaciones tiene el cuerpo de agua tomando en cuenta los requerimientos de cada una de las familias. Los rangos de este índice son los siguientes: aguas muy limpias (>150), aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible (101-149), efectos evidentes de contaminación (61-100), contaminadas (36-60), muy contaminadas (16 - 35), fuertemente contaminadas (<15). El índice BMWP debe ser adaptado a las particularidades y diversidad de especies de cada país.



Diversidad de especies

En cuanto a **los índices de diversidad**, estos pueden ser interpretados con diferentes resultados complementarios. La forma más sencilla es dando **la cantidad de especies obtenidas por cada sitio y la cantidad de individuos registrados para cada especie**. Pero a partir de estos datos se pueden calcular resultados más complejos como el índice de Shannon Weiner.

En este caso, tanto la cantidad de especies como los individuos registrados de cada especie tienen relevancia, y el resultado obtenido se interpreta de la siguiente manera: solo se registró una especie si se obtiene cero (0), las zonas tienen una diversidad relativamente baja si se obtienen valores menores a dos (< 2) y zonas con diversidad relativamente alta si los valores son mayores a tres (>3).



Comparación entre estratos

Otros índices que se utilizan como complementarios al anterior son los de **similitud o disimilitud**, por ejemplo, el de Jaccard. **Este índice compara las especies entre los diferentes estratos o sitios de muestreo.**

Los valores que se obtienen por medio de este índice varían entre cero, cuando no se comparten individuos, y uno, cuando se comparten todas las especies entre los diferentes estratos muestreados.



Capítulo IV. Herramientas sencillas para el monitoreo de biodiversidad

daBio Biodiversidad
& Negocios



¿Cómo llevo a cabo el monitoreo de biodiversidad en mi empresa?

Herramientas sencillas para el monitoreo de biodiversidad



Grupos para monitorear

- Herpetofauna
- Aves
- Mamíferos
- Escarabajos
- Murciélagos
- Macroinvertebrados acuáticos
- Invertebrados del suelo
- Flora



Herramientas sencillas para el monitoreo

- Observación desde punto fijo
- Identificación visual en línea recta
- Inventario de flora
- Trampas de caída grande
- Trampa de caída pequeña
- Trampas de luz
- Métodos directos e indirectos de colecta para insectos
- Monitoreo de aguas dulces
- Cámaras trampa
- Análisis biológico de suelos
- Redes de niebla
- iNaturalist
- App de ballenas
- Drones



Especies para enfocar el monitoreo

- Especies endémicas
- Especies amenazadas
- Especies clave
- Especies emblemáticas
- Especies paraguas
- Especies indicadoras



Esta guía ofrece una presentación de **herramientas y métodos de muestreo**, sencillas y de uso generalizado para iniciar un monitoreo de flora y fauna. El uso de estas herramientas **permite la creación de líneas base de biodiversidad in situ**, lo cual constituye un componente clave en el desarrollo de un programa o iniciativa de monitoreo.

El primer paso consiste en determinar cuál **es el propósito de mi monitoreo**. Las respuestas a esta pregunta pueden variar: puede ser desde la necesidad de contar con información sobre la biodiversidad de un área hasta el interés de detectar variaciones en los componentes de la biodiversidad o contar con información para gestionar mejor la biodiversidad. Por ejemplo, podría tratarse de una empresa agrícola que desea conocer la biodiversidad presente en el área donde opera y, con base en su adecuado monitoreo, mejorar su gestión.

Las herramientas incluidas en esta guía se pueden utilizar como parte de una iniciativa de monitoreo para una empresa, respondiendo a las preguntas **¿qué quiero monitorear? y ¿cómo lo voy a monitorear?** Para esto, en este capítulo se definen algunos grupos con lo que se puede abordar el monitoreo y se presentan ciertas herramientas sencillas y métodos de muestreo para cada grupo.

Ante la imposibilidad de monitorear toda la biodiversidad, **siempre es importante seleccionar los componentes que serán objeto de monitoreo**. Para guiar esta decisión, al final de este capítulo se describen algunas especies o grupos de especies que pueden ser seleccionados para cada iniciativa de monitoreo, según la información que se quiera obtener; por ejemplo, mediante indicadores biológicos.

En el capítulo III, titulado **“Plan de monitoreo de biodiversidad”**, se ofrece una estrategia corta que orienta el desarrollo de un programa o iniciativa de monitoreo a largo plazo, que responde a preguntas como **¿para qué quiero monitorear? ¿Qué necesito?** Y profundiza, además, sobre cuándo y cómo recopilar datos.

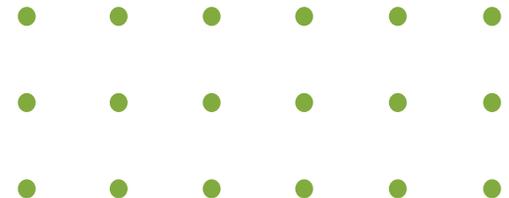
Grupos meta para monitorear

Con toda la increíble diversidad de formas de vida existentes, **un primer paso en el monitoreo es decidir con qué parte de dicha diversidad se trabajará.** Lo más lógico es generar un inventario de los distintos grupos de especies que habitan en el área de operación de la empresa. Este inventario debe realizarse a nivel de grupo o grupos taxonómicos y sirve como línea de referencia o base.

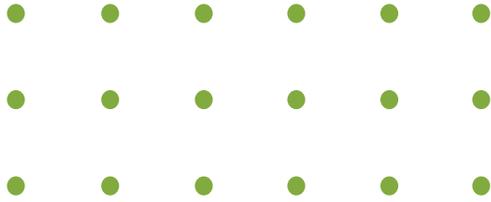
Lo anterior implica que el inventario se hace a nivel de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, insectos, entre otros, y estos se abordan con las distintas herramientas que se presentan en este capítulo. Algunas de estas herramientas, por cierto, son aptas para trabajar uno o más grupos.

A continuación, se presenta una selección de los grupos de fauna y flora que pertenecen a uno a varios grupos taxonómicos. Para cada grupo se brinda una descripción breve, se mencionan sus características y se busca responder las siguientes preguntas:

- **¿Qué?**
El grupo taxonómico y sus características.
- **¿Por qué?**
Las razones del porqué es importante monitorear este grupo.
- **¿Dónde y cuándo?**
En este apartado se recomiendan sitios genéricos para la realización del muestreo y la frecuencia con la cual este debe llevarse a cabo.



Simbología



Anfibios y reptiles



Avifauna



Murcielagos



Escarabajos



Macroinvertebrados de agua



Invertebrados de suelo



Flora



Mamíferos



Herpetofauna: anfibia y reptiles

¿Qué?

La herpetofauna está compuesta por los anfibios (por ejemplo, ranas, sapos, salamandras) y los reptiles (tortugas, serpientes, cocodrilos, lagartijas, etc.). Los anfibios son animales vertebrados que se caracterizan por sus peculiaridades anatómicas, entre ellas, una piel muy fina y húmeda, por lo que parte de su respiración ocurre a través de la piel. Por otra parte, los reptiles son animales vertebrados con pieles resistentes y escamosas, y en algunos casos tienen caparazón.

¿Por qué?

Su presencia se considera como un indicador muy valioso de la calidad del ambiente, ya que son muy sensibles a las actividades humanas y la contaminación ambiental. En el caso de los anfibios, constituyen uno de los grupos más sensibles a los disturbios en su hábitat, debido a su piel permeable, sus ciclos de vida acuáticos y terrestres y su marcada preferencia de hábitos, entre otros.

¿Dónde y cuándo?

Se recomienda monitorear la presencia de anfibios y reptiles en los fragmentos de bosque secundario y bosques de galería asociados a paisajes productivos. Se debe priorizar los sitios cercanos a cuerpos de agua: márgenes de arroyos, ríos, pozas o sitios con agua estancada, ya sea permanentes o estacionales. Algunos investigadores recomiendan realizar el monitoreo por transecto de avistamiento cada 6 meses. En cuanto a los anfibios, algunas especies pueden observarse en el día, pero en general son más activos en las noches.





Avifauna

¿Qué?

Las aves realizan muchos trabajos en un ecosistema. Algunas son depredadoras de animales, polinizadoras, consumidoras de frutos y dispersoras de semillas. Las aves trabajan en todos los niveles de la naturaleza y **se consideran un grupo termómetro** porque indican cuál es el nivel de salud y complejidad del ambiente en el cual habitan.

¿Por qué?

Por ser un grupo de animales bien conocido, de **fácil avistamiento y diverso**, las aves son muy valiosas en los monitoreos de ecosistemas, ya que permiten **evaluar los cambios experimentados por estos**. Una de las ventajas de trabajar con el grupo es la posibilidad de monitorear con varios métodos cuya escogencia depende de los objetivos que se plantean, los recursos disponibles y las características del ecosistema.

¿Dónde y cuándo?

Monitorear la presencia de aves residentes y migratorias en los fragmentos de **bosque secundario y bosques de galería** asociados a paisajes productivos mediante avistamientos y reconocimiento de cantos. Se recomienda el monitoreo cada 6 meses en cada punto de muestreo. Se propone uno durante las épocas de migración y las épocas seca y lluviosa, según la región geográfica. En cuanto a las horas de día, la mayoría de las aves en los bosques son más activas al amanecer.

Murciélagos

¿Qué?

Los murciélagos son el **segundo grupo más diverso de mamíferos** en el mundo. Cada especie de murciélago tiene una dieta específica: frutas, peces, ranas y algunos, sangre. Por ello y por su capacidad de volar son excelentes especies termómetro o indicadores.

¿Por qué?

Su diversidad de formas, de dietas y su capacidad de vuelo los convierte en un grupo representativo de la complejidad del ecosistema en donde se encuentren.

¿Dónde y cuándo?

Con los murciélagos **es fácil realizar estudios** para monitorear distintos tipos de paisaje como áreas de cultivo, bosques secundarios, bosques maduros y pastizales. **El anochecer y las madrugadas son los mejores momentos para su avistamiento.**





Escarabajos estercoleros

¿Qué?

Los escarabajos estercoleros son insectos que tienen una relación directa con otros animales debido al **consumo y a la dispersión** que hacen de su excremento. Se alimentan principalmente de las heces de mamíferos y otros vertebrados.

¿Por qué?

Por alimentarse de excremento de vertebrados, este grupo de escarabajos **responde rápidamente a la perturbación ambiental** y nos brinda información sobre las complejas relaciones entre los insectos, mamíferos y aves que habitan un determinado lugar.

¿Cuándo y dónde?

Con los escarabajos coprófagos **es fácil realizar estudios para monitorear distintos tipos de paisaje como áreas de cultivo, bosques secundarios, bosques maduros y pastizales**. Los métodos se aplican a nivel del suelo, donde normalmente se encuentran este tipo de animales, en época seca y lluviosa. Además, se pueden realizar comparaciones de las distintas especies y sus funciones ecológicas por sitio.

Macroinvertebrados acuáticos

¿Qué?

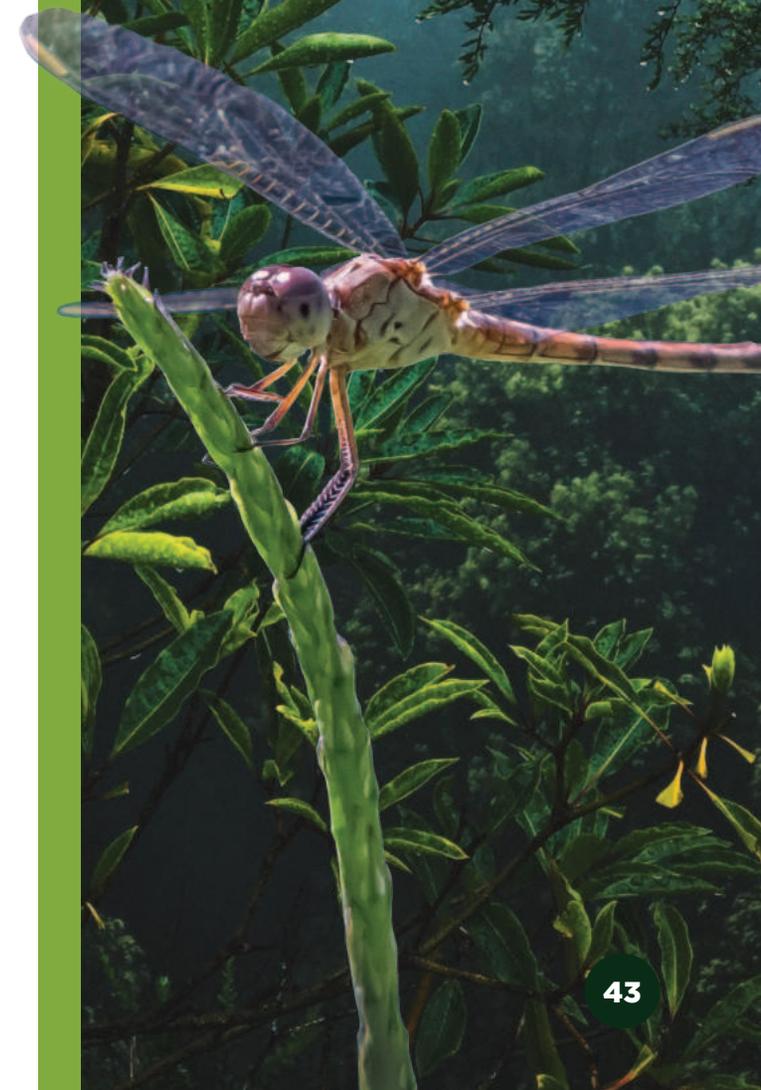
Este grupo está compuesto por animales de distintos **grupos taxonómicos**, incluyendo insectos, arañas, cangrejos, moluscos y camarones, entre otros.

¿Por qué?

Los macroinvertebrados acuáticos son indicadores biológicos por excelencia de **la calidad de los cuerpos de agua superficiales**. Los macroinvertebrados se caracterizan por poseer **una sensibilidad diferenciada a la contaminación acuática**. Esto significa que algunos grupos solo se desarrollan en aguas de alta calidad, mientras que otros abundan en cuerpos de agua altamente contaminados. Son, por tanto, bioindicadores natos; unos, de aguas limpias, y otros, de agua sucias. Esta metodología, aunque muy rigurosa, se presta para desarrollar monitoreo participativo con las comunidades.

¿Dónde y cuándo?

Se recomienda monitorear macroinvertebrados en los cuerpos de agua asociados a sistemas productivos, **a nivel de plantación, fincas y paisaje, con el fin de evaluar la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos** a través del uso del índice biológico Biological Monitoring Working Party (BMWP) adaptado a cada país, o algún índice similar. Se debe hacer el monitoreo cada 6 meses en cada punto de muestreo.





Invertebrados de suelo

¿Qué?

Este grupo está compuesto por organismos de distintos grupos taxonómicos, como hongos, bacterias y fauna. En el caso de la fauna o animales que habitan el suelo, se pueden clasificar, según su tamaño, en microfauna (menor a 100 micras), mesofauna (entre 100 micras y 2mm) y macrofauna (entre 2 mm y 20 mm). Estos últimos grupos incluyen animales como nemátodos, ácaros, lombrices, insectos, protozoarios y moluscos, entre otros artrópodos.

¿Por qué?

La biodiversidad del suelo es clave para el funcionamiento de los ecosistemas, ya que contribuye con el ciclo de nutrientes, la dinámica y descomposición de la materia orgánica, el secuestro de carbono, el ciclo del agua y los procesos de erosión; todos estos, importantes servicios ecosistémicos de regulación y de soporte claves para la vida en el planeta.

¿Dónde y cuándo?

Según el objetivo del monitoreo a través de un análisis biológico del suelo, las muestras se pueden obtener en **zonas agrícolas, zonas de amortiguamiento de plantaciones o bosques,** por ejemplo, para determinar las comunidades edáficas según el uso del suelo, con fines comparativos entre parcelas o para determinar la calidad microbiológica del suelo.

Flora

¿Qué?

La flora es el conjunto de todas las especies de plantas de un área determinada. En el caso de todos los grupos descritos, un complemento fundamental para el abordaje es conocer la diversidad florística mediante un inventario florístico.

¿Por qué?

Un inventario florístico es fundamental al inicio del proyecto de monitoreo como parte del estudio de línea base. Con el inventario florístico podemos obtener la información necesaria para explicar muchas de las razones por las que encontramos especies determinadas de aves, murciélagos y mamíferos, entre otros grupos.

¿Dónde y cuándo?

Reductos de **bosques primarios, bosques secundarios, bosques de galería** y toda la **flora arbórea** característica de un lugar o sitio de interés.





Mamíferos

¿Qué?

Junto con las aves, los mamíferos son el grupo más diverso en cuanto a formas desarrolladas y adaptación a los distintos ambientes y geografías. Los mamíferos incluyen desde murciélagos voladores hasta ballenas azules. En ambientes marinos, los mamíferos han desarrollado una serie de adaptaciones que les permiten vivir en ambientes acuáticos. Sin importar si su hábitat es marino o terrestre, todos comparten características como el pelo, las glándulas mamarias, la viviparidad y la temperatura corporal interna mayor a la temperatura ambiente.

¿Por qué?

Dada su diversidad de formas y de dietas, los mamíferos también cumplen muchas funciones en la naturaleza; por ejemplo, **la carnivoría o la herbivoría**; otros, más bien, **son pescadores, polinizadores, dispersores de semillas.** Por ello, los mamíferos están muy influenciados por las condiciones de los sitios donde habitan.

¿Dónde y cuándo?

Se recomienda monitorear la presencia de mamíferos terrestres en los fragmentos de **bosque secundario y bosques de galería** asociados a paisajes productivos mediante avistamientos, cámaras trampa, registros de huellas y otros rastros, así como a través de entrevistas. Se recomienda realizar el muestreo cada 6 meses.

En esta guía también se presenta la herramienta digital de ciencia participativa para el monitoreo de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná, la cual aprovecha las temporadas de avistamiento para la recolección de información científica sobre las ballenas y sus poblaciones.

¿En cuáles especies se puede enfocar el monitoreo?

Una lista de especies es uno de los resultados más importantes del trabajo de monitoreo al trabajar con el enfoque por grupos de fauna y flora. Es a partir de esta lista que podemos definir con qué tipo de especies contamos y con cuáles vamos a continuar el monitoreo, máxime porque monitorear toda la biodiversidad resulta una tarea casi imposible.

Por eso, para disminuir la complejidad del monitoreo, entre las especies surgidas del inventario se debe reconocer la existencia de algunas que pueden ser priorizadas a nivel de futuros monitoreos, ya que indican el estado de conservación de un ecosistema. Tal es el caso de las especies **clave, paraguas o indicadoras (Isasi-Catalá, 2011)**, o especies importantes para fines de conservación como las **endémicas, amenazadas, bandera o emblemáticas**.

Simbología



Especies Endémicas



Especies Emblemáticas



Especies Amenazadas



Especies Paraguas



Especies Clave



Especies Indicadoras



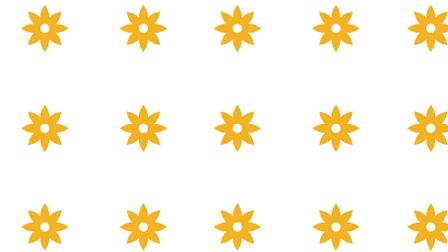
A continuación, una descripción de estas categorías de especies:



Las **especies endémicas** dependen totalmente de un área pequeña o única para sobrevivir. Este hecho las hace muy vulnerables. Destacan, por ejemplo, los reptiles de las islas Galápagos; todos ellos endémicos, a excepción de las tortugas marinas.



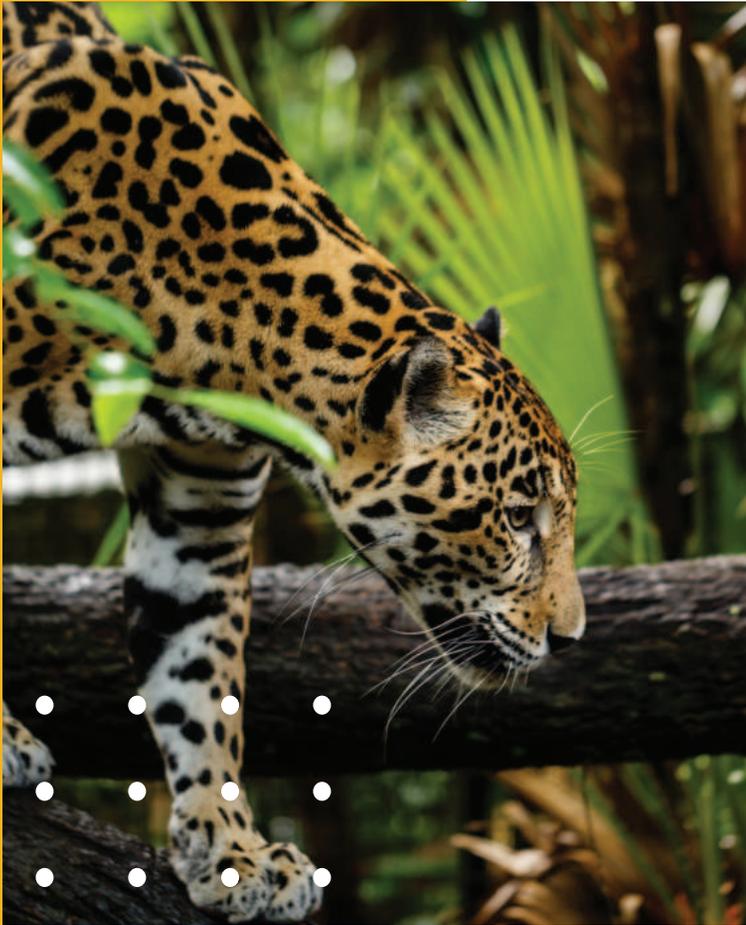
Las **especies amenazadas** son aquellas especies silvestres que aún habitan en su medio natural, pero en números tan reducidos que pueden llegar a considerarse en peligro de extinción. De igual manera, los ecosistemas también pueden haber disminuido geográficamente hasta encontrarse amenazados de desaparecer. Un grupo que ejemplifica muy bien a las especies amenazadas es el de los anfibios, el cual incluye a las ranas, sapos, salamandras y otros animales.



Según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el 40% de todas las especies de anfibios se encuentra en algún nivel de amenaza.

La lista Roja de la UICN es la fuente de información más completa del mundo sobre el estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Para aprender más sobre este tema, diríjase a la página web: <https://www.iucnredlist.org>





“El jaguar es una especie clave, emblemática, paraguas e indicadora”



Las **especies clave** son aquellas que ayudan a mantener procesos ecológicos. Por ejemplo, los depredadores tienen una importancia particular en cuanto a regular la cadena alimentaria. Sin depredadores, ciertos herbívoros serían muy abundantes y consumirían muchas de las plantas en crecimiento. Estas, a su vez, son vitales para otros animales como los insectos, con lo cual se crea un efecto dominó para todo el ecosistema. Un increíble ejemplo de la importancia de las especies clave ha sido la reintroducción de los lobos en el Parque Nacional Yellowstone, hecho que ha cambiado totalmente la historia natural del área protegida.



Las **especies emblemáticas** son también conocidas como especie bandera, ya que llaman la atención del público y se utilizan para generar interés en la conservación de un determinado lugar. Por ejemplo, el quetzal (*Paromacrus moncino*) es un ave emblemática para la conservación de los bosques nublados de Centroamérica.



Las **especies paraguas** son aquellas que requieren de grandes extensiones para mantener a sus poblaciones viables. En ese sentido, garantizar la protección de las poblaciones de estas especies implica la protección de otras con requerimientos similares, con menos requerimientos o cuya conservación ayuda a proteger grandes extensiones de ecosistemas. Las especies paraguas también pueden utilizarse para establecer corredores biológicos entre áreas aisladas, con base en sus requisitos espaciales (Isasi-Catalá, 2011).



Las **especies indicadoras** son aquellas que por sus características se utilizan como prueba o medición de la condición de un hábitat o ecosistema en particular. Esto implica que hay especies que se ven muy afectadas por procesos como la contaminación y las perturbaciones y otras que no, y con base en esas diferencias se puede estimar las condiciones ambientales de un ecosistema. Por ejemplo, hay especies que se adaptan bien en áreas muy urbanizadas y otras que necesitan de bosques muy maduros. Estas últimas indican que los bosques de un sitio se encuentran en un buen estado de salud, tal es el caso de los grandes mamíferos carnívoros como el jaguar.



Monitorear a través de especies indicadoras ofrece una serie de ventajas entre las cuales destaca el hecho de que concentra el esfuerzo de monitoreo en aún menos especies. De hecho, podemos argumentar que con pocos y buenos indicadores es posible obtener la información necesaria para hacernos una buena idea del estado de los sistemas ecológicos y proceder con acciones de gestión.



Herramientas sencillas para el monitoreo

Este apartado es uno de los puntos medulares de esta guía, pues brinda, de manera gráfica, un resumen de las **herramientas clásicas y sencillas de monitoreo** que abarcan todos los grupos taxonómicos que se presentaron en los apartados anteriores de este capítulo.

Este apartado es, en cierta medida, una navaja suiza, en el sentido de que constituye el compendio de herramientas necesarias para planificar la elaboración de una línea base y su consecuente estrategia de monitoreo. Para facilitar su comprensión, se ha desarrollado un código de íconos que se describe a continuación:



Herramienta: La herramienta es, básicamente, el método de monitoreo que se utilizará para abordar el seguimiento del grupo de interés.



Grupo de fauna o flora: Son los grupos de fauna y flora que se detallan en el apartado anterior.



Ubicación y temporalidad: Los sitios recomendados para aplicar las herramientas según el tipo de operación que realiza la empresa, por ejemplo, agrícola, forestal, turística o industria y servicios.



Resultados y beneficios: Principales resultados que se pueden obtener de la herramienta y beneficios directos para las empresas.



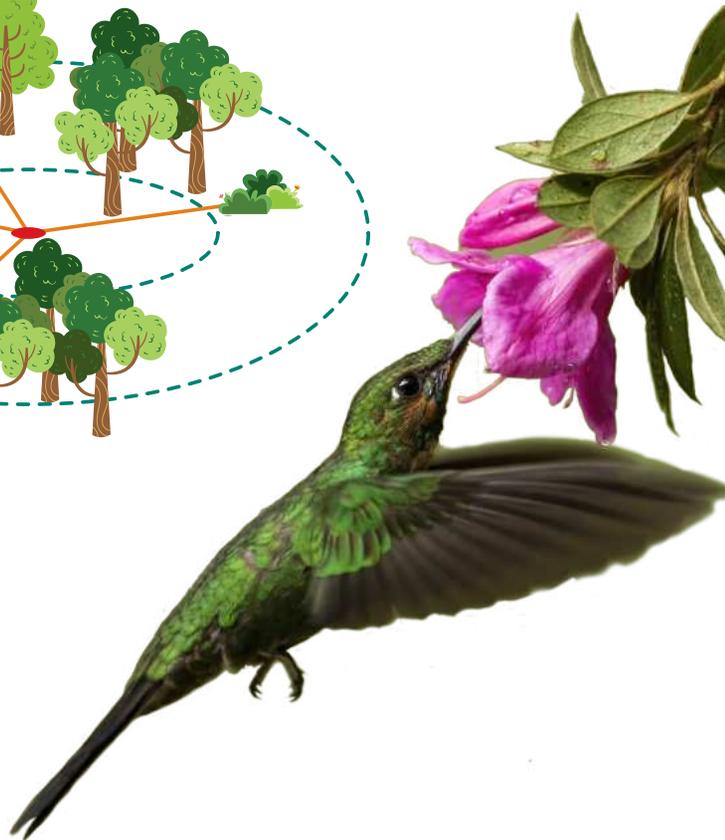
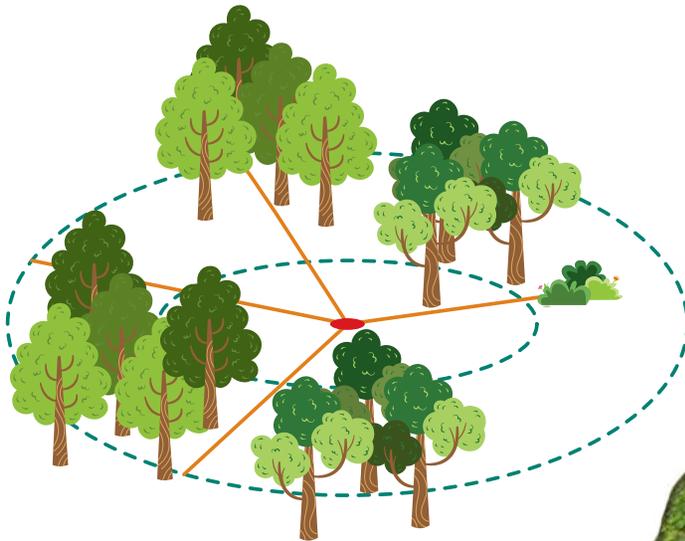
Caso de éxito: Cuando aplique, nombre del caso de estudio del capítulo V que ejemplifica el uso de la herramienta de monitoreo.



Observación desde punto fijo en 360 grados

Aves

Consiste en que el **observador permanezca inmóvil o casi inmóvil en un punto fijo** y registre todas las aves que pueda ver y escuchar desde ese punto, sin importar la distancia a la que se encuentren por un período de **30 minutos**.



Fragmentos de bosque

Fragmentos de bosque secundario cerca de paisajes productivos. Deben tenerse en cuenta aspectos como las migraciones y el comportamiento estacional. Se puede aplicar en parques, zonas con árboles, áreas urbanas o zonas en regeneración.



Resultados y beneficios

Los resultados del monitoreo pueden evidenciar el aumento de riqueza de especies y de la calidad del hábitat de los fragmentos que se monitorean.

Evidencia que las prácticas sostenibles o las medidas de conservación implementadas por las empresas tienen impacto real en el aumento de la biodiversidad y que la empresa protege sitios importantes.

A través del análisis de las especies pueden surgir nuevos atractivos turísticos y especies llamativas.



Sistemas productivos y naturales

Se recomienda monitorear la presencia de anfibios y reptiles en los fragmentos de bosque secundario y bosques de ribera asociados a ríos, en paisajes productivos.

En cuanto a operaciones turísticas, se recomienda identificar la presencia de anfibios o reptiles en los terrenos privados, ya sean bosques maduros o en regeneración.

Se debe priorizar los sitios cercanos a cuerpos de agua: márgenes de arroyos, ríos, pozas o sitios con agua estancada, ya sea permanentes o estacionales.

Se recomienda realizar el monitoreo cada 6 meses.



Resultados y beneficios

Los resultados del monitoreo pueden evidenciar el aumento de riqueza de especies.

Brinda información para proteger sitios importantes para la biodiversidad.

A través del análisis de las especies pueden surgir nuevos atractivos turísticos y especies llamativas.



Caso de éxito

Estudios de herpetofauna en Puro Verde Paraíso Forestal.

Identificación visual en línea recta

Anfibios y reptiles

La **identificación visual en línea recta** consiste en que dos o más personas caminen lentamente a lo largo de una línea y cuidadosamente busquen anfibios y reptiles descansando sobre el suelo, hojarasca, troncos podridos, arbustos y ramas.





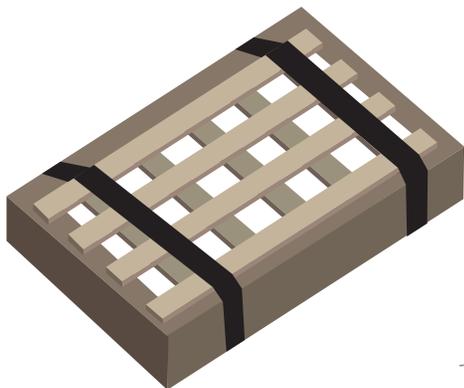
Inventario de flora

Árboles y plantas

El **inventario de flora** se lleva a cabo mediante un muestreo al azar con transeptos de 100 x 10 m (1000 m²) en donde se identifican las especies de árboles observadas. Este muestreo se puede complementar con muestreos aleatorios en el bosque.

Según el interés de la empresa, se deben considerar especies de plantas leñosas iguales o mayores a 5 m de altura, a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y esencialmente con un fuste principal definido. Si se desea un alcance mayor, se pueden considerar hierbas, palmas, bejucos y orquídeas.

La **identificación en campo** o basada en muestras de plantas se lleva a cabo in situ por un experto/a en la flora del sitio. Además, el experto/a puede tomar muestras de aquellas plantas que necesitan una identificación en herbario. Estas muestras son cortes de ramas y hojas completas, con flores y frutos –de ser posible– que se prensan y secan para su posterior identificación.



Inventarios en cuadrantes dentro y fuera de bosque

Se recomienda realizar recorridos aleatorios en zonas no muestreadas con transeptos tanto dentro como fuera del bosque. En los recorridos aleatorios en zonas no muestreadas con los transeptos también se debe levantar un listado para hacer más robusto el listado general de los árboles y otras plantas presentes. Aquellas especies que no sean reconocidas en campo se identificarán mediante revisión de literatura especializada en la taxonomía de la flora de cada país y comparación con muestras de herbarios.



Resultados y beneficios

Forma parte de la línea base de cualquier iniciativa de monitoreo.

Implica un inventario que ayuda a definir el valor paisajístico.

Se evidencia que las prácticas tienen un impacto directo en el aumento de la diversidad.

Con esta información se puede diseñar la conexión entre ambientes naturales y definir áreas para conservación.



Sistemas productivos y naturales

Se recomienda monitorear la presencia de anfibios y reptiles en los fragmentos de bosque secundario y bosques de ribera asociados a ríos, en paisajes productivos.

En cuanto a operaciones turísticas, se recomienda identificar la presencia de anfibios o reptiles en los terrenos privados, ya sean bosques maduros o en regeneración.

Se debe priorizar los sitios cercanos a cuerpos de agua: márgenes de arroyos, ríos, pozas o sitios con agua estancada, ya sea permanentes o estacionales.

Se recomienda realizar el monitoreo cada 6 meses.



Resultados y beneficios

Evidencia que las prácticas sostenibles o las medidas de conservación implementadas por las empresas tienen impacto real en las poblaciones naturales.

Brinda información para proteger sitios importantes para la biodiversidad.

A través del análisis de las especies pueden surgir nuevos atractivos turísticos y especies llamativas.



Caso de éxito

Estudios de herpetofauna en Puro Verde Paraíso Forestal.

Trampa de caída grande

Anfibios y reptiles

La **trampa de caída grande** está hecha de un recipiente de gran tamaño enterrado a nivel del suelo. Funciona como una trampa sencilla para los anfibios y reptiles que caen en ella por gravedad.





Trampa de caída pequeña

Escarabajos estercoleros

Las **trampas de caída pequeña** se elaboran con vasos plásticos, lenguas de madera con una muestra de estiércol de animales (por ejemplo, cerdo o vaca) y alcohol. Se considera que el inventario de estos insectos es **económico, práctico y estándar**.

Con esta técnica, los escarabajos se ven atraídos por el sebo y al acercarse al vaso, caen en el alcohol. Este último ayuda a preservarlos hasta que se recolecten.



Sistemas productivos y naturales

Con los escarabajos coprófagos es fácil realizar estudios para monitorear distintos tipos de paisaje como áreas de cultivo, bosques secundarios, bosques maduros, pastizales. Además, se pueden realizar comparaciones entre las distintas especies y sus funciones ecológicas por sitio, así como monitoreos en las temporadas seca y lluviosa y en las temporadas de veranos cortos.



Resultados y beneficios

Evidencia de la diversidad de especies y sus relaciones complejas.

El monitoreo periódico puede revelar si las prácticas sostenibles o las medidas de conservación implementadas por las empresas tienen impacto real en el aumento de la biodiversidad.

Se puede evidenciar que la empresa resguarda ambientes y especies valiosas como endémicas o amenazadas.



Caso de éxito

Estudios de herpetofauna en Puro Verde Paraíso Forestal.



Insectos

Atrae insectos como polillas nocturnas, escarabajos y otros insectos voladores.



Bosques y fragmentos de bosques

Se deben colocar en zonas abiertas en bordes de bosques o fragmentos de bosque, de manera tal que ese espacio abierto permita que la luz sea observada y atraiga la mayor cantidad de insectos posible.

Para fines de investigación y monitoreo de insectos, lo más recomendable es colocarla durante la luna nueva.

Las luces de la trampa pueden encenderse con el atardecer y permanecer encendidas hasta la madrugada.



Resultados y beneficios

Permite conocer al menos una parte de la diversidad de insectos presente en un sitio, lo cual también puede ser un indicador de la calidad del hábitat que se está monitoreando.

Permite observar con detenimiento los insectos.

Es una excelente herramienta para acercar a las personas a la riqueza de un grupo poco conocido como los insectos.

Trampas de luz

Insectos

Las **trampas de luz** se basan en el efecto que tiene la luz artificial en los insectos voladores. Las luces utilizadas tienen longitudes de onda bajas o ultravioleta, por las que los insectos se ven especialmente atraídos.

Este tipo de trampas se componen de una tela blanca sin pegamento, **una luz blanca incandescente y una luz negra UV**.

Las trampas de luz se utilizan con frecuencia para **el control de plagas**, tanto en cultivos como en plantas procesadoras de alimentos. También se utilizan con fines de investigación, a fin de conocer la diversidad de insectos en un bosque.

Es muy importante tomar en cuenta que estas luces pueden tener un efecto negativo en los insectos, e incluso ocasionar toxicidad lumínica y provocarles la muerte, por lo que no se debe abusar de ellas. La tela blanca sin pegamento tiene el propósito de que los insectos puedan regresar libremente al bosque una vez que las luces se apaguen.





Métodos directos e indirectos de colecta para insectos

Insectos

El uso de métodos directos o indirectos **dependerá del objetivo del muestreo**, es decir, de si solamente se desea conocer información sobre qué especies están presentes, o si, más bien, se pretende hacer comparaciones entre tipos de vegetación, temperatura, técnica de muestreo o época del año, entre otros factores.

Los **métodos directos** de colecta se refieren al uso de redes entomológicas con las que se persigue activamente el insecto para atraparlo en la red.

Los **métodos indirectos** pueden tener atrayentes aromáticos, alimentos o ser de colores que atraen la atención de los insectos; por ejemplo, recipientes amarillos o rojos.



Insectos

Todo tipo de insectos, de vegetaciones bajas o de dosel, según la trampa utilizada.



Bosques, fragmentos de bosques, plantaciones

Las trampas se colocan según el grupo que desee coleccionar. Por ejemplo, para algunas especies de mariposas, las trampas pueden instalarse en los estratos medios y altos del bosque.

Otros métodos de captura se colocan a nivel del suelo. Por ejemplo, en la vegetación baja de los claros del bosque, donde los insectos suelen estar más activos.



Resultados y beneficios

La diversidad de insectos en un sitio puede brindar información muy valiosa sobre la calidad del hábitat, independientemente de si dichos hábitats están sanos o alterados.

Contar con una línea base de los insectos en un sitio puede ser una ventaja durante un recorrido turístico, sobre todo para empresas turísticas ante la dificultad de ver animales más grandes en los bosques, ya sea por la hora o por el tiempo del recorrido.

Un inventario de insectos puede dar indicios de la presencia de plagas en los cultivos.



Macroinvertebrados

Este grupo está compuesto por animales de distintos grupos taxonómicos, incluyendo insectos, arañas, cangrejos, conchas y camarones, entre otros.



Sistemas productivos y naturales

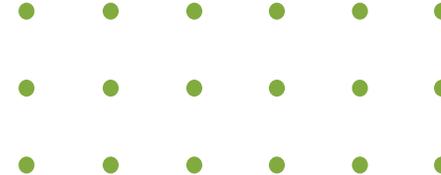
La metodología estandarizada de muestreo multihábitat de macroinvertebrados acuáticos consiste en la selección de distintos hábitats a nivel micro. Esto quiere decir que se toman muestras de hojarasca, piedras, arena, sedimentos, troncos, orilla de ríos, etc.



Resultados y beneficios

Sus resultados y beneficios se relacionan con el conocimiento preciso de la calidad del agua y la salud de los ecosistemas que forman parte del sitio en que se realiza la operación.

Además, brinda información directa sobre los impactos de actividades productivas en el medio ambiente. Un ejemplo de ello puede ser el impacto de las aguas residuales de una operación o de un sobreuso de agroquímicos sobre los cuerpos de agua locales.



Monitoreo de aguas dulces

Macroinvertebrados

Se basa en la metodología estandarizada de **muestreo multihábitat de macroinvertebrados acuáticos** a través de la cual se obtiene la mayor representación de familias de cuerpos de agua. Las muestras de macroinvertebrados se identifican al nivel de familias con el uso de claves taxonómicas. Utiliza el índice biológico **Biological Monitoring Working Party (BMWP)** adaptado a cada país.

Esta técnica consiste en pasar por diferentes microhábitats del cuerpo de agua durante tres minutos, removiendo el fondo del río y colectando el material removido en una red de mano con malla. De la muestra se separan todos los organismos y se depositan en etanol al 75%.

Por último, con ayuda de un estereoscopio se separan por familias y se aplica el índice biológico. Para ello se requiere el apoyo de un taxónomo/a o parataxónomo/a.

La aplicación de este índice culmina con una calificación para la calidad del agua del ecosistema que pasa por excelente, regular o mala. Dicha calificación está determinada por la suma de los puntajes de las familias recolectadas en el sitio.



Tabla 1. Clasificación de las aguas superficiales de acuerdo al ICA_sp.

Clase	Rango de valores del ICA-sp	Clasificación	Colores
1	90,00 - 100	Excelente calidad	Blue
2	89,99 - 80	Aceptable calidad	Green
3	79,99 - 70	Medianamente contaminada	Yellow
4	69,99 - 60	Contaminada	Orange
5	Menor que 59,99	Altamente contaminada	Red

Fuente: Gutiérrez y García (2014)





Ruta de paso de animales

Se recomienda colocarlas en parches o remanentes de bosque y recuperar las imágenes frecuentemente (por ejemplo, cada semana o cada mes). El método consiste en colocar la cámara trampa en un árbol o algún soporte similar, en un paso o vereda dentro del bosque que pueda ser un paso de mamíferos. Se puede aplicar en zonas con árboles remanentes en un área urbana.



Resultados y beneficios

Tienen la ventaja de que pueden detectar a los animales, tanto de día como de noche y sin la presencia de personas que podrían ahuyentarlos.

Permite detectar animales de hábitos nocturnos.

Son excelentes herramientas de comunicación de resultados de monitoreo.

Evidencia directa de la diversidad de especies.

Demuestra que las medidas de conservación implementadas por las empresas tienen impacto real en las poblaciones naturales.

Cámaras trampa

Aves y mamíferos

El **monitoreo con cámaras trampa** permite registrar especialmente mamíferos y aves mediante videos y fotografías. Las cámaras trampa son “**cámaras escondidas**” que se activan gracias a sensores de movimiento o calor.





Análisis biológico de suelos

Microorganismos y fauna del suelo

Un análisis de suelo permite cuantificar la población **microbiológica del suelo** y, en general, evaluar la calidad del suelo. También permite detectar la presencia o ausencia de patógenos que podrían afectar un cultivo.

El primer paso de un análisis de suelo es determinar **en qué sitio del paisaje** se quiere realizar el estudio y, posteriormente, determinar los sitios de muestreo que permitan obtener muestras representativas del suelo que se va a analizar.

Los **estudios microbiológicos del suelo** analizan los microorganismos presentes, tales como bacterias, hongos, protozoarios y microalgas. Otros estudios también analizan la presencia de la micro, meso y macrofauna



Microorganismos y fauna del suelo

Microorganismos como bacterias, hongos, microalgas. Animales de la microfauna, mesofauna y macrofauna del suelo como nemátodos, ácaros, artrópodos, lombrices, moluscos e insectos..



Bosques y plantaciones

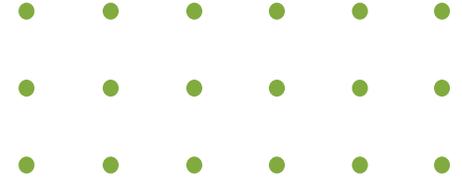
Los análisis de suelo pueden realizarse en bosques, con el fin de conocer la diversidad biológica del suelo, o en zonas productivas, para conocer la aptitud del suelo para determinados cultivos.



Resultados y beneficios

En plantaciones, un análisis de suelos puede evidenciar la calidad y aptitud del suelo para la producción. En el caso de plantaciones, puede indicar la presencia de plagas o patógenos de cultivos.

El análisis puede indicar usos extensivos del suelo y puede brindar información para tomar medidas para recuperar el suelo.



Sistemas productivos y naturales

Se recomienda colocar redes de niebla en distintos tipos de hábitats como bosques primarios, secundarios, áreas de cultivo y cerca de quebradas y caminos.



Resultados y beneficios

Los resultados pueden evidenciar el aumento de riqueza de especies.

Brinda información para proteger sitios importantes para la biodiversidad.

Pueden surgir nuevos atractivos turísticos y especies llamativas.

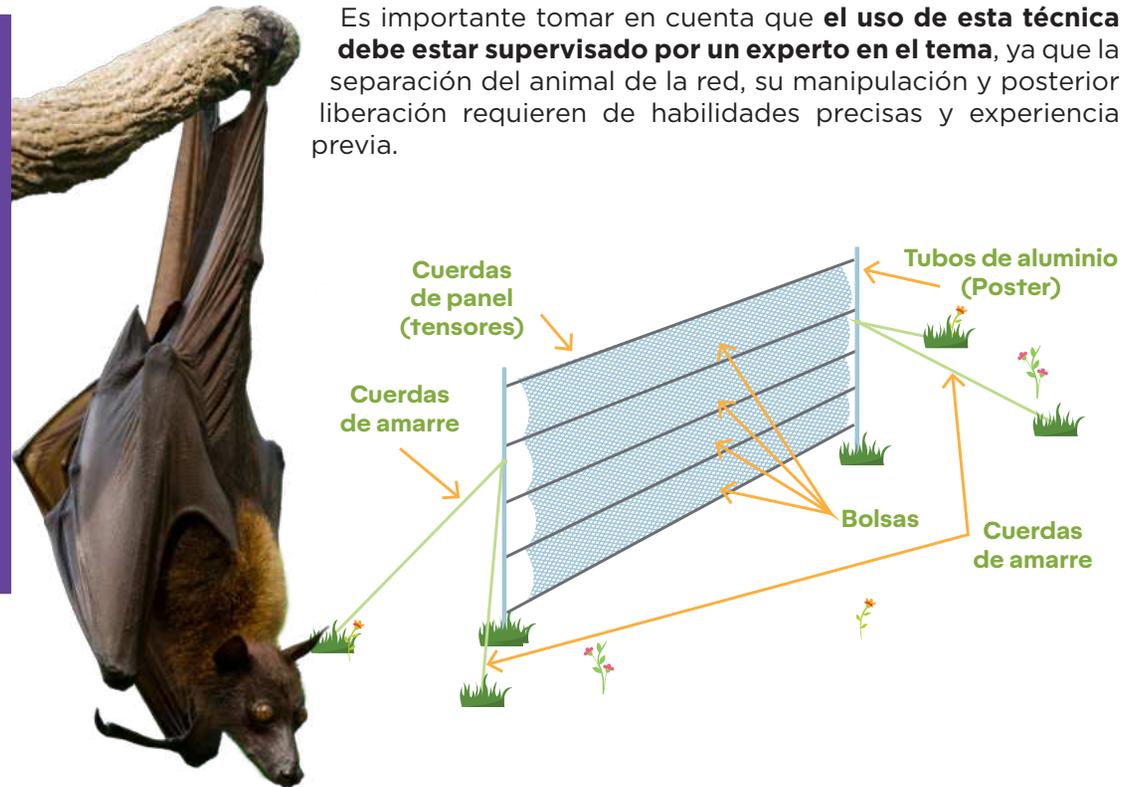
Demuestra que las prácticas sostenibles o las medidas de conservación implementadas por las empresas tienen impacto real en las poblaciones naturales.

Redes de niebla

Aves y murciélagos

Las **redes de niebla** están hechas de una malla muy fina que los animales alados no pueden detectar. En el caso de los murciélagos, se requiere de lámparas de cabeza, guantes y bolsas de algodón para depositar los murciélagos una vez capturados, además de la guía de clasificación de los murciélagos del país. Dependiendo del grupo, las redes se colocan de día o de noche.

Es importante tomar en cuenta que **el uso de esta técnica debe estar supervisado por un experto en el tema**, ya que la separación del animal de la red, su manipulación y posterior liberación requieren de habilidades precisas y experiencia previa.





iNaturalist

Todos los grupos

En la aplicación **iNaturalist** el monitoreo empieza con la acción de observar y fotografiar un animal silvestre. Posteriormente, la aplicación comparte la observación con la comunidad iNaturalist, que devuelve comentarios e identificaciones. Las observaciones con grado de investigación son compartidas con científicos que trabajan para **entender y proteger mejor la naturaleza**.



Utilizable en casi cualquier sitio

La aplicación puede ser utilizada en cualquier sitio, ya sea campo o ciudad. El único requisito es contar con un teléfono celular. Esta aplicación permite compartir la información con grandes bases de datos de biodiversidad como "Global Biodiversity Information Facility", la cual les ayuda a los científicos a encontrar y utilizar tus datos.

Resultados y beneficios

Esta aplicación nació con la idea de que todas las personas que sienten curiosidad por la naturaleza puedan compartir su interés con la comunidad científica.

Para una empresa, esta aplicación puede ser el primer paso para empezar a crear una línea base de biodiversidad en sus terrenos, ya que permite delimitar un área geográfica para reportar las observaciones.





Ballenas

Las ballenas jorobadas, *Megaptera novaeangliae*, del Atlántico Norte Occidental, migran cada invierno desde sus áreas de alimentación en las aguas costeras frías hasta las aguas cálidas del Atlántico Occidental Tropical y el Caribe insular.



La Bahía de Samaná en la República Dominicana

La Bahía de Samaná es uno de los sitios que visitan anualmente las ballenas jorobadas y ha dado lugar a una de las actividades turísticas de observación más atractivas del mundo. De hecho, esta bahía tiene el privilegio de ser conocida a nivel internacional como uno de los mejores lugares para la observación de la especie.



Resultados y beneficios

La app permite el seguimiento de la población de ballenas a nivel de individuo.

A partir de esta app se creará una base de datos para CEBSE que permitirá la protección de la especie y su hábitat.

La información permite conocer aspectos sobre la biología y la dinámica de su población, entre ellos, sus rutas migratorias, tamaño, estructura social, comportamiento, longevidad y tasas reproductivas.

App de ballenas

Ballenas

Samaná Whale Reporter es una aplicación móvil de ciencia ciudadana que permite el monitoreo y reporte de avistamientos de ballenas.

Las **ballenas jorobadas** presentan un patrón de coloración en la parte ventral de la aleta caudal que va de completamente blanco a completamente negro y presenta cicatrices, líneas, manchas y hendiduras que, en conjunto con su borde, forma y tamaño de la hendidura central, proveen una característica distintiva para cada individuo adulto (Katona y Whitehead, 1981). Esta característica permite distinguir un individuo de otro, de la misma forma que se hace con las huellas dactilares.





Drones

Aves, mamíferos, plantas y ecosistemas

En los últimos 17 años los drones se han convertido en **una nueva herramienta de monitoreo aéreo de fauna silvestre**. Los drones son conocidos por la sigla **UAS (Unmanned Aircraft Systems)** que significa que son aeronaves sin tripulación y autónomas. Existen gran variedad de tamaños y sus aplicaciones dependen del objetivo y por tanto de la definición de su “carga útil”, que consiste en un grupo de sensores: cámaras de fotos y/o video (en espectro visible, térmico o multispectral), sensores meteorológicos o dispositivos para la toma de muestras.



Sistemas productivos y naturales

Los drones se han convertido en una herramienta asequible y rentable para mapear rápidamente un área específica para muchas aplicaciones emergentes en el ámbito del monitoreo de vida silvestre, ecológico y en zonas de difícil acceso.



Resultados y beneficios

Los drones permiten explorar lugares de muy difícil acceso.

Permiten realizar fotografías y videos de gran resolución con mucha frecuencia.

Permiten censar poblaciones de aves y mamíferos y ubicar nidos y madrigueras.



Capítulo V. Casos de éxito en monitoreo de biodiversidad

daBio Biodiversidad
& Negocios



¿Cómo ha sido la experiencia de las empresas monitoreando la biodiversidad?





01 Caso de éxito: Puro Verde

Estudios de herpetofauna en plantaciones forestales mixtas

PuroVerde

Este caso de estudio se centra en las plantaciones forestales mixtas de especies nativas que opera la empresa Puro Verde Paraíso Forestal en el Norte de Costa Rica. El objetivo del monitoreo en este caso era **conocer cómo la biodiversidad local cambiaba con el establecimiento de una nueva cobertura forestal** en dos fincas que inicialmente estaban dedicadas a la ganadería. Las fincas están ubicadas en San Rafael de Pocosol, Alajuela, y en La Virgen de Sarapiquí, Heredia.

En el caso de San Rafael se tiene la experiencia más radical, dado el alto nivel de deterioro que presentaban las fincas y el aislamiento de estos de sitios con cobertura boscosa original. Sin embargo, en cuestión de 7 años el sitio pasó de ser un conjunto de potreros a convertirse en un espacio ocupado por bosques mixtos.

Así, en San Rafael se cuenta con **10 años acumulados de datos**, en los cuales se ha podido analizar el cambio que ha sufrido dicho espacio a lo largo del tiempo. Dicho análisis se ha realizado a partir de dos variables principales, la **abundancia de las especies de herpetofauna y su actividad**.

Es importante recalcar la activa participación del doctor Gunther Koehler, especialista del Instituto de Investigación Senckenberg de Alemania, en el diseño y ejecución del estudio del monitoreo de los anfibios y reptiles. Él recomendó el **uso de trampas pitfall** fabricadas con estañones plásticos enterrados en el suelo.

Entre los **resultados** obtenidos hasta la fecha, se incluye la disminución de la actividad de las especies durante la época seca. Así, queda demostrado que la actividad de las especies fluctúa a través del año. Los factores que inciden en esta variación son **los cambios climáticos, la temperatura y la cantidad de lluvia**.



Hace 10 años, en una finca ganadera en San Rafael de Pocosol, el consorcio Futuro Verde inició un proyecto innovador de restauración de bosques productivos. Ahora, las plantaciones forestales con especies nativas mixtas impresionan como nuevos bosques.



Otro aspecto importante de mencionar fue el proceso que se dio a partir del establecimiento de **las plantaciones forestales**, que generó una gran cantidad de sombra, hojas y humedad.

Estos factores han propiciado que en un lapso de 5 a 6 años se triplicara la cantidad de especies y su actividad, al punto de que, por ejemplo, la cantidad de anfibios y reptiles desde el establecimiento de las plantaciones haya pasado de **29 especies a 89 especies**. Lo anterior implica que ha existido un aumento en todos los grupos y especies de herpetofauna, incluyendo ranas, sapos, lagartijas y serpientes, entre otros.

Dicha situación es contraria a lo que sucede en **un monocultivo**, tal como comenta el especialista. De hecho, lo que sucedió en San Rafael fue una recolonización de las especies desde los pocos reductos naturales que quedaban hacia las nuevas zonas reforestadas. En total, las especies reportadas por este estudio alcanzan un 60% de la fauna de anfibios y reptiles reportada para el país.

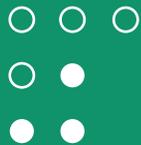
El Dr. Koehler afirma que las **trampas pitfall** funcionan bastante bien como método de captura y presentan varios beneficios, los cuales se enumeran a continuación:

- **Permiten la captura** de animales vivos.
- **No causan daño a los animales** y permiten su posterior liberación.
- **Las capturas son fáciles de manipular** y de documentar.
- **No es** una metodología invasiva.
- **Es fácil de documentar** y la información recabada puede enviarse a través de fotografías.

De arriba hacia abajo, se muestra a *Sphenomorphus cherriei*, *Diploglossus monotropis* y *Pristimantis ridensm*, algunas de las especies colectadas vivas y liberadas en el estudio en plantaciones forestales mixtas.

Apunte metodológico

En el caso de los anfibios, además de la identificación de especies en el campo, se realizó la identificación acústica de anfibios utilizando equipos de grabación de cantos del sitio web <https://amphibiaweb.org>. AmphibiaWeb es un sistema en línea que permite a cualquier usuario buscar y recuperar información relacionada con la conservación y la biología de los anfibios. **Este sitio cuenta con 806 archivos de sonido, 120 archivos de video y 39.019 fotos de 4.497 especies de anfibios diferentes.** Cabe indicar que las disminuciones globales de anfibios motivaron la creación de este sitio, cuyo objetivo es establecer una “página de inicio” para todas las especies de anfibios en el mundo.



AmphibiaWeb connects people around the world by synthesizing and sharing information about amphibians to enable research, education, and conservation

Newsletter Sign Up

Search the Database

Photo Browser

Browse by Species List

Country Search

Phylogeny & Taxonomy

Educational Resources

What's New

Meet Amphibians

Conservation

About AmphibiaWeb

Contribute

Disease Portal

AmphibiaWeb 20th Anniversary

Species of the Week
Bufotes viridis | Green Toad

Photo © Joachim Nerz

Amphibian News Archive

Reproductive isolation is instrumental in speciation, but it remains largely enigmatic how many incompatibilities are required to prevent hybridization and where they lie across the genome. By studying patterns of admixture in amphibian hybrid zones, Dufresnes et al (2021) found that reproductive isolation is initiated by numerous small-effect incompatibilities scattered across the genome rather than concentrated in a few important genes. Unlike mammals and birds, in which Y/W degeneracy is a major cause of hybrid dysfunctions, the undifferentiated sex chromosomes of amphibians do not always host more genetic incompatibilities than other chromosomes. This may explain why amphibian speciation is relatively slow, and its clock-like dynamics offer practical perspectives to categorize evolutionary lineages into species or subspecies.

Shop AmphibiaWeb

#ArtYourAmphibian can now be purchased! Give a gift of AmphibiaWeb!

Learn en español

Current number of amphibian species: 8,435 (Feb 14, 2022) Newly added species

Logos: M, MOL MAP OF LIFE, ASA, Ver+Net+, EOL, RED LIST, BIO WEB, Zoo, Global Amphibian Biodata, Facebook, Twitter, YouTube



02 Caso de éxito: Glatfelter

Levantamiento de un listado general y documentación fotográfica de fauna en plantaciones de abacá en las zonas Atlántica y Sur de Costa Rica.



Este caso de estudio se centra en las plantaciones de abacá ubicadas en las zonas Atlántica y Sur de Costa Rica. El abacá (*Musa textilis*) es una planta familia del banano y originaria de Filipinas. **El abacá** es parecido a la planta del banano y produce una fibra de interés comercial que se utiliza principalmente **para la fabricación de bolsas de té y filtros de café.** Es la segunda fibra de mayor importancia en el mundo. Aproximadamente, el 80% de la producción de abacá a nivel mundial proviene de las Filipinas, mientras un porcentaje de la producción restante proviene de Costa Rica.

La producción de abacá en Costa Rica es reciente y los cultivos están principalmente en manos de pequeños productores; sin embargo, su rendimiento es tres veces mayor al de los productores mundiales. Esta iniciativa se desarrolla en colaboración con la empresa Glatfelter, el mayor comprador y procesador de las fibras de abacá en el mundo. Glatfelter es un proveedor global de soluciones innovadoras en la filtración de té y café de una sola porción, productos de higiene personal y envasado.

En Costa Rica, las fincas dedicadas a la producción de abacá están localizadas en tierras bajas, calientes y húmedas de las zonas Caribe y Pacífico Sur. Además, la mayoría de ellas están ubicadas cerca de **ecosistemas vulnerables.** Lo anterior implica que en estas fincas el factor de sostenibilidad en la producción es especialmente importante.





Debido a la naturaleza de la producción de abacá se implementó el proyecto **Diversificación y Expansión de la Iniciativa de Abacá Sostenible**, el cual incluye la implementación de planes de acción a la medida en las fincas. Dichos planes establecen la incorporación de criterios de gestión de la biodiversidad, entre los cuales el monitoreo tiene una importancia significativa.

El monitoreo de la biodiversidad en las fincas de abacá se realizó por grupos de especies e incluyó aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Para cada grupo se realizó una revisión de la bibliografía preexistente sobre los distintos grupos de fauna y flora del lugar. A partir de dicha revisión se elaboró una primera lista de especies que luego fueron catalogadas por su endemismo y categorías de conservación, a partir de lo cual se generó un listado de **especies sensibles**.

Una segunda fase del trabajo implicó la revisión de **los hallazgos de la literatura** en una validación de campo que consistió en visitar cada finca, hacer un recorrido general y otro por cada plantación de abacá.

Durante el recorrido se registraban las especies observadas en una libreta de campo y se registraban con fotografías cuando su comportamiento lo permitía.

Resultados de las plantaciones de Abacá en el Caribe

En total se registraron **44 especies de aves y 18 de mamíferos** dentro y fuera de la plantación de abacá. De las 44 especies de aves registradas, 8 resultaron estar en alguna categoría de conservación; y de las 18 especies de mamíferos, 9 están en alguna categoría de conservación. De todas estas especies con alguna categoría de conservación destacan el pavón y la lapa verde, por estar en las tres listas de especies amenazadas, así como la taltuza, por ser una especie que se creía endémica de Costa Rica. **Respecto a los anfibios, se reporta un total de 14 especies y un total de 21 especies de reptiles.**

Resultado plantaciones de Abacá en el Pacífico Sur

En total se registraron **41 especies de aves y 36 de mamíferos** dentro y fuera de la plantación de abacá. De las 41 especies de aves registradas, 7 resultaron estar en alguna categoría de conservación; y de los 36 de mamíferos, 24 están en alguna categoría de conservación. De todas estas especies con alguna categoría de conservación destacan la lapa roja, el mono araña y el mono tití, por estar en las tres listas de especies amenazadas, así como la taltuza, por ser una especie que se creía endémica de Costa Rica. **Se registró un total de 14 especies de anfibios y 32 especies de reptiles.**





03 Caso de éxito: Dole

**Iniciativa Estrella Verde:
monitoreo participativo de ríos
con macroinvertebrados.**



Dole, con el apoyo de comunidades del Valle La Estrella, Limón, Costa Rica

El monitoreo con especies indicadoras puede combinarse con un proceso de trabajo de campo que involucre grupos locales. Esta modalidad es conocida como monitoreo biológico participativo y su objetivo final es que quienes participan en él vayan gradualmente apropiándose de estos instrumentos y métodos.

El monitoreo biológico participativo, por tanto, implica la capacitación de una comunidad, un centro educativo, una asociación o cualquier grupo social organizado, con el fin de que **se apropien del monitoreo y lo lleven a cabo.**

Un buen ejemplo de este tipo de monitoreo con un enfoque en el paisaje es **el plan de monitoreo biológico participativo para El Valle La Estrella**, desarrollado en el marco de la Iniciativa Estrella Verde. Esta iniciativa de **Dole** es implementada en cooperación con **GIZ** y cuenta con el apoyo de la organización costarricense **FUNDECOR**.

Entre sus componentes, el proyecto incluye el monitoreo participativo de los ecosistemas presentes en el Valle La Estrella, con el objetivo de conocer **su estado de salud mediante el uso de bioindicadores.** El monitoreo se aplicó en ecosistemas acuáticos de la región. En este proceso participaron personal de Dole y de GIZ junto con 17 personas voluntarias de las comunidades y estudiantes del Colegio Técnico Profesional Valle La Estrella.



Monitoreo participativo en el Valle La Estrella.



Grupos con los que se desarrolló el monitoreo participativo de macroinvertebrados en el Valle La Estrella.

El monitoreo se realizó en **la cuenca del río Estrella**, ubicada en la provincia de Limón y caracterizada por el cultivo intensivo de banano y por la presencia de áreas de pastoreo, bosques y fincas familiares. Las personas participantes recibieron charlas sobre monitoreo de ríos y todas realizaron el trabajo de campo con el fin de poner en práctica las técnicas de obtención de las muestras.

Se recolectaron un total de 2459 individuos de macroinvertebrados dulceacuícolas. Además de la recolección de los macroinvertebrados, las personas participantes limpiaron y clasificaron en familias los macroinvertebrados recolectados, los cuales fueron posteriormente utilizados para generar la clasificación de calidad de aguas.

El análisis de los datos se realizó aplicando el índice Biological Monitoring Working Party específico para Costa Rica, el cual está diseñado de tal forma que le da un valor a cada familia de macroinvertebrados según su sensibilidad o tolerancia a la contaminación. En el índice, las familias con menor tolerancia a la contaminación tienen puntajes altos, mientras las familias con alta tolerancia a la contaminación tienen puntajes bajos. Así, un río limpio y con buena calidad de agua obtendrá un resultado alto, mientras un río contaminado obtendrá resultados bajos.

Según el índice BMWP-CR, tres de los cuatro sitios en el área de monitoreo tienen **aguas de calidad excelente y solo uno tiene aguas de calidad regular**. Los sitios fuera de la influencia directa de la bananera obtuvieron los puntajes más altos y, por lo tanto, presentaron mejor calidad de aguas. Los dos sitios con influencia bananera tienen los puntajes más bajos, con una calidad de agua más regular.

A partir de la experiencia con la comunidad, se pueden identificar algunos beneficios del monitoreo participativo:

- **Es muy efectivo** en términos de la relación costo-beneficio y del impacto en la gestión.
- **Integra el conocimiento** local al monitoreo científico.
- **Las comunidades y los grupos involucrados** logran desarrollar un aprecio significativo por la biodiversidad.
- **Se desarrolla un sentido** de pertenencia respecto a ella.
- Las personas participantes **logran desarrollar un entendimiento** del uso que las especies hacen de los distintos ecosistemas.
- **Fortalece** las instituciones locales.
- **Reduce los costos** del monitoreo.



Mujeres y hombres de la comunidad participando del trabajo de clasificación y análisis de la clasificación de agua por macroinvertebrados.





04 Caso de éxito: Upala Agrícola

Uso de Sistemas de Información Geográfica para un inventario de flora

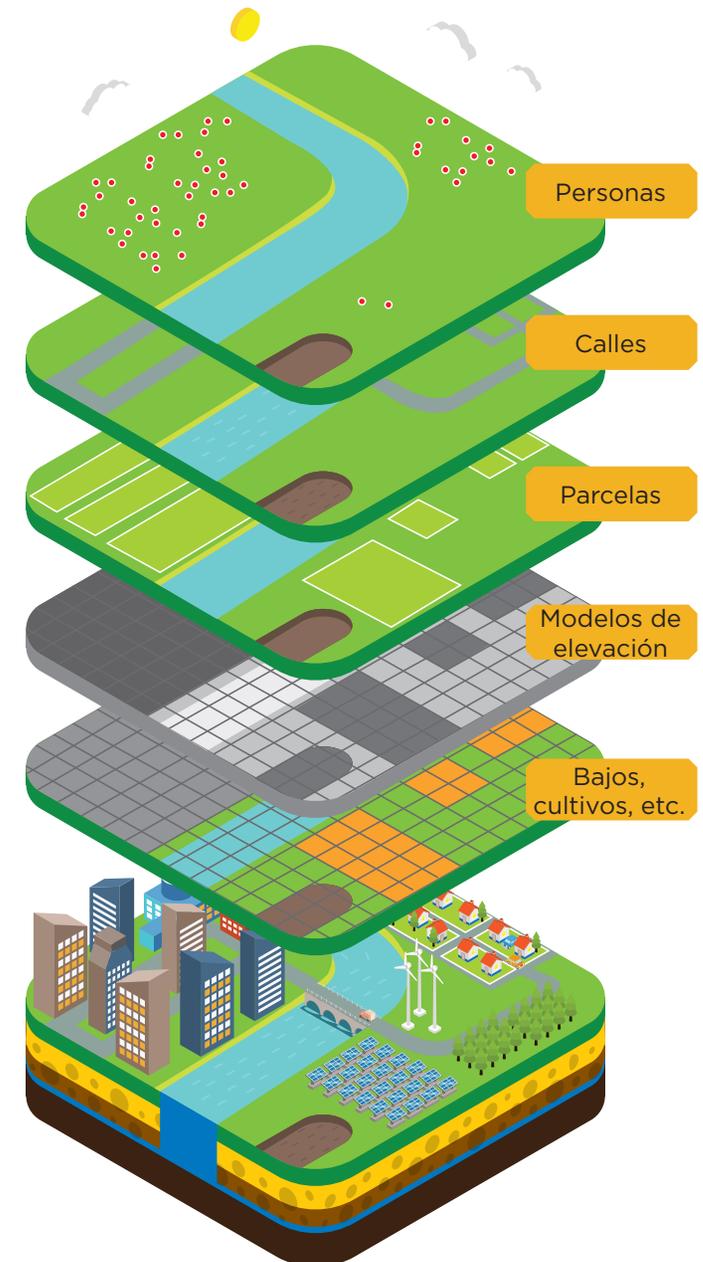


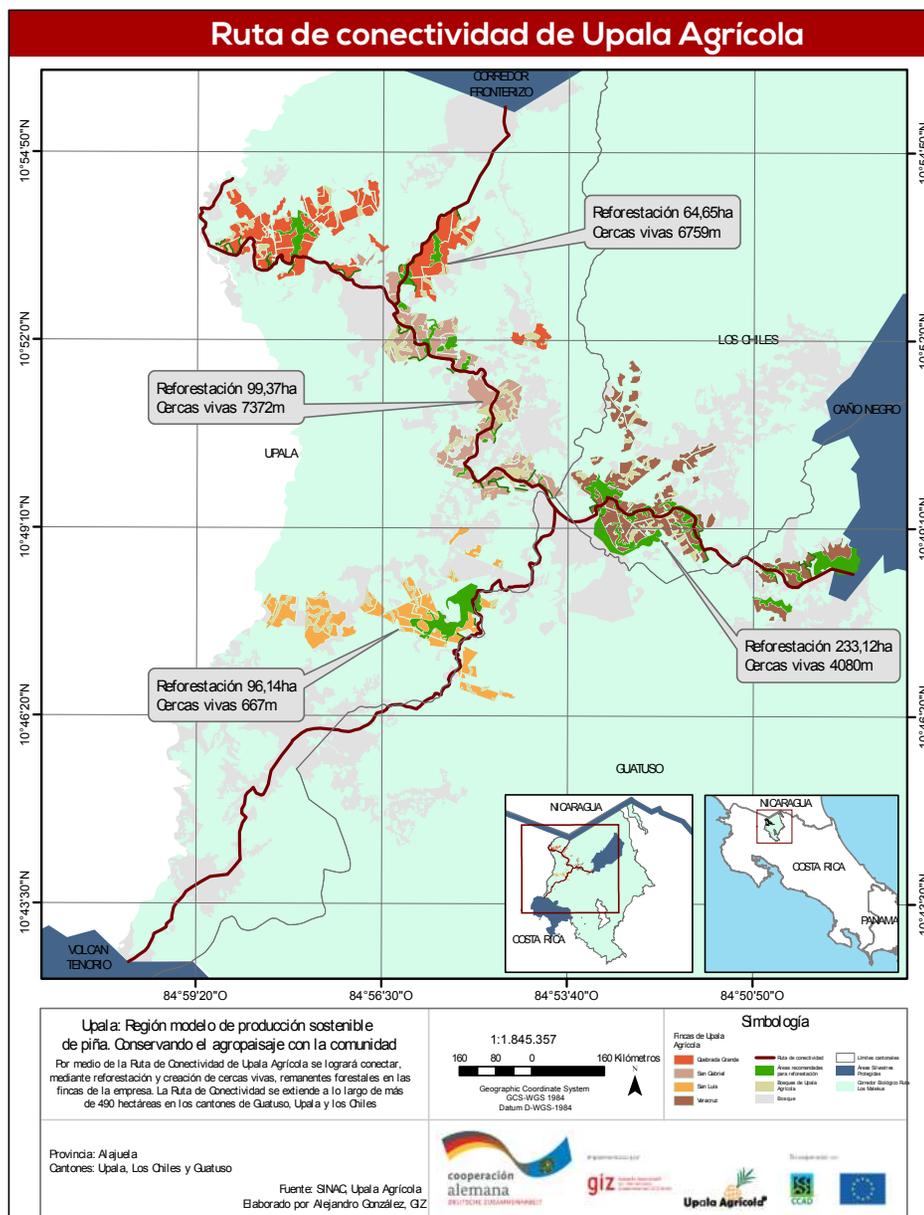
Uno de los aspectos fundamentales para el monitoreo es situar los sitios de trabajo en una escala geográfica, es decir, en relación con el paisaje o territorio. Lo anterior incluye la cobertura forestal, la presencia de cultivos, límites, características hídricas y de suelo, entre otras. Para gestionar esta información en forma de mapas contamos con los **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**.

Estos mapas facilitan el estudio del espacio geográfico y permiten registrar sus cambios a lo largo del tiempo. **Los SIG se han convertido en un estándar** porque ayudan a simplificar cantidades enormes de datos relacionados a la ubicación de elementos sobre el paisaje.



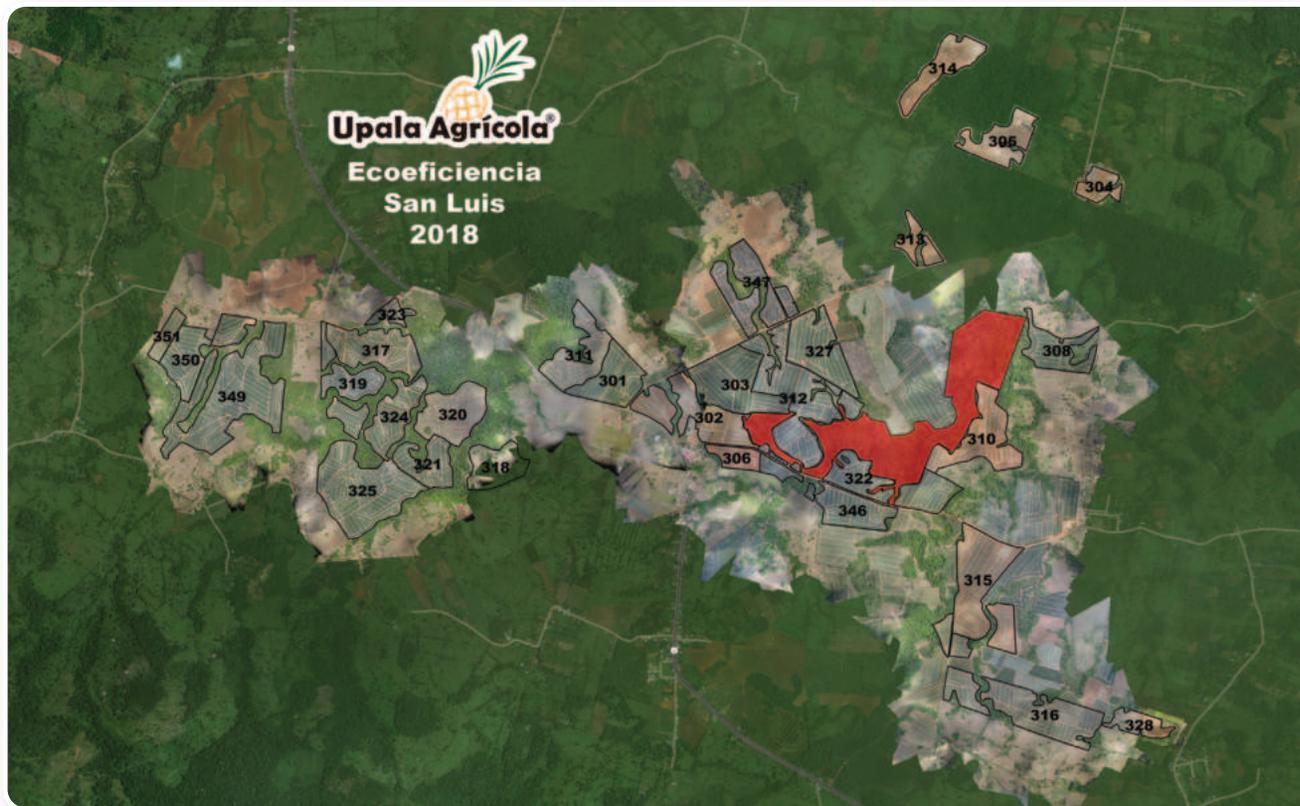
En SIG, las variables toman forma de capas de información.





Un ejemplo creativo del uso del SIG es el establecimiento de las rutas de conectividad y de monitoreo de fauna establecidas en las fincas de producción de piña de Upala Agrícola S.A. Esta empresa realizó un estudio que les permitió, a través de imágenes satelitales e inventarios de campo de flora y fauna, **establecer rutas internas que permitirán restaurar paisajes productivos y conectar biológicamente** a tres corredores biológicos: Ruta Los Malekus, Corredor Fronterizo y Volcán Tenorio-Miravalles. Estas rutas de conectividad involucran la restauración de casi **493 hectáreas** y más de **19.000 metros lineales con cercas vivas**, utilizando especies nativas y atractoras de biodiversidad. El trabajo consistió en la realización de un estudio, proceso que fue acompañado por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Para el monitoreo de fauna se definieron especies claves como indicadores biológicos y respecto a las cuales se registra frecuencia de presencia o ausencia de individuos; entre estos, se tienen el hormiguero dorsicastaño (*Myrmeciza exsul*), y los monos capuchinos cariblanco (*Cebus imitator*); congo (*Alouatta palliata*) y araña (*Ateles geoffroyi*), así como el jaguarundi (*Puma yagouaroundi*). **Como primera etapa, y durante los próximos ocho años,** se establecieron **11 sitios de monitoreo** en parches reforestados ya establecidos; y **otros 11 sitios o parches** que se extenderán en la segunda etapa, una vez que estos presenten una cobertura arbórea establecida.



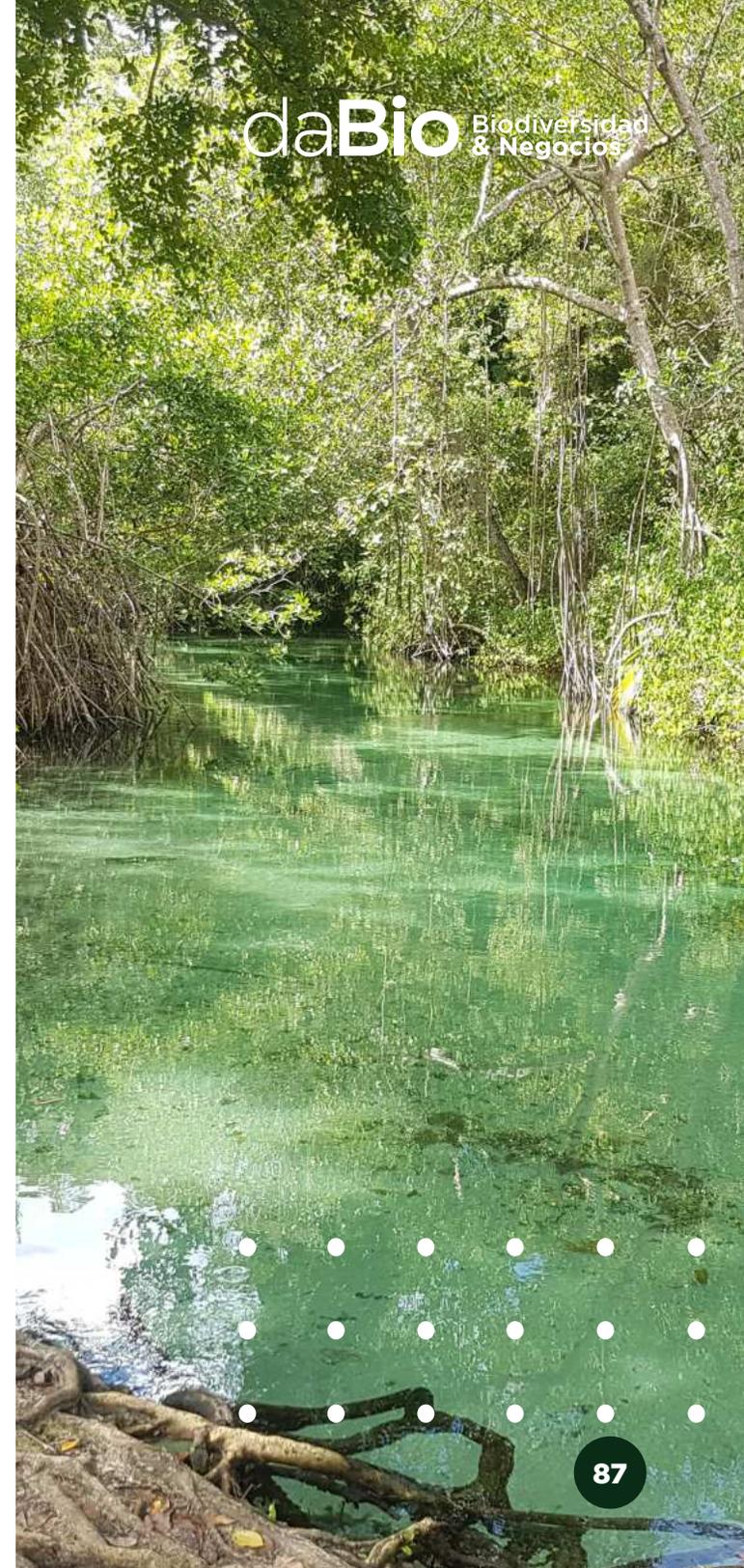


05 Caso de éxito: Las Galeras

**Identificación e inventario de
elementos de la biodiversidad
con valor turístico para el destino
Las Galeras, Samaná,
República Dominicana**

Impulsado por: Ayuntamiento del distrito municipal Las Galeras

La economía de Samaná se sustenta básicamente en el turismo (MIMARENA, 2011b). **El turismo es uno de los sectores que dependen de la biodiversidad y de los servicios que ofrecen los ecosistemas.** El Polo Turístico Samaná-Las Terrenas se encuentra en una de las áreas de la República Dominicana con gran potencial para el desarrollo de un turismo con integración de la biodiversidad. **La Península de Samaná** es, además, una zona que presenta una biodiversidad con características especiales debido a la diversidad de hábitats y al endemismo de las plantas allí presentes.





Las Galeras no solo es una de las áreas turísticas más importantes de la provincia de Samaná, sino que es un destino popular por sus hermosas playas remotas y belleza escénica. En Las Galeras también se encuentran dos áreas protegidas: Monumento Natural Cabo de Samaná y el Parque Nacional Cabo Cabrón. Además, es una zona de alta prioridad en la Península de Samaná para la conservación de especies únicas y/o amenazadas.



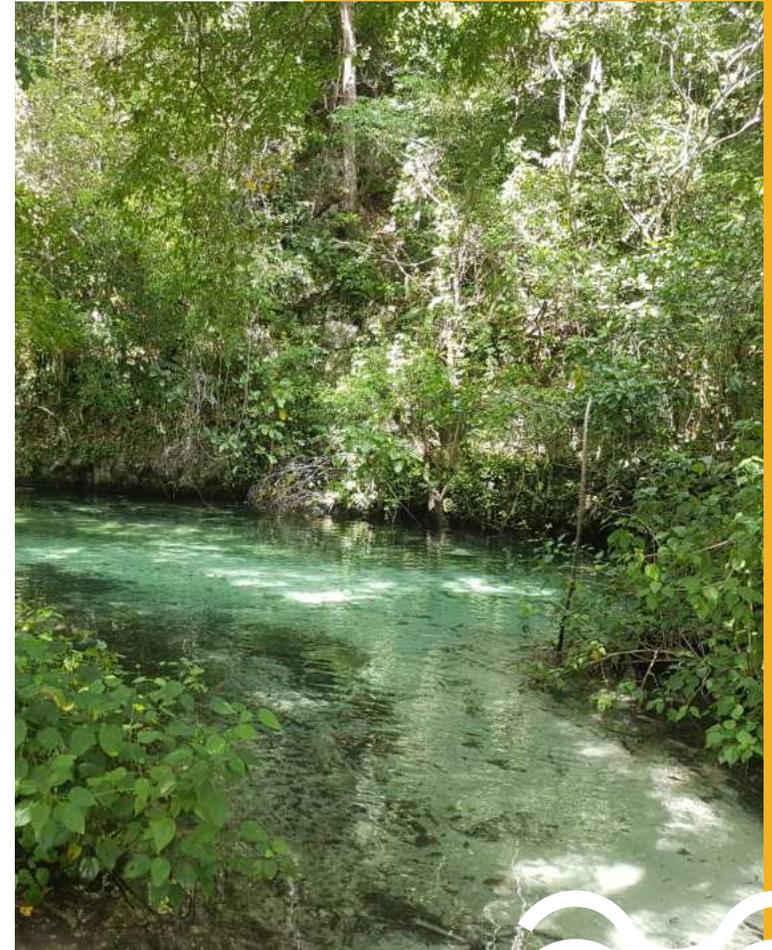
Este enorme potencial turístico fue la principal motivación del ayuntamiento del distrito municipal Las Galeras, el cual, en conjunto con la Cooperación Alemana para el Desarrollo, GIZ, y el apoyo de la empresa certificadora turística internacional TourCert, **llevaron adelante un proceso de certificación de Las Galeras como destino sostenible con criterios de biodiversidad.**

Lo anterior, con el fin de anclar el tema de biodiversidad en las actividades económicas de este destino y que las empresas reconozcan el valor agregado e inviertan en la conservación de su capital natural.

A raíz de este proceso de certificación se crearon **circuitos turísticos** en el destino, en donde pueden observarse una diversidad de hábitats y paisajes que incluyen playas arenosas, acantilados rocosos, farallones, humedales y bosque perennifolio de montañas. Dos de ellos se encuentran en el **Monumento Natural Cabo Samaná** y uno de ellos en las proximidades del **Parque Nacional Cabo Cabrón**. Posteriormente, en los circuitos se realizó una identificación y un inventario de los elementos florísticos con valor turístico, con el fin de promover una gestión responsable de la biodiversidad del destino.

Para el levantamiento florístico se realizaron los muestreos basados en los senderos establecidos para los recorridos turísticos, principalmente de plantas arborescentes, arbustivas y trepadoras. El inventario registró en las áreas de los circuitos y alrededores un total de **265 especies de plantas, pertenecientes a 204 géneros distribuidos en 72 familias de plantas con semillas y un helecho arborescente**.

De estas 265 especies reportadas, 192 son nativas y 28 son endémicas de la Isla Española (por ejemplo, el roble (*Tabebuia berteroi*), lo cual demuestra la importancia de la zona para la conservación de la biodiversidad en Samaná. Por otro lado, 52 de las especies nativas y endémicas están reportadas bajo alguna categoría de amenaza en la lista roja de la UICN y la lista roja de la República Dominicana, situación que subraya aún más la importancia de **motivar la conservación y uso sostenible de estos espacios naturales**.





A partir del inventario se identificaron **136 plantas con algún tipo de uso por parte de las comunidades** o un valor ecológico por los servicios directos a la fauna, ya sea como alimento o hábitat. El inventario también permitió seleccionar algunas especies representativas, emblemáticas o especies bandera de la zona como la palma guanito (*Coccothrinax gracilis*), la ceiba (*Ceiba pentandra*), el bejuco jaquimey (*Hippocratea volubilis*), la guáyiga (*Zamia pumila*), la ozua (*Cinnamodendron ekmanii*) y la canelilla del cabo (*Pimenta samanensis* o *Eugenia samanensis*); estas dos últimas con endemismo local y con valor como plantas medicinales y aromáticas. Asimismo, se identificaron plantas con **potencial ornamental**, es decir, para su uso en jardinería y arborización de Las Galeras.

Esfuerzos de monitoreo como este, así como la información y hallazgos plasmados en este estudio de la flora permiten:

- Contar con información para **identificar e interpretar los senderos** de los circuitos turísticos con las especies más representativas del destino.
- Mostrar a los turistas y visitantes del destino **la biodiversidad** que alberga Las Galeras.
- Sensibilizar a los visitantes sobre el **valor ecológico, económico y cultural** de la biodiversidad en Las Galeras.
- Contar con una **línea base** de la biodiversidad del destino.
- Reconocer la importancia que tienen estos espacios para la **conservación de la biodiversidad**.



06 Caso de éxito: Travel to nature Monitoreo de biodiversidad en Reserva Bosque La Tigra.



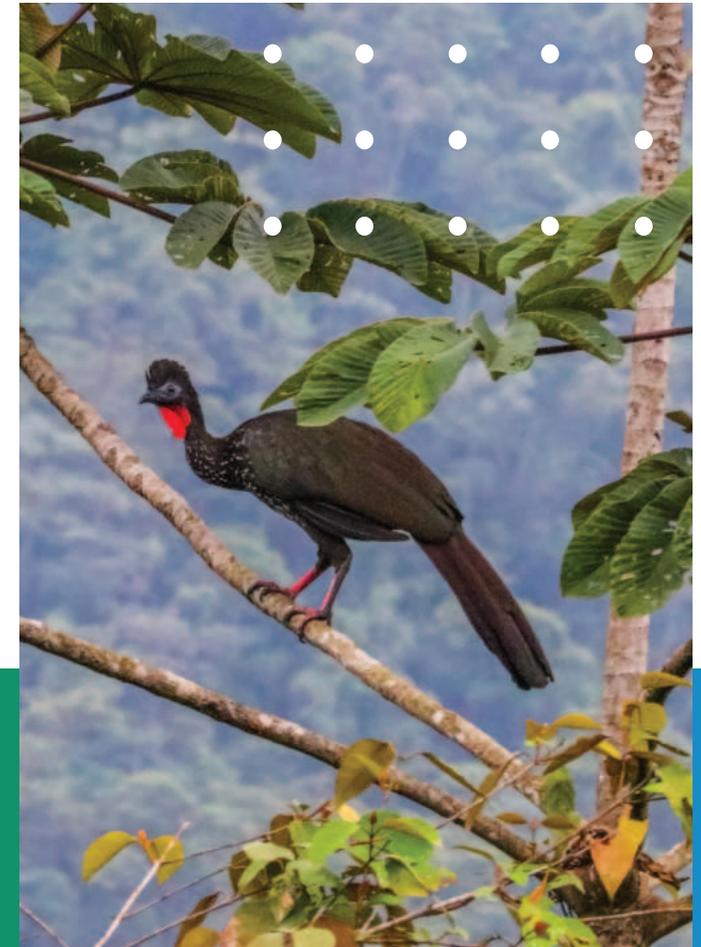
La alianza público-privada Reserva Bosque La Tigra: Biodiversidad en Acción Costa Rica es una iniciativa de la empresa tour operadora alemana Travel-to-Nature y el programa develoPPP del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo, BMZ, y es implementada en cooperación con la GIZ. Cuenta con la participación de actores y empresas locales, la comunidad y el hotel La Tigra Rainforest Lodge.

El proyecto se desarrolla en el distrito La Tigra, cantón de San Carlos, en la provincia de Alajuela, Costa Rica, localidad en donde **se desarrolló el cultivo de plantas ornamentales como única actividad económica en los años noventa**. Dicha actividad fue desapareciendo gradualmente y dejó a esta comunidad en una situación económica complicada, convirtiéndola en una de las más pobres de la región. En contraste con esta problemática, cerca de la Tigra se ubican áreas silvestres protegidas como el Parque Nacional Volcán Arenal y la reserva privada Bosque Eterno de los Niños, cuyo principal atractivo turístico es la biodiversidad.

Así las cosas, **el objetivo de la iniciativa es la creación de la Estación Biológica Reserva Bosque La Tigra para la protección y uso sostenible de la biodiversidad**. El proyecto involucra componentes de reforestación, educación ambiental y servicios ecoturísticos. Asimismo, busca crear oportunidades económicas en el sector turismo que puedan ser aprovechadas por la comunidad local.

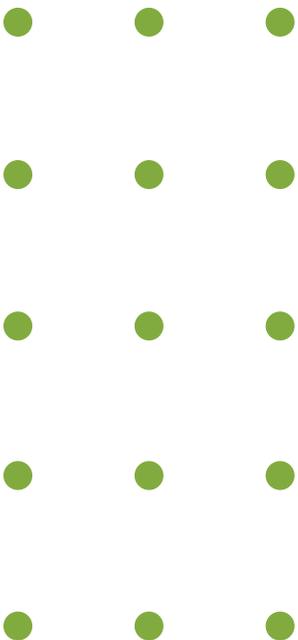
Como parte del proyecto Reserva Bosque La Tigra **se pretende realizar actividades de reforestación con árboles nativos**. A largo plazo, los esfuerzos de reforestación y conservación tienen como objetivo crear conectividad ecológica entre los terrenos del proyecto y el Bosque Eterno de los Niños, la reserva privada más grande de Costa Rica, la cual abarca unas 23.000 hectáreas.

Conectando ambas áreas se busca lograr un incremento de avistamientos de fauna local de grupos como mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Se espera que los esfuerzos para **promover esta conectividad tengan un impacto positivo** en las condiciones laborales de la comunidad; de hecho, muchas personas se están capacitando como guías locales de turismo con miras a atender los visitantes de Reserva Bosque La Tigra.



Las actividades de monitoreo de biodiversidad incluidas dentro del **Proyecto Reserva Bosque La Tigra** son imprescindibles para medir el incremento de especies después de la reforestación.

La línea base permitirá realizar comparaciones en posibles monitoreos futuros y conocer el porcentaje de incremento en los avistamientos de fauna.



Inventario y línea base de aves

Para el inventario de aves se realizaron recorridos en los senderos disponibles en la Reserva Bosque La Tigra, así como la respectiva **identificación visual de las especies** con base en guías de aves. Los recorridos se diseñaron para cubrir los diferentes tipos de cobertura vegetal existentes (bosque maduro, bosque secundario y áreas de pastos). Para establecer la línea base para el monitoreo de aves se utilizó el **conteo por puntos con radio fijo**. Los sitios de los puntos de muestreo se determinaron en el campo, según las condiciones del terreno y la disponibilidad de senderos. Se establecieron puntos en el bosque maduro, el bosque secundario, las áreas de pasto y áreas en regeneración.

Se logró registrar 62 especies de aves, siendo las especies más abundantes el setillero collarejo (*Sporophila corvina*) y el sargento (*Ramphocelus passerinii*). Así, junto con las especies registradas previamente, **se contabilizan 94 especies** en esa zona, de las cuales 7 son especies migratorias, 5 son endémicas regionales y 3 especies se consideran amenazadas. Esta lista de 94 especies debe considerarse como un primer esfuerzo, pues se espera que con un **monitoreo sistemático** este número crezca significativamente.

Además, en la línea base se identificaron **doce especies de aves que fueron seleccionadas como especies sensibles**; entre ellas, tres colibríes, un halcón, un águila, el pavón y la pava. Estas especies, en general, son poco comunes; algunas de ellas están **seriamente amenazadas debido a la pérdida del bosque** o a que suelen ser objeto de cacería. A partir de esto, se hacen recomendaciones para dedicar particular atención a estas especies cuando se tomen decisiones de manejo en la Reserva y en los programas de educación ambiental por desarrollar.



Inventario y línea base de anfibios y reptiles

Para realizar el inventario y la línea base de anfibios y reptiles se realizaron **recorridos durante el día y la noche** en senderos y caminos disponibles en la propiedad. En dichos recorridos se cubrieron áreas de bosque maduro, bosque secundario, pastos y áreas de influencia. Además, se tomaron fotografías cuando el animal y las condiciones lo permitían. Para la identificación de los individuos se empleó el **avistamiento visual** y para la identificación acústica de anfibios se utilizaron **equipos de grabación y cantos** del sitio web <https://amphibiaweb.org>.

Para el inventario de anfibios y reptiles, además de los tipos de cobertura citados, se incluyeron los **sitios aledaños al área de estudio**. Así pues, además de incluir ríos, quebradas, lagunas o cualquier tipo de cuerpo de agua, se incluyeron zonas boscosas. Para el monitoreo de la herpetofauna se utilizó el método de **recorrido de transeptos lineales**. A partir de este método se revisó exhaustivamente cada tipo de vegetación, es decir, hojarasca, troncos, rocas, cuerpos de agua y dosel.

En total se registraron 17 especies de anfibios con un esfuerzo total de 21 horas. La especie más abundante fue la rana martillo (*Diasporus diastema*). Se encontró una mayor presencia de anfibios en el área de **bosque secundario**. Todas las especies registradas comparten amplias distribuciones, por lo que no se consideran amenazadas. Asimismo, y de acuerdo con los listados nacionales e internacionales, únicamente dos especies, **la rana dardo (*Dendrobates pumilio*) y la rana verde de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*) se consideraron especies sensibles.**





Inventario y línea de base de flora

Para levantar el inventario de las plantas vasculares presentes en la Reserva Bosque la Tigra, se realizaron 24 parcelas de 1000 m² donde se anotaron, identificaron y fotografiaron todas las **especies de plantas en el área**. La clasificación de las plantas se realizó durante el trabajo de campo y en la oficina, en dos herbarios nacionales. Con los datos obtenidos se confeccionó el inventario de las plantas presentes en la reserva.

Se encontró un total de **313 especies de plantas** en la Reserva Bosque La Tigra. Las plantas con flores fueron el grupo más numeroso con un 95.2% de las especies registradas. Un 99.3% de las especies encontradas en la reserva son nativas de Costa Rica. **El bajo porcentaje de especies exóticas indica el buen estado del ecosistema natural**, tanto en áreas abiertas como en bosque. De las especies nativas, 3 son endémicas de Costa Rica.

De las 313 especies registradas, un total de **13 especies se consideran como especies sensibles** debido a que se encuentran bajo alguna categoría de protección estatal o internacional por sus escasas poblaciones o su sobreexplotación efectuada por el ser humano.

Los contenidos del informe de línea base de plantas pasaron un **proceso de mediación**, con el fin de hacer más accesibles los resultados del informe a los visitantes y turistas de Reserva Bosque La Tigra. A partir de los resultados se desarrolló un catálogo que muestra, **a través de fotografías**, la diversidad florística de la reserva y un *checklist* de especies que permite al visitante identificar especies en su recorrido por los senderos.



07 Caso de éxito: Consorcio Ambiental Dominicano Monitoreo del zorzal de Bicknell





El zorzal de Bicknell es una especie migratoria que vive entre los bosques de la República Dominicana y de Norteamérica. **La importancia y atractivo de la especie impulsó la creación del programa de conservación denominado Dos Mundos.** Dicho programa unió al sector privado, público y sin fines de lucro para conformar la primera reserva privada en la República Dominicana: La Reserva El Zorzal.

La Reserva El Zorzal forma parte del **bosque húmedo latifoliado** que sirve de hábitat crítico para la supervivencia del ave migratoria zorzal de bicknell (*Catharus bicknelli*). Este bosque está localizado en la Cordillera Septentrional en el nordeste de la República Dominicana. Además del zorzal, numerosas especies endémicas y amenazadas de varios grupos taxonómicos se encuentran allí.

Desde su creación, la Reserva ha contado con el apoyo de Centro Vermont para Eco-Estudios (<https://vtecostudies.org/>) que brinda el **soporte técnico al monitoreo de biodiversidad.** La investigación conjunta entre la Reserva El Zorzal y el Centro Vermont trata de responder a la siguiente pregunta: **¿Logran las áreas de bosque protegidas aumentar la población del zorzal?** En términos de diseño, la Reserva el Zorzal se dividió en 107 puntos que se monitorean cada dos años buscando presencia o ausencia del zorzal.

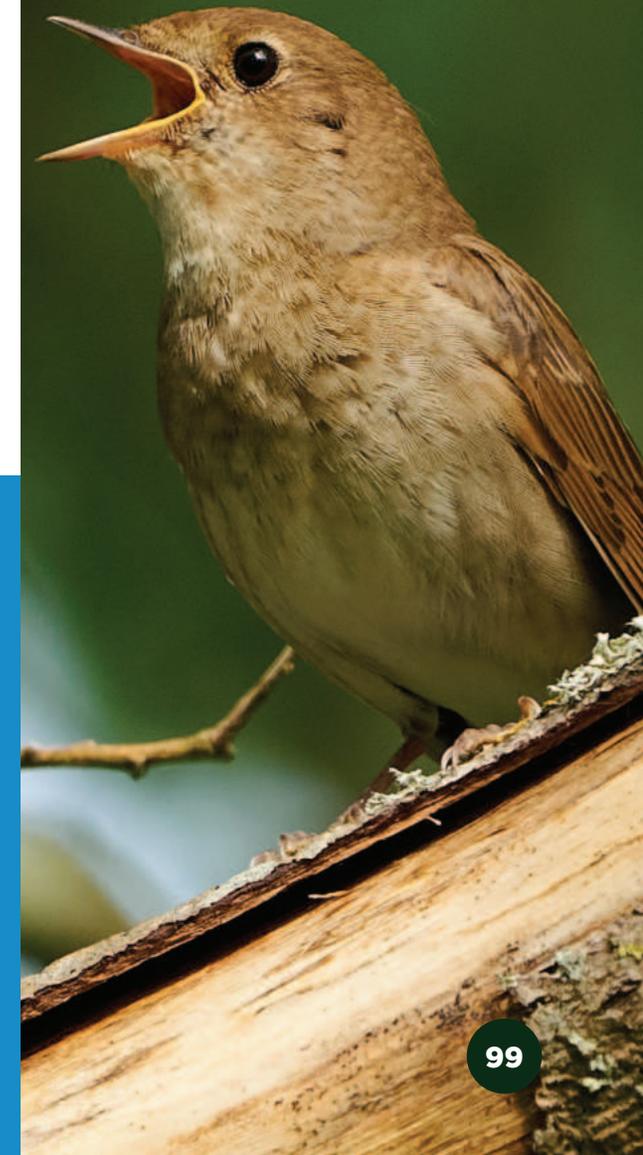
El Zorzal de Bicknell / *Catharus bicknell*

El protocolo para el **monitoreo del Zorzal de Bicknell** se resume en los siguientes pasos:

- **Establecimiento de las coordenadas de una trama de puntos**, separados 200 m entre sí, donde se llevaron a cabo los censos de aves, el inventario de la vegetación y la fenología de los frutos silvestres.
- **Marcaje de cada** punto con una placa de aluminio.
- **Clasificación porcentual de la vegetación** en una de las 9 categorías predefinidas.
- **Estimación de la abundancia relativa y estado fenológico** de plantas productoras de frutos silvestres de importancia para el zorzal de Bicknell.
- **Censo** de todas las aves vistas y oídas en cada punto.

Como resultados principales del proceso, y en tan solo tres años (2013-2016), se registra el aumento significativo de los sitios en donde se observan los zorzales, que pasaron **de 19 a 58 sitios**.

Parte del éxito del sistema de monitoreo de Reserva El Zorzal es que en la actualidad se ejecuta a través de sus guardaparques, quienes no solo cuentan con una capacitación sino también con el equipo que los faculta para ello. Según Hodali Almonte, del Museo Nacional de Historia Natural de Santo Domingo: *“Uno de los aspectos que ha facilitado este hecho es que el protocolo de monitoreo es fácil de entender, el mismo es corto y cualquier persona puede aplicarlo”*.





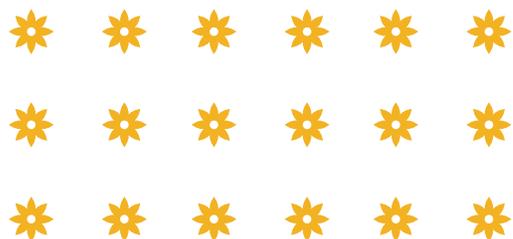
08 Caso de éxito: La Loma

Monitoreo de biodiversidad en plantaciones de macadamia



La Loma Macadamia impulsa un modelo de negocio pionero y único en la República Dominicana, que promueve soluciones sociales, económicas y ambientales mediante la producción de macadamia en manos de pequeños productores. Este modelo de negocios pretende promover la siembra de cultivos perennes y rentables como la macadamia para restaurar la biodiversidad y la cobertura arbórea en San José de las Matas, República Dominicana, zona que sufrió una fuerte deforestación y degradación debido al proceso de sustitución de bosques para realizar **actividades productivas** como el pastoreo o los cultivos de ciclo corto.

Esta iniciativa es considerada pionera en el país, pues implica la integración del cultivo y comercialización de la nuez de macadamia con los impactos sociales, ambientales y económicos positivos para todos los integrantes que componen su cadena de valor.



La **macadamia** es un árbol que puede crecer hasta **18 metros de altura**, con una espesa cobertura de copa y un sistema radicular profundo, características que le permiten proveer una serie de servicios ambientales tales como:



Agua:

Es productora neta de agua, además, su cobertura de hojarasca y sus profundas raíces retienen el agua en las laderas y esto permite un descenso paulatino y consistente, **mitigando los efectos de la sequía y previniendo inundaciones.**



Suelo:

El suelo es retenido por las raíces del árbol y junto a la hojarasca **evitan la erosión**, manteniendo la fertilidad y protegiendo a su vez los ríos, lagunas y playas de un exceso de sedimentos.



Biodiversidad:

Los árboles de macadamia cultivados de forma orgánica y convencional en áreas degradadas y distribuidos en cientos de pequeñas parcelas crean hábitats idóneos para muchas especies, lo cual incide en el **aumento de la diversidad y promueve la restauración del equilibrio ecosistémico**, que a su vez mitiga el efecto de plagas y mantiene la fertilidad del suelo.



Cambio climático:

La macadamia captura **4 toneladas de CO2 por hectárea** anualmente, contribuyendo a mitigar el cambio climático.



En vista de que la biodiversidad es un tema esencial para la Loma Macadamia, se realizó un estudio de línea base para llevar **un registro de la evolución de la diversidad biológica y determinar el efecto que tiene en la biodiversidad** la aplicación de los paquetes tecnológicos que la empresa promueve en las fincas de productores de macadamia.

El estudio comparó la biodiversidad en las zonas de pastizales, pinos y bosques poco alterados a orillas de los ríos y las plantaciones de macadamia jóvenes y adultas. Los resultados mostraron que la macadamia alberga significativamente más especies que las zonas de pasto y pinos, pero menos que los bosques poco alterados, lo cual evidencia que la macadamia está sustituyendo terrenos cubiertos de pasto y con ello atrayendo la biodiversidad, lo cual es muy importante.



En relación con las plantaciones jóvenes y adultas de macadamia, el informe mostró que las jóvenes cuentan con mayor biodiversidad, mientras que las plantaciones adultas, al tener características de monocultivo, registran menos diversidad de especies.

En ese sentido, el informe destaca la importancia de que los paquetes tecnológicos incluyan medidas que fomenten la biodiversidad, a fin de **evitar la transformación total del paisaje hacia un monocultivo de macadamia**. Por ejemplo, se recomienda mantener parches boscosos dentro y alrededor de la zona de cultivo, linderos perimetrales biodiversos y barreras rompevientos con plantas que sean de sostén alimenticio, refugio y atractores de animales vertebrados e invertebrados.

En los gráficos se comparan las cantidades de especies de plantas y aves según el ecosistema muestreado:

Figura 1. Cantidad de especies de plantas registradas por tipo de ecosistema.

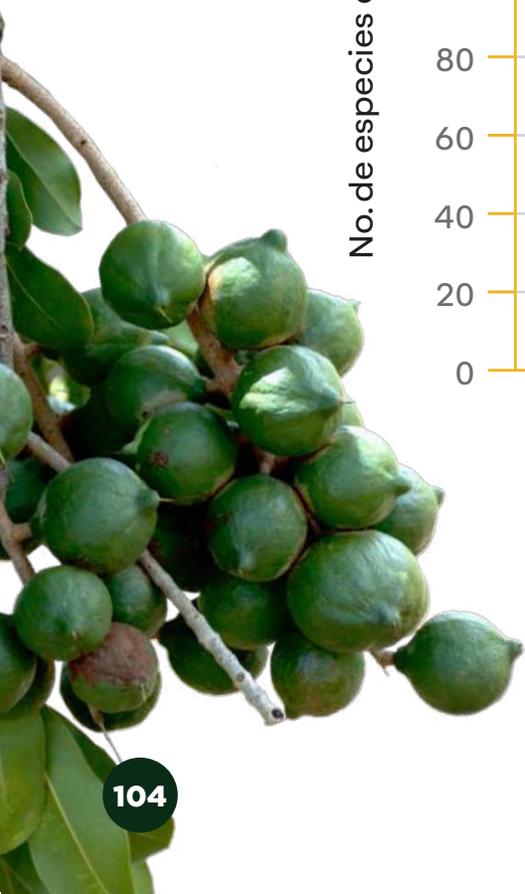
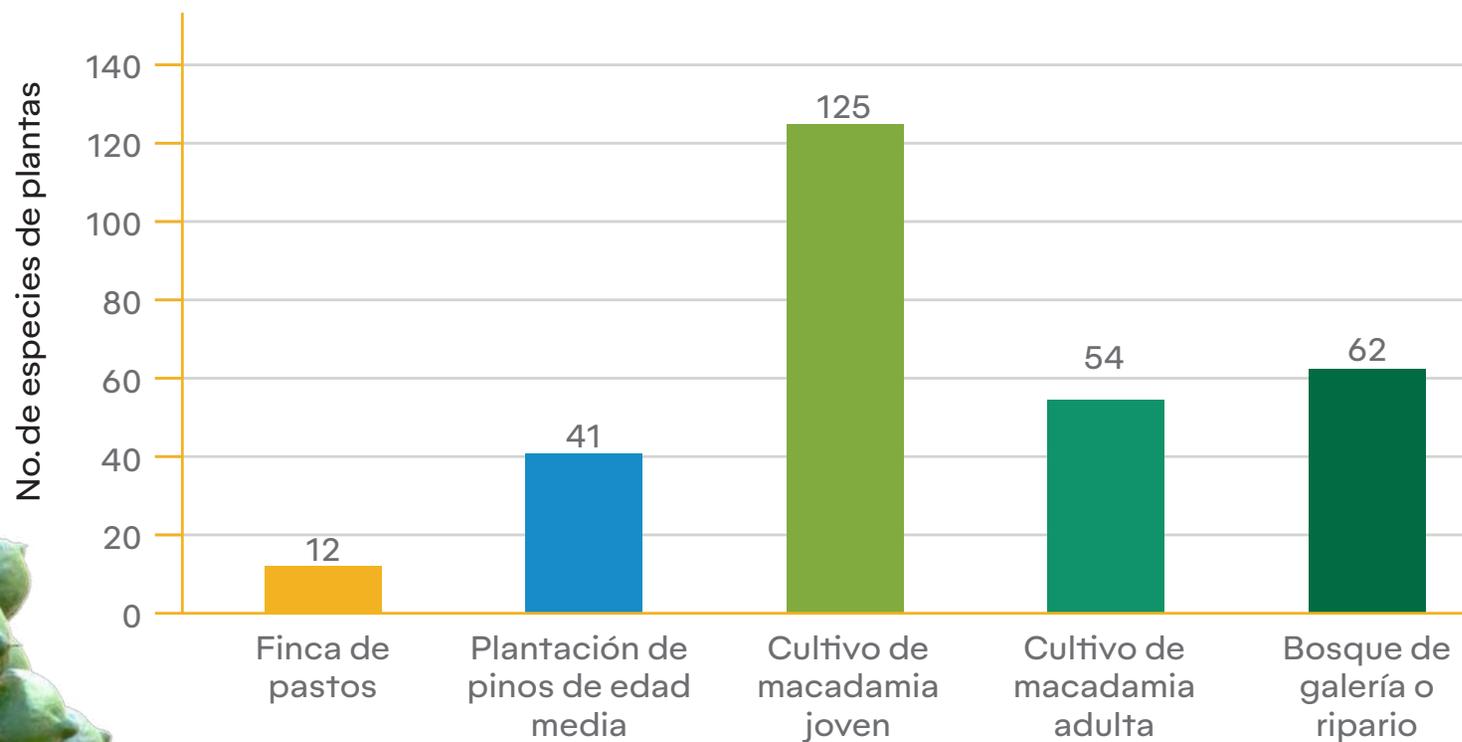
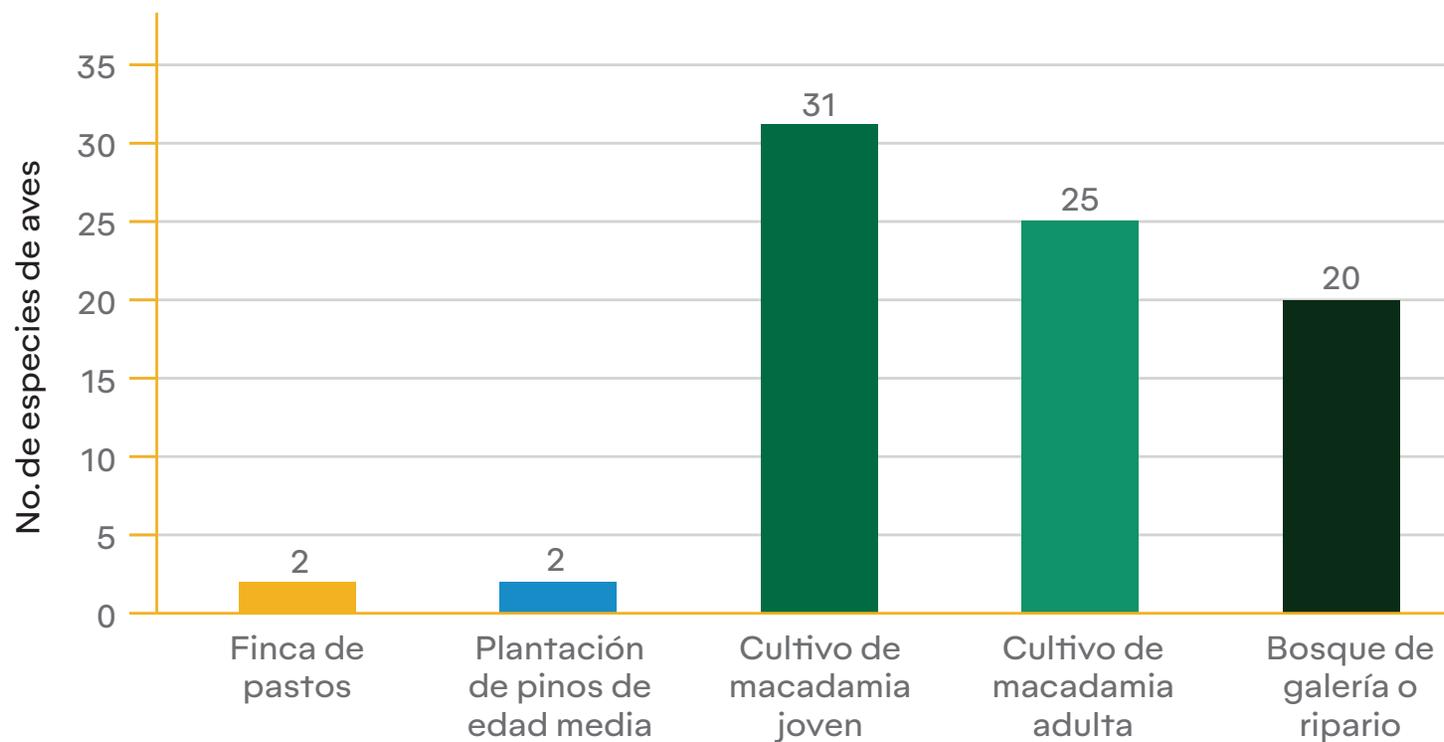


Figura 2. Cantidad de especies de aves registradas por tipo de ecosistema.



A partir de la línea base de biodiversidad también surge la recomendación de establecer, para cada plantación de macadamia, un plan de acción por la biodiversidad que se traduzca en medidas para conservar el suelo y su cobertura vegetal, utilizar cosecha de agua, estimular el uso de barreras vivas y el establecimiento de cultivos intermedios durante los primeros años del cultivo.





Capítulo VI. Fichas de innovación tecnológica

daBio Biodiversidad
& Negocios

106



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

¿Puede el monitoreo de biodiversidad abrir puertas para la innovación en mi empresa?

En este apartado vamos a brindar la tercera ficha de innovación, cuyo objetivo es presentar una serie de casos en los que los protagonistas han seguido trabajando hasta implementar ideas visionarias.





Ficha de innovación 1

Desarrollo de una aplicación para la detección de ballenas en la bahía de Samaná en la Republica Dominicana.



Descripción: Esta ficha presenta el desarrollo de una aplicación móvil para la detección de ballenas jorobadas en el área de la bahía de Samaná en la Republica Dominicana.

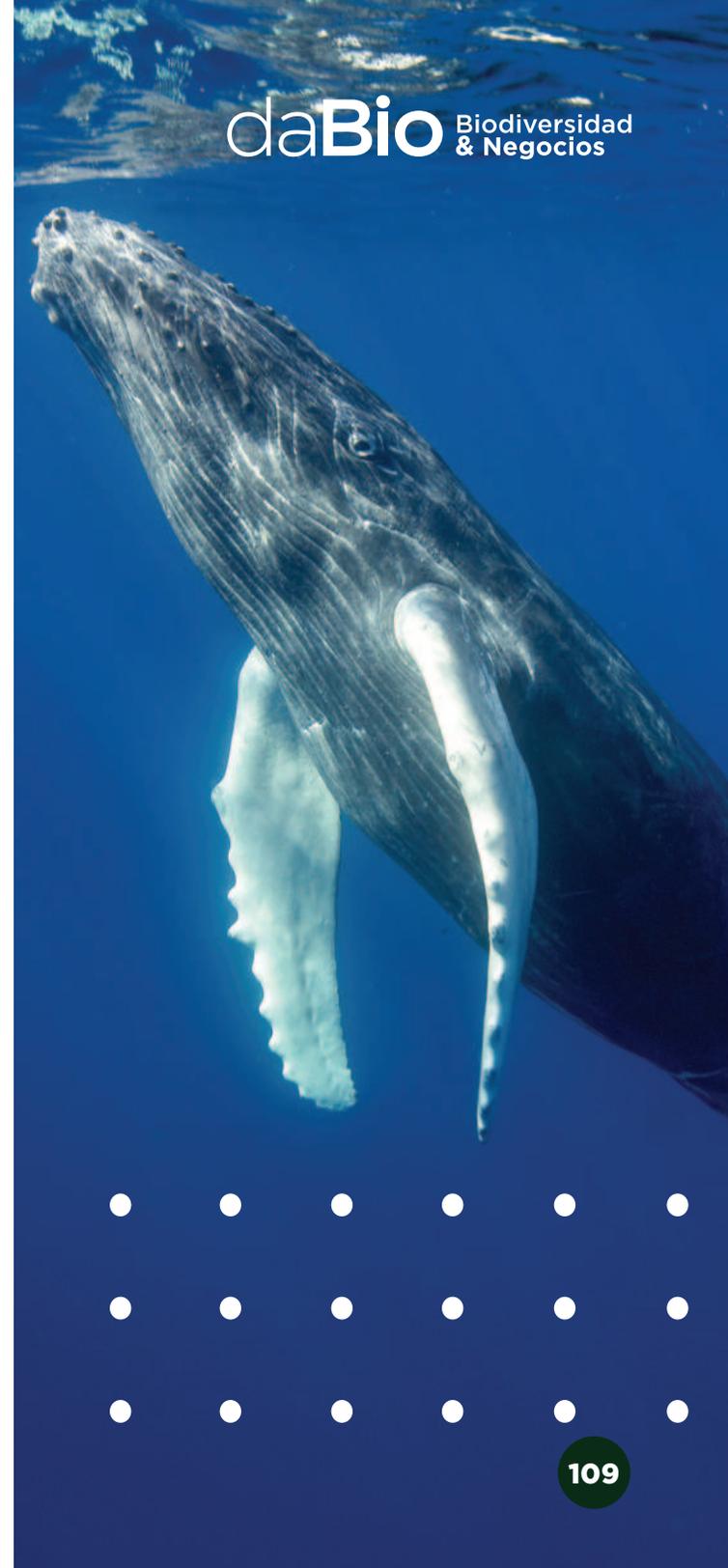


Contexto: Las ballenas jorobadas, *Megaptera novaeangliae*, del Atlántico Norte Occidental, migran cada invierno desde sus áreas de alimentación en las aguas costeras frías de Norteamérica, Groenlandia e Islandia, hasta las aguas cálidas del Atlántico Occidental Tropical y el Caribe insular. El motivo de tan extenso viaje es reproductivo, pues se aparean y paren sus crías en estas bajas latitudes.

La Bahía de Samaná en la República Dominicana es uno de los destinos de una porción de la población. La visita anual de las jorobadas ha dado lugar a una actividad turística de observación, una de las más atractivas en el mundo. De hecho, esta Bahía tiene el privilegio de ser conocida a nivel internacional como uno de los mejores lugares para la observación de la especie.

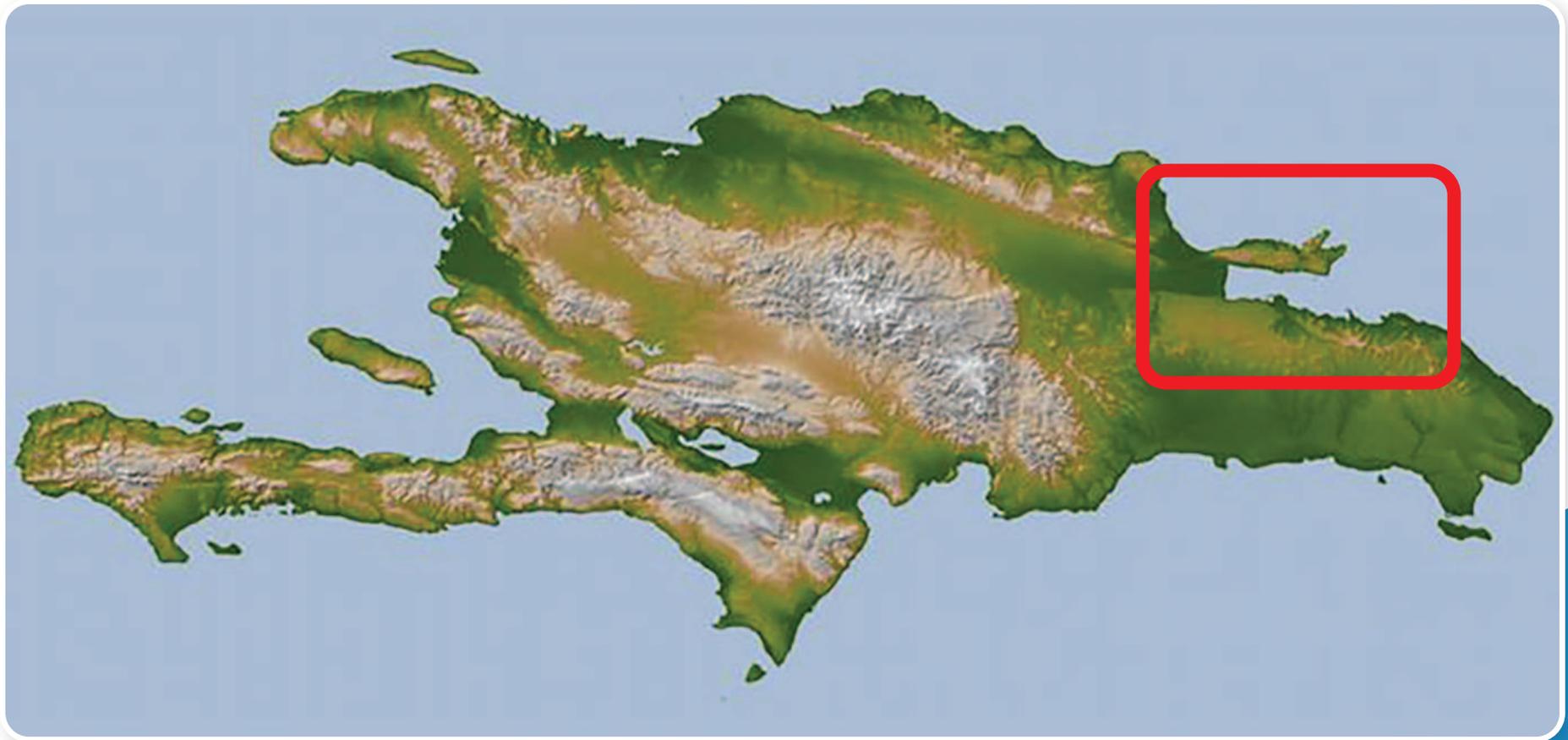
Esta importante área reproductiva es hoy un Área Protegida como Santuario de Mamíferos Marinos de la República Dominicana (junto con los Bancos La Plata, La Navidad y El Pañuelo) y **constituye una de las áreas turísticas de observación de ballenas más importante del Caribe.** El Santuario de Mamíferos Marinos recibe más de 40,000 visitantes durante la temporada de observación de ballenas (de enero a marzo), lo cual representa beneficios directos a la comunidad de Samaná por un monto de 2.3 millones de dólares.

En este contexto opera el Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE). CEBSE es una asociación civil, sin fines de lucro, **que promueve y ejecuta actividades tendientes** a lograr la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y culturales existentes en la Bahía.



La CEBSE y la Asociación de Dueños de Barcos de la Bahía de Samaná (ASDUBAHISA)

Han unido esfuerzos para desarrollar **un catálogo de más de 3,800 avistamientos documentados de ballenas jorobadas en la Bahía de Samaná** durante tours de avistamiento de cetáceos desde 1999. Las colas de las ballenas jorobadas presentan un patrón de coloración y manchas único, equivalente a una huella digital, gracias al cual es posible identificar a cada individuo que se observa y es fotografiado en la Bahía. Este sistema basado en los registros fotográficos ha sido **la base del monitoreo** realizado hasta la fecha, ya que permite la identificación de un individuo en particular.



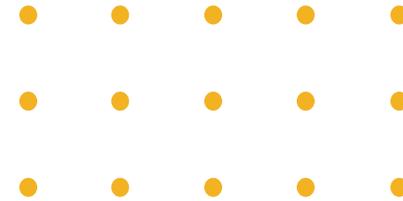
Aplicaciones:

Sacando provecho de la particularidad de **las colas de la ballena jorobada**, de los avistamientos documentados y de los avances existentes en la tecnología de teléfonos móviles y fotografías digitales, se promovió **el desarrollo del prototipo de una aplicación móvil** que permita el monitoreo y reporte de avistamientos de ballenas.

A partir de esta app se creará una base de datos para CEBSE que además de permitir la conservación de estas especies, impulsará la sensibilización en temas de protección de especies amenazadas. El software de la aplicación será de uso libre y estará disponible en idioma inglés y español.

Esta aplicación móvil promueve la ciencia participativa e involucra al público en general en el monitoreo de especies amenazadas; además, ha sido diseñada para dispositivos iOS y Android e incluirá información como:

- **Especies de ballenas** y generalidades de las especies,
- **Requerimientos mínimos** para toma y subida de fotografías,
- **Información** para la identificación de las especies,
- **Prácticas y regulaciones** para los avistamientos,
- **La opción** de crear un usuario,
- **Información** sobre patrocinadores,
- **Y lo necesario** para que cada usuario pueda hacer su perfil e ingresar en la aplicación para realizar los reportes.



Ficha de innovación 2

Drones submarinos



Descripción: Esta ficha explica la importancia de los drones submarinos para el monitoreo de arrecifes de coral y sus aplicaciones.



Contexto: Los arrecifes son estructuras formadas por organismos denominados corales pétreos. Estos forman colonias de pólipos que se encargan de excretar carbonato de calcio, sustancia necesaria para formar la estructura que les brinda soporte y protección. Dichos organismos son simbióticos, por lo cual tienen una relación con microalgas, encargadas de proporcionarle alimento y parte del oxígeno al coral; el coral, a su vez, les brinda protección y ciertos compuestos necesarios para la fotosíntesis de las algas, por lo cual ambos se favorecen. Para poder establecerse en un área en particular, los corales requieren de condiciones ambientales muy específicas, tales como la temperatura, la profundidad y la radiación solar.

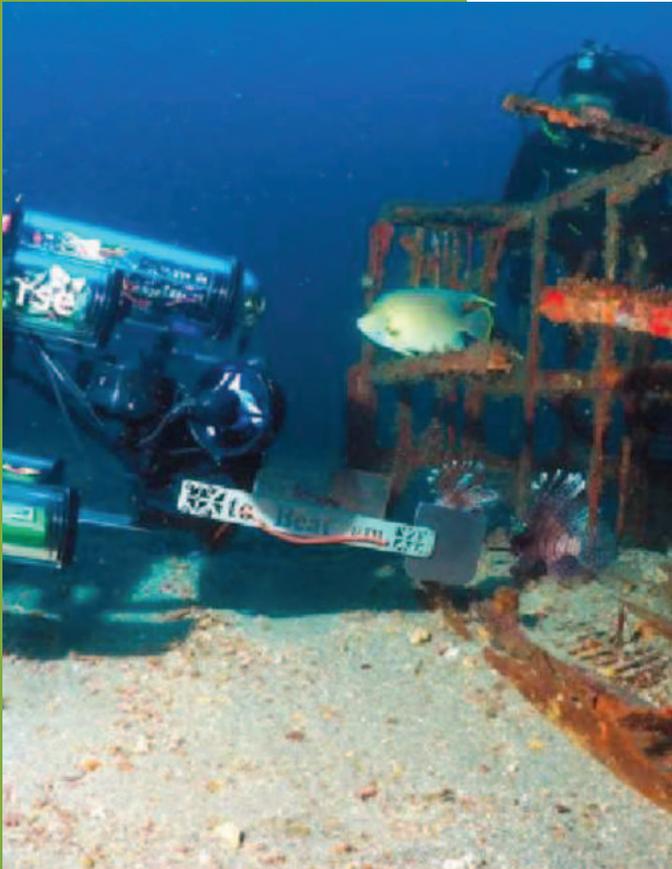
Estos ecosistemas acuáticos son el equivalente marino de los bosques tropicales; de hecho, los arrecifes son el hogar de una gran cantidad de organismos acuáticos a los cuales proveen refugio y alimento. Esto también conlleva un beneficio para el ser humano, ya que son una fuente económica importante tanto para los poblados costeros como para las empresas destinadas a la industria alimentaria.

Otra fuente de empleo que proporcionan los arrecifes **es el ecoturismo**, actividad que atrae grandes cantidades de personas desde diferentes países y tiene la ventaja de que el capital económico que ingresa se distribuye de manera más equitativa entre las personas de los poblados aledaños a los arrecifes. Finalmente, los arrecifes también son reservorios de dióxido de carbono, por lo que actúan como reguladores del clima global.



En la actualidad, los arrecifes están siendo seriamente afectados a nivel mundial, tanto por la **sobreexplotación de los recursos que proveen como por otras afectaciones derivadas de los **cambios en las condiciones ambientales**, entre ellas, el aumento en la acidez y temperatura del agua.**

Estas dos condiciones han generado una seria afectación sobre las diferentes especies de corales; la primera tiende a afectar la **resistencia de las estructuras hechas a base del carbonato de calcio**, y la segunda genera una reacción en la que se expulsan a las algas de la colonia, generando un blanqueamiento y posteriormente la muerte del coral. Sumado a esto, los arrecifes se ven afectados por la presencia de contaminantes sólidos como plásticos y sedimentos, situación que disminuye la incidencia de los rayos solares, que afectan directamente el proceso de la fotosíntesis y, por ende, la nutrición de los corales.



Este dron acuático está capturando peces león con el objetivo de disminuir el impacto que esta especie invasora provoca en los ecosistemas marinos del Caribe.

Aplicaciones:

Debido a estas problemáticas, las poblaciones de corales han declinado considerablemente y ha surgido la necesidad de **monitorear estos ecosistemas** y todos sus componentes. Pese a ello, esta labor de monitoreo se dificulta debido a que la mayoría de las especies solo puede ser estudiada por medio de largas jornadas de buceo, lo que implica un **esfuerzo físico muy grande de parte de los investigadores** e incrementa las posibilidades de accidentes en los sitios de estudio. Debido a esto surgió la necesidad de crear un equipo que se pueda manejar desde la superficie, sin arriesgar al personal y que tenga, además, la capacidad de realizar todas las labores que ejecuta un buzo por más tiempo.

Fue así como surgieron los **drones acuáticos**, los cuales han sido altamente útiles para el monitoreo de los arrecifes de coral. Con estos equipos se pueden tomar **muestras de agua para determinar la presencia y concentración de compuestos químicos y la temperatura**; además, se puede estimar la densidad de biomasa, tanto de especies de utilidad comercial como de las que no son explotadas comercialmente. En cuanto a la salud de los corales, con la ayuda de este equipo se puede monitorear la coloración de estos, determinando si existe o no blanqueamiento, o algún signo de afectación estructural.

Poseer una cámara permite **identificar otras especies de importancia**, incluyendo las **especies invasoras** como el pez león y estrellas de mar que afectan directamente los corales o especies nativas de peces, y que pueden ser removidas con la implementación de brazos robóticos en los drones. Aunado a ello, y con el objetivo de disminuir el efecto del dron en el comportamiento de los organismos acuáticos, se ha propuesto la idea de **disfrazar el aparato de organismos acuáticos como las tortugas marinas**.

Ficha de innovación 3

Drones aéreos: un nuevo aliado en el monitoreo de la biodiversidad.



Descripción: Esta ficha describe una nueva herramienta de monitoreo aéreo de fauna silvestre que se ha posicionado fuertemente en las últimas dos décadas, a la cual coloquialmente denominamos “drones”.



Contexto: Los drones, conocidos por la sigla UAS (Unmanned Aircraft Systems, en inglés), que se traduce como “sistemas aéreos no tripulados”, son aeronaves que tienen la capacidad de volar sin tripulación a bordo y de modo autónomo. Existe una gran variedad, desde aeronaves de gran tamaño (denominados HALE o MALE UAS), equipos medianos o pequeños que pueden transportarse en una maleta, hasta micro UAS que caben en la palma de la mano y llevan la portabilidad al máximo. Los drones están formados por dos partes: un vehículo aéreo y una estación de control en tierra. En el caso de los drones medianos y pequeños, las estaciones de control se reducen en muchos casos a una aplicación que puede manejar cualquier persona con conocimientos muy básicos desde un teléfono inteligente o una *tablet*.



Aplicaciones:

Los drones se han convertido en una herramienta **asequible y rentable** para mapear rápidamente un área específica y para muchas aplicaciones emergentes en el ámbito del **monitoreo ecológico y de conservación de la biodiversidad**. Las principales ventajas que ofrecen frente a otros métodos de monitoreo de fauna son las siguientes:



- **Una alta resolución espacial;** esto significa que el vuelo a baja altura permite tomar imágenes con gran detalle.



- **Una elevada resolución temporal** que implica que su facilidad de despliegue permite realizar vuelos con la frecuencia deseada y obtener información fidedigna de un sitio específico. Este concepto proviene de la tecnología satelital e implica una medida de la frecuencia con la que un satélite es capaz de obtener imágenes de una determinada área.

En otras palabras, el objetivo del uso de drones en el monitoreo es también, como en todos los casos anteriores, **la adquisición de datos**. Para ello, se equipa a la aeronave con una “carga útil” que consiste en un grupo de sensores: cámaras de fotos y/o video (en espectro visible, térmico o multiespectral), sensores meteorológicos o dispositivos para la toma de muestras de interés.

Los drones cada vez se usan más en investigaciones de fauna y caracterización del hábitat, en particular para **obtener información acerca de la distribución espacial de los animales en zonas de difícil acceso**. En la actualidad, los drones se están empleando para estudiar diversas especies de fauna. En el campo de la ornitología existen varios **trabajos de censo de aves acuáticas y colonias de aves** que forman grandes grupos, monitoreo de poblaciones de pingüinos, gansos e inspección de nidos de rapaces, entre otros.

También hay diversos estudios en los que se usan drones para **censo de mamíferos terrestres**, tales como primates y elefantes, o para localizar madrigueras de roedores. Asimismo, se han utilizado como complemento para **vigilancia de fincas y para detectar la caza furtiva** de especies amenazadas, como el rinoceronte. Hay también un gran interés en el uso de drones para estudiar mamíferos marinos, debido a las dificultades de acceso que presentan estos ambientes.

Finalmente, cada vez son más comunes los trabajos de detección de animales, **los estudios enfocados en la caracterización y mapeo de hábitats** utilizando drones. Diversos investigadores están trabajando en diseños específicos de drones para usos medioambientales y avanzando en las técnicas de procesamiento de datos; también, hay varios estudios que ponen en perspectiva el uso de drones frente a otros métodos de monitoreo de fauna convencionales y proponen **formas de operar los sistemas para minimizar el posible impacto negativo** de los vuelos sobre la fauna.



Bibliografía

Autores desconocidos. 2018. Descripción de la diversidad biológica y propuesta de monitoreo y bioindicadores en la cuenca del río Acomé. Proyecto “Desarrollo de un modelo de conservación y restauración de la biodiversidad para el sector azucarero de Guatemala” El Programa Desarrollo de la Alianza Mesoamericana por la Biodiversidad (DABio) -GIZ-BMZ- y La Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA).

Betancourt-Fernández, L. 2014. Informe final del monitoreo de Ballenas Jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la Bahía de Samaná en la temporada 2014. Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE).

Betancourt-Fernández, L. y Herrera-Moreno, A. 2019. Identificación y valoración de los servicios ecosistémicos de los arrecifes de coral en áreas marinas piloto seleccionadas. Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) -Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH-.

Biodiversity & Ecosystem tools for the private sector Platform Biodiversity Ecosystems Economy research for further development of tools towards No Net Loss. UCN National Committee of the Netherlands, Economics and Ecosystems Working Group Final version - September 2012

Bor, A.M. y van Leenders, C. 2015. Business and Biodiversity. Insights from the Community of Practice. Green Deal y DUUR ZAAM DOOR. 92 pp.

Cabrera-Amaya, D.M. et al. 2016. Composición florística y estructura de los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto, Casanare, Colombia. Revista Caldasia (2016), 38 (1) : 53.

Cultid, C. et al. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del eje cafetero: Guía para el estudio ecológico (Field Guide). Cenicafé, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia and Wild life Conservation Society. 197 pp.

DABio-GIZ, 2018. Ficha Proyecto Desarrollo de un mecanismo financiero para la conservación de arrecifes de coral. Fondo Regional para la Cooperación Triangular entre América Latina y el Caribe. Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) -Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH-.

DABio-GIZ, 2018. Ficha Proyecto Diversificación y Expansión de la Iniciativa de Abacá Sostenible (ASI+). Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) -Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH-.

DABio-GIZ, 2018. Ficha Proyecto Reserva Bosque La Tigra-Biodiversidad en Acción Costa Rica. Implementado por Travel-to-Nature en conjunto con la Cooperación Alemana para el Desarrollo, GIZ. Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) -Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH-.

García, T. et. al. 1998. Línea base, especies de fauna (aves, anfibios, reptiles) Estación Biológica Reserva Bosque La Tigra. Sustainability Consulting Group para Proyecto Reserva Bosque La Tigra-Biodiversidad en Acción Costa Rica. 75 pp.

Guerrero, M. y Morales, A. 2017. Selección de Bioindicadores y propuesta metodológica para su uso y capacitación en la iniciativa “Estrella verde”. Proyecto Fundecor-Dole. 48 pp.

Herrero, A. y Moreno, J. 2014. La Senda de la biodiversidad. Proyecto Responsables con la Biodiversidad. Desarrollado por Forétia con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España.

Jiménez, J.E. 2018. Diversidad de árboles en los bosques de Upala agrícola, Upala, Alajuela, Costa Rica. 24 pp.

Kappelle, M. 2008. Diccionario de la Biodiversidad. Kappelle, M. Editor científico -1ª ed- Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Mafla, M. 2018. Monitoreo participativo de ríos por medio de macroinvertebrados. Iniciativa Estrella Verde. Proyecto Fundecor-Dole. 26 pp.

Mandujano, S., Mulero-Pázmány, M y Rísquez-Valdepeña, A. 2017. Drones: una nueva tecnología para el estudio y monitoreo de fauna y hábitats. Agroproductividad. 10. 79-84.

Medellín, R. y Víquez-R, L. 2014. Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. Capítulo Vertebrados Terrestres.

Morales-Brenes, A., Hernández-Guerrero, M. y Mafla, M. Informe de proyecto: Plan de monitoreo biológico participativo para El Valle de la Estrella en el marco de la iniciativa “Estrella Verde”. Proyecto Fundecor-Dole. 40 pp.

Oberhuber, T. 2010. Cultura y bienestar humano: el papel de la biodiversidad. Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial).

Paulino-Ródriguez, S. y Guevara, A.L. 2016. Biodiversidad y Negocios. Innovación para la Conservación. Proyecto Desarrollo de la Alianza Mesoamericana por la Biodiversidad. Implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) en cooperación con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) del Sistema de Integración Centroamericana.

Stone, D., Ringwood, K., Vorhies, F. 1997. Business and Biodiversity. A Guide for the Private Sector. The World Business Council for Sustainable Development and WBSCD The World Conservation Union.

Sustainability Consulting Group. 2018. Levantamiento de un listado general y documentación fotográfico de fauna en plantaciones de abacá en las zonas Atlántica y Sur de Costa Rica. Proyecto: “Diversificación y Expansión de la Iniciativa de Abacá Sostenible (ASI+)”. Implementado por Cooperación Alemana para el Desarrollo. 113 pp.

TEEB, 2010. Informe sobre la economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las empresas – Resumen ejecutivo 2010.

Werner, F. y Gallo-Orsi, U. 2018. Monitoreo de la biodiversidad para la gestión de recursos naturales: Un manual de introducción. GADeR-ALC-Red Sectorial Gestión Ambiental y Desarrollo Rural en América Latina y el Caribe de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Páginas web visitadas

<https://www.business-and-biodiversity.de>

<https://es.mongabay.com/2018/11/colombia-animales-atropellados-carreteras/>

<https://forobs.jrc.ec.europa.eu>

<https://www.greenbiz.com>

<http://www.glatfelter.com>

https://www.larepublica.net/noticia/proyecto_busca_poblar_carreteras_con_pasos_para_animales

<https://mongabay.org/>

<http://muestreofaunaescarabajos.blogspot.com>

<https://www.recosfa.com>

https://ssir.org/articles/entry/the_business_of_biodiversity

<https://qgis.org>

<https://www.vetpraxis.net/2014/05/29/urubu-la-red-social-para-evitar-el-atropello-de-animales/>

Artículos de periódicos e internet

29 de octubre de 2018. La exitosa reintroducción del lobo en el Parque Nacional de Yellowstone. Escrito por Alec Forssmann para National Geographic España. <https://www.ecoworking.es/2014/02/25/los-lobos-introducidos-en-yellowstone-reequilibrar-el-ecosistema/>

28 de septiembre de 2018. Península Papagayo es el primer aliado firmante de Compromiso por la Biodiversidad con Cooperación Alemana. Escrito por [Periódico Guanacaste a la Altura](#)

09 de febrero de 2018. Las empresas que no avanzan en desarrollo sostenible pierden cuota de mercado. Escrito por María Rodríguez para el Periódico digital Nuevatribuna. <https://www.nuevatribuna.es/articulo/consumo/interesa-empresas-avanzar-desarrollo-s/20180207150610148299.html>

