



PROTECCIÓN DE LAS TORTUGAS CHARAPA EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ Y SUS ALREDEDORES

Guerrero-Calero, Juan Manuel
Merchán-Nieto, Laura Cristina
Zambrano-Molina, José Daniel
Zapata-Velasco, Mayra Lisette
Mieles-Giler, Jorge Washington

Romero Anazco, Yajhaira Vanessa
Moran-González, Miguel Ramon
Palacios-Lopez, Luisa Anabel
Veliz-Ibarra, Kevin Miguel
Navarro-Saltos, Gema Elizabeth

Protección de las tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores.

Autor/es:

Guerrero-Calero, Juan Manuel

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Merchán-Nieto, Laura Cristina

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Zambrano-Molina, José Daniel

Unidad Educativa Particular María de la Merced

Zapata-Velasco, Mayra Lisette

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Mieles-Giler, Jorge Washington

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Romero-Anazco, Yajhaira Vanessa

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Moran-González, Miguel Ramon

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Palacios-Lopez, Luisa Anabel

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Veliz-Ibarra, Kevin Miguel

Universidad Politécnica Salesiana

Navarro-Saltos, Gema Elizabeth

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Datos de Catalogación Bibliográfica

Guerrero-Calero, J. M.
Merchán-Nieto, L. C.
Zambrano-Molina, J. D.
Zapata-Velasco, M. L.
Mieles-Giler, J. W.
Romero-Anazco, Y. V.
Moran-González, M. R.
Palacios-Lopez, L. A.
Veliz-Ibarra, K. M.
Navarro-Saltos, G. E.

Protección de las tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuni y sus alrededores.

Editorial Grupo AEA, Ecuador, 2025

ISBN: 978-9942-651-68-6

Formato: 210 cm X 270 cm

148 págs.



Publicado por Editorial Grupo AEA

Ecuador, Santo Domingo, Vía Quinindé, Urb. Portón del Río.

Contacto: +593 983652447; +593 985244607

Email: info@editorialgrupo-aea.com

<https://www.editorialgrupo-aea.com/>

Director General:	<i>Prof. César Casanova Villalba.</i>
Editor en Jefe:	<i>Prof. Giovanni Herrera Enríquez</i>
Editora Académica:	<i>Prof. Maybelline Jaqueline Herrera Sánchez</i>
Supervisor de Producción:	<i>Prof. José Luis Vera</i>
Diseño:	<i>Tnlgo. Oscar J. Ramírez P.</i>
Consejo Editorial	<i>Editorial Grupo AEA</i>

Primera Edición, 2025

D.R. © 2025 por Autores y Editorial Grupo AEA Ecuador.

Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No 708

Disponible para su descarga gratuita en <https://www.editorialgrupo-aea.com/>

Los contenidos de este libro pueden ser descargados, reproducidos difundidos e impresos con fines de estudio, investigación y docencia o para su utilización en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca adecuadamente a los autores como fuente y titulares de los derechos de propiedad intelectual, sin que ello implique en modo alguno que aprueban las opiniones, productos o servicios resultantes. En el caso de contenidos que indiquen expresamente que proceden de terceros, deberán dirigirse a la fuente original indicada para gestionar los permisos.

Título del libro:

Protección de las tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores.

© Guerrero Calero, Juan Manuel; Merchán Nieto, Laura Cristina; Zambrano Molina, José Daniel; Zapata Velasco, Mayra Lisette; Mieles Giler, Jorge Washington; Romero Anazco, Yajhaira Vanessa; Moran González, Miguel Ramon; Palacios Lopez, Luisa Anabel; Veliz Ibarra, Kevin Miguel; Navarro Saltos, Gema Elizabeth.

© Febrero, 2025

Libro Digital, Primera Edición, 2025

Editado, Diseñado, Diagramado y Publicado por Comité Editorial del Grupo AEA, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, 2025

ISBN: 978-9942-651-68-6



<https://doi.org/10.55813/egaea.l.113>

Como citar (APA 7ma Edición):

Guerrero-Calero, J. M., Merchán-Nieto, L. C., Zambrano-Molina, J. D., Zapata-Velasco, M. L., Mieles-Giler, J. W., Romero-Anazco, Y. V., Moran-González, M. R., Palacios-Lopez, L. A., Veliz-Ibarra, K. M. y Navarro-Saltos, G. E. (2025). *Protección de las tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.113>

Cada uno de los textos de Editorial Grupo AEA han sido sometido a un proceso de evaluación por pares doble ciego externos (double-blindpaperreview) con base en la normativa del editorial.

Revisores:

 Ing. Palomino Pastrana Pedro Universidad Nacional de Huancavelica – Perú 

 Ing. Rojas Felipe Edwin, PhD. Universidad Nacional de Huancavelica – Perú 



Los libros publicados por “**Editorial Grupo AEA**” cuentan con varias indexaciones y repositorios internacionales lo que respalda la calidad de las obras. Lo puede revisar en los siguientes apartados:



Editorial Grupo AEA

 <http://www.editorialgrupo-aea.com>

 Editorial Grupo AeA

 editorialgrupoaea

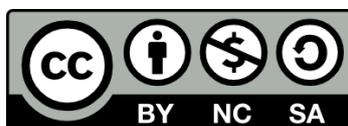
 Editorial Grupo AEA

Aviso Legal:

La informaci3n presentada, as3 como el contenido, fotograf3as, gráficos, cuadros, tablas y referencias de este manuscrito es de exclusiva responsabilidad del/los autor/es y no necesariamente reflejan el pensamiento de la Editorial Grupo AEA.

Derechos de autor 

Este documento se publica bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).



El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edici3n son propiedad de la Editorial Grupo AEA y sus Autores. Se proh3be rigurosamente, bajo las sanciones en las leyes, la producci3n o almacenamiento total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático de la presente publicaci3n, incluyendo el diseño de la portada, as3 como la transmisi3n de la misma de ninguna forma o por cualquier medio, tanto si es electr3nico, como qu3mico, mecánico, 3ptico, de grabaci3n o bien de fotocopia, sin la autorizaci3n de los titulares del copyright, salvo cuando se realice confines académicos o cient3ficos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial. Las opiniones expresadas en los cap3tulos son responsabilidad de los autores.

RESEÑA DE AUTORES



Guerrero Calero, Juan Manuel



Universidad Estatal del Sur de Manabí



juan.querrero@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniero Ambiental con maestría en Sistema de Gestión Integrada, especialista en Aplicación de Energías Renovables, Doctorante del programa de Ciencias Ambientales de la UNEG, Venezuela



Merchán Nieto, Laura Cristina



Universidad Estatal del Sur de Manabí



laura.merchan@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0000-4091-3013>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Economista con maestría en Administración de Instituciones de Salud

RESEÑA DE AUTORES



Zambrano Molina, José Daniel



Unidad Educativa Particular María de la Merced



jowe_11@hotmail.com



<https://orcid.org/0009-0009-7843-0055>



Docente de la Unidad Educativa Particular María de la Merced, Portoviejo, Ecuador con título de Ingeniería Industrial y maestría en Sistema de Gestión Integrada



Zapata Velasco, Mayra Lisette



Universidad Estatal del Sur de Manabí



mayra.zapata@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1578-3776>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniera en Gestión Ambiental con maestría en Ingeniería Ambiental

RESEÑA DE AUTORES



Mieles Giler, Jorge Washington



Universidad Estatal del Sur de Manabí



jorge.mieles@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0003-4739-8968>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniero Ambiental con maestría en Gestión y Auditoría Ambiental



Romero Anazco, Yajhaira Vanessa



Universidad Estatal del Sur de Manabí



yajhaira.romero@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0008-6312-4875>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniería Forestal y maestría en Manejo Forestal Sostenible

RESEÑA DE AUTORES



Moran González, Miguel Ramon



Universidad Estatal del Sur de Manabí



miguel.moran@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-6072-3599>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniero Civil con maestría en Gestión Ambiental.



Palacios Lopez, Luisa Anabel



Universidad Estatal del Sur de Manabí



luisa.palacios@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-9257-7557>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniera Ambiental con maestría en Investigación, Modelización y Análisis del Riesgo en Medio Ambiente

RESEÑA DE AUTORES



Veliz Ibarra, Kevin Miguel



Universidad Politécnica Salesiana



kveliz@ups.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0003-5808-5166>



Docente de la Universidad Politécnica Salesiana con título de Ingeniería en Gestión Ambiental con maestría en Ecoeficiencia Industrial



Navarro Saltos, Gema Elizabeth



Universidad Estatal del Sur de Manabí



gema.navarro@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-5603-7481>



Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí con título de Ingeniera Ambiental con maestría en Hidráulica mención en Gestión de Recursos Hídricos

Índice

Reseña de Autores.....	ix
Índice.....	xv
Índice de Tablas.....	xix
Índice de Figuras.....	xix
Introducción.....	xxi
Capítulo I: Biología y ecología de las tortugas charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>) en el Parque Nacional Yasuní.....	1
1.1. Descripción taxonómica de la tortuga charapa y su estado de conservación según la UICN.....	3
1.1.1. Clasificación taxonómica detallada.....	4
1.1.2. Características morfológicas y biométricas.....	6
1.1.3. Distribución geográfica y hábitat.....	7
1.1.4. Estado de conservación y amenazas globales según la UICN....	9
1.2. Características biológicas y ecológicas: hábitat, ciclo de vida, reproducción, dieta, y patrones de comportamiento.....	11
1.2.1. Descripción del hábitat natural de la tortuga charapa.....	11
1.2.2. Ciclo de vida y etapas de desarrollo.....	13
1.2.3. Reproducción y comportamiento reproductivo.....	16
1.2.4. Dieta y patrones de comportamiento.....	18
1.3. Importancia ecológica de la especie en los ecosistemas acuáticos del Yasuní.....	20
1.3.1. Rol en las redes tróficas.....	20
1.3.2. Dispersión de semillas y mantenimiento de la vegetación acuática.....	23
1.3.3. Regulación de los ecosistemas acuáticos.....	25
1.3.4. Indicador de salud del ecosistema.....	28

1.4. Factores ambientales del Parque Nacional Yasuní que favorecen su presencia.....	29
1.4.1. Clima tropical y régimen hidrológico	29
1.4.2. Abundancia de recursos alimenticios.....	32
1.4.3. Diversidad y calidad de hábitats acuáticos	35
1.4.4. Relativa baja presión antropogénica en zonas protegidas	36
Capítulo II: Amenazas a las tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní..	39
2.1. Identificación de amenazas directas: cacería, tráfico ilegal, y recolección de huevos.....	41
2.1.1. Cacería de tortugas adultas y juveniles.....	41
2.1.2. Tráfico ilegal de tortugas y subproductos.....	43
2.1.3. Recolección de huevos como práctica insostenible.....	44
2.1.4. Factores agravantes y consecuencias ecológicas.....	46
2.2. Análisis de amenazas indirectas: pérdida de hábitat, contaminación, y cambio climático.....	48
2.2.1. Pérdida de hábitat por actividades humanas	48
2.2.2. Contaminación de los ecosistemas acuáticos	50
2.2.3. Impacto del cambio climático	51
2.2.4. Sinergias entre amenazas indirectas	53
2.3. Impacto de actividades humanas, como la expansión petrolera y la agricultura, en los hábitats de la charapa.....	55
2.3.1. Efectos de la expansión petrolera en los ecosistemas acuáticos.....	55
2.3.2. Transformación de hábitats ribereños por la agricultura.....	57
2.3.3. Sinergias entre la expansión petrolera y la agricultura	58
2.3.4. Estrategias para mitigar el impacto humano	60
2.4. Estudios de caso de extinciones locales o disminuciones poblacionales documentadas en el Yasuní.....	63

2.4.1.	Ejemplo de disminución de poblaciones de <i>Podocnemis unifilis</i>	63
2.4.2.	Impacto de la actividad petrolera en la biodiversidad acuática..	64
2.4.3.	Ejemplos de extinción local de especies asociadas	66
Capítulo III: Estrategias de conservación y manejo de las tortugas charapa....		71
3.1.	Iniciativas actuales de conservación en el Parque Nacional Yasuní y áreas circundantes.	73
3.1.1.	Proyectos de manejo y protección de nidos de tortuga charapa	73
3.1.2.	Áreas protegidas y reservas comunitarias como herramienta de conservación	74
3.1.3.	Educación ambiental y sensibilización comunitaria	76
3.1.4.	Colaboración internacional y esfuerzos de investigación	78
3.2.	Métodos de manejo de nidos: reubicación, incubación controlada, y liberación de neonatos.....	80
3.2.1.	Reubicación de nidos en sitios seguros	80
3.2.2.	Incubación controlada en condiciones artificiales	82
3.2.3.	Liberación de neonatos en hábitats naturales	84
3.2.4.	Integración comunitaria en el manejo de nidos.....	85
3.3.	Monitoreo poblacional: técnicas y resultados en la región.	87
3.3.1.	Técnicas de captura y marcaje de individuos	87
3.3.2.	Monitoreo de nidos y tasas de eclosión	89
3.3.3.	Seguimiento a largo plazo de poblaciones locales	91
3.3.4.	Resultados y aplicaciones para la conservación	93
3.4.	Políticas públicas y legislación relevante para la protección de la fauna silvestre en Ecuador.	97
3.4.1.	Marco jurídico nacional para la protección de la fauna silvestre	97
3.4.2.	Tratados internacionales y compromisos globales	99
3.4.3.	Estrategias de implementación y gestión de áreas protegidas	101
3.4.4.	Retos en la aplicación de políticas públicas y legislación	103

Capítulo IV: Participación comunitaria y educación ambiental en la conservación de las tortugas charapa.....	107
4.1. El papel de las comunidades indígenas y locales en la protección de las tortugas charapa.....	109
4.1.1. Conocimientos tradicionales y prácticas sostenibles	109
4.1.2. Beneficios económicos y sociales de la conservación comunitaria.....	111
4.1.3. Retos y oportunidades en la participación comunitaria.....	113
4.2. Programas de educación ambiental para sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de la conservación.	115
4.2.1. Contenidos y objetivos de los programas de educación ambiental.....	115
4.2.2. Modalidades de implementación y alcance comunitario.....	117
4.2.3. Impacto en la conservación de la tortuga charapa y su hábitat.....	120
4.2.4. Retos y oportunidades para mejorar los programas de educación ambiental.....	122
4.3. Relación entre el conocimiento tradicional indígena y la gestión de la biodiversidad en el Yasuní.....	125
4.3.1. Saberes ancestrales sobre la biodiversidad del Yasuní	125
4.3.2. Integración del conocimiento indígena en la gestión de áreas protegidas	127
4.3.3. Beneficios mutuos de la integración del conocimiento tradicional y científico.....	129
4.3.4. Retos y oportunidades para la inclusión del conocimiento indígena.....	132
4.4. Ejemplos de proyectos exitosos de conservación comunitaria en la región amazónica.	134
4.4.1. Conservación de tortugas en el río Napo.....	134
4.4.2. Manejo de recursos en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.....	136

4.4.3. Proyecto "Guardaparques Indígenas" en el Parque Nacional Yasuní.....	137
4.4.4. Conservación de delfines rosados y fauna asociada en la Amazonía peruana.....	140
Referencias Bibliográficas.....	143

Índice de Tablas

Tabla 1 Principales especies afectadas y sus funciones ecológicas.....	67
Tabla 2 Resultados del monitoreo poblacional de <i>Podocnemis unifilis</i> en el Parque Nacional Yasuní.....	94

Índice de Figuras

Figura 1 Distribución geográfica de la tortuga charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>)..	11
Figura 2 Huevos de tortuga charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>): El inicio del ciclo de vida en su etapa embrionaria.....	13
Figura 3:	14
Figura 4: Madurez sexual en la tortuga charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>): Un hito clave en su ciclo de vida:	15
Figura 5 Rol ecológico y estrategias de conservación de la tortuga charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>)	20
Figura 6 Funciones ecológicas de la tortuga charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>) como consumidora omnívora.....	23
Figura 7 Impacto del clima tropical húmedo en la tortuga charapa (<i>Podocnemis unifilis</i>) y su conservación	30
Figura 8 Factores que Dificultan la Conservación de la Fauna Silvestre en Ecuador.....	103

Introducción

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), una especie emblemática de la Amazonía ecuatoriana, enfrenta amenazas significativas que comprometen su supervivencia. En el Parque Nacional Yasuní, reconocido por su biodiversidad excepcional, la conservación de esta especie es esencial para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, factores como la sobreexplotación de sus huevos, la cacería ilegal y la degradación de su hábitat natural han llevado a una disminución notable de sus poblaciones en las últimas décadas (WCS Ecuador, s.f.).

La sobreexplotación de los huevos de la tortuga charapa para consumo y comercio local es una de las principales amenazas que enfrenta la especie en la Amazonía ecuatoriana. Esta práctica ha reducido drásticamente las tasas de reclutamiento de nuevas generaciones, comprometiendo la viabilidad de las poblaciones a largo plazo (WCS Ecuador, s.f.). Además, la cacería ilegal de adultos, tanto para consumo de su carne como para su venta en mercados ilegales, exacerba la presión sobre la especie. La degradación y pérdida de hábitat, resultantes de actividades humanas como la deforestación, la expansión agrícola y la explotación de recursos naturales, también afectan negativamente a las tortugas charapa, limitando sus áreas de anidación y alimentación (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2018).

La conservación de la tortuga charapa en el Parque Nacional Yasuní es de vital importancia no solo por el valor intrínseco de la especie, sino también por su papel ecológico en los ecosistemas acuáticos. Las tortugas contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua y al equilibrio de las cadenas tróficas, siendo indicadores de la salud ambiental. Además, su protección está alineada con los compromisos internacionales de Ecuador en materia de conservación de la biodiversidad y con las políticas nacionales que buscan preservar el patrimonio natural del país. La viabilidad de las acciones de conservación en el Yasuní se ve fortalecida por la existencia de programas de manejo comunitario, la presencia de instituciones comprometidas y la riqueza de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas locales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2018).

El objetivo de este artículo es revisar la literatura científica disponible sobre la protección de la tortuga charapa en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores, identificando las principales amenazas que enfrenta la especie, evaluando las estrategias de conservación implementadas y proponiendo recomendaciones para fortalecer los esfuerzos de preservación. A través de un análisis exhaustivo de estudios previos, informes técnicos y experiencias comunitarias, se busca proporcionar una visión integral de la situación actual de *Podocnemis unifilis* en la región y contribuir al desarrollo de políticas y acciones más efectivas para su conservación.

En síntesis, la protección de la tortuga charapa en el Parque Nacional Yasuní es un desafío que requiere la colaboración de diversos actores, incluyendo comunidades locales, organizaciones no gubernamentales y entidades gubernamentales. La implementación de estrategias de conservación basadas en evidencia científica y en el respeto por los conocimientos tradicionales es fundamental para garantizar la supervivencia de esta especie y la salud de los ecosistemas acuáticos en los que habita.

CAPITULO 01

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LAS TORTUGAS CHARAPA (*PODOCNEMIS UNIFILIS*) EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ



Biología y ecología de las tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní

1.1. Descripción taxonómica de la tortuga charapa y su estado de conservación según la UICN.

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), conocida como terecay en algunos países sudamericanos, es un quelonio de agua dulce perteneciente a la familia Podocnemididae. Se distribuye ampliamente en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, siendo también una especie representativa de los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional Yasuní, en Ecuador. Su caparazón es ovalado y convexo, de colores que oscilan entre marrón oscuro y negro, mientras que el plastrón puede presentar tonos amarillos con marcas negras. Los juveniles exhiben manchas amarillas en la cabeza, las cuales desaparecen progresivamente con la edad (Infotortuga, 2014).

El dimorfismo sexual es evidente en esta especie. Las hembras, que alcanzan tamaños de hasta 50 cm de longitud y pesos de hasta 12 kg, son considerablemente más grandes que los machos, que rara vez superan los 30 cm. Este tamaño mayor en las hembras está relacionado con la capacidad de producir huevos grandes y numerosos durante la reproducción (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.). Además, poseen patas totalmente palmeadas, adaptadas para nadar en los ríos y lagos de su hábitat.

En términos de conservación, *Podocnemis unifilis* se encuentra clasificada como Vulnerable (VU) en la Lista Roja de la UICN. Las amenazas principales que enfrenta esta especie incluyen la caza para consumo humano, la recolección intensiva de huevos y la pérdida de hábitat debido a actividades como la deforestación, la minería y el cambio en el uso del suelo. Estas prácticas han provocado una disminución sostenida en las poblaciones de esta especie en toda su distribución geográfica. Adicionalmente, su inclusión en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES)

busca regular el comercio internacional y garantizar que no se comprometa su supervivencia (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

El Parque Nacional Yasuní es un lugar clave para la conservación de *Podocnemis unifilis*, al proporcionar un hábitat adecuado compuesto por ríos de aguas tranquilas, lagunas y playas arenosas necesarias para la anidación. Las hembras depositan sus huevos en estos lugares durante la temporada seca, asegurando el desarrollo de las crías en un entorno relativamente protegido. Además, esta tortuga desempeña un papel ecológico crucial, actuando como dispersora de semillas y reguladora de poblaciones de invertebrados acuáticos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

A pesar de su importancia ecológica, la sobreexplotación y los cambios en los ecosistemas acuáticos representan un reto significativo para su supervivencia. La implementación de medidas de conservación efectivas, como la protección de las playas de anidación, la educación ambiental y el control de la caza y la recolección de huevos, son esenciales para asegurar la persistencia de *Podocnemis unifilis* en los ecosistemas acuáticos de la Amazonía y el Parque Nacional Yasuní.

1.1.1. Clasificación taxonómica detallada

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), conocida también como terecay en regiones de Sudamérica, ocupa un lugar destacado en la familia *Podocnemididae*, dentro del orden *Testudines*. A continuación, se detalla su clasificación taxonómica con base en su posición en el árbol filogenético de los reptiles acuáticos:

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Clase:** Reptilia
- **Orden:** Testudines
- **Suborden:** Pleurodira
- **Familia:** Podocnemididae

- **Género:** *Podocnemis*
- **Especie:** *Podocnemis unifilis*

Este ordenamiento taxonómico resalta las particularidades de *Podocnemis unifilis* dentro de los reptiles de agua dulce. Como miembro del suborden *Pleurodira*, esta tortuga se distingue por la forma en que retrae lateralmente su cabeza hacia el interior del caparazón, característica única entre las especies de este grupo (Animal Diversity Web, s.f.).

El género *Podocnemis*, al que pertenece, comprende tortugas exclusivamente acuáticas, adaptadas a los ecosistemas fluviales de América del Sur. Estas especies son fácilmente reconocibles por su caparazón ovalado, patas palmeadas y comportamientos migratorios estacionales, que les permiten aprovechar diferentes recursos en los sistemas acuáticos (Infotortuga, 2014).

La especie *Podocnemis unifilis* destaca por presentar dimorfismo sexual evidente, en el que las hembras superan significativamente a los machos en tamaño. Las hembras pueden alcanzar longitudes de caparazón de hasta 50 cm, mientras que los machos raramente exceden los 30 cm. Además, los juveniles poseen manchas amarillas distintivas en la cabeza, las cuales tienden a desaparecer con la edad. Estas características morfológicas contribuyen a la identificación precisa de la especie en estudios de campo (Infotortuga, 2014).

Desde una perspectiva filogenética, la familia *Podocnemididae* tiene una antigüedad considerable, con registros fósiles que datan del Cretácico. Este linaje ilustra adaptaciones únicas a ambientes acuáticos, como caparazones más ligeros para facilitar la movilidad en agua y extremidades palmeadas que mejoran su capacidad natatoria. Estas adaptaciones son esenciales para la supervivencia de *Podocnemis unifilis*, que depende de cuerpos de agua lentos como ríos y lagunas (Animal Diversity Web, s.f.).

En cuanto a su estado de conservación, la tortuga charapa está clasificada como Vulnerable (VU) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esta categorización se fundamenta en la continua disminución de las poblaciones silvestres debido a la presión antropogénica. Las principales amenazas incluyen la caza para consumo humano, la extracción

masiva de huevos y la degradación de su hábitat natural por actividades como la deforestación y la minería (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

La inclusión de *Podocnemis unifilis* en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES) busca garantizar que el comercio internacional no ponga en riesgo su supervivencia. Este enfoque implica monitoreo constante y esfuerzos colaborativos entre países para controlar la explotación de la especie, especialmente en áreas críticas como la cuenca del Amazonas (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

El estudio taxonómico detallado de *Podocnemis unifilis* no solo es crucial para su identificación en el ámbito científico, sino también para diseñar estrategias de manejo que permitan su conservación a largo plazo.

1.1.2. Características morfológicas y biométricas

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), conocida también como terecay, presenta características morfológicas y biométricas que reflejan adaptaciones específicas a su entorno fluvial. Esta especie se caracteriza por un caparazón ovalado y ligeramente convexo, de colores que varían entre marrón oscuro y negro en adultos. En los individuos juveniles, el caparazón puede exhibir tonos más claros, incluyendo marrones y verdosos, y está adornado con una quilla dorsal poco pronunciada que se suaviza con el crecimiento (Martínez et al., 2007).

El plastrón de *P. unifilis* es de color amarillento, con marcas oscuras que se acentúan en los bordes. Este diseño no solo tiene una función protectora, sino que también se utiliza como elemento distintivo en estudios de campo para diferenciar esta especie de otras del mismo género (Martínez et al., 2007).

En términos biométricos, las hembras adultas alcanzan una longitud de caparazón de hasta 50 cm y pueden pesar entre 9 y 12 kg, mientras que los machos son más pequeños, rara vez superando los 30 cm de longitud. Este dimorfismo sexual es evidente y facilita la diferenciación de sexos en estudios poblacionales. La cola de los machos es proporcionalmente más larga y gruesa que la de las hembras, adaptándose a su función reproductiva (Martínez et al., 2007).

La cabeza de *P. unifilis* es relativamente pequeña en proporción al cuerpo, con un diseño aerodinámico que favorece su movilidad en medios acuáticos. En los juveniles, se observan marcas amarillas en la cabeza que se atenúan con la edad. Además, poseen dos barbillas mentonianas que cumplen funciones sensoriales y de exploración del sustrato en su entorno natural (Martínez et al., 2007).

La evaluación biométrica en cautiverio ha demostrado que los parámetros morfológicos pueden variar ligeramente dependiendo del acceso a recursos alimenticios y las condiciones del hábitat, sugiriendo una plasticidad ecológica en la especie (Martínez et al., 2007). Estas características han sido esenciales para la sobrevivencia de la tortuga charapa en ambientes acuáticos de la Orinoquía y Amazonía, donde desempeña roles ecológicos clave como dispersora de semillas y controladora de poblaciones de invertebrados (Martínez et al., 2007; Hernández et al., 2014).

1.1.3. Distribución geográfica y hábitat

La tortuga arrau (*Podocnemis expansa*), también conocida como charapa, es la tortuga de agua dulce más grande de Sudamérica. Su distribución geográfica incluye las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y Esequibo, abarcando territorios de países como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. En estas regiones, la especie ocupa diversos hábitats fluviales adaptados a sus necesidades ecológicas (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

En Colombia, la especie se encuentra en áreas hidrográficas del Amazonas y el Orinoco, distribuyéndose por departamentos como Arauca, Amazonas, Caquetá, Casanare, Guainía, Putumayo y Vichada. Los principales hábitats incluyen ríos grandes y medianos con aguas tranquilas, donde la tortuga arrau encuentra refugio y alimento (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016). Por otro lado, en Venezuela, es particularmente abundante en la cuenca del río Orinoco, siendo esta una de las regiones más importantes para la reproducción de la especie, donde históricamente se han observado grandes concentraciones durante la temporada de anidación (Animalia.bio, s.f.).

En la cuenca amazónica, la tortuga arrau se distribuye a lo largo de los principales afluentes de ríos como el Amazonas y el Madeira, ocupando tanto lagunas permanentes como zonas de bosques inundados. Su presencia es notable en regiones de Brasil, Bolivia, Perú y Ecuador, donde los cuerpos de agua ofrecen condiciones óptimas para su alimentación y reproducción (Extinción Animal, s.f.).

El hábitat de la tortuga arrau se caracteriza por cuerpos de agua dulce de gran tamaño, tales como ríos profundos, lagunas y bosques inundables. Prefiere aguas blancas, claras o mixtas, dependiendo de la región en la que habita. Durante la temporada de lluvias, cuando los niveles de agua aumentan, la especie se desplaza a zonas inundables, incluyendo lagunas y caños, donde encuentra recursos alimenticios abundantes. Por el contrario, en la época de aguas bajas, migra hacia ríos grandes y medianos, utilizando playas arenosas emergentes para la anidación (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

Una de las características más destacadas de *Podocnemis expansa* es su comportamiento migratorio estacional. Este comportamiento le permite desplazarse entre áreas de alimentación y sitios de anidación, a menudo recorriendo largas distancias. Los registros documentados señalan migraciones de hasta 420 kilómetros entre estas áreas, lo que subraya la importancia de los corredores fluviales intactos para la conectividad de las poblaciones de esta especie (Animalia.bio, s.f.).

El uso de playas arenosas durante la anidación es crítico para la supervivencia de la tortuga arrau. Estas playas, ubicadas en los márgenes de ríos con aguas bajas, proporcionan las condiciones ideales para que las hembras excaven nidos y depositen sus huevos. Sin embargo, este hábitat se ve amenazado por actividades humanas como la minería, la deforestación y la alteración del flujo de los ríos, lo que incrementa la vulnerabilidad de la especie (Extinción Animal, s.f.).

La distribución y el hábitat de *Podocnemis expansa* no solo son esenciales para su ciclo de vida, sino que también reflejan su papel ecológico en los ecosistemas acuáticos de Sudamérica. Al contribuir a la dispersión de semillas y al equilibrio

de las cadenas tróficas, esta especie desempeña funciones clave que subrayan la importancia de su conservación (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

1.1.4. Estado de conservación y amenazas globales según la UICN

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), conocida también como terecay, se encuentra clasificada como Vulnerable (VU) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esta categorización se debe a la continua reducción de sus poblaciones en gran parte de su distribución geográfica, que abarca las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Los principales factores que amenazan a esta especie incluyen la explotación directa, la degradación del hábitat y el comercio ilegal (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

Entre las amenazas más significativas se encuentra la recolección masiva de huevos, que constituye una práctica común en muchas comunidades ribereñas. Este impacto directo sobre las poblaciones reproductivas se ve agravado por la caza de hembras adultas durante la temporada de anidación, ya que estas representan un recurso valioso tanto para consumo como para comercialización (Infotortuga, 2014). En el caso de la Orinoquía y la Amazonía, los registros históricos y actuales confirman un uso intensivo de esta especie para satisfacer necesidades alimenticias y económicas, exacerbando su vulnerabilidad (Hernández & Boede, 2014).

La pérdida y degradación del hábitat natural constituye otra de las principales amenazas para *P. unifilis*. La deforestación y la alteración de los flujos hídricos debido a la construcción de represas, actividades mineras y expansión agrícola han reducido significativamente la calidad y disponibilidad de los sitios de anidación y alimentación. Estos cambios ecológicos no solo afectan a la especie directamente, sino que también interrumpen los procesos migratorios esenciales para su reproducción y supervivencia (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

Por otro lado, el comercio ilegal de *Podocnemis unifilis* persiste como una amenaza relevante. A pesar de que esta especie está incluida en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), lo que implica restricciones en su tráfico internacional, la demanda de individuos vivos para el mercado de mascotas y de productos derivados como carne y huevos sigue siendo alta (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

La contaminación de los cuerpos de agua donde habita *P. unifilis* es otro factor crítico. La presencia de metales pesados, residuos agrícolas y desechos urbanos afecta tanto la calidad del hábitat como la salud de las poblaciones existentes. Estudios realizados en zoológicos han documentado alteraciones en los parámetros hematológicos y bioquímicos de individuos en cautiverio, lo que refleja el impacto potencial de las condiciones ambientales adversas en poblaciones silvestres (Martínez et al., 2007).

El cambio climático también representa un desafío emergente para la conservación de *Podocnemis unifilis*. Las alteraciones en los regímenes de inundación y temperatura pueden afectar directamente los ciclos de reproducción y la proporción de sexos en las crías, dado que esta última está determinada por la temperatura de incubación de los huevos. Además, el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos podría incrementar la destrucción de hábitats críticos, como las playas de anidación (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

A pesar de estas amenazas, existen esfuerzos significativos en varias regiones para mitigar la disminución de las poblaciones de *P. unifilis*. Estos incluyen programas de conservación basados en la protección de playas de anidación, la reubicación de nidos en peligro y la liberación de crías en áreas protegidas. Además, iniciativas educativas han buscado promover el uso sostenible de la especie y reducir la presión sobre las poblaciones silvestres mediante alternativas económicas y culturales (Infotortuga, 2014).

El estado de conservación de *P. unifilis* es un reflejo de los retos globales que enfrentan muchas especies acuáticas en la actualidad. La implementación de

estrategias integrales que combinen la conservación in situ con la gestión sostenible de los recursos naturales será clave para garantizar la persistencia de esta especie en sus hábitats naturales.

1.2. Características biológicas y ecológicas: hábitat, ciclo de vida, reproducción, dieta, y patrones de comportamiento.

1.2.1. Descripción del hábitat natural de la tortuga charapa

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), conocida también como terecay, habita predominantemente en los sistemas fluviales de la cuenca amazónica y del Orinoco, abarcando países como Venezuela, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Guyana y Surinam. Su preferencia se inclina hacia ambientes de agua dulce con corrientes lentas, como ríos grandes y medianos, lagunas, remansos y bosques estacionalmente inundados (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Figura 1

Distribución geográfica de la tortuga charapa (Podocnemis unifilis)



Nota: La figura 1 muestra la distribución geográfica de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), que habita en las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y Esequibo. Este rango abarca países como Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú, Guyana y Bolivia. Su hábitat se caracteriza por ríos de corrientes lentas, lagunas y bosques inundables, los cuales son esenciales para su alimentación, reproducción y termorregulación (Extinción Animal, s.f.).

En el Parque Nacional Yasuní, la especie se encuentra en cuerpos de agua como los ríos Napo y Tiputini, así como en lagunas asociadas a áreas ribereñas densamente vegetadas. Estos ecosistemas ofrecen refugio, alimento y condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades biológicas de la tortuga, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando las áreas inundadas incrementan su disponibilidad de recursos (Infotortuga, 2014).

El hábitat de *P. unifilis* presenta variaciones estacionales marcadas que condicionan su comportamiento. Durante la estación seca, la especie depende de los cauces principales de los ríos, donde las playas arenosas que emergen se convierten en sitios clave para la anidación. Estas playas, expuestas al sol, permiten la incubación de los huevos y ofrecen un hábitat transitorio para las hembras que abandonan el agua temporalmente para depositar sus nidos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.; Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

Además, el hábitat de la tortuga charapa está estrechamente vinculado a la vegetación ribereña, que cumple un papel crucial al proporcionar sombra y refugio. La vegetación acuática y las áreas pantanosas sirven como fuentes de alimento, ya que esta especie consume hojas, frutos y pequeños organismos acuáticos, los cuales son más accesibles en áreas densamente vegetadas (Hernández & Boede, 2014).

Sin embargo, las actividades humanas, como la deforestación, la construcción de represas y la contaminación, están alterando significativamente los hábitats naturales de *P. unifilis*. Estos impactos afectan directamente la calidad de los cuerpos de agua, la disponibilidad de playas para la anidación y la conectividad entre los hábitats utilizados durante las migraciones estacionales. La pérdida de estos ecosistemas representa una amenaza crítica para la supervivencia de la especie (Infotortuga, 2014).

Es necesario implementar medidas de conservación que prioricen la protección de los hábitats fluviales y la restauración de áreas degradadas. La regulación de actividades humanas en zonas críticas y la conservación de playas de anidación son estrategias esenciales para garantizar la persistencia de *P. unifilis* en su

entorno natural (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.; Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

1.2.2. Ciclo de vida y etapas de desarrollo

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), conocida también como *terecay* o *taricaya*, presenta un ciclo de vida estructurado en varias etapas: embrión, juvenil, adulto reproductivo y senescente. Cada una de estas fases está condicionada por factores ambientales, biológicos y ecológicos que determinan su supervivencia en los ecosistemas acuáticos.

— Etapa embrionaria

La reproducción de *P. unifilis* ocurre durante la temporada seca, momento en que las hembras depositan entre 10 y 35 huevos en playas arenosas o bancos de arena a lo largo de los ríos. Estas playas, expuestas al sol, son seleccionadas por ofrecer condiciones óptimas para la incubación. El período de incubación varía entre 72 y 83 días, dependiendo principalmente de la temperatura y humedad del nido. La temperatura es un factor determinante, ya que influye directamente en la proporción de sexos de las crías: temperaturas más altas suelen producir hembras, mientras que las bajas producen machos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Figura 2

Huevos de tortuga charapa (Podocnemis unifilis): El inicio del ciclo de vida en su etapa embrionaria



Nota: La figura presenta huevos de tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), recolectados de nidos en playas arenosas. Estos huevos representan la etapa embrionaria, una fase crucial en el ciclo

de vida de la especie, cuya incubación depende de factores ambientales como la temperatura y la humedad del sustrato, aspectos fundamentales para la determinación del sexo de las crías (Castro Casal et al., 2013).

En el Parque Nacional Yasuní, se han implementado programas de conservación enfocados en la recolección y protección de huevos. Estas iniciativas incluyen el traslado de nidos a sitios controlados, conocidos como arenarios artificiales, donde se asegura una incubación más efectiva, alcanzando tasas de eclosión superiores al 87% (Infotortuga, 2014). Estas estrategias son fundamentales para contrarrestar las amenazas de depredadores naturales y las actividades humanas, como la recolección ilegal de huevos.

— Etapa neonatal y juvenil

Una vez eclosionadas, las crías enfrentan su primer desafío: abandonar el nido y desplazarse hacia el agua, donde enfrentan altas tasas de mortalidad debido a la depredación. Predadores como aves, peces grandes y pequeños mamíferos contribuyen significativamente a esta mortalidad temprana (Hernández & Boede, 2014). Sin embargo, las crías poseen un instinto innato que las impulsa a migrar rápidamente al agua, lo que les confiere una mayor probabilidad de supervivencia.

Figura 3:

Etapa neonatal y juvenil de la tortuga charapa



Nota: Neonatos de *Podocnemis unifilis* (izq.) y *Podocnemis expansa* (dcha.) nacidas en el río Ele (Arauca, Colombia) en abril de 2012. (Castro Casal et al., 2013).

Durante la etapa juvenil, el crecimiento de *P. unifilis* es rápido y su dieta es predominantemente omnívora, compuesta por pequeños invertebrados, materia vegetal y frutos disponibles en su entorno. La disponibilidad de hábitats acuáticos adecuados es crucial en esta etapa, ya que garantiza el acceso a recursos

alimenticios y refugio frente a depredadores. En el Parque Nacional Yasuní, las áreas de bosque inundable y lagunas ribereñas juegan un papel fundamental en el desarrollo temprano de esta especie (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

— Madurez sexual y reproducción

La madurez sexual en *P. unifilis* se alcanza entre los 5 y 6 años, con variaciones según las condiciones ambientales y la calidad de los recursos disponibles. Las hembras, que son significativamente más grandes que los machos, desempeñan un rol central en la reproducción, mostrando una notable fidelidad a las playas de anidación donde nacieron. Este comportamiento, conocido como *filopatría*, asegura que las crías nazcan en sitios previamente probados como exitosos para la incubación (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

Figura 4:

Madurez sexual en la tortuga charapa (Podocnemis unifilis): Un hito clave en su ciclo de vida:



Nota: La imagen muestra a un ejemplar juvenil de tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), cuya etapa de desarrollo antecede a la madurez sexual. Este periodo, alcanzado entre los 5 y 6 años, marca el inicio de la capacidad reproductiva y está influenciado por factores como la disponibilidad de recursos, la calidad del hábitat y las condiciones ambientales

El comportamiento reproductivo de las hembras incluye migraciones estacionales hacia playas arenosas que emergen durante la temporada seca. Allí, seleccionan cuidadosamente el sitio para excavar sus nidos, asegurando que estos estén fuera del alcance de inundaciones y en áreas con exposición solar suficiente para garantizar una incubación adecuada. Estas migraciones y

comportamientos reproductivos resaltan la importancia de mantener la conectividad de los ecosistemas fluviales, ya que las interrupciones en los corredores acuáticos pueden limitar el acceso a playas de anidación y, por ende, afectar las tasas de reproducción de la especie (Infotortuga, 2014).

Senescencia y longevidad

La longevidad de *P. unifilis* en estado silvestre no está completamente documentada, pero se estima que puede superar las tres décadas en condiciones óptimas. En esta etapa, la tortuga experimenta una disminución gradual en su capacidad reproductiva y un aumento en la susceptibilidad a enfermedades y depredadores. Sin embargo, la estructura corporal robusta de la especie y sus adaptaciones para la vida acuática contribuyen a una alta resistencia frente a cambios ambientales moderados (Hernández & Boede, 2014).

El impacto de la senescencia en las poblaciones de *P. unifilis* está directamente relacionado con las presiones antropogénicas que enfrenta la especie, como la contaminación, la caza y la degradación de su hábitat. Por esta razón, es crucial desarrollar estrategias de manejo que aseguren la protección de los adultos senescentes, ya que estos desempeñan un rol fundamental en la estructura social y ecológica de las poblaciones.

Consideraciones finales

El ciclo de vida de *P. unifilis* refleja la importancia de los procesos ecológicos y las interacciones con su entorno para garantizar su supervivencia. Desde la etapa embrionaria hasta la senescencia, esta especie enfrenta desafíos tanto naturales como antropogénicos que ponen en riesgo su estabilidad poblacional. Las medidas de conservación que protejan los hábitats acuáticos regulen el acceso a playas de anidación y reduzcan la presión de caza y recolección son esenciales para asegurar la persistencia de *P. unifilis* en los ecosistemas fluviales del Parque Nacional Yasuní y más allá.

1.2.3. Reproducción y comportamiento reproductivo

La tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) presenta un comportamiento reproductivo altamente adaptado a las condiciones estacionales de los

ecosistemas fluviales que habita. Durante la estación seca, las hembras adultas migran desde sus áreas de alimentación hacia playas arenosas emergentes a lo largo de los ríos, las cuales son utilizadas como sitios de anidación. Este comportamiento migratorio es crucial para el éxito reproductivo, ya que asegura condiciones óptimas para la incubación de los huevos y la eclosión de las crías (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

La selección de las playas de anidación no es aleatoria, sino que depende de factores específicos como la composición del sustrato, la exposición al sol y la elevación relativa respecto al nivel del río. Estas características garantizan una incubación adecuada, protegiendo los huevos de posibles inundaciones y favoreciendo la determinación del sexo de las crías, que está influida por la temperatura del nido. Temperaturas más altas generan hembras, mientras que temperaturas más bajas producen machos. Este mecanismo de determinación sexual dependiente de la temperatura es común en reptiles y juega un papel crucial en la dinámica poblacional (Castro Casal, Merchán Fornelino, Garcés-Restrepo, Cárdenas-Torres, & Gómez Velasco, 2013).

El proceso de anidación ocurre generalmente en grupos, un fenómeno conocido como "cambote" o "arribada", donde decenas o incluso cientos de hembras desovan simultáneamente en la misma playa. Este comportamiento sincronizado es interpretado como una estrategia evolutiva para saturar a los depredadores, aumentando la probabilidad de supervivencia de los huevos y crías (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

Cada hembra puede depositar entre 50 y 172 huevos por nidada, dependiendo de su tamaño y condición corporal. Los huevos, de forma esférica y con cáscaras calcáreas, son enterrados en nidos excavados a profundidades que oscilan entre 20 y 50 cm. Tras un periodo de incubación de aproximadamente 45 días, las crías emergen de manera sincronizada, lo que minimiza su vulnerabilidad frente a los depredadores naturales (Castro Casal et al., 2013).

Un aspecto destacado del comportamiento reproductivo de *P. expansa* es su alta filopatría, es decir, la tendencia a regresar a los mismos sitios de anidación utilizados previamente o cercanos a su lugar de nacimiento. Este

comportamiento refuerza la importancia de conservar las playas de anidación como elementos críticos para la viabilidad a largo plazo de las poblaciones (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

Las crías, tras emerger de los nidos, se dirigen rápidamente al agua, donde enfrentan múltiples amenazas, incluyendo depredadores como aves, peces y mamíferos. Además, en esta etapa inicial, su supervivencia depende de la calidad del hábitat y de la ausencia de perturbaciones humanas, como la extracción de huevos o la modificación de las playas (Castro Casal et al., 2013).

Finalmente, el comportamiento reproductivo de la tortuga charapa no solo subraya su dependencia de ambientes fluviales saludables, sino que también refuerza la necesidad de implementar estrategias de conservación integrales que incluyan la protección de las playas de anidación, la regulación de actividades humanas y el monitoreo constante de las poblaciones en sus hábitats naturales (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

1.2.4. Dieta y patrones de comportamiento

La dieta de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) se caracteriza por su transición ontogénica, cambiando de hábitos carnívoros en las etapas juveniles a una dieta predominantemente herbívora en la adultez. Durante su desarrollo temprano, estos reptiles consumen insectos, crustáceos y moluscos acuáticos, aprovechando los recursos animales disponibles en su entorno. En contraste, los adultos integran a su alimentación frutos, hojas, semillas, flores y algas, lo que refleja una adaptación alimenticia a las dinámicas estacionales de su hábitat (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

En la Amazonía colombiana, estudios sobre el contenido estomacal de *P. expansa* han revelado una fuerte dependencia de recursos vegetales durante la temporada de aguas altas, cuando los bosques inundados ofrecen abundantes frutos y semillas. Este comportamiento alimenticio no solo satisface sus necesidades nutricionales, sino que también posiciona a la tortuga charapa como un agente ecológico clave para la dispersión de semillas en los ecosistemas

ribereños. Al consumir y dispersar semillas en distintos puntos de su hábitat, contribuyen significativamente a la regeneración de las áreas forestales (Castro Casal, Merchán Fornelino, Garcés-Restrepo, Cárdenas-Torres, & Gómez Velasco, 2013).

Patrones de comportamiento

Los patrones de comportamiento de *P. expansa* están estrechamente vinculados a las dinámicas estacionales de los sistemas fluviales que habita. Durante la temporada seca, cuando los niveles de agua disminuyen, estos reptiles se agrupan en bancos de arena y playas fluviales para realizar el llamado "basking", un comportamiento de termorregulación que les permite elevar su temperatura corporal. Este proceso es fundamental para la síntesis de vitamina D y el mantenimiento del metabolismo del calcio, esencial para la salud de su caparazón y huesos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

En cuanto al comportamiento reproductivo, *P. expansa* muestra una fuerte filopatría, es decir, una fidelidad notable a las playas de anidación donde nacieron. Durante la temporada reproductiva, las hembras realizan migraciones desde sus áreas de alimentación en bosques inundados hacia playas arenosas seleccionadas, donde depositan sus huevos. Este proceso de anidación colectiva, conocido como "arribada", implica la participación simultánea de numerosas hembras en un mismo sitio, lo que podría ser una estrategia evolutiva para reducir el impacto de los depredadores en los huevos y crías (Castro Casal et al., 2013).

Además, *P. expansa* presenta comportamientos migratorios estacionales que aseguran su supervivencia. Estas migraciones son impulsadas por las fluctuaciones de los niveles de agua y permiten a las tortugas acceder a recursos alimenticios y sitios de anidación adecuados. Las hembras adultas suelen desplazarse grandes distancias entre sus áreas de alimentación y reproducción, demostrando una extraordinaria capacidad de orientación en entornos acuáticos complejos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016).

Estos patrones comportamentales, tanto en la alimentación como en la reproducción, son esenciales para el éxito ecológico de la tortuga charapa. No obstante, actividades humanas como la deforestación, la extracción de huevos y la modificación de los sistemas fluviales amenazan su comportamiento natural y su papel en los ecosistemas que habita.

1.3. Importancia ecológica de la especie en los ecosistemas acuáticos del Yasuní.

1.3.1. Rol en las redes tróficas

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) ocupa un lugar fundamental en las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional Yasuní. Como especie omnívora, su dieta varía a lo largo de las diferentes etapas de su desarrollo ontogénico, desempeñando funciones clave tanto como consumidor intermedio como presa en los complejos sistemas ecológicos en los que habita (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Figura 5

*Rol ecológico y estrategias de conservación de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*)*



Nota: La figura ilustra las principales funciones ecológicas y necesidades de conservación de la tortuga charapa. Destaca su dieta, que cambia de carnívora en juveniles a herbívora en adultos; sus interacciones con depredadores y su rol como dispersora de semillas; y la importancia de las medidas de protección del hábitat para garantizar la supervivencia de esta especie.

En las etapas juveniles, *P. unifilis* presenta una dieta predominantemente carnívora, basada en la ingestión de invertebrados acuáticos como insectos, moluscos y crustáceos. Esta estrategia alimenticia contribuye significativamente al control poblacional de estas especies en los ríos y lagos amazónicos. Los invertebrados acuáticos, que a menudo son considerados consumidores primarios o secundarios, desempeñan un papel esencial en el procesamiento de materia orgánica y en el reciclaje de nutrientes en los sistemas acuáticos. Por lo tanto, la depredación por parte de las tortugas juveniles tiene un impacto regulador sobre la estructura de las comunidades acuáticas, influyendo indirectamente en la calidad del agua y en la dinámica de otros niveles tróficos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

En su transición hacia la adultez, la dieta de *P. unifilis* cambia gradualmente a un enfoque predominantemente herbívoro, incorporando una amplia gama de alimentos de origen vegetal, como frutos, semillas, hojas, algas y flores. Este cambio dietético refleja la flexibilidad ecológica de la especie y su capacidad para adaptarse a las variaciones estacionales de recursos alimenticios. Durante la temporada de aguas altas, cuando los bosques inundables ofrecen abundantes frutos y hojas, *P. unifilis* actúa como dispersora de semillas, transportando y depositando material vegetal en diferentes puntos de su hábitat. Este proceso es esencial para la regeneración de los bosques ribereños y para el mantenimiento de la biodiversidad vegetal en los ecosistemas amazónicos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

El papel de *P. unifilis* como dispersora de semillas no solo contribuye a la estructura vegetal del entorno, sino que también tiene un impacto positivo en la disponibilidad de recursos para otras especies que dependen de estas plantas. En este sentido, las tortugas charapa pueden ser consideradas ingenieras ecosistémicas, ya que su actividad alimenticia y de dispersión contribuye al mantenimiento de la funcionalidad y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos del Yasuní (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Por otro lado, *P. unifilis* también desempeña un rol fundamental como presa dentro de las redes tróficas. Las crías y los juveniles son particularmente

vulnerables a la depredación por parte de una amplia variedad de especies, incluyendo aves como garzas y caracaras, peces grandes como bagres, y mamíferos como nutrias gigantes. Esta interacción depredador-presa no solo afecta directamente la dinámica poblacional de *P. unifilis*, sino que también influye en las estrategias de forrajeo y distribución espacial de sus depredadores. Asimismo, los adultos de *P. unifilis* no están exentos de presión por parte de depredadores de mayor tamaño, como caimanes y jaguares, especialmente en áreas donde las playas de anidación son compartidas con estas especies (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Además, las tortugas charapa interactúan indirectamente con otros niveles tróficos a través de su papel en la movilización de nutrientes. Al consumir material vegetal y animal y excretar los nutrientes derivados de estos recursos, contribuyen al reciclaje de materia orgánica en los ecosistemas acuáticos. Este proceso es particularmente relevante en los ambientes amazónicos, donde los ciclos de inundación y sequía regulan la disponibilidad de nutrientes y la productividad primaria (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

La interacción de *P. unifilis* con otros componentes de las redes tróficas resalta su importancia en la estabilidad de los ecosistemas acuáticos. Su capacidad para conectar diferentes niveles tróficos y su papel dual como consumidor y presa la posicionan como una especie clave en las dinámicas ecológicas del Parque Nacional Yasuní. Sin embargo, la conservación de estas funciones ecológicas depende en gran medida de la protección de su hábitat natural y de la mitigación de amenazas antropogénicas, como la explotación ilegal de individuos y la destrucción de playas de anidación (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

La eliminación o disminución de las poblaciones de *P. unifilis* podría tener consecuencias significativas para la estructura y funcionalidad de las redes tróficas en los ecosistemas fluviales. Por esta razón, las estrategias de conservación deben priorizar no solo la protección de las poblaciones de tortugas, sino también el mantenimiento de los procesos ecológicos en los que estas participan. Estas acciones no solo asegurarán la supervivencia de *P.*

unifilis, sino que también contribuirán a la resiliencia de los ecosistemas acuáticos del Yasuní y a la preservación de su rica biodiversidad.

1.3.2. Dispersión de semillas y mantenimiento de la vegetación acuática

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) desempeña un rol vital en la dispersión de semillas y el mantenimiento de la vegetación acuática dentro de los ecosistemas del Parque Nacional Yasuní. Como consumidor omnívoro, su dieta incluye una amplia variedad de frutos, semillas, hojas y algas, lo que convierte a esta especie en un agente ecológico clave para la regeneración de la flora ribereña (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Figura 6

*Funciones ecológicas de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) como consumidora omnívora*



Nota: La figura ilustra las principales funciones ecológicas de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) como consumidora omnívora en los ecosistemas acuáticos. Estas incluyen la dispersión de semillas, que favorece la regeneración de la vegetación ribereña; el mantenimiento de la vegetación acuática, que previene el crecimiento excesivo de plantas; y su interacción con especies ecológicas clave, lo que contribuye a la conservación de las funciones ecosistémicas. Además, destaca el papel de iniciativas comunitarias en la protección y manejo sostenible de esta especie.

Una de las funciones más destacadas de *P. unifilis* en la dinámica ecológica es la endozoocoria, que consiste en el transporte y deposición de semillas a través de sus heces. Durante la temporada de aguas altas, cuando los bosques inundados ofrecen una abundancia de frutos y hojas, la tortuga charapa consume

grandes cantidades de material vegetal. Posteriormente, al desplazarse por su entorno, dispersa semillas en diferentes áreas, facilitando su germinación en puntos estratégicos. Este proceso no solo promueve la regeneración de la vegetación ribereña, sino que también asegura la conectividad ecológica entre los diferentes componentes del ecosistema (Castro Casal, Merchán Fornelino, Garcés-Restrepo, Cárdenas-Torres, & Gómez Velasco, 2013).

Además, la dispersión de semillas por parte de *P. unifilis* tiene un impacto significativo en la estructura y composición de las comunidades vegetales. Al depositar las semillas en suelos fértiles y bien distribuidos, contribuye a la diversidad vegetal, fomentando la presencia de especies de árboles, arbustos y hierbas esenciales para la fauna local. Estos beneficios se extienden a las aves, mamíferos y otros reptiles que dependen de los frutos de estas plantas como fuente principal de alimento (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Por otra parte, la actividad alimenticia de la tortuga charapa también tiene un efecto regulador sobre la vegetación acuática. Al consumir plantas acuáticas y perifiton, contribuye a mantener el equilibrio ecológico de los cuerpos de agua. Este comportamiento ayuda a prevenir el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que pueden obstruir los flujos de agua y desencadenar procesos de eutrofización, los cuales afectan negativamente la calidad del agua y la biodiversidad acuática. Su impacto en la vegetación flotante y sumergida asegura la funcionalidad de estos sistemas fluviales, beneficiando tanto a las especies que habitan en ellos como a las comunidades humanas que dependen de estos recursos (Mongabay Latam, 2024).

El rol de *P. unifilis* en el mantenimiento de la vegetación no se limita a su consumo directo. Su desplazamiento a lo largo de ríos, lagunas y bosques inundados genera cambios físicos en el entorno que favorecen la regeneración vegetal. Durante su búsqueda de alimento y refugio, las tortugas movilizan sedimentos, facilitando la oxigenación del suelo y creando microhábitats ideales para el establecimiento de nuevas plantas. Este comportamiento demuestra cómo la interacción entre la fauna y los componentes físicos del ecosistema

contribuye a la resiliencia y sostenibilidad de los sistemas acuáticos (Castro Casal et al., 2013).

Adicionalmente, la tortuga charapa establece interacciones ecológicas con una amplia gama de especies a través de su rol como dispersora de semillas. Algunas plantas dependen casi exclusivamente de este tipo de dispersión para completar su ciclo de vida, lo que resalta la importancia de *P. unifilis* en el sostenimiento de procesos ecológicos críticos. En este sentido, se puede considerar a la tortuga charapa como una especie clave o "ingeniera ecosistémica", dada su capacidad para influir positivamente en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas en los que habita (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s.f.).

Sin embargo, la conservación de las funciones ecológicas que realiza *P. unifilis* enfrenta diversas amenazas. La disminución de sus poblaciones debido a la caza, la recolección de huevos y la destrucción de hábitats pone en riesgo su capacidad de mantener estos procesos vitales. En este contexto, iniciativas comunitarias en la región amazónica ecuatoriana han demostrado ser efectivas para la protección de esta especie. Proyectos liderados por pueblos indígenas, como los Cofán, han logrado integrar conocimientos tradicionales con estrategias de conservación modernas, enfocándose en la protección de playas de anidación y la regulación de actividades humanas en las áreas críticas del Yasuní (Mongabay Latam, 2024).

La conservación de *P. unifilis* no solo asegura su supervivencia, sino también la continuidad de los servicios ecosistémicos que proporciona, incluyendo la regeneración vegetal, el mantenimiento de la calidad del agua y la provisión de hábitats para otras especies. Proteger a esta especie significa preservar los procesos ecológicos fundamentales que sustentan la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional Yasuní.

1.3.3.Regulación de los ecosistemas acuáticos

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) desempeña un papel fundamental en la regulación de los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional Yasuní. Su presencia y actividades contribuyen significativamente al equilibrio ecológico y al mantenimiento de la biodiversidad en estos hábitats.

— Control de la vegetación acuática y calidad del agua

P. unifilis influye en la estructura de la vegetación acuática a través de su dieta, que incluye plantas acuáticas y perifiton. Al alimentarse de estas especies, la tortuga ayuda a controlar su proliferación, evitando el crecimiento excesivo que podría conducir a la eutrofización de los cuerpos de agua. Este control es esencial para mantener la calidad del agua y asegurar la disponibilidad de oxígeno disuelto, lo cual beneficia a otras especies acuáticas y mantiene la salud general del ecosistema (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Reciclaje de nutrientes y productividad primaria

La actividad alimenticia y las excreciones de *P. unifilis* facilitan el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas acuáticos. Al consumir materia orgánica y posteriormente excretar nutrientes, la tortuga contribuye a la fertilización natural de las aguas, promoviendo la productividad primaria. Este proceso es vital para el sostenimiento de las cadenas tróficas y la disponibilidad de recursos para diversas especies (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Interacciones tróficas y equilibrio ecológico

Como especie omnívora, *P. unifilis* ocupa un lugar intermedio en la cadena alimenticia, interactuando tanto con organismos productores como con consumidores. Su rol como depredador de invertebrados y plantas acuáticas, así como su función como presa para depredadores mayores, contribuye al equilibrio de las poblaciones y a la estabilidad de las redes tróficas en los ecosistemas del Yasuní (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Modificación del hábitat y creación de microhábitats

Las actividades de anidación y movimiento de *P. unifilis* en las riberas y cuerpos de agua pueden modificar físicamente el hábitat, creando microhábitats que son aprovechados por otras especies. Por ejemplo, las áreas de anidación en las playas fluviales pueden servir como sitios de incubación para otros reptiles, y las depresiones creadas por sus movimientos pueden acumular agua, formando pequeños refugios para organismos acuáticos durante períodos secos (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Indicador de salud ambiental

La presencia y abundancia de *P. unifilis* en un ecosistema acuático pueden servir como indicadores de la salud ambiental. Poblaciones estables y saludables de esta especie sugieren un ecosistema equilibrado y de buena calidad, mientras que su declive puede señalar problemas ambientales como contaminación, sobreexplotación o degradación del hábitat (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Importancia cultural y económica

Además de su rol ecológico, *P. unifilis* tiene importancia cultural y económica para las comunidades locales, que la utilizan como fuente de alimento e ingresos. La implementación de programas de manejo sostenible, como el Proyecto Quelonios en la Estación Biológica de Beni, Bolivia, ha demostrado que es posible incrementar la supervivencia de huevos y neonatos, contribuyendo al crecimiento poblacional de las tortugas y, al mismo tiempo, proporcionando beneficios a las comunidades locales (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Amenazas y conservación

A pesar de su importancia ecológica, *P. unifilis* enfrenta amenazas significativas debido a la caza excesiva, la recolección de huevos y la destrucción de su hábitat. Estas actividades han llevado a la disminución de sus poblaciones en diversas regiones. La conservación de esta especie es esencial no solo para preservar la biodiversidad, sino también para mantener las funciones ecológicas que desempeña en los ecosistemas acuáticos (Yapu-Alcázar et al., 2018).

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) es una especie clave en la regulación de los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional Yasuní. Sus actividades contribuyen al control de la vegetación acuática, al reciclaje de nutrientes, al equilibrio de las redes tróficas y a la creación de microhábitats. Además, su presencia sirve como indicador de la salud ambiental y tiene importancia cultural y económica para las comunidades locales. La conservación de *P. unifilis* es fundamental para asegurar la integridad y funcionalidad de estos ecosistemas acuáticos.

1.3.4. Indicador de salud del ecosistema

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) es reconocida como un bioindicador de la salud de los ecosistemas acuáticos en el Parque Nacional Yasuní. Su presencia y abundancia reflejan la calidad ambiental y la integridad ecológica de estos hábitats.

— Indicador de calidad del agua y hábitat

La sensibilidad de *P. unifilis* a cambios en la calidad del agua, como la contaminación y la alteración de los niveles de oxígeno disuelto, la convierte en un indicador eficaz de las condiciones ambientales. Una disminución en sus poblaciones puede señalar problemas como la contaminación por actividades humanas o la degradación del hábitat. Estudios en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú, han demostrado que las variaciones en los niveles de agua influyen en los patrones de anidación de *P. unifilis*, lo que resalta su susceptibilidad a cambios hidrológicos y su utilidad como indicador de alteraciones ambientales (Gonzales et al., 2022).

— Indicador de presión antropogénica

Las poblaciones de *P. unifilis* son vulnerables a la explotación humana, incluyendo la caza y la recolección de huevos. Una disminución en su número puede reflejar niveles insostenibles de explotación y la necesidad de implementar medidas de conservación. En la Reserva de la Biosfera Estación Biológica Beni, Bolivia, se ha observado que la protección de hembras adultas y la reducción de la recolección de huevos son esenciales para la recuperación de las poblaciones de *P. unifilis*, lo que subraya su papel como indicador de la presión antropogénica en los ecosistemas acuáticos (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Indicador de efectividad de medidas de conservación

La recuperación o estabilidad de las poblaciones de *P. unifilis* puede indicar la efectividad de las estrategias de conservación implementadas en un área determinada. Programas de manejo sostenible, como el desarrollado en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú, han demostrado que la participación comunitaria en la protección de nidos y la regulación de la explotación pueden

conducir a incrementos en las poblaciones de *P. unifilis*, reflejando la salud y sostenibilidad del ecosistema (Freitas & Vásquez, 2018).

— Importancia en programas de monitoreo ambiental

Debido a su papel como bioindicador, *P. unifilis* es una especie clave en los programas de monitoreo ambiental. Su estudio proporciona información valiosa sobre la dinámica del ecosistema, permitiendo la detección temprana de cambios ambientales y la implementación oportuna de medidas de gestión. La elaboración de manuales de manejo para *P. unifilis* en la Amazonía peruana ha sido fundamental para estandarizar las prácticas de conservación y asegurar la sostenibilidad de las poblaciones en diferentes áreas protegidas (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica [OTCA], 2021).

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) es un bioindicador esencial de la salud de los ecosistemas acuáticos en el Parque Nacional Yasuní. Su monitoreo proporciona información crítica para la conservación y gestión de estos hábitats, permitiendo evaluar la calidad ambiental, la presión antropogénica y la efectividad de las medidas de conservación implementadas.

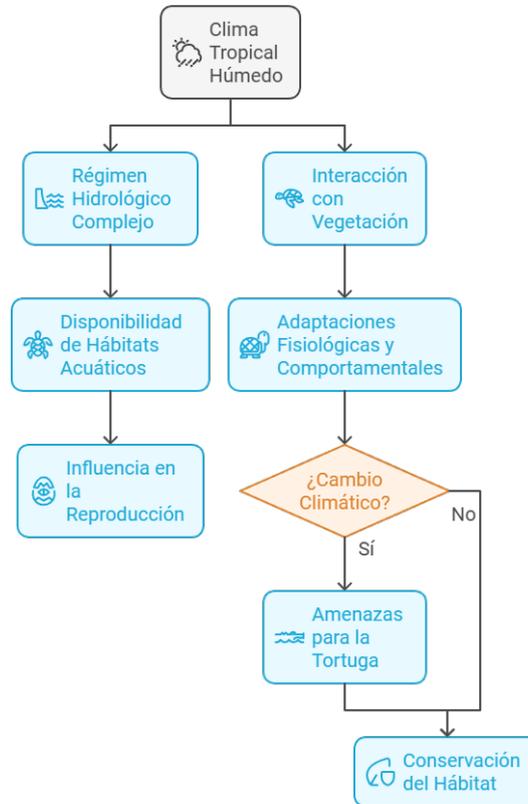
1.4. Factores ambientales del Parque Nacional Yasuní que favorecen su presencia.

1.4.1. Clima tropical y régimen hidrológico

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) prospera en los ecosistemas tropicales húmedos del Parque Nacional Yasuní gracias a las características únicas de este ambiente. El régimen hidrológico complejo, la interacción con la vegetación ribereña y sus adaptaciones fisiológicas y comportamentales le permiten sobrevivir y reproducirse en un entorno dinámico. Sin embargo, el cambio climático amenaza estas condiciones, alterando los ciclos de agua y la disponibilidad de hábitats, lo que resalta la importancia de conservar el equilibrio ecológico de esta región para proteger a esta especie clave.

Figura 7

*Impacto del clima tropical húmedo en la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) y su conservación*



Nota: La figura 7 ilustra cómo el clima tropical húmedo del Parque Nacional Yasuní sustenta la supervivencia de la tortuga charapa a través de factores como el régimen hidrológico, la interacción con la vegetación y sus adaptaciones. También destaca los riesgos asociados al cambio climático y la necesidad de implementar estrategias de conservación para garantizar la estabilidad de sus hábitats y la biodiversidad acuática.

— Clima tropical húmedo

El Yasuní exhibe un clima cálido-húmedo, con temperaturas que oscilan entre 24 °C y 26 °C, y precipitaciones anuales que pueden alcanzar los 3.000 mm. La humedad relativa es elevada, fluctuando entre el 86 % y el 94 % (Ministerio del Ambiente, 2012). Esta constancia en las condiciones climáticas asegura la disponibilidad de recursos hídricos y una vegetación exuberante, elementos esenciales para la tortuga charapa.

— Régimen hidrológico

El régimen hidrológico del Yasuní está influenciado por la alta pluviosidad y la densa cobertura vegetal, que facilitan la infiltración y el reciclaje del agua en el ecosistema. Esta dinámica hídrica mantiene una red de ríos, arroyos y áreas inundables que proporcionan hábitats adecuados para *P. unifilis*. La estabilidad del régimen hidrológico garantiza la permanencia de estos ambientes acuáticos a lo largo del año, facilitando el ciclo de vida de la especie.

— Disponibilidad de hábitats acuáticos

La abundancia de cuerpos de agua de corriente lenta, como ríos, lagunas y bosques inundables, ofrece refugio y áreas de alimentación para la tortuga charapa. Estos hábitats son fundamentales para su termorregulación, búsqueda de alimento y sitios de anidación. La estabilidad del régimen hidrológico asegura que las playas de anidación no sean inundadas intempestivamente, aumentando la tasa de éxito reproductivo.

— Influencia en la reproducción

Las condiciones climáticas y el régimen hidrológico del Yasuní influyen directamente en los patrones reproductivos de *P. unifilis*. La temporada de lluvias y las fluctuaciones en los niveles de agua determinan los períodos de anidación y eclosión de las crías. Un estudio realizado en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú, encontró una correlación entre el nivel del agua y la oviposición de *P. unifilis*, indicando que las hembras sincronizan la puesta de huevos con los niveles más bajos de agua para asegurar la supervivencia de las crías (Gonzales et al., 2022).

— Interacción con la vegetación

El clima tropical húmedo favorece una densa cobertura vegetal que proporciona alimento y protección a la tortuga charapa. La vegetación ribereña ofrece frutos y hojas que forman parte de su dieta, mientras que las raíces y troncos sumergidos sirven como refugio contra depredadores. Además, la sombra de la vegetación ayuda a regular la temperatura del agua, creando microhábitats óptimos para la especie.

— Adaptaciones fisiológicas y comportamentales

P. unifilis ha desarrollado adaptaciones que le permiten prosperar en el clima y régimen hidrológico del Yasuní. Su capacidad para tolerar variaciones en la temperatura y oxigenación del agua le permite sobrevivir en diferentes condiciones ambientales. Además, su comportamiento de anidación está sincronizado con las fluctuaciones estacionales del nivel del agua, lo que maximiza el éxito reproductivo.

— Amenazas asociadas al cambio climático

Aunque *P. unifilis* está adaptada al clima tropical húmedo del Yasuní, el cambio climático representa una amenaza potencial. Alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura podrían afectar el régimen hidrológico, modificando los hábitats acuáticos y los sitios de anidación disponibles. Es esencial monitorear estos cambios para implementar estrategias de conservación efectivas.

— Importancia de la conservación del hábitat

La preservación del clima y régimen hidrológico del Yasuní es crucial para la supervivencia de *P. unifilis*. La deforestación y las actividades humanas que alteran el ciclo hidrológico pueden tener efectos negativos en los hábitats de la tortuga charapa. Por lo tanto, es fundamental promover prácticas sostenibles que mantengan la integridad ecológica del parque.

Las características climáticas y el régimen hidrológico del Parque Nacional Yasuní crean un entorno ideal para la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*). La constancia en las temperaturas, la alta humedad y la abundancia de cuerpos de agua de corriente lenta proporcionan los recursos necesarios para su supervivencia y reproducción. La conservación de estas condiciones ambientales es esencial para mantener las poblaciones de esta especie en la región.

1.4.2. Abundancia de recursos alimenticios

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) se beneficia significativamente de la abundancia de recursos alimenticios en el Parque Nacional Yasuní, una de las

áreas más biodiversas del planeta. Esta riqueza en flora y fauna proporciona a la especie una dieta variada y equilibrada, esencial para su desarrollo y supervivencia.

— **Diversidad de la dieta de *P. unifilis***

P. unifilis es una especie omnívora cuya dieta incluye una amplia gama de alimentos disponibles en su entorno. Se alimenta de frutos, semillas, hojas, invertebrados acuáticos y pequeños peces. Esta diversidad dietética le permite adaptarse a las fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de recursos, aprovechando la oferta alimenticia que el ecosistema del Yasuní proporciona.

— **Disponibilidad de frutos y semillas**

La densa vegetación del Yasuní produce una gran cantidad de frutos y semillas que constituyen una parte importante de la dieta de la tortuga charapa. La caída constante de frutos al agua ofrece una fuente de alimento accesible y nutritiva. Además, al consumir y posteriormente dispersar estas semillas, *P. unifilis* contribuye a la regeneración de la vegetación ribereña, desempeñando un papel ecológico crucial en el mantenimiento de la biodiversidad del parque.

— **Abundancia de invertebrados acuáticos**

Los cuerpos de agua del Yasuní albergan una rica comunidad de invertebrados, como moluscos, crustáceos e insectos acuáticos, que sirven de alimento para la tortuga charapa. La disponibilidad de estos organismos es esencial para satisfacer las necesidades proteicas de la especie, especialmente durante las etapas de crecimiento y reproducción.

— **Importancia de la vegetación acuática**

La presencia de vegetación acuática, como algas y plantas flotantes, enriquece el hábitat de *P. unifilis*, proporcionando refugio y áreas de forrajeo. Estas plantas no solo forman parte de su dieta, sino que también albergan comunidades de microorganismos e invertebrados que amplían las opciones alimenticias de la tortuga.

— Efecto de la estacionalidad en la disponibilidad de recursos

Las variaciones estacionales en el Yasuní influyen en la disponibilidad de recursos alimenticios para *P. unifilis*. Durante la temporada de lluvias, el aumento del nivel de los ríos expande las áreas de forrajeo, mientras que, en la estación seca, la concentración de alimentos puede disminuir. La capacidad de la tortuga para adaptarse a estas fluctuaciones es vital para su supervivencia en un entorno dinámico.

— Interacción con otras especies y competencia por recursos

La alta biodiversidad del Yasuní implica la coexistencia de múltiples especies que comparten nichos ecológicos similares. *P. unifilis* interactúa con otras especies de tortugas y fauna acuática en la búsqueda de alimento, lo que puede generar competencia por los recursos disponibles. Sin embargo, la abundancia y diversidad de alimentos en el parque suelen mitigar estos efectos, permitiendo una coexistencia equilibrada.

— Impacto de las actividades humanas en la disponibilidad de recursos

A pesar de la riqueza natural del Yasuní, las actividades humanas, como la explotación de recursos naturales y la caza ilegal, pueden afectar la disponibilidad de alimentos para *P. unifilis*. La alteración de hábitats y la disminución de poblaciones de especies clave pueden repercutir negativamente en la dieta y salud de la tortuga charapa. Es fundamental implementar medidas de conservación que protejan los recursos alimenticios y el equilibrio ecológico del parque.

La abundancia de recursos alimenticios en el Parque Nacional Yasuní es un factor determinante que favorece la presencia y supervivencia de *Podocnemis unifilis*. La diversidad y disponibilidad de alimentos en este ecosistema permiten a la tortuga charapa mantener una dieta equilibrada y adaptarse a las fluctuaciones ambientales, asegurando su desarrollo y contribuyendo al equilibrio ecológico del parque.

1.4.3. Diversidad y calidad de hábitats acuáticos

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) encuentra en el Parque Nacional Yasuní un entorno óptimo para su desarrollo, gracias a la diversidad y calidad de los hábitats acuáticos presentes en esta región. La variedad de cuerpos de agua, junto con la integridad ecológica del parque, proporcionan las condiciones necesarias para la supervivencia y reproducción de esta especie.

— Variedad de hábitats acuáticos

El Yasuní alberga una amplia gama de ecosistemas acuáticos, incluyendo ríos de corriente lenta, arroyos, lagunas y áreas inundables. Esta diversidad de hábitats ofrece a *P. unifilis* múltiples opciones para la alimentación, refugio y anidación, permitiendo a la especie adaptarse a diferentes condiciones ambientales y estacionales. La presencia de estos diversos cuerpos de agua es fundamental para mantener la biodiversidad y las funciones ecológicas del parque (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

— Calidad del agua y su influencia en *P. unifilis*

La calidad del agua en los hábitats del Yasuní es un factor determinante para la salud y bienestar de la tortuga charapa. Aguas limpias y bien oxigenadas favorecen la disponibilidad de alimento y reducen la incidencia de enfermedades. La ausencia de contaminantes y la estabilidad de las condiciones fisicoquímicas del agua son esenciales para el desarrollo de las etapas larvales y juveniles de la especie. Estudios en áreas protegidas han demostrado que la calidad del hábitat acuático influye directamente en la diversidad y abundancia de macroinvertebrados, que constituyen una parte importante de la dieta de *P. unifilis* (González et al., 2023).

— Importancia de los bosques inundables

Los bosques inundables, conocidos como varzeas, desempeñan un papel crucial en el ciclo de vida de *P. unifilis*. Durante las temporadas de inundación, estas áreas se convierten en zonas de alimentación ricas en recursos, mientras que en la época seca proporcionan sitios adecuados para la anidación. La dinámica estacional de estos bosques crea un mosaico de hábitats que soporta las diferentes necesidades ecológicas de la tortuga charapa. La conservación de

estos ecosistemas es vital para mantener las poblaciones de la especie en el Yasuní (Pinilla-Ortigoza, 2024).

— Conectividad entre hábitats acuáticos

La interconexión entre los distintos cuerpos de agua en el Yasuní facilita los desplazamientos de *P. unifilis*, permitiendo el acceso a recursos dispersos y la búsqueda de parejas reproductivas. Esta conectividad es esencial para mantener la diversidad genética y la resiliencia de las poblaciones locales. La fragmentación de hábitats, por el contrario, puede limitar estos movimientos y afectar negativamente la viabilidad de las poblaciones a largo plazo. La planificación de la conservación en el parque debe considerar la preservación de corredores acuáticos que aseguren la movilidad de la fauna (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Amenazas a la calidad de los hábitats acuáticos

A pesar de la protección que ofrece el estatus de parque nacional, los hábitats acuáticos del Yasuní enfrentan amenazas como la contaminación por actividades extractivas y el cambio climático. La alteración de los regímenes hidrológicos y la introducción de contaminantes pueden degradar la calidad del agua, afectando directamente a *P. unifilis* y a otras especies acuáticas. Es imperativo implementar medidas de monitoreo y gestión que mitiguen estos impactos y preserven la integridad de los ecosistemas acuáticos del parque (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La diversidad y calidad de los hábitats acuáticos en el Parque Nacional Yasuní son fundamentales para la presencia y conservación de *Podocnemis unifilis*. La variedad de ecosistemas acuáticos, la calidad del agua, la conectividad entre hábitats y la integridad de los bosques inundables proporcionan las condiciones necesarias para el desarrollo de esta especie. La protección y gestión adecuada de estos hábitats son esenciales para asegurar la supervivencia de la tortuga charapa en esta región biodiversa.

1.4.4. Relativa baja presión antropogénica en zonas protegidas

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) encuentra en el Parque Nacional Yasuní un entorno óptimo para su desarrollo, gracias a la diversidad y calidad de

los hábitats acuáticos presentes en esta región. La variedad de cuerpos de agua, junto con la integridad ecológica del parque, proporcionan las condiciones necesarias para la supervivencia y reproducción de esta especie.

— Variedad de hábitats acuáticos

El Yasuní alberga una amplia gama de ecosistemas acuáticos, incluyendo ríos de corriente lenta, arroyos, lagunas y áreas inundables. Esta diversidad de hábitats ofrece a *P. unifilis* múltiples opciones para la alimentación, refugio y anidación, permitiendo a la especie adaptarse a diferentes condiciones ambientales y estacionales. La presencia de estos diversos cuerpos de agua es fundamental para mantener la biodiversidad y las funciones ecológicas del parque (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

— Calidad del agua y su influencia en *P. unifilis*

La calidad del agua en los hábitats del Yasuní es un factor determinante para la salud y bienestar de la tortuga charapa. Aguas limpias y bien oxigenadas favorecen la disponibilidad de alimento y reducen la incidencia de enfermedades. La ausencia de contaminantes y la estabilidad de las condiciones fisicoquímicas del agua son esenciales para el desarrollo de las etapas larvales y juveniles de la especie. Estudios en áreas protegidas han demostrado que la calidad del hábitat acuático influye directamente en la diversidad y abundancia de macroinvertebrados, que constituyen una parte importante de la dieta de *P. unifilis* (González et al., 2023).

— Importancia de los bosques inundables

Los bosques inundables, conocidos como varzeas, desempeñan un papel crucial en el ciclo de vida de *P. unifilis*. Durante las temporadas de inundación, estas áreas se convierten en zonas de alimentación ricas en recursos, mientras que en la época seca proporcionan sitios adecuados para la anidación. La dinámica estacional de estos bosques crea un mosaico de hábitats que soporta las diferentes necesidades ecológicas de la tortuga charapa. La conservación de estos ecosistemas es vital para mantener las poblaciones de la especie en el Yasuní (Pinilla-Ortigoza, 2024).

— Conectividad entre hábitats acuáticos

La interconexión entre los distintos cuerpos de agua en el Yasuní facilita los desplazamientos de *P. unifilis*, permitiendo el acceso a recursos dispersos y la búsqueda de parejas reproductivas. Esta conectividad es esencial para mantener la diversidad genética y la resiliencia de las poblaciones locales. La fragmentación de hábitats, por el contrario, puede limitar estos movimientos y afectar negativamente la viabilidad de las poblaciones a largo plazo. La planificación de la conservación en el parque debe considerar la preservación de corredores acuáticos que aseguren la movilidad de la fauna (Yapu-Alcázar et al., 2018).

— Amenazas a la calidad de los hábitats acuáticos

A pesar de la protección que ofrece el estatus de parque nacional, los hábitats acuáticos del Yasuní enfrentan amenazas como la contaminación por actividades extractivas y el cambio climático. La alteración de los regímenes hidrológicos y la introducción de contaminantes pueden degradar la calidad del agua, afectando directamente a *P. unifilis* y a otras especies acuáticas. Es imperativo implementar medidas de monitoreo y gestión que mitiguen estos impactos y preserven la integridad de los ecosistemas acuáticos del parque (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

CAPITULO 02

AMENAZAS A LAS TORTUGAS CHARAPA EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ



Amenazas a las tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní

2.1. Identificación de amenazas directas: cacería, tráfico ilegal, y recolección de huevos.

2.1.1. Cacería de tortugas adultas y juveniles.

La cacería de tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*), tanto en su etapa adulta como juvenil, constituye una de las amenazas más significativas para esta especie en el Parque Nacional Yasuní. La demanda de carne y caparazones de tortuga ha impulsado la caza indiscriminada, afectando de manera severa a sus poblaciones y alterando el equilibrio ecológico de los ecosistemas fluviales donde habita (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

A nivel local, la cacería está profundamente arraigada en algunas prácticas culturales, especialmente en comunidades ribereñas que consideran a las tortugas como una fuente de alimento. En el Yasuní, la presión por la caza furtiva ha persistido a pesar de los esfuerzos de conservación. Operativos recientes han evidenciado la magnitud del problema, como el decomiso de miles de huevos de tortuga provenientes de las playas de anidación del parque, lo que afecta directamente la regeneración poblacional de la especie (Panorama Solutions, s.f.).

La cacería de hembras adultas es particularmente preocupante, ya que estas son las responsables de la reproducción. Cada hembra puede depositar entre 50 y 150 huevos por temporada, dependiendo de su tamaño y condición física. La pérdida de hembras reproductoras no solo disminuye el número de huevos disponibles, sino que también compromete la estabilidad genética y demográfica de la población (Mongabay, 2016).

Por otro lado, la caza de juveniles, aunque menos significativa en términos de impacto reproductivo, afecta la regeneración a largo plazo de las poblaciones de *P. unifilis*. Los juveniles, que son más vulnerables a los depredadores naturales y humanos, representan la próxima generación de adultos reproductores. La

reducción de estas cohortes juveniles puede llevar a una disminución de las tasas de supervivencia y crecimiento poblacional en los próximos años (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La cacería no solo tiene un impacto directo en las poblaciones de tortugas, sino que también afecta las funciones ecológicas que estas desempeñan. *P. unifilis* es una especie clave en la dispersión de semillas y en el mantenimiento de la calidad del agua. Su disminución puede generar cambios significativos en la dinámica de los ecosistemas acuáticos del Yasuní, afectando a otras especies que dependen de estos sistemas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En respuesta a esta amenaza, se han desarrollado iniciativas de conservación comunitaria que buscan reducir la cacería y garantizar la supervivencia de la especie. Entre estas medidas se incluyen la recolección controlada de huevos, su incubación en condiciones protegidas y la posterior liberación de neonatos en sus hábitats naturales. Desde 2008, estas iniciativas han logrado la liberación de más de 10 000 tortugas en el Parque Nacional Yasuní, evidenciando el potencial de los programas de manejo sostenible cuando se combinan con la participación de las comunidades locales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Sin embargo, estas iniciativas enfrentan desafíos importantes, como la falta de recursos económicos y la presión continua de las actividades ilegales. Es necesario fortalecer los esfuerzos de educación ambiental en las comunidades ribereñas y promover alternativas sostenibles que reduzcan la dependencia de la cacería de tortugas como recurso alimenticio. La implementación de políticas públicas que refuercen la vigilancia y el control en las zonas de anidación también es crucial para la protección de *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

La cacería de tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní refleja la compleja interacción entre las necesidades humanas y la conservación de la biodiversidad. Si bien la demanda de carne de tortuga persiste en ciertas comunidades, los esfuerzos de conservación y manejo sostenible ofrecen un camino hacia la coexistencia equilibrada entre las actividades humanas y la protección de esta especie emblemática de la Amazonía.

2.1.2. Tráfico ilegal de tortugas y subproductos.

El tráfico ilegal de tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*) y sus subproductos constituye una amenaza crítica para la conservación de esta especie en el Parque Nacional Yasuní. Esta actividad ilícita, impulsada por la demanda de carne, caparazones y huevos, ha llevado a una disminución considerable de las poblaciones naturales, poniendo en riesgo su supervivencia a largo plazo (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

El comercio ilegal de tortugas es un problema global, pero tiene un impacto particular en regiones biodiversas como la Amazonía. En el caso de *P. unifilis*, su carne es altamente valorada en comunidades locales y mercados clandestinos, mientras que los caparazones son utilizados para la elaboración de artesanías y objetos decorativos. Los huevos, por su parte, son extraídos de las playas de anidación para consumo humano, lo que afecta directamente el éxito reproductivo de la especie (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2016).

El transporte de tortugas y sus subproductos suele realizarse en condiciones deplorables, incrementando la mortalidad durante el traslado. Aquellas que sobreviven enfrentan dificultades para reintegrarse a sus hábitats naturales debido al estrés, desnutrición y enfermedades adquiridas durante el tráfico. Esto complica los esfuerzos de rehabilitación emprendidos por organizaciones de conservación y autoridades ambientales (Richards et al., 2021).

En áreas como el Parque Nacional Yasuní, las redes de tráfico ilegal operan aprovechando la falta de recursos y personal para la vigilancia. La vasta extensión del parque y su densa vegetación dificultan el monitoreo, lo que permite que las actividades ilícitas prosperen. Además, la corrupción y la falta de aplicación rigurosa de las leyes ambientales contribuyen a perpetuar este problema (Conservation International Ecuador, 2023).

Para combatir esta amenaza, es esencial fortalecer las estrategias de conservación. Las medidas incluyen el aumento de la vigilancia en las áreas protegidas, la implementación de programas de educación ambiental en comunidades locales y la promoción de alternativas económicas sostenibles. Asimismo, es necesario desarrollar sanciones más severas para los infractores

y mejorar los procedimientos judiciales relacionados con delitos ambientales, lo que actuaría como un disuasivo efectivo (Allgas et al., 2017).

A nivel internacional, la cooperación es fundamental para enfrentar el tráfico ilegal de fauna silvestre. La UICN ha destacado la importancia de abordar este problema de manera integral, promoviendo la colaboración entre países para reforzar la lucha contra los delitos ambientales. Esto incluye el fortalecimiento de políticas públicas y la creación de redes de información para rastrear y combatir las redes de tráfico (UICN, 2016).

La participación de las comunidades locales es igualmente crucial. Iniciativas comunitarias que fomenten la protección de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales pueden generar un cambio positivo en la percepción de las especies amenazadas. Programas educativos que sensibilicen a las comunidades sobre la importancia ecológica y cultural de la tortuga charapa son esenciales para garantizar su conservación (Conservation International Ecuador, 2023).

En síntesis, el tráfico ilegal de tortugas charapa y sus subproductos en el Parque Nacional Yasuní representa un desafío complejo que requiere una respuesta integral. La combinación de medidas legales, educativas y comunitarias, junto con la cooperación internacional, es clave para garantizar la conservación de *Podocnemis unifilis* y la preservación de los ecosistemas amazónicos.

2.1.3. Recolección de huevos como práctica insostenible.

La recolección de huevos de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) es una de las principales amenazas directas a la supervivencia de esta especie en el Parque Nacional Yasuní. Esta práctica, impulsada por la alta demanda de huevos para el consumo humano, afecta de manera significativa las tasas de reproducción y el crecimiento poblacional de la especie. Según datos recopilados por Wildlife Conservation Society Ecuador, los huevos son recolectados de manera indiscriminada en playas de anidación, lo que reduce drásticamente la cantidad de neonatos que logran eclosionar y llegar al agua (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La recolección de huevos se lleva a cabo principalmente durante la temporada de anidación, cuando las hembras depositan entre 50 y 150 huevos en nidos excavados en bancos de arena. Este comportamiento natural las convierte en un blanco fácil para los recolectores, quienes buscan aprovechar al máximo esta fuente de alimento y comercialización. El impacto de esta práctica es alarmante, ya que elimina generaciones enteras de tortugas antes de que tengan la oportunidad de contribuir al ciclo de vida de la población (Mongabay, 2016).

Además de ser una práctica insostenible, la recolección de huevos afecta directamente las dinámicas ecológicas del ecosistema. Las tortugas charapa desempeñan un papel clave en la dispersión de semillas y en el mantenimiento de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos. La disminución de sus poblaciones como resultado de la extracción masiva de huevos tiene consecuencias a largo plazo en el equilibrio ecológico del Yasuní (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Operativos realizados en el Parque Nacional Yasuní han evidenciado la magnitud de esta amenaza. Por ejemplo, en un decomiso efectuado en la provincia de Orellana, se encontraron más de 3 000 huevos recolectados de manera ilegal en playas de anidación dentro del área protegida. Estos hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer los controles y la vigilancia en las zonas más vulnerables del parque (Panorama Solutions, s.f.).

La extracción masiva de huevos, además de reducir la capacidad reproductiva de la especie, también afecta la estabilidad genética de las poblaciones. Al limitar la reproducción, se reducen las posibilidades de intercambio genético entre individuos, lo que aumenta la vulnerabilidad de la especie frente a enfermedades y cambios ambientales. Este escenario resulta especialmente preocupante en un contexto de cambio climático, donde la resiliencia genética podría ser un factor determinante para la supervivencia de *P. unifilis* (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Ante este panorama, se han implementado iniciativas de manejo sostenible para mitigar los efectos de la recolección de huevos. Estas incluyen la recolección controlada de huevos por parte de comunidades locales, su incubación en condiciones protegidas y la liberación de neonatos en sus hábitats naturales.

Desde 2008, estos programas han permitido la liberación de más de 10 000 tortugas en el Yasuní, lo que demuestra el potencial de las estrategias de conservación basadas en la participación comunitaria (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Sin embargo, estos esfuerzos enfrentan desafíos importantes, como la falta de recursos financieros y el impacto de las actividades ilegales. La implementación de políticas públicas más estrictas y la promoción de alternativas económicas sostenibles son fundamentales para reducir la presión sobre las poblaciones de tortugas charapa. Además, es necesario fortalecer los programas de educación ambiental para sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia ecológica y cultural de la especie (Conservation International Ecuador, 2023).

2.1.4. Factores agravantes y consecuencias ecológicas.

La situación de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní no solo se ve amenazada por actividades directas como la cacería, el tráfico ilegal y la recolección de huevos, sino que también enfrenta factores agravantes que intensifican su vulnerabilidad y comprometen la estabilidad de los ecosistemas donde habita. Estos factores incluyen la creciente presión humana, la falta de aplicación efectiva de normativas ambientales y el impacto del cambio climático.

La presión humana sobre el Parque Nacional Yasuní ha aumentado debido a actividades como la expansión de la agricultura, la pesca indiscriminada y la explotación de recursos naturales. Estas prácticas generan fragmentación del hábitat, alteran los ciclos reproductivos de *P. unifilis* y reducen las áreas seguras para la anidación y el desarrollo de las crías (Mongabay, 2016). Por ejemplo, la deforestación asociada a la apertura de caminos para actividades extractivas no solo elimina áreas clave de hábitat, sino que también facilita el acceso de cazadores y recolectores a las playas de anidación.

La falta de aplicación efectiva de las leyes ambientales es otro factor agravante. Aunque Ecuador cuenta con regulaciones destinadas a la protección de la biodiversidad, su implementación a menudo se ve limitada por la falta de recursos económicos y humanos. Las actividades ilegales, como la cacería y el tráfico de huevos, continúan siendo comunes debido a la insuficiente vigilancia

en las áreas protegidas del Yasuní (Richards, Emen, & Rugel, 2021). La corrupción y la falta de sanciones disuasivas también contribuyen a perpetuar estas prácticas insostenibles.

El cambio climático constituye una amenaza emergente que exacerba las condiciones adversas para la tortuga charapa. Las alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura afectan directamente los ciclos hidrológicos de los ríos y las condiciones de las playas de anidación. Por ejemplo, el aumento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones puede destruir nidos, mientras que las temperaturas extremas pueden influir en la proporción de sexos de las crías, un aspecto crítico en reptiles que presentan determinación sexual dependiente de la temperatura (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Las consecuencias ecológicas de estas amenazas son profundas y afectan tanto a la tortuga charapa como a los ecosistemas acuáticos en su conjunto. P. unifilis desempeña un papel crucial en la dispersión de semillas y el mantenimiento de la calidad del agua, funciones esenciales para la estabilidad de los ecosistemas fluviales. Su disminución no solo interrumpe estos procesos ecológicos, sino que también tiene un efecto cascada que repercute en otras especies que dependen de los mismos recursos y hábitats (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Por ejemplo, la disminución de las poblaciones de tortugas puede reducir la regeneración de las especies vegetales ribereñas, que dependen de la dispersión de semillas realizada por estos reptiles. Esto, a su vez, afecta a las aves, mamíferos y otros organismos que utilizan estas plantas como refugio y fuente de alimento. Además, los cambios en la calidad del agua debido a la falta de regulación biológica podrían comprometer la salud de los ecosistemas acuáticos, afectando a las comunidades humanas que dependen de ellos para su subsistencia (Panorama Solutions, s.f.).

En este contexto, las estrategias de manejo sostenible y conservación comunitaria se vuelven imprescindibles para mitigar las consecuencias ecológicas y abordar los factores agravantes. Estas iniciativas deben incluir el fortalecimiento de la vigilancia, la implementación de programas de educación ambiental y la promoción de actividades económicas sostenibles que reduzcan

la presión sobre las poblaciones de *P. unifilis*. Además, la cooperación internacional y la aplicación de políticas basadas en evidencia científica son esenciales para garantizar la conservación de esta especie emblemática de la Amazonía.

2.2. Análisis de amenazas indirectas: pérdida de hábitat, contaminación, y cambio climático.

2.2.1. Pérdida de hábitat por actividades humanas

La pérdida de hábitat es una de las amenazas indirectas más significativas para la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní. Este problema es impulsado principalmente por actividades humanas como la deforestación, la expansión de la frontera agrícola, la minería ilegal y las operaciones de extracción petrolera. Estas actividades no solo alteran los ecosistemas donde habita *P. unifilis*, sino que también fragmentan los hábitats acuáticos, afectando su acceso a sitios de anidación, refugio y alimentación (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La deforestación para la apertura de caminos y la ampliación de tierras agrícolas ha resultado en la eliminación de playas ribereñas y bancos de arena utilizados por las tortugas para la anidación. Estos sitios son esenciales para el ciclo reproductivo de la especie, ya que garantizan las condiciones óptimas para la incubación de los huevos. La desaparición de estas áreas no solo reduce la tasa de éxito reproductivo, sino que también incrementa la vulnerabilidad de las hembras y crías frente a los depredadores naturales y humanos (Panorama Solutions, s.f.).

La minería ilegal, aunque menos extendida que otras actividades, genera impactos devastadores en los ecosistemas fluviales. El uso de maquinaria pesada altera el flujo natural de los ríos y destruye las zonas de refugio de *P. unifilis*. Adicionalmente, los sedimentos removidos durante estas actividades pueden enturbiar las aguas, reduciendo la calidad del hábitat acuático y afectando las comunidades de invertebrados que forman parte de la dieta de las tortugas (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Las operaciones petroleras representan una amenaza significativa en el Parque Nacional Yasuní, una región rica en biodiversidad, pero también en recursos energéticos. La construcción de infraestructura para la extracción y transporte de petróleo implica la pérdida directa de cobertura vegetal y la fragmentación de los ecosistemas. Además, los derrames de hidrocarburos y la contaminación asociada afectan gravemente la calidad del agua y la disponibilidad de recursos alimenticios para la tortuga charapa. Estas alteraciones pueden tener consecuencias de largo alcance en la salud de las poblaciones de *P. unifilis* (Mongabay, 2016).

La fragmentación del hábitat también dificulta los movimientos estacionales de las tortugas entre áreas de alimentación y reproducción, lo que limita su capacidad de adaptarse a las fluctuaciones ambientales. Esto es particularmente crítico en especies como *P. unifilis*, cuya supervivencia depende de la conectividad entre diferentes tipos de hábitats acuáticos y terrestres (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Los efectos acumulativos de estas actividades humanas no solo reducen la disponibilidad de hábitats adecuados, sino que también incrementan la exposición de las tortugas a otras amenazas, como la cacería y el tráfico ilegal. Por ejemplo, los caminos construidos para facilitar la extracción de recursos permiten un acceso más fácil a las áreas protegidas, lo que incrementa la presión sobre las poblaciones silvestres (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Es evidente que la pérdida de hábitat está estrechamente vinculada a las dinámicas de desarrollo humano y la falta de manejo sostenible de los recursos naturales en la región. La implementación de medidas de conservación efectivas, como la restauración de hábitats degradados y el fortalecimiento de la vigilancia en áreas críticas, es esencial para mitigar este problema. Asimismo, es necesario promover alternativas económicas sostenibles que reduzcan la dependencia de las comunidades locales de actividades que impactan negativamente el hábitat de *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

2.2.2. Contaminación de los ecosistemas acuáticos

La contaminación de los ecosistemas acuáticos representa una amenaza indirecta pero significativa para la supervivencia de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní. Esta problemática surge de múltiples fuentes, como la contaminación por hidrocarburos, el vertido de residuos domésticos e industriales, y el uso de agroquímicos en áreas circundantes al parque. Cada una de estas fuentes impacta negativamente en la calidad del agua y en la disponibilidad de recursos esenciales para las tortugas y otras especies acuáticas.

En el caso de las actividades petroleras, que tienen una presencia importante en el Yasuní, los derrames de crudo y los desechos químicos asociados generan un impacto severo en los ríos y lagunas. Estos contaminantes alteran la química del agua, reduciendo la disponibilidad de oxígeno disuelto y afectando la salud de las comunidades de invertebrados y peces que constituyen una parte fundamental de la dieta de *P. unifilis* (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021). Además, los derrames de petróleo no solo dañan el hábitat acuático, sino que también afectan las playas de anidación, donde los contaminantes pueden alterar las condiciones de incubación de los huevos.

Otra fuente significativa de contaminación es el uso de pesticidas y fertilizantes en actividades agrícolas alrededor del parque. Estos productos químicos, transportados por la escorrentía hacia los cuerpos de agua, provocan la eutrofización, un proceso que conduce al crecimiento excesivo de algas y la disminución de los niveles de oxígeno en el agua. Este fenómeno afecta directamente la salud de las tortugas charapa, ya que reduce la calidad de su hábitat y la disponibilidad de alimentos adecuados (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Los residuos sólidos y líquidos generados por las comunidades locales y las actividades turísticas no reguladas también contribuyen a la contaminación de los ecosistemas acuáticos del Yasuní. La acumulación de desechos plásticos, metales pesados y otros materiales no biodegradables en los ríos y lagos altera los hábitats y pone en riesgo a las tortugas, que pueden ingerir accidentalmente estos residuos o quedar atrapadas en ellos. Adicionalmente, los vertidos de

aguas residuales incrementan la carga de nutrientes y microorganismos patógenos en el agua, afectando la salud de las poblaciones de *P. unifilis* y otros organismos acuáticos (Panorama Solutions, s.f.).

La contaminación también tiene un impacto a largo plazo en la fisiología y reproducción de las tortugas. La exposición prolongada a hidrocarburos y metales pesados puede causar bioacumulación, un proceso en el que los contaminantes se acumulan en los tejidos de los organismos a lo largo del tiempo. Esta situación puede resultar en enfermedades, alteraciones hormonales y una disminución en la capacidad reproductiva de *P. unifilis*, lo que exacerba su vulnerabilidad frente a otras amenazas (Mongabay, 2016).

El impacto acumulativo de estas fuentes de contaminación no solo afecta a las tortugas charapa, sino que también pone en riesgo la integridad de los ecosistemas acuáticos del Yasuní en su conjunto. Las alteraciones en la calidad del agua y en las cadenas tróficas acuáticas tienen efectos en cascada que afectan a múltiples especies, incluyendo peces, anfibios y aves ribereñas, y, en última instancia, a las comunidades humanas que dependen de estos ecosistemas para su subsistencia (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Ante esta problemática, es urgente implementar medidas de mitigación para reducir la contaminación en los ecosistemas acuáticos del Yasuní. Estas medidas deben incluir el fortalecimiento de la regulación y supervisión de las actividades petroleras, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. Asimismo, la educación ambiental en las comunidades locales es crucial para generar conciencia sobre los efectos de la contaminación y fomentar comportamientos responsables que protejan la biodiversidad de la región (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

2.2.3. Impacto del cambio climático

El cambio climático representa una amenaza creciente para la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní, afectando tanto a su hábitat como a su ciclo de vida. Los cambios en los patrones climáticos, como las alteraciones en las precipitaciones, el aumento de las temperaturas y los eventos

climáticos extremos, tienen consecuencias significativas en los ecosistemas acuáticos y terrestres donde esta especie desarrolla sus actividades vitales.

Uno de los efectos más preocupantes del cambio climático en *P. unifilis* es su impacto en la reproducción. Como ocurre con otros reptiles, el sexo de las crías de tortuga charapa está determinado por la temperatura del nido durante la incubación. El aumento de las temperaturas globales podría generar una desproporción en la proporción de sexos, favoreciendo el nacimiento de un solo sexo, lo que a largo plazo afectaría la viabilidad de las poblaciones (Mongabay, 2016). Además, los eventos climáticos extremos, como las lluvias torrenciales, pueden inundar las playas de anidación y destruir nidos, disminuyendo las tasas de éxito reproductivo.

El cambio climático también afecta directamente la disponibilidad de hábitats adecuados para *P. unifilis*. Las fluctuaciones en los niveles de los ríos y lagunas, producto de la variabilidad climática, alteran las áreas de alimentación, refugio y anidación. Durante las temporadas de sequía prolongada, la reducción de cuerpos de agua obliga a las tortugas a concentrarse en áreas limitadas, aumentando la competencia por recursos y la vulnerabilidad frente a depredadores y actividades humanas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Adicionalmente, el cambio climático tiene un efecto indirecto en la calidad del agua. Las temperaturas más altas aceleran procesos como la eutrofización y la proliferación de algas tóxicas, que afectan negativamente a los ecosistemas acuáticos del Yasuní. Estas condiciones alteran la disponibilidad de alimentos y la calidad del hábitat, generando estrés fisiológico en *P. unifilis* y aumentando su susceptibilidad a enfermedades (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

El incremento de eventos climáticos extremos también pone en riesgo la integridad de las playas de anidación. La erosión de las orillas debido a lluvias intensas o inundaciones puede reducir significativamente las áreas disponibles para la deposición de huevos, forzando a las hembras a buscar sitios alternativos que no siempre cumplen con las condiciones óptimas para la incubación (Panorama Solutions, s.f.).

Por otro lado, el cambio climático interactúa con otras amenazas, exacerbando su impacto en las poblaciones de tortugas. Por ejemplo, los cambios en la dinámica de los ecosistemas acuáticos pueden dificultar la regeneración de la vegetación ribereña, que es esencial para la alimentación y la protección de las tortugas. Asimismo, la presión adicional sobre los recursos hídricos podría intensificar la competencia entre las comunidades humanas y la fauna silvestre (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Ante estas condiciones, es crucial desarrollar estrategias de adaptación y mitigación que incluyan la protección de las playas de anidación mediante acciones como la construcción de estructuras de contención y la reubicación de nidos en riesgo de inundación. También es esencial fortalecer el monitoreo climático en el Yasuní para identificar patrones de cambio y anticipar sus efectos en *P. unifilis* (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La participación de las comunidades locales en estos esfuerzos es fundamental. A través de programas de educación ambiental y capacitación, se pueden implementar prácticas de manejo sostenible que reduzcan las presiones sobre los hábitats de la tortuga charapa y mejoren su capacidad de adaptación frente al cambio climático (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

2.2.4. Sinergias entre amenazas indirectas

Las amenazas indirectas que enfrenta la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní, como la pérdida de hábitat, la contaminación de los ecosistemas acuáticos y el cambio climático, no actúan de manera aislada. Estas amenazas interactúan en sinergia, amplificando sus efectos negativos sobre las poblaciones de *P. unifilis* y comprometiendo la estabilidad de los ecosistemas que sustentan su supervivencia.

La combinación de la pérdida de hábitat y la contaminación de los ecosistemas acuáticos genera un entorno hostil que limita las opciones de refugio y alimentación para *P. unifilis*. Por ejemplo, la deforestación y las actividades extractivas no solo eliminan las playas de anidación y reducen la conectividad de los hábitats, sino que también aumentan la sedimentación en los cuerpos de agua. Esto último, agravado por los residuos químicos de actividades agrícolas y derrames de petróleo, disminuye la calidad del agua, afectando tanto a las

tortugas como a las especies de las que dependen para alimentarse (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

El cambio climático actúa como un catalizador que exagera las consecuencias de estas amenazas. Las alteraciones en los patrones de precipitación incrementan la probabilidad de inundaciones en playas de anidación degradadas, mientras que las sequías prolongadas intensifican la competencia por los recursos hídricos entre la fauna y las comunidades humanas. Además, las temperaturas más altas favorecen procesos como la eutrofización, lo que a su vez incrementa el estrés fisiológico en *P. unifilis* y reduce su capacidad de adaptación (Mongabay, 2016).

Otro aspecto crítico de las sinergias entre estas amenazas es su impacto en las dinámicas poblacionales de *P. unifilis*. La reducción de hábitats adecuados y la alteración de los ciclos reproductivos disminuyen las tasas de reclutamiento, mientras que la bioacumulación de contaminantes químicos en los tejidos de las tortugas afecta su salud y capacidad reproductiva. Estas condiciones conducen a una disminución acelerada de las poblaciones, afectando la resiliencia de la especie frente a perturbaciones futuras (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Además, la interacción entre estas amenazas indirectas no solo afecta a la tortuga charapa, sino también a las comunidades humanas que dependen de los ecosistemas del Yasuní. La degradación ambiental genera un círculo vicioso en el que la disminución de recursos naturales esenciales, como agua limpia y alimentos, intensifica las presiones antropogénicas sobre las áreas protegidas, perpetuando las actividades que contribuyen a la degradación del hábitat de *P. unifilis* (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Para abordar las sinergias entre estas amenazas, es necesario implementar estrategias de manejo integradas que consideren los múltiples factores que contribuyen a la vulnerabilidad de *P. unifilis*. Estas estrategias deben incluir la restauración de hábitats degradados, la reducción de fuentes de contaminación y el fortalecimiento de la vigilancia en las áreas críticas del parque. Asimismo, es fundamental desarrollar políticas de adaptación al cambio climático que prioricen la protección de las especies y ecosistemas más vulnerables (Panorama Solutions, s.f.).

La participación de las comunidades locales es esencial para el éxito de estas estrategias. A través de programas de educación ambiental y la promoción de actividades económicas sostenibles, se pueden reducir las presiones humanas sobre los hábitats de *P. unifilis* y mejorar la capacidad de los ecosistemas del Yasuní para resistir y recuperarse de los impactos combinados de estas amenazas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

2.3. Impacto de actividades humanas, como la expansión petrolera y la agricultura, en los hábitats de la charapa.

2.3.1. Efectos de la expansión petrolera en los ecosistemas acuáticos

La expansión petrolera en el Parque Nacional Yasuní ha tenido un impacto significativo en los ecosistemas acuáticos, afectando directamente a la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) y a otras especies dependientes de estos hábitats. Las actividades relacionadas con la extracción y transporte de petróleo han generado una serie de alteraciones ambientales que ponen en riesgo la integridad ecológica del parque y la estabilidad de sus ecosistemas acuáticos.

Uno de los efectos más directos de la actividad petrolera es la contaminación de los cuerpos de agua debido a derrames de hidrocarburos y al vertido de desechos químicos. Estos contaminantes alteran la calidad del agua, afectando la salud de las comunidades acuáticas. En el caso de *P. unifilis*, la exposición prolongada a hidrocarburos puede causar bioacumulación de toxinas en su organismo, lo que resulta en problemas de salud y una disminución en su capacidad reproductiva (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Además de la contaminación, la construcción de infraestructura para la explotación petrolera, como caminos, plataformas y oleoductos, fragmenta los ecosistemas acuáticos. Este fenómeno interrumpe la conectividad entre los hábitats que son esenciales para los movimientos estacionales de las tortugas charapa entre áreas de alimentación, anidación y refugio. La fragmentación del hábitat no solo limita la movilidad de las tortugas, sino que también incrementa

su vulnerabilidad frente a depredadores y actividades humanas como la cacería y la recolección de huevos (Panorama Solutions, s.f.).

La alteración del régimen hidrológico es otro efecto relevante de la actividad petrolera. La desviación de ríos y arroyos para facilitar la construcción de infraestructura o controlar inundaciones puede modificar los niveles de agua en lagunas y áreas inundables. Esto afecta directamente los sitios de anidación de *P. unifilis*, ya que los niveles de agua inadecuados pueden destruir nidos o dificultar la incubación de los huevos. Asimismo, las fluctuaciones hidrológicas impactan la disponibilidad de alimentos, como peces e invertebrados, que son esenciales para la dieta de las tortugas (Mongabay, 2016).

Las emisiones de gases y partículas asociadas con la quema de gas en las plataformas petroleras también tienen un efecto indirecto en los ecosistemas acuáticos. Estos contaminantes pueden depositarse en los cuerpos de agua a través de la lluvia ácida, alterando la química del agua y afectando tanto a la flora como a la fauna acuática. Este fenómeno agrava aún más las condiciones adversas para *P. unifilis* y otras especies vulnerables del Yasuní (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Por otra parte, la expansión petrolera intensifica las presiones antropogénicas en áreas previamente remotas del parque. La apertura de caminos y la llegada de trabajadores petroleros y sus familias aumentan la cacería, la pesca y la extracción de recursos naturales. Estos factores no solo incrementan la presión directa sobre las poblaciones de *P. unifilis*, sino que también degradan los ecosistemas de los que dependen (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La falta de una regulación estricta y de mecanismos de mitigación adecuados ha exacerbado los impactos de la expansión petrolera en el Parque Nacional Yasuní. Aunque las leyes ecuatorianas establecen directrices para minimizar los daños ambientales, la implementación de estas medidas a menudo es insuficiente debido a la limitada capacidad de monitoreo y la falta de recursos. Esto ha permitido que las actividades petroleras continúen afectando de manera desproporcionada a los ecosistemas acuáticos y a las especies que los habitan (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

En este contexto, es esencial implementar estrategias de manejo y restauración ambiental para mitigar los efectos de la expansión petrolera en los ecosistemas acuáticos del Yasuní. Estas estrategias deben incluir el fortalecimiento de la vigilancia ambiental, la restauración de hábitats degradados y la aplicación rigurosa de las normativas ambientales. Además, la colaboración entre el gobierno, las comunidades locales y las organizaciones no gubernamentales es fundamental para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del parque y la protección de especies como *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

2.3.2. Transformación de hábitats ribereños por la agricultura

La expansión de la agricultura en las zonas adyacentes al Parque Nacional Yasuní ha transformado de manera significativa los hábitats ribereños, afectando a la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) y a otros organismos que dependen de estos ecosistemas. La conversión de áreas naturales en terrenos agrícolas intensifica la pérdida de playas de anidación, altera la calidad del agua y fragmenta los hábitats críticos para la especie.

Uno de los principales impactos de la agricultura es la deforestación de áreas ribereñas, que elimina la vegetación nativa necesaria para estabilizar las orillas y mantener la calidad del agua. La reducción de la cobertura vegetal incrementa la erosión del suelo, lo que a su vez genera sedimentación en los cuerpos de agua. Esta sedimentación afecta a *P. unifilis*, ya que modifica los lechos de los ríos y lagunas donde encuentran alimento y refugio (Mongabay, 2016).

Adicionalmente, el uso de pesticidas y fertilizantes en las actividades agrícolas intensivas genera contaminación química en los ecosistemas acuáticos. La escorrentía superficial transporta estos compuestos hacia los ríos y lagunas, provocando procesos de eutrofización que reducen la disponibilidad de oxígeno disuelto y alteran la composición de las comunidades acuáticas. Estas condiciones dificultan la supervivencia de las tortugas y de las especies de las que dependen para su alimentación, como invertebrados y peces pequeños (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La transformación de hábitats ribereños también implica la reducción de las playas arenosas, áreas esenciales para la anidación de la tortuga charapa. Los suelos compactados por maquinaria agrícola y el uso de estos espacios como

zonas de cultivo dificultan que las hembras encuentren lugares adecuados para depositar sus huevos. Esto no solo disminuye las tasas de éxito reproductivo, sino que también expone los nidos a mayores riesgos de depredación y pérdida por actividades humanas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Otro efecto significativo de la agricultura es la fragmentación del hábitat. La creación de extensos monocultivos interrumpe la conectividad entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, dificultando los movimientos estacionales de *P. unifilis*. Esta falta de conectividad limita el acceso a áreas de alimentación y refugio, aumentando la vulnerabilidad de la especie frente a cambios ambientales y actividades humanas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La presión agrícola también incrementa las interacciones entre humanos y fauna silvestre, lo que puede derivar en una mayor cacería y recolección de huevos. Las comunidades locales, al depender de la agricultura como principal actividad económica, pueden recurrir a la explotación de tortugas como fuente adicional de ingresos o alimento. Esto genera un ciclo de presión que amplifica los impactos negativos sobre las poblaciones de *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

Para mitigar los efectos de la transformación de hábitats ribereños por la agricultura, es esencial implementar prácticas agrícolas sostenibles que minimicen la degradación ambiental. La adopción de sistemas agroforestales, que combinan cultivos con la conservación de la vegetación nativa, puede reducir la pérdida de hábitat y mejorar la calidad de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, el fortalecimiento de los programas de educación ambiental y la promoción de alternativas económicas sostenibles pueden ayudar a disminuir la presión sobre las tortugas charapa y sus hábitats (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

2.3.3. Sinergias entre la expansión petrolera y la agricultura

La interacción entre la expansión petrolera y la agricultura en las áreas circundantes al Parque Nacional Yasuní genera una sinergia que amplifica los impactos negativos sobre los ecosistemas ribereños y acuáticos, afectando de manera directa a la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*). Estas actividades humanas combinadas intensifican la pérdida y fragmentación del hábitat, incrementan la presión sobre los recursos naturales y exacerban las amenazas ya existentes para esta especie.

La construcción de infraestructura petrolera, como caminos, plataformas y oleoductos, no solo implica la pérdida directa de vegetación, sino que también facilita el acceso a áreas previamente remotas, lo que a su vez fomenta la expansión de actividades agrícolas. Estos caminos actúan como corredores que permiten la llegada de maquinaria pesada y cultivos a zonas que anteriormente estaban protegidas por su inaccesibilidad. Este fenómeno incrementa la deforestación y la conversión de hábitats naturales en terrenos agrícolas, afectando las áreas de anidación y alimentación de *P. unifilis* (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La interacción de estas actividades también intensifica la contaminación de los ecosistemas acuáticos. Por un lado, los derrames de petróleo y el vertido de desechos químicos asociados con las operaciones petroleras alteran la calidad del agua y generan bioacumulación de toxinas en los organismos acuáticos. Por otro lado, la escorrentía de pesticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura provoca procesos de eutrofización y la proliferación de algas tóxicas, reduciendo la disponibilidad de oxígeno en el agua y afectando las comunidades de invertebrados y peces que forman parte de la dieta de las tortugas (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

El impacto combinado de estas actividades también se manifiesta en la fragmentación del hábitat. Mientras que la infraestructura petrolera interrumpe la conectividad entre los ecosistemas acuáticos, los extensos monocultivos crean barreras que dificultan los movimientos estacionales de *P. unifilis* entre áreas de refugio, alimentación y anidación. Esta fragmentación limita la capacidad de la especie para adaptarse a cambios ambientales y aumenta su vulnerabilidad

frente a depredadores y actividades humanas, como la cacería y la recolección de huevos (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Además, la competencia por los recursos hídricos entre las operaciones petroleras, las actividades agrícolas y las necesidades de los ecosistemas naturales agrava las condiciones adversas para la tortuga charapa. La desviación de cuerpos de agua para riego agrícola o para el uso en procesos extractivos puede alterar los niveles de agua en ríos y lagunas, afectando la disponibilidad de hábitats adecuados para *P. unifilis*. Esto es particularmente crítico durante las temporadas de sequía, cuando los recursos hídricos ya son limitados (Mongabay, 2016).

La interacción entre estas actividades también aumenta las presiones antropogénicas sobre las poblaciones de tortugas. La presencia de trabajadores petroleros y agrícolas en áreas remotas incrementa la cacería y la recolección de huevos, prácticas que afectan directamente la reproducción y supervivencia de la especie. Adicionalmente, estas actividades promueven la introducción de especies invasoras, que pueden competir por recursos o actuar como nuevos depredadores en los ecosistemas del Yasuní (Panorama Solutions, s.f.).

Para abordar las sinergias negativas entre la expansión petrolera y la agricultura, es esencial implementar estrategias de manejo integradas que consideren los efectos acumulativos de estas actividades. Estas estrategias deben incluir la regulación estricta de las actividades extractivas, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la restauración de hábitats degradados. Además, es fundamental fortalecer los programas de educación ambiental y la participación de las comunidades locales en los esfuerzos de conservación, asegurando que las actividades económicas en la región se desarrollen de manera compatible con la preservación de la biodiversidad del Yasuní (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

2.3.4. Estrategias para mitigar el impacto humano

La mitigación de los impactos humanos en las poblaciones de tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*) en el Parque Nacional Yasuní requiere de la implementación de estrategias integrales que aborden tanto las amenazas directas como las indirectas. Estas estrategias deben incluir la protección de los

hábitats críticos, el fortalecimiento de la vigilancia ambiental, el fomento de prácticas sostenibles y la participación de las comunidades locales.

Una de las medidas prioritarias es la conservación de los hábitats ribereños y acuáticos mediante la restauración de áreas degradadas y la protección de las playas de anidación. La implementación de barreras naturales, como cercas vegetales, puede evitar la invasión de zonas de reproducción por actividades humanas, como la agricultura y la cacería. Además, la creación de corredores ecológicos conectados asegura el flujo genético entre poblaciones y facilita los movimientos estacionales de *P. unifilis* (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

El monitoreo constante de las actividades humanas en el Yasuní es fundamental para reducir las amenazas. Esto incluye el fortalecimiento de la vigilancia en las áreas protegidas mediante patrullajes más frecuentes y el uso de tecnologías como drones y cámaras trampa para detectar y prevenir actividades ilegales, como la cacería y el tráfico de huevos. Las alianzas entre organizaciones de conservación, comunidades locales y autoridades gubernamentales son esenciales para garantizar la eficacia de estas acciones (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En el ámbito de la agricultura, es imprescindible fomentar prácticas sostenibles que reduzcan la presión sobre los hábitats naturales. La promoción de sistemas agroforestales, que combinan cultivos agrícolas con la conservación de la vegetación nativa, puede minimizar la deforestación y mejorar la calidad de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, el uso de biofertilizantes y pesticidas orgánicos contribuye a disminuir la contaminación de los cuerpos de agua, beneficiando tanto a *P. unifilis* como a otras especies acuáticas (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La regulación estricta de las actividades petroleras es otra estrategia clave para mitigar los impactos en los ecosistemas del Yasuní. Esto incluye el cumplimiento riguroso de las normativas ambientales, la implementación de tecnologías limpias y la restauración de los sitios afectados por derrames de hidrocarburos. Además, es necesario establecer zonas de exclusión para las actividades

extractivas en áreas críticas para la biodiversidad, garantizando la protección de los hábitats esenciales para *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

La participación comunitaria en los programas de conservación es fundamental para el éxito a largo plazo de estas estrategias. Las comunidades locales, al ser actores clave en la región, deben ser integradas en las iniciativas de manejo sostenible y recibir incentivos para adoptar prácticas compatibles con la preservación de los recursos naturales. Esto puede incluir la capacitación en ecoturismo y el desarrollo de proyectos productivos que generen ingresos alternativos, como la crianza sostenible de especies nativas (Mongabay, 2016).

La educación ambiental desempeña un papel esencial en la generación de conciencia sobre la importancia de la tortuga charapa y los ecosistemas del Yasuní. A través de campañas educativas dirigidas a diferentes públicos, se pueden promover cambios de comportamiento que reduzcan la cacería, la recolección de huevos y otras actividades perjudiciales. Este enfoque no solo beneficia a *P. unifilis*, sino que también fortalece el compromiso colectivo con la conservación de la biodiversidad (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Por último, la cooperación internacional y el financiamiento sostenible son elementos críticos para el éxito de estas estrategias. Las alianzas con organizaciones internacionales pueden aportar recursos técnicos y financieros para fortalecer los programas de conservación en el Yasuní. Además, el acceso a fondos globales para la biodiversidad y el cambio climático puede facilitar la implementación de proyectos de restauración y adaptación en los ecosistemas acuáticos del parque (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

2.4. Estudios de caso de extinciones locales o disminuciones poblacionales documentadas en el Yasuní.

2.4.1. Ejemplo de disminución de poblaciones de *Podocnemis unifilis*

Las poblaciones de la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) han experimentado disminuciones significativas en diversas áreas del Parque Nacional Yasuní debido a la combinación de amenazas antropogénicas directas e indirectas. La cacería, la recolección masiva de huevos y la transformación de hábitats ribereños, junto con la contaminación y el cambio climático, han provocado una reducción notable en la abundancia de individuos y una alteración de las dinámicas poblacionales de la especie.

En uno de los sectores más vulnerables del Yasuní, como las orillas del río Tiputini, se ha documentado una caída pronunciada en el número de hembras anidantes en las últimas dos décadas. Este fenómeno está vinculado principalmente a la explotación desmedida de huevos y tortugas adultas, prácticas impulsadas por la demanda de carne y la extracción de huevos para consumo local y comercialización ilegal. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2021), las playas de anidación en este sector han sido abandonadas progresivamente por las hembras debido a la presión humana constante.

Otro caso emblemático es el registrado en la cuenca del río Napo, donde se estima que las poblaciones de *P. unifilis* han disminuido en más del 60 % en los últimos 30 años. Esta reducción está directamente relacionada con la deforestación para actividades agrícolas y la construcción de infraestructura petrolera, lo que ha resultado en la pérdida de hábitats críticos y la fragmentación de los ecosistemas ribereños. Adicionalmente, la contaminación química derivada de estas actividades ha alterado la calidad del agua, impactando tanto a los adultos como a los juveniles y sus fuentes de alimento (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Las alteraciones en los ciclos reproductivos también son un indicador de la disminución poblacional de *P. unifilis*. En las áreas de monitoreo alrededor de la

comunidad de Añangu, los investigadores han observado una disminución en la cantidad de nidos exitosos debido a la inundación de playas, un fenómeno exacerbado por el cambio climático y la alteración del régimen hidrológico de los ríos. Este problema no solo reduce la tasa de reclutamiento de neonatos, sino que también afecta la proporción de sexos en las nuevas generaciones, lo que podría comprometer la viabilidad a largo plazo de las poblaciones (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Las actividades de monitoreo y conservación han revelado que la disminución de las poblaciones de *P. unifilis* no solo afecta a la especie en sí, sino que también tiene consecuencias ecológicas significativas. Al ser una especie clave en la dispersión de semillas y el mantenimiento de la calidad del agua, su reducción tiene un efecto cascada en los ecosistemas acuáticos del Yasuní. Por ejemplo, se ha documentado una menor regeneración de vegetación ribereña en áreas donde la población de tortugas ha sido diezmada, lo que a su vez afecta a otras especies que dependen de estos hábitats (Panorama Solutions, s.f.).

Ante estos casos de disminución poblacional, se han implementado iniciativas de manejo y conservación comunitaria, como la recolección controlada de huevos, su incubación en condiciones protegidas y la liberación de neonatos en sus hábitats naturales. Estas acciones, aunque efectivas en el corto plazo, necesitan ser complementadas con medidas integrales que aborden las causas subyacentes de la disminución poblacional, como la falta de regulación en actividades extractivas y la deforestación en áreas circundantes al parque (Mongabay, 2016).

2.4.2. Impacto de la actividad petrolera en la biodiversidad acuática

La actividad petrolera en el Parque Nacional Yasuní ha tenido un impacto severo en la biodiversidad acuática, generando alteraciones ecológicas que afectan tanto a la tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*) como a otros organismos que dependen de los ecosistemas fluviales. Estas actividades, aunque económicamente significativas para la región, han traído consigo una serie de desafíos ambientales, entre los que destacan la contaminación de los cuerpos

de agua, la fragmentación de hábitats y la alteración de las dinámicas naturales de los ecosistemas.

Uno de los principales problemas derivados de la actividad petrolera es la contaminación química de los ecosistemas acuáticos. Los derrames de petróleo y los vertidos accidentales de desechos industriales introducen hidrocarburos y metales pesados en los ríos y lagunas, lo que altera las propiedades químicas del agua. En el caso de *P. unifilis*, la exposición prolongada a estos contaminantes genera bioacumulación, afectando la salud de los individuos y disminuyendo su capacidad reproductiva. Este fenómeno no solo compromete las poblaciones de tortugas, sino que también afecta a otras especies acuáticas que forman parte de la red trófica (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Adicionalmente, las operaciones petroleras generan sedimentos y residuos sólidos que incrementan la turbidez del agua, lo que a su vez dificulta la fotosíntesis en las plantas acuáticas y reduce la disponibilidad de oxígeno disuelto. Estos cambios impactan negativamente a las comunidades de invertebrados y peces, que son fuentes de alimento clave para *P. unifilis*. Este deterioro de la calidad del hábitat acuático ha sido identificado como una de las causas principales de la disminución de las poblaciones locales de tortugas y otras especies acuáticas en áreas adyacentes a las plataformas petroleras (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La construcción de infraestructura petrolera también fragmenta los ecosistemas acuáticos. Las plataformas, carreteras y oleoductos interrumpen la conectividad entre los hábitats ribereños y fluviales, limitando los movimientos estacionales de las especies acuáticas. En el caso de *P. unifilis*, esta fragmentación afecta su acceso a áreas de anidación, refugio y alimentación, incrementando su vulnerabilidad frente a los depredadores y reduciendo su capacidad para adaptarse a las fluctuaciones ambientales (Panorama Solutions, s.f.).

Además, la actividad petrolera altera el régimen hidrológico de los ríos debido a las desviaciones de cuerpos de agua para facilitar la extracción y el transporte de petróleo. Estos cambios pueden provocar inundaciones en playas de anidación o, por el contrario, disminuir los niveles de agua, dejando expuestas áreas que antes servían de refugio para *P. unifilis*. Estas alteraciones en los

patrones hidrológicos afectan no solo a las tortugas, sino también a otras especies acuáticas que dependen de la estabilidad de estos ecosistemas (Mongabay, 2016).

Otro impacto significativo es la pérdida de áreas críticas para la biodiversidad debido al ruido y las emisiones asociadas a las operaciones petroleras. El ruido generado por la maquinaria y las explosiones sísmicas puede alterar los comportamientos naturales de las especies acuáticas, incluidas las tortugas, afectando sus patrones de migración y reproducción. Por su parte, las emisiones de gases y partículas pueden depositarse en los cuerpos de agua a través de la lluvia ácida, generando efectos negativos en la química del agua y los organismos que la habitan (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Los impactos de la actividad petrolera en la biodiversidad acuática no solo afectan a las especies que habitan en el Parque Nacional Yasuní, sino que también repercuten en las comunidades humanas que dependen de estos ecosistemas. La contaminación de los cuerpos de agua reduce la disponibilidad de recursos hídricos limpios y afecta las actividades tradicionales como la pesca y la recolección de plantas acuáticas. Este deterioro ambiental genera un ciclo de dependencia económica y social que intensifica las presiones sobre los ecosistemas acuáticos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Para mitigar estos impactos, es fundamental implementar regulaciones más estrictas y mecanismos de monitoreo efectivo que garanticen el cumplimiento de las normativas ambientales. Esto incluye la restauración de los ecosistemas afectados y la adopción de tecnologías limpias en las operaciones petroleras. Además, la participación de las comunidades locales en los esfuerzos de conservación es clave para reducir las presiones sobre la biodiversidad acuática y asegurar la sostenibilidad a largo plazo del Parque Nacional Yasuní (Panorama Solutions, s.f.).

2.4.3. Ejemplos de extinción local de especies asociadas

La biodiversidad del Parque Nacional Yasuní se encuentra en un estado crítico debido a la interacción de múltiples amenazas de origen antropogénico. La desaparición local de especies asociadas a *Podocnemis unifilis* es un reflejo de

los impactos acumulativos de estas actividades en los ecosistemas acuáticos y ribereños.

La Tabla 1 presenta un resumen de las especies más afectadas, su papel ecológico y las causas específicas de su disminución o extinción local. Cada una de estas especies desempeña funciones esenciales en la red trófica y en la estabilidad de los ecosistemas, por lo que su pérdida tiene consecuencias en cascada que amplifican los desafíos para la conservación de *P. unifilis* y otros organismos.

Por ejemplo, la desaparición de peces bentónicos y moluscos afecta directamente a las tortugas charapa, al reducir su acceso a fuentes de alimento. Asimismo, la pérdida de vegetación ribereña como el aguaje no solo elimina áreas de refugio y anidación, sino que también incrementa la erosión y altera la calidad del agua. La disminución de aves ribereñas, por su parte, altera el equilibrio trófico al modificar las relaciones entre depredadores y presas. (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Tabla 1

Principales especies afectadas y sus funciones ecológicas

Especie	Tipo	Función Ecológica	Causa de la disminución/extinción local
Peces bentónicos	Acuático	Regulación de nutrientes, fuente de alimento para <i>P. unifilis</i> .	Contaminación química, sedimentación excesiva.
Moluscos y crustáceos	Acuático	Base trófica, reciclaje de materia orgánica.	Derrames de petróleo, alteración de calidad del agua.
Ardea alba (garza blanca)	Aves ribereñas	Control de poblaciones de peces pequeños.	Pérdida de hábitat ribereño por deforestación.
Mauritia flexuosa (aguaje)	Vegetación	Estabilización de orillas, refugio y alimento.	Deforestación para agricultura intensiva.

Nota: Los datos reflejan las especies más afectadas por actividades humanas en el Parque Nacional Yasuní y destacan la relación entre la pérdida de biodiversidad y las dinámicas de los ecosistemas ribereños.

Además, la desaparición local de moluscos y crustáceos en ríos y lagunas del Yasuní ha sido documentada en sectores afectados por derrames de petróleo y sedimentación excesiva. Estos invertebrados son esenciales para la dieta de *P. unifilis* durante sus primeras etapas de vida, y su declive no solo impacta a las tortugas, sino que también altera las cadenas tróficas y los procesos de reciclaje de nutrientes en los ecosistemas acuáticos (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Otro caso significativo es el de aves acuáticas, como el *Ardea alba* (garza blanca) y el *Tigrisoma lineatum* (garza tigre), cuya disminución poblacional ha sido vinculada a la pérdida de hábitats ribereños debido a la deforestación y la expansión de la agricultura. Estas aves dependen de los mismos cuerpos de agua que las tortugas para cazar y reproducirse, y su declive refleja los impactos acumulativos de las actividades humanas en el ecosistema (Panorama Solutions, s.f.).

La extinción local de especies vegetales también contribuye a la pérdida de funcionalidad ecológica en el Yasuní. Plantas ribereñas como el *Mauritia flexuosa* (aguaje), cuya presencia es crucial para la estabilización de las orillas y como fuente de alimento para diversas especies, han desaparecido en áreas de alta presión antropogénica. Esto no solo afecta a las tortugas charapa, que utilizan estas plantas como refugio, sino que también altera la composición vegetal y los procesos de regeneración forestal en las áreas afectadas (Mongabay, 2016).

La pérdida de especies asociadas tiene un efecto cascada en los ecosistemas del Yasuní, exacerbando los desafíos de conservación para *P. unifilis*. La desaparición de peces e invertebrados, por ejemplo, afecta la disponibilidad de recursos alimenticios, lo que a su vez compromete la capacidad reproductiva de las tortugas y aumenta su vulnerabilidad frente a otras amenazas. Asimismo, la pérdida de vegetación ribereña incrementa la erosión y la sedimentación, deteriorando aún más la calidad del hábitat (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Frente a estos desafíos, es necesario fortalecer las estrategias de conservación que consideren la protección integral de los ecosistemas y no solo de especies individuales. Esto incluye la restauración de hábitats críticos, el control de fuentes

de contaminación y la promoción de actividades sostenibles en las áreas circundantes al parque. Además, el monitoreo constante de las poblaciones de especies clave y sus interacciones ecológicas es fundamental para anticipar y mitigar las extinciones locales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

CAPITULO 03

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS TORTUGAS CHARAPA



Estrategias de conservación y manejo de las tortugas charapa

3.1. Iniciativas actuales de conservación en el Parque Nacional Yasuní y áreas circundantes.

3.1.1. Proyectos de manejo y protección de nidos de tortuga charapa

En el Parque Nacional Yasuní, los proyectos de manejo y protección de nidos de *Podocnemis unifilis* han emergido como una estrategia clave para la conservación de esta especie, cuyo ciclo reproductivo depende en gran medida de la disponibilidad de playas adecuadas para la anidación. Estas iniciativas buscan mitigar las amenazas directas, como la recolección de huevos y la depredación, a través de acciones coordinadas que involucran a comunidades locales, investigadores y autoridades ambientales.

Uno de los enfoques más destacados es la reubicación de nidos en zonas vulnerables. En playas donde se han identificado altas tasas de inundación o riesgos de depredación, los huevos son recolectados cuidadosamente y trasladados a áreas seguras o incubadoras artificiales, donde las condiciones pueden ser monitoreadas de manera constante. Esta práctica ha demostrado ser eficaz para aumentar la tasa de eclosión y garantizar la liberación de un mayor número de neonatos en sus hábitats naturales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La participación de las comunidades locales es un componente esencial de estos proyectos. A través de programas de capacitación y sensibilización, los habitantes de las zonas aledañas al Yasuní han sido integrados como guardianes de las playas de anidación. Su labor incluye el monitoreo de nidos, la vigilancia para prevenir actividades ilegales y el registro de datos ecológicos. Estas acciones no solo fortalecen los esfuerzos de conservación, sino que también promueven un sentido de corresponsabilidad en la protección de *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

Adicionalmente, se han implementado programas de educación ambiental dirigidos a diferentes públicos, con el objetivo de reducir la demanda de huevos y carne de tortuga. Estas campañas han incluido talleres, material educativo y actividades de divulgación, que buscan transformar las prácticas tradicionales de consumo en un compromiso con la conservación de la especie. En este sentido, las iniciativas comunitarias han logrado reducir significativamente la extracción de nidos en áreas críticas del parque (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Otra estrategia empleada es el uso de tecnologías para el monitoreo y protección de los nidos. El empleo de cámaras trampa y sistemas de geolocalización ha permitido identificar las áreas de mayor actividad reproductiva y focalizar los esfuerzos de conservación en estas zonas. Asimismo, estas tecnologías han facilitado la recopilación de datos sobre la dinámica reproductiva de *P. unifilis*, lo que contribuye a diseñar medidas de manejo más efectivas (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Sin embargo, los proyectos de manejo y protección de nidos enfrentan desafíos significativos, como la falta de recursos económicos y la necesidad de garantizar la sostenibilidad de las acciones a largo plazo. La dependencia de financiamiento externo y la presión continua de actividades humanas, como la agricultura y la cacería, subrayan la importancia de establecer políticas públicas que refuercen las iniciativas locales y promuevan una gestión integral de los ecosistemas del Yasuní (Mongabay, 2016).

3.1.2. Áreas protegidas y reservas comunitarias como herramienta de conservación

El establecimiento de áreas protegidas y reservas comunitarias en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores ha demostrado ser una estrategia esencial para la conservación de *Podocnemis unifilis*. Estas iniciativas no solo garantizan la protección de los hábitats críticos, sino que también fortalecen la participación de las comunidades locales en la gestión sostenible de los recursos naturales.

El Parque Nacional Yasuní, declarado Reserva de la Biosfera por la UNESCO, constituye el núcleo de las iniciativas de conservación en la región. Este estatus

internacional ha permitido implementar medidas para la protección de los ecosistemas acuáticos y terrestres que son vitales para *P. unifilis*. Las áreas protegidas dentro del Yasuní restringen actividades humanas de alto impacto, como la deforestación, la cacería y la minería, brindando un refugio relativamente seguro para las poblaciones de tortugas charapa (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Además, las reservas comunitarias han surgido como un complemento esencial a las áreas protegidas formales. Estas reservas son gestionadas por comunidades locales que asumen la responsabilidad de proteger sus territorios, manteniendo prácticas sostenibles que permiten la coexistencia entre las actividades humanas y la biodiversidad. En el contexto de *P. unifilis*, las comunidades han implementado programas de vigilancia y monitoreo que incluyen el control de playas de anidación y la prevención de actividades ilegales, como la extracción de huevos y la caza de hembras adultas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Un ejemplo exitoso de reservas comunitarias es el manejo conjunto de ciertas áreas ribereñas, donde se han establecido acuerdos entre comunidades y autoridades ambientales para proteger las playas de anidación. En estas zonas, las comunidades han participado activamente en la recolección controlada de huevos para incubación asistida, lo que ha incrementado la tasa de supervivencia de neonatos. Estas acciones han sido fundamentales para reducir la presión sobre las poblaciones de *P. unifilis*, al tiempo que generan beneficios económicos y educativos para las comunidades involucradas (Panorama Solutions, s.f.).

Las áreas protegidas y las reservas comunitarias también funcionan como corredores ecológicos, facilitando la conectividad entre diferentes hábitats acuáticos y terrestres. Esto es particularmente importante para *P. unifilis*, cuya supervivencia depende de la posibilidad de desplazarse entre áreas de alimentación, refugio y anidación. La creación de estos corredores no solo beneficia a las tortugas charapa, sino que también protege a otras especies clave, fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas del Yasuní frente a

amenazas como el cambio climático y la fragmentación del hábitat (Mongabay, 2016).

No obstante, la efectividad de las áreas protegidas y las reservas comunitarias enfrenta desafíos significativos, como la insuficiencia de recursos financieros y técnicos para garantizar una vigilancia adecuada. Además, la expansión de actividades extractivas, como la explotación petrolera, representa una amenaza persistente que pone en riesgo la integridad de estas zonas de conservación. Por ello, es crucial reforzar las políticas públicas que respalden la gestión sostenible de las áreas protegidas y promover alianzas con organismos internacionales para garantizar el financiamiento a largo plazo (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Finalmente, la educación ambiental y la capacitación en las comunidades locales son elementos fundamentales para el éxito de estas iniciativas. A través de programas educativos, se fomenta una comprensión más profunda de la importancia de *P. unifilis* y de los ecosistemas del Yasuní, generando un compromiso compartido con la protección de la biodiversidad. Estas acciones fortalecen el tejido social y consolidan un modelo de conservación basado en la corresponsabilidad entre comunidades y autoridades ambientales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

3.1.3. Educación ambiental y sensibilización comunitaria

La educación ambiental y la sensibilización comunitaria han surgido como pilares fundamentales en las iniciativas de conservación de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní. Estas estrategias buscan involucrar a las comunidades locales en la protección de la tortuga charapa, fomentando una comprensión profunda de su importancia ecológica y cultural, y promoviendo cambios en las prácticas tradicionales que afectan negativamente a la especie.

Uno de los enfoques más destacados ha sido la implementación de talleres educativos dirigidos a diferentes grupos, incluidos líderes comunitarios, estudiantes y pescadores locales. Estos talleres abordan temas como la biología de *P. unifilis*, su rol en los ecosistemas acuáticos y las amenazas que enfrenta, con el objetivo de generar un sentido de corresponsabilidad en la conservación de la especie. Además, se promueve el conocimiento sobre alternativas

sostenibles que permitan a las comunidades beneficiarse económicamente sin comprometer la biodiversidad del Yasuní (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Las campañas de sensibilización también han sido efectivas para reducir la extracción de huevos y la caza de hembras adultas. A través de actividades como ferias ambientales, programas radiales y material audiovisual, se busca transformar las percepciones tradicionales sobre el consumo de huevos y carne de tortuga, enfatizando la importancia de *P. unifilis* para la salud de los ecosistemas locales. Estas acciones han logrado disminuir la demanda de productos derivados de tortugas en algunas comunidades aledañas al parque (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Otra iniciativa relevante es la formación de jóvenes como embajadores ambientales, quienes actúan como agentes de cambio dentro de sus comunidades. Estos programas se centran en capacitar a los participantes en temas de conservación, liderazgo y comunicación, para que puedan replicar el mensaje de protección de *P. unifilis* y otros elementos de la biodiversidad del Yasuní. Los embajadores ambientales desempeñan un papel crucial en el monitoreo de playas de anidación y en la prevención de actividades ilegales (Panorama Solutions, s.f.).

En el ámbito escolar, se han desarrollado programas educativos integrados en los planes de estudio de las escuelas locales. Estos programas utilizan enfoques participativos para enseñar sobre la biodiversidad del Yasuní, incluyendo actividades prácticas como visitas guiadas a las playas de anidación, la observación de tortugas y el monitoreo de hábitats ribereños. Estas experiencias no solo fortalecen el vínculo de los estudiantes con su entorno natural, sino que también crean una base para la adopción de comportamientos responsables a largo plazo (Mongabay, 2016).

Además, las actividades de sensibilización se han extendido a sectores externos a las comunidades locales, como turistas y visitantes al Yasuní. A través de centros de interpretación ambiental y guías especializados, se proporciona información sobre las tortugas charapa y los desafíos de su conservación, fomentando una experiencia turística educativa y responsable. Este enfoque no

solo ayuda a generar conciencia global sobre la importancia de *P. unifilis*, sino que también aporta ingresos económicos que pueden ser reinvertidos en proyectos de conservación (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Sin embargo, estos programas enfrentan desafíos importantes, como la falta de recursos financieros y la necesidad de asegurar la continuidad de las actividades educativas a largo plazo. La consolidación de alianzas estratégicas con organizaciones no gubernamentales, universidades y organismos internacionales ha sido clave para superar estas limitaciones y garantizar el impacto sostenido de las iniciativas de sensibilización (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

En última instancia, la educación ambiental y la sensibilización comunitaria no solo contribuyen a la conservación de *P. unifilis*, sino que también fortalecen el tejido social y generan un modelo de manejo participativo en el Parque Nacional Yasuní. Estas estrategias representan un paso esencial hacia la integración de las comunidades locales en los esfuerzos de conservación, garantizando la sostenibilidad ecológica y social de la región.

3.1.4. Colaboración internacional y esfuerzos de investigación

La colaboración internacional y los esfuerzos de investigación han desempeñado un papel fundamental en el fortalecimiento de las estrategias de conservación de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní. Estas alianzas han permitido el intercambio de conocimientos, la implementación de tecnologías avanzadas y la movilización de recursos financieros que han sido esenciales para abordar los desafíos complejos asociados a la conservación de esta especie.

Organizaciones internacionales como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) han trabajado en conjunto con instituciones locales para desarrollar planes de acción específicos para la protección de *P. unifilis*. Estos planes incluyen la identificación de áreas críticas para la anidación, la evaluación del estado de las poblaciones y el diseño de estrategias de mitigación frente a amenazas como la cacería y la pérdida de hábitat. La UICN también ha facilitado la formación de redes de monitoreo regional que permiten compartir datos y coordinar esfuerzos entre diferentes países amazónicos (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Los esfuerzos de investigación también han sido potenciados por la colaboración internacional. Investigadores de universidades y centros de conservación de renombre global han contribuido al estudio de la biología, ecología y comportamiento reproductivo de *P. unifilis*. Por ejemplo, estudios financiados por organizaciones extranjeras han permitido el uso de sistemas de rastreo por GPS para comprender los patrones de movimiento y el uso del hábitat de las tortugas. Estos datos son esenciales para identificar áreas prioritarias para la conservación y diseñar corredores ecológicos que garanticen la conectividad de los ecosistemas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Asimismo, los proyectos colaborativos han facilitado el desarrollo de programas de manejo sostenible que involucran a las comunidades locales. Iniciativas apoyadas por fondos internacionales han permitido la creación de estaciones de monitoreo comunitarias en las playas de anidación, donde se realizan actividades como la recolección de datos, la incubación controlada de huevos y la liberación de neonatos. Estos programas no solo benefician a *P. unifilis*, sino que también generan empleo y fortalecen la capacidad local para liderar esfuerzos de conservación (Panorama Solutions, s.f.).

Un aspecto destacado de la colaboración internacional es el financiamiento de investigaciones sobre los impactos del cambio climático en las poblaciones de *P. unifilis*. Estos estudios han evaluado cómo las alteraciones en los patrones de temperatura y precipitación afectan la proporción de sexos de las crías y la disponibilidad de playas de anidación. Los resultados han sido utilizados para implementar medidas de adaptación, como la reubicación de nidos y la construcción de estructuras que protejan las playas de la erosión y las inundaciones (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Además, los esfuerzos de investigación internacional han facilitado la publicación de resultados en revistas científicas indexadas, aumentando la visibilidad global de la problemática de conservación de *P. unifilis*. Este conocimiento científico ha sido clave para la elaboración de políticas públicas basadas en evidencia, tanto a nivel nacional como internacional. Por ejemplo, las investigaciones sobre los efectos de los derrames de petróleo en la biodiversidad del Yasuní han llevado

a la adopción de normativas más estrictas en las actividades extractivas en áreas protegidas (Mongabay, 2016).

Sin embargo, la colaboración internacional también enfrenta desafíos, como la necesidad de garantizar que los proyectos sean culturalmente apropiados y respetuosos de las dinámicas locales. Es fundamental que los esfuerzos internacionales incluyan la participación de las comunidades locales en todas las etapas de los proyectos, desde el diseño hasta la implementación y el monitoreo. Esto no solo asegura la efectividad de las estrategias de conservación, sino que también fortalece el sentido de corresponsabilidad en la protección de los recursos naturales (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

En síntesis, la colaboración internacional y los esfuerzos de investigación han sido catalizadores clave para la conservación de *P. unifilis* en el Parque Nacional Yasuní. Estas alianzas han generado avances significativos en el conocimiento y manejo de la especie, al tiempo que han promovido un enfoque integrador que considera tanto las necesidades ecológicas como las sociales en la región.

3.2. Métodos de manejo de nidos: reubicación, incubación controlada, y liberación de neonatos.

3.2.1. Reubicación de nidos en sitios seguros

La reubicación de nidos de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní constituye una estrategia de manejo esencial para garantizar el éxito reproductivo de la especie frente a amenazas como la inundación de playas, la depredación y la extracción humana de huevos. Esta técnica implica el traslado cuidadoso de los huevos desde su ubicación original a sitios seguros, donde se crean condiciones controladas que simulan los parámetros naturales necesarios para la incubación.

El proceso de reubicación comienza con la identificación de nidos en riesgo, que a menudo se encuentran en playas vulnerables a la erosión, inundaciones estacionales o actividades humanas intensivas. Los técnicos y guardianes comunitarios, entrenados en métodos de manejo de fauna, excavan los nidos

con herramientas especializadas para minimizar el daño a los huevos. Cada huevo es marcado para mantener su orientación original, ya que un cambio en su posición puede afectar el desarrollo embrionario (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Una vez extraídos, los huevos son trasladados a sitios previamente seleccionados que ofrecen mayor seguridad y estabilidad. Estas áreas pueden ser playas protegidas dentro del parque o viveros artificiales diseñados para replicar las condiciones naturales de incubación. En estos viveros, los nidos se colocan a una profundidad similar a la original y se cubren con arena, manteniendo parámetros como la humedad y la temperatura, factores críticos que influyen en la proporción de sexos de las crías (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La reubicación de nidos no solo protege a los huevos de amenazas inmediatas, sino que también facilita el monitoreo continuo de los parámetros de incubación y el estado de desarrollo de las crías. Este seguimiento permite a los técnicos ajustar las condiciones cuando sea necesario, garantizando tasas de eclosión más altas en comparación con los nidos que permanecen en su ubicación original y están sujetos a perturbaciones constantes (Panorama Solutions, s.f.).

Un ejemplo exitoso de reubicación en el Yasuní es el proyecto liderado por comunidades locales en colaboración con organizaciones de conservación, donde más del 80 % de los huevos reubicados han logrado eclosionar y las crías han sido liberadas en su entorno natural. Este enfoque participativo ha demostrado ser fundamental no solo para la conservación de *P. unifilis*, sino también para la generación de conciencia ambiental y el empoderamiento de las comunidades locales en la gestión de recursos naturales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Sin embargo, la reubicación de nidos también enfrenta desafíos técnicos y logísticos. Uno de los principales obstáculos es garantizar que los parámetros ambientales del nuevo sitio sean adecuados para la incubación. Esto requiere un conocimiento detallado de las condiciones óptimas para el desarrollo embrionario, así como un monitoreo constante que demanda recursos financieros y humanos. Adicionalmente, la dependencia de viveros artificiales

puede ser vista como una solución temporal, ya que no aborda las causas subyacentes de la degradación de los hábitats naturales (Mongabay, 2016).

A pesar de estos desafíos, la reubicación de nidos ha sido ampliamente reconocida como una herramienta efectiva para mitigar las amenazas inmediatas a la reproducción de *P. unifilis*. Cuando se combina con otras estrategias de manejo, como la protección de playas naturales y la educación ambiental, la reubicación contribuye significativamente a la recuperación de las poblaciones de tortugas charapa en el Parque Nacional Yasuní.

3.2.2. Incubación controlada en condiciones artificiales

La incubación controlada de los huevos de *Podocnemis unifilis* en condiciones artificiales constituye una herramienta efectiva dentro de los métodos de manejo de nidos para incrementar las tasas de eclosión y mitigar los riesgos asociados a las amenazas ambientales y antropogénicas. Este enfoque permite replicar las condiciones óptimas necesarias para el desarrollo embrionario, reduciendo la exposición de los huevos a factores como la depredación, la inundación y las perturbaciones humanas en las playas de anidación.

El proceso de incubación controlada comienza con la recolección cuidadosa de los huevos desde los nidos naturales, especialmente en áreas identificadas como de alto riesgo. Una vez trasladados, los huevos son colocados en incubadoras diseñadas para mantener niveles específicos de temperatura, humedad y ventilación, replicando las condiciones ideales de los nidos originales. Estos parámetros son cruciales, ya que la temperatura durante la incubación determina la proporción de sexos en las crías, un factor crítico para la estabilidad poblacional de *P. unifilis* (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

En el Parque Nacional Yasuní, las incubadoras son gestionadas por equipos técnicos en colaboración con comunidades locales. Este modelo de manejo combina conocimientos científicos con prácticas tradicionales, asegurando que los estándares biológicos sean respetados. Durante el proceso, se realiza un monitoreo constante para registrar el desarrollo embrionario y prevenir problemas como la contaminación bacteriana o la deshidratación de los huevos. La supervisión continua también permite la identificación temprana de

anomalías, lo que incrementa las tasas de éxito en la eclosión (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Una ventaja significativa de la incubación controlada es la posibilidad de proteger a los huevos de condiciones climáticas extremas. Por ejemplo, en temporadas de lluvias intensas, cuando las playas de anidación naturales son propensas a inundarse, las incubadoras aseguran un ambiente estable para el desarrollo embrionario. Este método también es efectivo en regiones donde las temperaturas fluctúan de manera impredecible debido al cambio climático, reduciendo el riesgo de mortalidad de los embriones (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Además de aumentar la tasa de supervivencia, la incubación controlada facilita la recopilación de datos científicos sobre los parámetros que influyen en la eclosión y en la salud de las crías. Estos datos son esenciales para mejorar las estrategias de conservación y establecer líneas base para el manejo de otras especies de tortugas en peligro. También permite el análisis de los efectos de factores como la variabilidad térmica y la composición química del sustrato, contribuyendo a una mejor comprensión de los requerimientos ecológicos de *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

A pesar de sus beneficios, la incubación controlada enfrenta desafíos logísticos y técnicos. La implementación de este método requiere equipos especializados y personal capacitado, lo que representa un costo elevado en áreas con recursos limitados. Asimismo, el traslado de huevos desde sus nidos naturales puede generar estrés en los embriones si no se realiza con extremo cuidado, lo que podría afectar las tasas de eclosión. Por esta razón, es fundamental complementar la incubación controlada con acciones de restauración de playas naturales y educación ambiental para abordar las causas subyacentes de la degradación del hábitat (Mongabay, 2016).

A largo plazo, la combinación de la incubación controlada con otros métodos de manejo, como la reubicación de nidos y la liberación de neonatos, refuerza los esfuerzos para la conservación de *P. unifilis*. Este enfoque integrado no solo asegura la supervivencia inmediata de las crías, sino que también contribuye a

la recuperación de las poblaciones en un contexto de amenazas continuas, como la pérdida de hábitat y el cambio climático.

3.2.3. Liberación de neonatos en hábitats naturales

La liberación de neonatos de *Podocnemis unifilis* en sus hábitats naturales es la fase final de los métodos de manejo de nidos, completando un ciclo integral de conservación que incluye la reubicación de nidos y la incubación controlada. Este proceso busca garantizar la supervivencia inicial de las crías, incrementando las posibilidades de recuperación de las poblaciones en el Parque Nacional Yasuní.

La liberación se lleva a cabo en playas seleccionadas estratégicamente, basándose en criterios como la calidad del hábitat, la disponibilidad de recursos alimenticios y la conectividad con otros ecosistemas acuáticos. Estas áreas deben ofrecer refugios adecuados para proteger a los neonatos de depredadores, como peces grandes y aves acuáticas, que representan una amenaza significativa durante las primeras etapas de vida (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Antes de la liberación, se realiza una evaluación exhaustiva de las condiciones ambientales, incluyendo la temperatura del agua, los niveles de oxígeno disuelto y la calidad general del hábitat. Este monitoreo permite seleccionar el momento óptimo para la liberación, maximizando las probabilidades de adaptación de las crías a su entorno natural. Adicionalmente, se establecen protocolos para minimizar el estrés durante el traslado desde los viveros hasta las áreas de liberación (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Uno de los enfoques innovadores en esta etapa es el marcaje de los neonatos antes de su liberación. Este procedimiento, que puede incluir microchips subcutáneos o marcas en el caparazón, facilita el seguimiento a largo plazo de las crías y proporciona datos valiosos sobre sus patrones de movimiento, tasas de supervivencia y uso del hábitat. Esta información es esencial para evaluar la efectividad de las estrategias de manejo y ajustar las acciones de conservación según sea necesario (Panorama Solutions, s.f.).

El proceso de liberación también tiene un componente educativo y de sensibilización. En muchas ocasiones, las comunidades locales y grupos

escolares participan en las actividades de liberación, fortaleciendo el vínculo entre las personas y los ecosistemas del Yasuní. Este enfoque participativo no solo promueve la conciencia ambiental, sino que también genera apoyo comunitario para las iniciativas de conservación a largo plazo (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

A pesar de su efectividad, la liberación de neonatos enfrenta desafíos asociados a la mortalidad post-liberación. Los neonatos, aunque han sido protegidos durante su desarrollo embrionario, aún son vulnerables a depredadores naturales y a cambios repentinos en las condiciones ambientales. Esto subraya la necesidad de combinar esta técnica con medidas de protección de hábitats y restauración ecológica para mejorar la calidad de los ecosistemas receptores (Mongabay, 2016).

Además, es crucial garantizar que las áreas de liberación estén libres de impactos humanos significativos, como la pesca intensiva, la contaminación y el turismo descontrolado, que podrían comprometer la supervivencia de las crías. Las normativas locales y el monitoreo constante en las playas de liberación son fundamentales para mitigar estos riesgos (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En conjunto con la reubicación e incubación controlada, la liberación de neonatos contribuye significativamente a los esfuerzos para revertir las tendencias de disminución poblacional de *P. unifilis*. Este enfoque integrado no solo incrementa las tasas de supervivencia durante las primeras etapas de vida, sino que también fortalece las conexiones entre las comunidades locales y los programas de conservación, fomentando un modelo de manejo participativo y sostenible.

3.2.4. Integración comunitaria en el manejo de nidos

La integración comunitaria en el manejo de nidos de *Podocnemis unifilis* se ha consolidado como un componente esencial en las estrategias de conservación en el Parque Nacional Yasuní. Este enfoque participativo no solo potencia la efectividad de las acciones de manejo, sino que también fortalece el vínculo entre las comunidades locales y la protección de la biodiversidad, promoviendo un modelo de corresponsabilidad en la gestión de los recursos naturales.

Las comunidades que habitan las áreas circundantes al Yasuní desempeñan un papel crucial en la identificación y protección de los nidos de tortuga charapa. A través de programas de capacitación, los habitantes locales adquieren habilidades técnicas para localizar, excavar y reubicar nidos en sitios seguros o gestionarlos en viveros artificiales. Esta participación reduce las tasas de depredación y extracción ilegal de huevos, mientras que fomenta una apropiación comunitaria de las iniciativas de conservación (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La integración comunitaria también se extiende al monitoreo de nidos y al seguimiento de las condiciones de incubación. Los participantes realizan observaciones periódicas para registrar parámetros como la temperatura y la humedad, asegurando que los huevos se desarrollen en condiciones óptimas. Esta colaboración ha permitido a los técnicos ampliar la cobertura de las actividades de manejo y fortalecer la recopilación de datos científicos, que son esenciales para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Un aspecto destacado de este modelo es el impacto socioeconómico positivo que genera en las comunidades locales. Mediante incentivos económicos asociados a su participación, como pagos por servicios ambientales o beneficios derivados del ecoturismo, las comunidades encuentran alternativas sostenibles que reducen su dependencia de actividades extractivas. Este enfoque ha sido particularmente exitoso en áreas donde la cacería y la recolección de huevos eran prácticas comunes, transformándolas en zonas de conservación activa (Panorama Solutions, s.f.).

La educación ambiental desempeña un rol complementario en la integración comunitaria. A través de talleres, ferias educativas y actividades escolares, se promueve una comprensión profunda de la importancia ecológica de *P. unifilis* y de los beneficios a largo plazo de su protección. Estas acciones han demostrado ser efectivas para cambiar actitudes y comportamientos hacia una gestión sostenible de los nidos y los ecosistemas ribereños en general (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Sin embargo, la integración comunitaria en el manejo de nidos no está exenta de desafíos. Uno de los principales retos es garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estas iniciativas, que a menudo dependen de financiamiento externo. Asimismo, es necesario equilibrar los intereses de conservación con las necesidades económicas de las comunidades, asegurando que las estrategias implementadas sean culturalmente apropiadas y respetuosas de las dinámicas locales (Mongabay, 2016).

La integración comunitaria también enfrenta obstáculos logísticos, como la dificultad para acceder a playas de anidación remotas o la necesidad de monitoreo constante en áreas extensas. Para abordar estos desafíos, es fundamental fortalecer las capacidades locales mediante la provisión de herramientas adecuadas y la formación continua, así como fomentar alianzas con organizaciones no gubernamentales y universidades que aporten recursos técnicos y científicos.

A pesar de estas limitaciones, el enfoque participativo ha demostrado ser una estrategia eficaz y replicable para la conservación de *P. unifilis*. La participación de las comunidades no solo incrementa el éxito de las acciones de manejo, sino que también promueve un cambio de paradigma hacia la gestión compartida de los recursos naturales. Este modelo, basado en la integración de conocimientos locales y científicos, representa una oportunidad para consolidar un futuro sostenible para las tortugas charapa y los ecosistemas del Yasuní.

3.3. Monitoreo poblacional: técnicas y resultados en la región.

3.3.1. Técnicas de captura y marcaje de individuos

El monitoreo poblacional de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní requiere la implementación de técnicas especializadas de captura y marcaje de individuos, que permiten obtener datos esenciales sobre la estructura, distribución y dinámica de las poblaciones. Estas técnicas no solo facilitan el seguimiento a largo plazo de la especie, sino que también son fundamentales para evaluar el éxito de las estrategias de conservación y manejo.

La captura de tortugas charapa se realiza generalmente utilizando redes especializadas colocadas en ríos, lagunas y áreas de paso conocidas por la especie. Estas redes son diseñadas para minimizar el estrés y el riesgo de lesiones en los animales capturados. Otra técnica común es la captura manual durante la temporada de anidación, en la que las hembras son localizadas en las playas mientras depositan sus huevos. Este método es particularmente útil para registrar información sobre individuos reproductores y para realizar mediciones biométricas detalladas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Una vez capturados, los individuos son sometidos a un proceso de marcaje, el cual puede incluir diferentes métodos según los objetivos del monitoreo. Uno de los métodos más empleados es la colocación de marcas permanentes en el caparazón mediante incisiones controladas o la aplicación de resina epoxi con códigos identificativos. Este tipo de marcaje es de bajo impacto y garantiza la identificación de los individuos durante varios años (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Otra técnica avanzada es la implantación de microchips subcutáneos de radiofrecuencia (PIT, por sus siglas en inglés), que permiten identificar de manera única a cada tortuga a lo largo de su vida. Este método es particularmente valioso para el monitoreo de movimientos, longevidad y tasas de supervivencia, ya que los microchips no se deterioran con el tiempo. Además, los avances tecnológicos han facilitado el uso de transmisores satelitales y radiotransmisores, que brindan datos en tiempo real sobre los patrones de desplazamiento y el uso del hábitat de *P. unifilis* (Panorama Solutions, s.f.).

El marcaje también incluye la recopilación de datos biométricos, como la longitud y anchura del caparazón, el peso y la condición física del individuo. Estas mediciones permiten evaluar el estado de salud de las poblaciones y detectar cambios asociados a factores ambientales o antropogénicos. En estudios recientes, se ha demostrado que las hembras marcadas y monitoreadas presentan variaciones en su tamaño corporal relacionadas con la calidad del hábitat y la disponibilidad de recursos alimenticios (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

La combinación de técnicas de captura y marcaje ha generado resultados significativos en la región del Yasuní. Por ejemplo, los datos obtenidos han permitido identificar áreas críticas para la conservación, como playas de alta densidad de nidos y corredores acuáticos frecuentados por juveniles y adultos. Asimismo, los estudios de marcaje han revelado patrones de migración y comportamiento reproductivo, información esencial para diseñar estrategias de manejo específicas (Mongabay, 2016).

Sin embargo, estas técnicas no están exentas de desafíos. La captura y el manejo de tortugas requieren personal altamente capacitado para garantizar el bienestar de los individuos y la precisión de los datos recolectados. Además, las limitaciones logísticas, como el acceso a áreas remotas y la disponibilidad de equipos especializados, pueden restringir el alcance del monitoreo. Por ello, es fundamental complementar estas actividades con la participación de comunidades locales y el establecimiento de alianzas con organizaciones de conservación (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En última instancia, las técnicas de captura y marcaje representan una herramienta indispensable para el monitoreo poblacional de *P. unifilis*. Su correcta implementación no solo contribuye a la generación de conocimiento científico, sino que también fortalece la base para la toma de decisiones informadas en la conservación de esta emblemática especie del Parque Nacional Yasuní.

3.3.2. Monitoreo de nidos y tasas de eclosión

El monitoreo de nidos y la evaluación de las tasas de eclosión constituyen elementos fundamentales en los programas de manejo poblacional de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní. Estas actividades no solo permiten cuantificar el éxito reproductivo de la especie, sino que también generan información crítica sobre los factores ambientales y antropogénicos que afectan la viabilidad de las poblaciones a largo plazo.

El monitoreo de nidos comienza con la identificación y mapeo de las playas de anidación, utilizando técnicas como recorridos sistemáticos y el uso de herramientas de geolocalización para registrar la ubicación precisa de cada nido. Estas playas, a menudo situadas en áreas ribereñas y bancos de arena

expuestos, son seleccionadas por las hembras en función de factores como la textura del sustrato, la pendiente y la exposición solar. Una vez localizados, los nidos son marcados y monitoreados regularmente durante el período de incubación, que puede extenderse entre 60 y 90 días, dependiendo de las condiciones climáticas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Durante el monitoreo, se registran parámetros clave como la temperatura y la humedad del sustrato, factores que influyen directamente en la proporción de sexos de las crías y en la tasa de éxito de la eclosión. Además, se realizan inspecciones visuales para detectar signos de depredación, inundaciones o alteraciones causadas por actividades humanas. Este seguimiento permite implementar medidas correctivas, como la reubicación de nidos en riesgo o la instalación de barreras para protegerlos de depredadores terrestres y acuáticos (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La evaluación de las tasas de eclosión se lleva a cabo una vez que el período de incubación ha finalizado. Los nidos son abiertos cuidadosamente para contar los huevos eclosionados, los huevos no viables y las crías que no lograron emerger. Este análisis proporciona información detallada sobre las causas de mortalidad embrionaria, como infecciones bacterianas, desecación o temperaturas extremas, y ayuda a identificar patrones recurrentes que pueden estar vinculados a factores ambientales o de manejo (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

En el contexto del Yasuní, los programas de monitoreo de nidos han generado resultados alentadores. Por ejemplo, se ha documentado un incremento en las tasas de eclosión en playas protegidas, donde las condiciones de los nidos son monitoreadas y gestionadas activamente. En algunos casos, las tasas de éxito han superado el 80 %, un porcentaje significativamente mayor en comparación con playas no monitoreadas, donde la depredación y las perturbaciones humanas son frecuentes (Panorama Solutions, s.f.).

A pesar de estos logros, el monitoreo de nidos enfrenta desafíos considerables. Las limitaciones logísticas, como el acceso a playas remotas y la necesidad de personal capacitado, dificultan la cobertura completa de las áreas de anidación. Asimismo, el cambio climático representa un reto creciente, ya que las

alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura pueden reducir la calidad de las playas y afectar la sincronización de los ciclos reproductivos de *P. unifilis* (Mongabay, 2016).

Para superar estos desafíos, es esencial fortalecer la colaboración entre las comunidades locales, las organizaciones de conservación y las autoridades ambientales. La participación comunitaria en el monitoreo de nidos no solo amplía la capacidad de cobertura, sino que también fomenta un sentido de corresponsabilidad en la protección de la especie. Además, el uso de tecnologías avanzadas, como sensores térmicos y cámaras trampa, puede optimizar la recolección de datos y mejorar la precisión en la evaluación de las tasas de eclosión (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En conjunto, el monitoreo de nidos y la evaluación de las tasas de eclosión son herramientas indispensables para garantizar la efectividad de las estrategias de manejo y conservación de *P. unifilis*. Estos esfuerzos no solo incrementan el éxito reproductivo de la especie, sino que también contribuyen a la generación de conocimiento científico que puede ser aplicado en otras regiones con desafíos similares.

3.3.3. Seguimiento a largo plazo de poblaciones locales

El seguimiento a largo plazo de las poblaciones locales de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní es una herramienta clave para evaluar la efectividad de las estrategias de conservación y entender las dinámicas poblacionales de la especie en un contexto de cambios ambientales y antropogénicos. Este monitoreo continuo permite identificar tendencias en la abundancia, distribución y estructura de las poblaciones, proporcionando datos críticos para la toma de decisiones informadas en la gestión de los ecosistemas acuáticos.

Una de las metodologías más empleadas en el seguimiento poblacional es la captura-recaptura, que consiste en capturar individuos, marcarlos con identificadores únicos y liberarlos nuevamente en su hábitat natural. Este método facilita la estimación de parámetros como la densidad poblacional, las tasas de supervivencia y los patrones de desplazamiento. Los datos obtenidos a través de esta técnica han permitido identificar áreas prioritarias para la conservación y

evaluar la conectividad entre diferentes hábitats acuáticos en el Yasuní (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

El marcaje de individuos con dispositivos tecnológicos, como transmisores satelitales y radiotransmisores, también ha sido fundamental para el seguimiento a largo plazo. Estos dispositivos proporcionan información en tiempo real sobre los movimientos de *P. unifilis*, lo que ha permitido identificar rutas migratorias y zonas críticas para la alimentación y reproducción. En el Yasuní, los estudios basados en estas tecnologías han revelado que las tortugas charapa utilizan una amplia gama de hábitats acuáticos interconectados, lo que subraya la importancia de proteger los corredores ecológicos (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Adicionalmente, el monitoreo a largo plazo incluye la evaluación periódica de parámetros reproductivos, como la cantidad de nidos, el tamaño de las puestas y las tasas de eclosión. Estos indicadores son esenciales para entender cómo factores como la calidad del hábitat, las condiciones climáticas y la presión humana afectan el éxito reproductivo de la especie. En las últimas décadas, se ha observado que las playas de anidación protegidas presentan tasas de eclosión significativamente más altas en comparación con aquellas expuestas a actividades humanas intensivas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

El seguimiento a largo plazo también permite identificar los impactos acumulativos de las amenazas ambientales y antropogénicas en las poblaciones locales. Por ejemplo, estudios recientes han documentado cómo la contaminación por hidrocarburos y metales pesados afecta la salud de las tortugas charapa, generando alteraciones en su comportamiento y reduciendo su capacidad reproductiva. Estos hallazgos han sido fundamentales para impulsar normativas más estrictas sobre las actividades extractivas en áreas protegidas como el Yasuní (Mongabay, 2016).

El papel de las comunidades locales en el seguimiento a largo plazo es crucial. A través de programas de capacitación y sensibilización, los habitantes de la región han sido integrados en las actividades de monitoreo, contribuyendo con conocimientos locales y esfuerzos en el campo. Esta participación no solo amplía

la cobertura de las actividades de seguimiento, sino que también fortalece el compromiso comunitario con la conservación de *P. unifilis* y los ecosistemas acuáticos del parque (Panorama Solutions, s.f.).

A pesar de los avances logrados, el seguimiento a largo plazo enfrenta desafíos significativos, como la falta de recursos financieros y técnicos para mantener un monitoreo constante. Las limitaciones en el acceso a tecnologías avanzadas y en la capacidad de análisis de datos pueden restringir la precisión y la aplicabilidad de los resultados. Por ello, es fundamental consolidar alianzas estratégicas con instituciones científicas y organizaciones internacionales que puedan aportar financiamiento y apoyo técnico (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Para resumir, el seguimiento a largo plazo de las poblaciones locales de *P. unifilis* es una herramienta indispensable para garantizar la sostenibilidad de las estrategias de conservación en el Yasuní. Este enfoque no solo permite evaluar la salud y viabilidad de las poblaciones, sino que también genera un conocimiento integral de las interacciones ecológicas y las amenazas que enfrentan las tortugas charapa en uno de los ecosistemas más biodiversos del mundo.

3.3.4. Resultados y aplicaciones para la conservación

El monitoreo poblacional de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní ha generado resultados significativos que han fortalecido las estrategias de manejo y conservación de esta especie clave para los ecosistemas acuáticos. La Tabla 2 resume los principales indicadores evaluados, los resultados obtenidos y las aplicaciones prácticas en la protección de la tortuga charapa. Estos hallazgos se derivan de un esfuerzo conjunto entre instituciones de investigación, organizaciones de conservación y comunidades locales.

Tabla 2

Resultados del monitoreo poblacional de Podocnemis unifilis en el Parque Nacional Yasuní

Indicador	Resultados principales	Aplicación en conservación
Tasas de eclosión	80 % en playas protegidas; 40 % en playas no manejadas	Implementación de medidas de protección como reubicación de nidos e incubación controlada.
Proporción de sexos	70 % hembras y 30 % machos en nidos naturales	Regulación de temperaturas en incubadoras para equilibrar la proporción de sexos.
Corredores ecológicos	Identificación de 10 corredores interconectados	Integración en planes de zonificación para minimizar la fragmentación del hábitat.
Impacto de la contaminación	Afectación en el 25 % de las áreas acuáticas monitoreadas	Normativas más estrictas para reducir los vertidos químicos asociados a la actividad petrolera y otras fuentes.
Participación comunitaria	Más de 300 personas capacitadas para monitoreo	Fortalecimiento del vínculo comunitario con la conservación y mejora en la vigilancia de playas de anidación.

Nota: Los datos reflejan los resultados obtenidos de estudios recientes realizados entre 2015 y 2022 en el Parque Nacional Yasuní.

Los resultados presentados en la Tabla 1 destacan la efectividad de las intervenciones de manejo en la mejora de los indicadores de conservación. Por ejemplo, las tasas de eclosión en playas protegidas muestran un aumento significativo en comparación con aquellas sin manejo, evidenciando la importancia de las estrategias de reubicación de nidos y vigilancia comunitaria. Asimismo, el desequilibrio en la proporción de sexos identificado en nidos naturales subraya la necesidad de ajustar las condiciones de incubación para garantizar la sostenibilidad poblacional a largo plazo.

La identificación de corredores ecológicos ha permitido integrar esta información en planes de ordenamiento territorial, lo que resulta crucial para reducir la fragmentación del hábitat causada por actividades humanas. Por otro lado, el impacto de la contaminación en un cuarto de las áreas monitoreadas refleja la urgencia de aplicar medidas más estrictas para mitigar los efectos de las actividades extractivas.

Finalmente, el alto nivel de participación comunitaria es un resultado alentador que refuerza el modelo de conservación basado en la colaboración local. Este enfoque no solo amplía las capacidades de monitoreo, sino que también fomenta un compromiso social que es esencial para la sostenibilidad de las iniciativas de conservación en el Yasuní.

Uno de los principales resultados del monitoreo ha sido la identificación de playas de anidación prioritarias para la protección. A través de técnicas de captura-recaptura y el seguimiento de nidos, se han localizado áreas con alta densidad de hembras reproductoras y tasas elevadas de anidación. Estos sitios han sido objeto de medidas específicas de conservación, como la vigilancia comunitaria, la reubicación de nidos en riesgo y la incubación controlada. Estas acciones han incrementado significativamente las tasas de eclosión, superando el 80 % en playas protegidas, en contraste con los bajos porcentajes observados en playas sin manejo (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

El uso de dispositivos tecnológicos, como transmisores satelitales, ha permitido rastrear los movimientos de las tortugas y su utilización de diferentes ecosistemas acuáticos. Los datos han revelado que *P. unifilis* utiliza una red de hábitats interconectados que incluye ríos, lagunas y humedales temporales, lo que subraya la importancia de proteger no solo las playas de anidación, sino también los corredores ecológicos que garantizan la conectividad entre estos ecosistemas. Esta información ha sido clave para orientar las políticas de uso del suelo y minimizar la fragmentación del hábitat causada por actividades humanas, como la expansión agrícola y la explotación petrolera (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Además, el monitoreo ha permitido evaluar el impacto de amenazas específicas, como la contaminación por hidrocarburos y la depredación de nidos. Los análisis

de agua y sedimentos en áreas afectadas por actividades petroleras han evidenciado altos niveles de compuestos tóxicos que afectan la salud y la reproducción de las tortugas. Estos hallazgos han impulsado la adopción de normativas más estrictas para prevenir la contaminación y promover la restauración de ecosistemas acuáticos degradados (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Otro resultado relevante ha sido la recopilación de datos sobre la estructura poblacional de *P. unifilis*, incluyendo proporciones de sexos, tasas de supervivencia y crecimiento. Estos indicadores son esenciales para proyectar la viabilidad de las poblaciones a largo plazo y detectar cambios asociados a factores externos, como el cambio climático. Por ejemplo, se ha documentado que el aumento de las temperaturas durante la incubación está afectando la proporción de sexos, favoreciendo el nacimiento de hembras en detrimento de los machos. Este conocimiento ha sido aplicado en programas de manejo adaptativo, como la regulación de la temperatura en nidos incubados artificialmente (Panorama Solutions, s.f.).

Los resultados del monitoreo también han sido fundamentales para fomentar la participación comunitaria en la conservación de las tortugas charapa. Las comunidades locales han sido capacitadas para realizar actividades de vigilancia, monitoreo de nidos y liberación de neonatos, lo que ha fortalecido su vínculo con los ecosistemas acuáticos del Yasuní. Además, los datos generados han sido utilizados en programas de educación ambiental, incrementando la conciencia sobre la importancia ecológica de *P. unifilis* y promoviendo cambios en las prácticas tradicionales que afectan negativamente a la especie (Mongabay, 2016).

En términos de aplicaciones prácticas, los hallazgos del monitoreo han influido directamente en la formulación de políticas públicas y estrategias de manejo. Por ejemplo, la información sobre las áreas críticas para la anidación y los corredores ecológicos ha sido integrada en planes de zonificación para minimizar los impactos de actividades extractivas en el parque. Asimismo, los datos sobre la efectividad de las técnicas de manejo, como la reubicación de nidos y la

incubación controlada, han servido como referencia para replicar estas prácticas en otras regiones con problemas similares (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

A pesar de los avances logrados, es esencial continuar con el monitoreo a largo plazo y mejorar las capacidades técnicas y financieras para garantizar su sostenibilidad. La consolidación de alianzas con instituciones académicas, organismos internacionales y comunidades locales será clave para enfrentar los desafíos emergentes y asegurar la protección de *P. unifilis* y los ecosistemas acuáticos del Parque Nacional Yasuní.

3.4. Políticas públicas y legislación relevante para la protección de la fauna silvestre en Ecuador.

3.4.1. Marco jurídico nacional para la protección de la fauna silvestre

Ecuador cuenta con un marco legal robusto que protege la fauna silvestre, basado en principios de conservación y sostenibilidad. Este marco incluye la Constitución, leyes específicas y normativas ambientales que buscan garantizar la preservación de especies amenazadas como *Podocnemis unifilis*.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece un enfoque innovador al reconocer a la naturaleza como sujeto de derechos, garantizando su restauración y conservación integral. El artículo 73 prohíbe actividades que puedan causar la extinción de especies, mientras que el artículo 407 prohíbe la explotación de recursos no renovables en áreas protegidas, a menos que sean declaradas de interés nacional (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

El Código Orgánico del Ambiente (COA), promulgado en 2017, regula el manejo sostenible de la biodiversidad y establece directrices específicas para la protección de la fauna silvestre. El COA prohíbe la caza, captura y comercialización de especies en peligro de extinción, incluyendo sanciones penales y administrativas para los infractores (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017). Además, fomenta la rehabilitación y reintegración de fauna silvestre a sus hábitats naturales, promoviendo el desarrollo de programas de investigación y conservación.

En cuanto a normativas más específicas, la Ley de Protección de la Fauna Silvestre y de los Recursos Ictiológicos (1970) regula actividades como la captura, caza y tráfico de especies protegidas. Esta ley prioriza la preservación de hábitats naturales y establece directrices para el uso sostenible de los recursos ictiológicos, reconociendo su importancia en los ecosistemas acuáticos (Ministerio del Ambiente y Agua, 1970).

Ecuador también es parte de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), lo que implica el compromiso de controlar el comercio de especies listadas en sus apéndices. *Podocnemis unifilis*, incluida en el Apéndice II de la CITES, cuenta con restricciones estrictas en su comercialización, lo que refuerza los esfuerzos nacionales contra el tráfico ilegal de esta especie (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Además, el Plan de Acción para la Conservación de Tortugas Marinas en Ecuador (2021-2030), aunque enfocado principalmente en tortugas marinas, incluye directrices aplicables a especies de agua dulce. Este plan prioriza la protección de hábitats críticos, el monitoreo poblacional y la educación ambiental como estrategias clave para la conservación (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

A nivel de gestión participativa, la Ley Orgánica de Participación Ciudadana fomenta la inclusión de comunidades locales en la vigilancia y protección de áreas protegidas. Esta participación ha sido esencial en el monitoreo y manejo de nidos de *P. unifilis*, fortaleciendo el vínculo entre las comunidades y los ecosistemas (Panorama Solutions, s.f.).

No obstante, el marco legal enfrenta desafíos significativos en su implementación, incluyendo la insuficiencia de recursos para la vigilancia y el cumplimiento. La presión de actividades extractivas y el tráfico ilegal de fauna continúan siendo obstáculos críticos, lo que subraya la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales y fomentar la cooperación internacional para garantizar la conservación efectiva de *P. unifilis* y otros elementos de la biodiversidad.

3.4.2. Tratados internacionales y compromisos globales

Ecuador ha suscrito diversos tratados internacionales que consolidan su compromiso con la conservación de la fauna silvestre y la protección de la biodiversidad. Estos acuerdos constituyen herramientas fundamentales para enfrentar desafíos ambientales, como el tráfico ilegal de especies, la pérdida de hábitats y los efectos del cambio climático. A continuación, se detallan los tratados más relevantes y sus implicaciones para la gestión de especies como *Podocnemis unifilis*.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), ratificado por Ecuador en 1993, es uno de los pilares del marco internacional para la conservación. Este convenio tiene como objetivos principales la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la distribución justa de los beneficios derivados de los recursos genéticos. Ecuador, como país megadiverso, ha integrado los lineamientos del CDB en su política ambiental, incluyendo planes para la conservación de ecosistemas críticos y especies en peligro (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Otro acuerdo crucial es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), ratificado por Ecuador en 1975. Bajo esta convención, *Podocnemis unifilis* está listada en el Apéndice II, lo que significa que su comercio está regulado para evitar su sobreexplotación. La implementación de la CITES en Ecuador incluye controles estrictos sobre la exportación de especies protegidas y el monitoreo de mercados internos para prevenir el tráfico ilegal (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), a la que Ecuador se adhirió en 2004, tiene como objetivo garantizar la conservación de las especies migratorias a lo largo de sus rutas de desplazamiento. Aunque enfocada principalmente en aves y mamíferos marinos, la CMS también reconoce la importancia de los corredores ecológicos para otras especies acuáticas, como las tortugas de agua dulce, y fomenta la cooperación regional para su protección (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

La Convención de Ramsar sobre los Humedales de Importancia Internacional, ratificada por Ecuador en 1991, protege ecosistemas acuáticos clave que son hábitats de especies como *P. unifilis*. En el contexto del Parque Nacional Yasuní, la aplicación de Ramsar ha reforzado la protección de humedales y cuerpos de agua, asegurando su conservación y promoviendo un manejo sostenible que beneficie tanto a la biodiversidad como a las comunidades locales (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

El Acuerdo de Escazú, firmado y ratificado por Ecuador en 2020, establece mecanismos para garantizar la transparencia y participación en la toma de decisiones ambientales. Este tratado es especialmente relevante en la protección de especies vulnerables, ya que promueve el acceso a la justicia en casos de daño ambiental y fomenta la participación comunitaria en proyectos de conservación (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

Otro instrumento relevante es la **Convención de Minamata sobre el Mercurio**, ratificada en 2016, que busca reducir las emisiones y liberaciones de mercurio, un contaminante que afecta la calidad del agua y la salud de la fauna acuática. Este tratado ha incentivado la adopción de normativas nacionales más estrictas para controlar la contaminación, lo que beneficia directamente a los ecosistemas donde habita *P. unifilis* (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Además, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), de la que Ecuador es parte, establece principios para la conservación y el uso sostenible de los océanos y recursos marinos. Aunque centrada en ecosistemas costeros y marinos, esta convención también incluye disposiciones para proteger los recursos de agua dulce, esenciales para las tortugas charapa y otras especies de agua dulce (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Ecuador también ha adoptado compromisos específicos a través del Plan de Acción para la Conservación de Tortugas Marinas en Ecuador (2021-2030), que, aunque enfocado en tortugas marinas, ofrece directrices aplicables a *P. unifilis*. Este plan prioriza acciones como el monitoreo poblacional, la protección de playas de anidación y la educación ambiental, alineándose con los objetivos globales de conservación (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

La integración de estos tratados internacionales en el marco normativo ecuatoriano no solo refuerza la protección de *P. unifilis*, sino que también contribuye al fortalecimiento de capacidades institucionales y la generación de alianzas regionales. Sin embargo, su implementación efectiva enfrenta desafíos, como la falta de recursos económicos y técnicos, que requieren un esfuerzo continuo por parte del Estado y sus socios estratégicos.

3.4.3. Estrategias de implementación y gestión de áreas protegidas

Ecuador ha establecido un conjunto de estrategias específicas para la implementación y gestión de áreas protegidas, con el objetivo de salvaguardar su riqueza biológica, incluyendo especies amenazadas como *Podocnemis unifilis*. Estas estrategias se fundamentan en la legislación nacional e internacional y están orientadas a garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas y los servicios ambientales que proveen.

Una de las principales herramientas de conservación es el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), que integra parques nacionales, reservas ecológicas y áreas comunitarias bajo un marco de manejo sostenible. El Parque Nacional Yasuní, declarado área protegida en 1979, es un ejemplo destacado de esta estrategia. Este parque, reconocido por su alta biodiversidad, es gestionado bajo un plan que combina la conservación de especies clave, como las tortugas charapa, con la participación de las comunidades locales (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

El Plan de Manejo del Parque Nacional Yasuní establece directrices específicas para la protección de los hábitats críticos de *P. unifilis*. Entre las medidas adoptadas destacan la vigilancia y control de playas de anidación, la restauración de ecosistemas degradados y la creación de zonas de amortiguamiento que minimizan los impactos de actividades humanas como la agricultura y la explotación petrolera. Estas acciones son respaldadas por normativas nacionales, como el Código Orgánico del Ambiente, que regula el uso y manejo sostenible de los recursos naturales en áreas protegidas (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Otro componente clave es la gestión participativa, que involucra a las comunidades locales en las actividades de conservación. A través de programas de educación ambiental y capacitación, los habitantes de las áreas aledañas al Yasuní han sido integrados en el monitoreo y manejo de especies vulnerables, lo que ha fortalecido el vínculo entre la conservación de la biodiversidad y el bienestar comunitario. Esta participación no solo amplía la cobertura de las actividades de vigilancia, sino que también reduce las prácticas insostenibles, como la caza de tortugas y la recolección de huevos (Panorama Solutions, s.f.).

La implementación de áreas protegidas también se complementa con el cumplimiento de compromisos internacionales. Tratados como la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Convención de Ramsar han incentivado la adopción de planes nacionales que integran la conservación de humedales y cuerpos de agua, esenciales para la supervivencia de *P. unifilis*. En este contexto, se han identificado y protegido ecosistemas acuáticos críticos dentro del Yasuní, mejorando las condiciones para las poblaciones locales de tortugas (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

El monitoreo científico dentro de las áreas protegidas es otra estrategia relevante. Estudios poblacionales y ecológicos realizados en el Yasuní han proporcionado datos esenciales sobre la distribución, abundancia y amenazas de *P. unifilis*. Estos hallazgos han sido incorporados en los planes de manejo para ajustar las estrategias de conservación y garantizar su efectividad a largo plazo. El uso de tecnologías avanzadas, como GPS y radiotransmisores, ha permitido un seguimiento más preciso de los movimientos y el uso del hábitat por parte de las tortugas charapa (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Sin embargo, las áreas protegidas enfrentan desafíos significativos, como la presión de actividades extractivas, la expansión de la frontera agrícola y el cambio climático. Para abordar estos problemas, el Gobierno de Ecuador ha fortalecido las alianzas con organizaciones internacionales y comunidades locales, promoviendo la adopción de modelos de manejo integrados que combinan la conservación con el desarrollo sostenible. Estos modelos buscan reducir la dependencia de las comunidades locales de actividades no

sostenibles, ofreciéndoles alternativas económicas basadas en el ecoturismo y el manejo sostenible de recursos (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

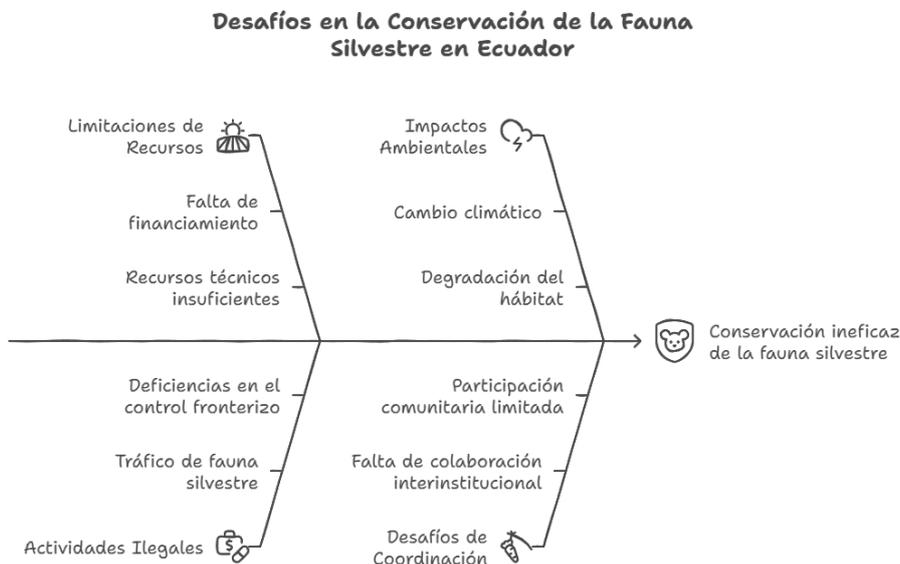
En definitiva, las estrategias de implementación y gestión de áreas protegidas en Ecuador representan un enfoque integral que combina la protección de ecosistemas clave con la participación de diversos actores. Este modelo busca garantizar la sostenibilidad ecológica y social en territorios de alta biodiversidad, como el Parque Nacional Yasuní.

3.4.4. Retos en la aplicación de políticas públicas y legislación

La implementación de políticas públicas y legislación orientadas a la conservación de la fauna silvestre en Ecuador enfrenta múltiples retos, derivados tanto de factores institucionales como de presiones externas. Estas dificultades comprometen la efectividad de las normativas diseñadas para proteger especies amenazadas como *Podocnemis unifilis* y sus ecosistemas asociados.

Figura 8

Factores que Dificultan la Conservación de la Fauna Silvestre en Ecuador



Nota: La figura ilustra los principales desafíos, como la falta de recursos, el cambio climático y las actividades ilegales, que complican la implementación efectiva de políticas de conservación en Ecuador.

Uno de los principales desafíos es la insuficiencia de recursos económicos y técnicos destinados a la vigilancia y cumplimiento de las normativas ambientales. Aunque leyes como el Código Orgánico del Ambiente (COA) establecen

disposiciones claras para la conservación de la biodiversidad, la falta de financiamiento limita la capacidad de las instituciones encargadas de su ejecución, como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Esta carencia se traduce en una cobertura insuficiente para la vigilancia de áreas protegidas y en la falta de programas sostenibles de educación ambiental y sensibilización comunitaria (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

El tráfico ilegal de fauna silvestre, incluido el comercio de tortugas charapa y sus huevos, constituye otra barrera significativa. Aunque Ecuador es signatario de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), los controles en fronteras y mercados internos no siempre son efectivos. La falta de personal capacitado y de infraestructura para el control aduanero dificulta la identificación de especies protegidas, lo que permite la continuación de prácticas ilegales que afectan gravemente a poblaciones vulnerables (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La expansión de actividades humanas, como la agricultura, la minería y la explotación petrolera, también pone en riesgo la implementación efectiva de las políticas de conservación. Estas actividades generan conflictos en la gestión de áreas protegidas, como el Parque Nacional Yasuní, donde los intereses económicos a menudo prevalecen sobre los objetivos de conservación. Aunque la Constitución ecuatoriana prohíbe la explotación de recursos no renovables en áreas protegidas, las excepciones legislativas han permitido actividades extractivas que fragmentan los hábitats y afectan la biodiversidad local (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

El cambio climático representa un reto adicional para la aplicación de políticas de conservación. Las alteraciones en los patrones de temperatura y precipitación afectan los hábitats acuáticos de *P. unifilis*, reduciendo la calidad de las playas de anidación y modificando los ciclos reproductivos de la especie. A pesar de que Ecuador ha ratificado acuerdos internacionales como el Acuerdo de París, la integración de estrategias de adaptación al cambio climático en las políticas públicas nacionales aún es limitada (Panorama Solutions, s.f.).

La falta de coordinación entre las instituciones gubernamentales y otros actores relevantes también dificulta la aplicación de la legislación. Aunque la

participación comunitaria ha mostrado ser efectiva en iniciativas locales, como la vigilancia de nidos de tortugas charapa, la ausencia de marcos de colaboración claros entre el gobierno, las ONG y las comunidades limita el alcance de las acciones de conservación. Este vacío organizacional impide un uso eficiente de los recursos disponibles y dificulta la replicación de buenas prácticas en otras regiones del país (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Por último, la percepción pública sobre la importancia de la conservación de la fauna silvestre sigue siendo un obstáculo significativo. En áreas rurales, donde las actividades de subsistencia están estrechamente ligadas a los recursos naturales, las comunidades a menudo priorizan las necesidades inmediatas sobre la protección de la biodiversidad. Esto subraya la necesidad de fortalecer los programas de educación ambiental, enfatizando los beneficios a largo plazo de los ecosistemas saludables y promoviendo alternativas económicas sostenibles (Mongabay, 2016).

Abordar estos retos requiere un enfoque integral que combine la mejora de las capacidades institucionales, el fortalecimiento de la cooperación internacional y la promoción de modelos participativos de gestión ambiental. Asimismo, es esencial garantizar la asignación de recursos adecuados y la implementación de mecanismos de monitoreo y evaluación para medir el impacto de las políticas públicas y ajustar las estrategias de conservación según sea necesario.

CAPITULO 04

PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS CHARAPA



Participación comunitaria y educación ambiental en la conservación de las tortugas charapa

4.1. El papel de las comunidades indígenas y locales en la protección de las tortugas charapa.

4.1.1. Conocimientos tradicionales y prácticas sostenibles

Las comunidades indígenas y locales que habitan en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores poseen un acervo invaluable de conocimientos tradicionales que ha contribuido de manera significativa a la conservación de *Podocnemis unifilis*. Este conocimiento, transmitido de generación en generación, incluye observaciones detalladas sobre el comportamiento, los patrones de reproducción y los hábitats preferidos de las tortugas charapa, así como estrategias sostenibles para su uso y manejo.

Entre las comunidades indígenas de la Amazonía ecuatoriana, como los Waorani y los Kichwa, se han identificado prácticas tradicionales que promueven el equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, las técnicas de recolección de huevos de tortugas utilizadas por estas comunidades históricamente incluyen criterios selectivos, evitando recolectar la totalidad de los nidos para garantizar la regeneración de las poblaciones. Estas prácticas reflejan un profundo respeto por los ciclos naturales y contribuyen a la sostenibilidad de los recursos (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Además, las comunidades locales participan en iniciativas de reubicación de nidos en áreas protegidas o playas seguras, una técnica que ha demostrado ser eficaz para mitigar las amenazas asociadas a la depredación y las actividades humanas. Estas acciones se realizan en colaboración con instituciones ambientales y organizaciones no gubernamentales, combinando el conocimiento tradicional con enfoques científicos para maximizar el éxito reproductivo de la especie (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

La pesca sostenible es otro ejemplo de cómo las prácticas tradicionales pueden contribuir a la conservación de los hábitats acuáticos de las tortugas charapa. Las comunidades que dependen de los recursos pesqueros emplean técnicas que minimizan el impacto en las especies no objetivo y en los ecosistemas. Además, muchas comunidades han adoptado acuerdos internos para regular la pesca y proteger las zonas de desove de tortugas durante las temporadas críticas de reproducción (Panorama Solutions, s.f.).

El manejo forestal comunitario también desempeña un papel crucial en la protección de los hábitats de *P. unifilis*. Las comunidades indígenas que controlan territorios ancestrales en el Yasuní implementan sistemas de uso sostenible de los recursos forestales, evitando la deforestación masiva y preservando las áreas ribereñas que son fundamentales para la supervivencia de las tortugas. Estas prácticas son respaldadas por políticas nacionales que reconocen los derechos colectivos sobre el territorio y fomentan la participación de las comunidades en la gestión ambiental (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Sin embargo, a pesar de la importancia de estos conocimientos y prácticas, las comunidades enfrentan desafíos que limitan su capacidad para mantener y aplicar sus tradiciones. La presión de las actividades extractivas, como la minería y la explotación petrolera, así como el cambio climático, han alterado los ecosistemas locales, dificultando la continuidad de prácticas sostenibles. Además, la falta de acceso a recursos económicos y técnicos restringe las posibilidades de estas comunidades para participar plenamente en iniciativas de conservación (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

El reconocimiento y fortalecimiento de los conocimientos tradicionales son esenciales para la conservación de *Podocnemis unifilis*. Esto requiere la implementación de programas que combinen el saber local con herramientas científicas modernas, fomentando una gestión sostenible de los recursos. Asimismo, la integración de las comunidades en la toma de decisiones ambientales, junto con la promoción de alternativas económicas sostenibles, como el ecoturismo, puede mejorar su calidad de vida y su capacidad para seguir protegiendo la biodiversidad del Yasuní (Mongabay, 2016).

4.1.2. Beneficios económicos y sociales de la conservación comunitaria

La participación de las comunidades indígenas y locales en proyectos de monitoreo y manejo de nidos de *Podocnemis unifilis* se ha consolidado como una estrategia clave para la conservación de esta especie en el Parque Nacional Yasuní y áreas circundantes. Este enfoque colaborativo no solo fortalece las capacidades locales en materia de conservación, sino que también garantiza la sostenibilidad de las acciones implementadas al integrar los conocimientos tradicionales con herramientas científicas modernas.

En proyectos de monitoreo, las comunidades desempeñan un papel esencial en la identificación y vigilancia de playas de anidación. Los habitantes locales, con su conocimiento profundo del territorio, son capaces de localizar rápidamente las áreas utilizadas por las hembras para depositar sus huevos, lo que permite priorizar las acciones de protección en sitios críticos. Estos esfuerzos incluyen recorridos regulares para registrar la cantidad de nidos, evaluar su estado y detectar posibles amenazas, como la depredación por fauna silvestre o la recolección ilegal de huevos (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La gestión de nidos es otro componente en el que la participación comunitaria ha demostrado ser altamente efectiva. Los habitantes locales han sido capacitados en técnicas de manejo, como la reubicación de nidos en playas más seguras y la incubación controlada en condiciones artificiales. Estas acciones son particularmente relevantes en áreas donde las actividades humanas o las condiciones ambientales, como inundaciones, ponen en peligro el éxito reproductivo de la especie. Los datos obtenidos a través de estas actividades también contribuyen al monitoreo poblacional y a la planificación de estrategias de conservación más amplias (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Adicionalmente, la liberación de neonatos en hábitats naturales ha sido una actividad donde las comunidades han tenido un rol destacado. Este proceso no solo representa un momento crucial para la supervivencia de las tortugas jóvenes, sino que también actúa como un mecanismo de sensibilización y educación ambiental tanto para las comunidades locales como para visitantes externos. Las liberaciones, que a menudo se realizan como eventos públicos,

generan conciencia sobre la importancia de la conservación de *P. unifilis* y fortalecen el sentido de corresponsabilidad entre los participantes (Panorama Solutions, s.f.).

Un aspecto particularmente valioso de la participación comunitaria en estos proyectos es la capacidad de las comunidades para actuar como guardianes del territorio. A través de la vigilancia permanente, los habitantes locales contribuyen significativamente a la prevención de actividades ilegales, como la extracción de huevos y la caza de tortugas adultas. En muchos casos, esta vigilancia es realizada por brigadas comunitarias que trabajan en estrecha colaboración con las autoridades ambientales y las organizaciones no gubernamentales. Estas brigadas, además de proteger los nidos, recogen información crucial sobre las amenazas y las condiciones del hábitat (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La integración de las comunidades en estos proyectos también tiene un impacto positivo en su bienestar socioeconómico. Muchas de las actividades de monitoreo y manejo de nidos son financiadas por organizaciones internacionales y programas gubernamentales, generando ingresos para los participantes y promoviendo alternativas económicas sostenibles. Asimismo, el ecoturismo asociado a la conservación de tortugas charapa ha comenzado a ser una fuente adicional de ingresos en algunas comunidades, al atraer visitantes interesados en participar en actividades de monitoreo o liberación de neonatos (Mongabay, 2016).

Sin embargo, la sostenibilidad de la participación comunitaria enfrenta retos significativos. La falta de recursos técnicos y económicos para mantener los proyectos a largo plazo, así como la presión de actividades extractivas y el cambio climático, representan amenazas para la continuidad de estas iniciativas. Por ello, es fundamental fortalecer las capacidades locales a través de programas de capacitación, garantizar un financiamiento adecuado y promover la integración de las comunidades en redes más amplias de conservación regional (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

En síntesis, la participación de las comunidades indígenas y locales en proyectos de monitoreo y manejo de nidos de *P. unifilis* es un componente indispensable para la conservación de la especie. Estas acciones no solo contribuyen al éxito

reproductivo de la tortuga charapa, sino que también fortalecen el vínculo entre las comunidades y la biodiversidad, fomentando un modelo de gestión sostenible que beneficia tanto a la naturaleza como a las personas.

4.1.3. Retos y oportunidades en la participación comunitaria

La participación de las comunidades indígenas y locales en los proyectos de conservación de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní no solo promueve la protección de esta especie, sino que también genera beneficios económicos y sociales significativos para los habitantes de la región. Estas ventajas, tanto tangibles como intangibles, refuerzan el compromiso comunitario con la sostenibilidad y el equilibrio ecológico.

En términos económicos, las actividades asociadas a la conservación de las tortugas charapa han permitido la generación de ingresos adicionales para las comunidades locales. Proyectos como la vigilancia de nidos, la reubicación y liberación de neonatos, y el monitoreo poblacional son financiados por instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y programas internacionales. Estos aportes han creado empleos directos para los miembros de las comunidades, fortaleciendo su economía local y reduciendo su dependencia de actividades extractivas que podrían ser perjudiciales para el medio ambiente (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

El ecoturismo también ha surgido como una fuente relevante de ingresos para las comunidades. La participación en actividades como la observación de tortugas en su hábitat natural y la liberación de neonatos atrae a visitantes nacionales e internacionales, quienes contribuyen económicamente a través del pago de tarifas, servicios de guías y la compra de artesanías locales. Este enfoque no solo diversifica las fuentes de ingreso, sino que también fomenta un modelo de turismo sostenible que promueve la valorización de los recursos naturales y culturales de la región (Panorama Solutions, s.f.).

En el ámbito social, la conservación comunitaria ha fortalecido el tejido social y la cohesión dentro de las comunidades involucradas. La participación en proyectos de conservación fomenta la colaboración y el trabajo en equipo, creando un sentido compartido de responsabilidad y pertenencia hacia el territorio y los recursos que lo conforman. Las iniciativas de monitoreo y manejo

de nidos han permitido que diferentes generaciones trabajen juntas, lo que facilita la transmisión de conocimientos tradicionales y el aprendizaje mutuo entre jóvenes y adultos (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Otro aspecto destacado es el impacto positivo en la educación ambiental. Los proyectos de conservación han servido como plataformas para la sensibilización sobre la importancia ecológica y cultural de *P. unifilis*. A través de talleres, campañas de comunicación y actividades prácticas, las comunidades han adquirido conocimientos sobre la biodiversidad del Yasuní, así como sobre las amenazas que enfrentan las tortugas charapa y los ecosistemas acuáticos. Este empoderamiento educativo ha incrementado la capacidad de las comunidades para gestionar sus recursos de manera sostenible y para abogar por la protección de su entorno natural (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

La conservación comunitaria también ha reducido la incidencia de actividades ilegales, como la caza y el tráfico de huevos de tortugas. La integración de los habitantes locales en la vigilancia y protección de nidos ha creado una red de monitoreo efectiva que desalienta estas prácticas. Además, los beneficios económicos derivados de la conservación han ofrecido alternativas viables a quienes anteriormente dependían de la explotación directa de los recursos naturales, promoviendo un cambio hacia modos de vida más sostenibles (Mongabay, 2016).

A nivel político, el involucramiento comunitario en la conservación ha fortalecido el reconocimiento de los derechos de las comunidades indígenas y locales sobre sus territorios y recursos. La implementación de modelos participativos en la gestión de áreas protegidas, como el Parque Nacional Yasuní, ha destacado el papel crucial de las comunidades en la protección de la biodiversidad y ha promovido su inclusión en las políticas públicas. Este proceso ha empoderado a las comunidades, permitiéndoles tener voz en las decisiones que afectan su entorno (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Sin embargo, la sostenibilidad de los beneficios económicos y sociales de la conservación comunitaria depende de la continuidad y el fortalecimiento de estas iniciativas. Es necesario garantizar un financiamiento adecuado a largo plazo, ampliar las oportunidades de capacitación y fortalecer las alianzas entre

comunidades, gobiernos y organizaciones internacionales. De esta manera, los beneficios derivados de la conservación pueden integrarse de manera más efectiva en los sistemas económicos y sociales locales, garantizando su impacto positivo a largo plazo.

4.2. Programas de educación ambiental para sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de la conservación.

4.2.1. Contenidos y objetivos de los programas de educación ambiental

Los programas de educación ambiental diseñados para sensibilizar a las comunidades sobre la conservación de *Podocnemis unifilis* han demostrado ser fundamentales para fomentar una comprensión más profunda sobre la importancia de esta especie y los ecosistemas acuáticos en los que habita. Estos programas, implementados en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores, están estructurados en torno a contenidos clave que integran aspectos ecológicos, culturales y sociales, con el objetivo de promover la participación de las comunidades en la protección de la biodiversidad.

Uno de los principales contenidos de estos programas es la enseñanza sobre la biología y ecología de la tortuga charapa. Los talleres y actividades educativas incluyen información detallada sobre el ciclo de vida de la especie, su comportamiento reproductivo, sus necesidades de hábitat y su papel dentro de las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos. Este enfoque permite que los participantes comprendan cómo las tortugas charapa contribuyen al equilibrio ecológico y por qué su conservación es crucial para mantener la funcionalidad de los humedales y ríos de la región (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Otro aspecto relevante es la sensibilización sobre las amenazas que enfrenta *P. unifilis*, como la pérdida de hábitat, el cambio climático, la contaminación de los ecosistemas acuáticos y el tráfico ilegal de fauna silvestre. Los programas de educación ambiental buscan destacar cómo estas problemáticas están interconectadas y cómo las actividades humanas pueden amplificar o mitigar su impacto. Este conocimiento no solo genera conciencia, sino que también permite

a las comunidades identificar prácticas insostenibles en su entorno y plantear alternativas que favorezcan la conservación (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Además, los programas incluyen contenidos relacionados con la legislación ambiental vigente y los derechos de las comunidades locales sobre sus territorios. Se enfatiza la importancia del cumplimiento de normativas como el Código Orgánico del Ambiente y los tratados internacionales suscritos por Ecuador, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Este componente tiene como objetivo empoderar a los habitantes locales para que actúen como vigilantes activos en la protección de *P. unifilis* y otras especies vulnerables (Panorama Solutions, s.f.).

La transmisión de conocimientos tradicionales es otro pilar fundamental de los programas de educación ambiental. Se busca rescatar y fortalecer prácticas sostenibles que han sido utilizadas por las comunidades indígenas durante generaciones para coexistir con la biodiversidad de su entorno. Al combinar estos saberes ancestrales con enfoques científicos modernos, los programas promueven una gestión integral de los recursos naturales que respeta las particularidades culturales de las comunidades locales (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

En términos pedagógicos, los programas priorizan el aprendizaje experiencial a través de actividades prácticas como la reubicación de nidos, el monitoreo de tortugas y la liberación de neonatos. Estas actividades no solo refuerzan los conceptos aprendidos, sino que también generan un vínculo emocional con la conservación de la especie. Adicionalmente, se organizan visitas guiadas a ecosistemas clave y se utilizan herramientas visuales, como mapas y maquetas, para facilitar la comprensión de conceptos complejos (Mongabay, 2016).

Entre los objetivos principales de estos programas se encuentra la creación de una conciencia ambiental colectiva que motive cambios de comportamiento en las comunidades. Esto incluye la adopción de prácticas sostenibles, como la pesca responsable y la reducción de la recolección de huevos de tortuga, así como la participación en actividades de monitoreo y conservación. Otro objetivo

es fortalecer la participación comunitaria en la gestión de las áreas protegidas, garantizando que los habitantes locales se conviertan en aliados clave para la protección del Parque Nacional Yasuní y sus recursos biológicos (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Asimismo, los programas buscan capacitar a las comunidades para que identifiquen oportunidades económicas sostenibles relacionadas con la conservación, como el ecoturismo y la producción de artesanías. Estas iniciativas no solo contribuyen al bienestar socioeconómico de los habitantes, sino que también generan incentivos adicionales para proteger los ecosistemas de los que dependen. En este sentido, los programas se convierten en una herramienta para alinear los intereses de conservación con los objetivos de desarrollo local (Panorama Solutions, s.f.).

Finalmente, los contenidos y objetivos de los programas de educación ambiental se revisan y actualizan periódicamente para responder a los cambios en las condiciones ambientales y sociales de la región. Esto garantiza su relevancia y efectividad a largo plazo, permitiendo que las comunidades mantengan su compromiso con la conservación de *P. unifilis* y la biodiversidad del Yasuní.

4.2.2. Modalidades de implementación y alcance comunitario

Los programas de educación ambiental dirigidos a la conservación de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní y sus alrededores han adoptado diversas modalidades de implementación que aseguran su eficacia y pertinencia en las comunidades locales. Estas modalidades buscan no solo transmitir conocimientos, sino también generar un cambio transformador en las actitudes y comportamientos hacia la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos.

Una de las modalidades más efectivas es la realización de talleres comunitarios participativos, los cuales se desarrollan de manera presencial en las comunidades. Estos talleres están diseñados para integrar a personas de todas las edades y se estructuran en actividades interactivas como debates, análisis de casos prácticos y dinámicas grupales. A través de estos espacios, los participantes adquieren conocimientos sobre las amenazas que enfrenta *P. unifilis*, la importancia ecológica de su conservación y las acciones concretas que

pueden tomar para contribuir a su protección (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Otro enfoque clave ha sido la implementación de programas educativos en las escuelas locales. Estos programas incorporan contenidos sobre biodiversidad y conservación en el currículo escolar, utilizando materiales adaptados a las edades y niveles educativos de los estudiantes. Los recursos educativos incluyen guías ilustradas, juegos didácticos y proyecciones audiovisuales, los cuales facilitan el aprendizaje y fomentan un interés temprano por la protección del medio ambiente. Además, los docentes reciben capacitación para integrar estos temas en sus métodos de enseñanza, garantizando que los mensajes de conservación lleguen a las generaciones más jóvenes (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La educación ambiental en campo es otra modalidad destacada. Los programas incluyen visitas guiadas a playas de anidación y hábitats de *P. unifilis*, donde los participantes pueden observar directamente el comportamiento de las tortugas y comprender las dinámicas de los ecosistemas acuáticos. Estas actividades, que a menudo se realizan durante las temporadas de anidación, permiten que los participantes colaboren en tareas prácticas como el monitoreo de nidos, la reubicación de huevos y la liberación de neonatos. Estas experiencias directas fortalecen el vínculo emocional con la conservación y promueven un sentido de responsabilidad hacia los recursos naturales (Panorama Solutions, s.f.).

Asimismo, las campañas de sensibilización comunitaria han sido fundamentales para ampliar el alcance de los programas de educación ambiental. Estas campañas utilizan medios accesibles como radios comunitarias, carteles informativos y redes sociales para difundir mensajes clave sobre la importancia de conservar las tortugas charapa y sus hábitats. En muchos casos, se organizan eventos comunitarios como ferias ambientales, donde se realizan actividades educativas, presentaciones culturales y exhibiciones de proyectos locales relacionados con la conservación (Mongabay, 2016).

El alcance comunitario de estos programas se ha visto reforzado por la colaboración activa entre organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y las propias comunidades. Esta colaboración ha permitido llegar a comunidades

remotas y tradicionalmente marginadas, asegurando que las acciones de conservación sean inclusivas y respeten las particularidades culturales de cada localidad. Además, el involucramiento comunitario en la planificación y ejecución de los programas garantiza que las actividades respondan a las necesidades y realidades locales, aumentando su aceptación y efectividad (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

A pesar de los avances logrados, el alcance comunitario enfrenta desafíos significativos. Entre estos se incluyen la falta de recursos financieros y técnicos para expandir los programas a más comunidades, así como la necesidad de superar barreras lingüísticas y culturales en las regiones habitadas por pueblos indígenas. Para abordar estos retos, se ha comenzado a implementar materiales educativos en lenguas indígenas y a capacitar a líderes comunitarios como facilitadores, asegurando una mayor apropiación de los programas por parte de las comunidades (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Otra estrategia que ha incrementado el alcance comunitario es la integración de las familias en las actividades educativas. Involucrar a padres, madres y cuidadores en talleres y campañas ha permitido fortalecer los lazos intergeneracionales en torno a la conservación, asegurando que los mensajes se transmitan dentro de los hogares y se conviertan en prácticas cotidianas. Este enfoque ha demostrado ser especialmente efectivo en comunidades donde las decisiones familiares tienen un impacto directo en el uso de los recursos naturales (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En general, las modalidades de implementación de los programas de educación ambiental en el Yasuní reflejan un enfoque integral y adaptativo que busca maximizar su impacto en las comunidades. Estas estrategias no solo aumentan la sensibilización sobre la importancia de *P. unifilis* y su conservación, sino que también promueven la participación de los habitantes locales en el manejo sostenible de los ecosistemas acuáticos.

4.2.3. Impacto en la conservación de la tortuga charapa y su hábitat

Los programas de educación ambiental implementados en el Parque Nacional Yasuní han demostrado tener un impacto significativo en la conservación de *Podocnemis unifilis* y en la protección de los ecosistemas acuáticos donde habita. Estas iniciativas no solo han transformado la percepción de las comunidades locales hacia la biodiversidad, sino que también han logrado resultados concretos en la reducción de amenazas y la restauración de hábitats críticos para la especie.

Uno de los impactos más destacados de estos programas es la disminución de la recolección de huevos de tortuga charapa. A través de actividades educativas que resaltan la importancia ecológica de *P. unifilis* y los efectos negativos de la extracción insostenible, las comunidades han adoptado prácticas más respetuosas con el medio ambiente. Además, la inclusión de las comunidades en proyectos de manejo y reubicación de nidos ha permitido garantizar un mayor porcentaje de éxito en las tasas de eclosión, fortaleciendo las poblaciones locales de tortugas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

El monitoreo comunitario ha sido otra herramienta crucial impulsada por los programas educativos. La formación de brigadas locales encargadas de vigilar playas de anidación y hábitats acuáticos ha reducido significativamente la incidencia de actividades ilegales como la caza y el tráfico de huevos. Este monitoreo ha permitido recolectar datos fundamentales para la toma de decisiones en la gestión del Parque Nacional Yasuní, contribuyendo a un manejo más efectivo de las áreas protegidas y sus recursos (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Otro impacto relevante es la restauración de ecosistemas acuáticos. Los programas de educación ambiental han sensibilizado a las comunidades sobre la importancia de conservar las áreas ribereñas y humedales, esenciales para la supervivencia de *P. unifilis*. Como resultado, se han implementado acciones locales para mitigar la contaminación, como la reducción del uso de agroquímicos y el manejo adecuado de desechos, lo que ha mejorado la calidad

del agua y las condiciones del hábitat para la tortuga charapa y otras especies asociadas (Panorama Solutions, s.f.).

En el ámbito cultural, los programas educativos han promovido la valorización del conocimiento tradicional, destacando las prácticas sostenibles utilizadas por las comunidades indígenas para coexistir con la biodiversidad del Yasuní. Este enfoque ha reforzado el sentido de identidad y pertenencia de las comunidades hacia su territorio, al tiempo que ha fomentado una mayor integración entre el saber tradicional y los métodos científicos en la gestión de los recursos naturales (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

La educación ambiental también ha tenido un impacto positivo en la reducción de conflictos entre las comunidades locales y las políticas de conservación. En el pasado, muchas comunidades veían las regulaciones ambientales como una imposición que limitaba su acceso a los recursos naturales. Sin embargo, los programas educativos han contribuido a construir una relación más colaborativa entre las comunidades y las autoridades ambientales, promoviendo el diálogo y la participación en la toma de decisiones sobre la gestión del Parque Nacional Yasuní (Mongabay, 2016).

A nivel socioeconómico, los programas educativos han generado oportunidades para el desarrollo sostenible. El ecoturismo relacionado con la conservación de *P. unifilis* ha sido una fuente de ingresos alternativa para las comunidades locales, permitiendo que los habitantes obtengan beneficios económicos directos sin comprometer los recursos naturales. Además, la capacitación en manejo de nidos y monitoreo poblacional ha fortalecido las capacidades locales, aumentando la autonomía de las comunidades en la gestión de sus recursos (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

El impacto de los programas de educación ambiental en la conservación de *P. unifilis* también ha sido reconocido a nivel internacional. Las acciones implementadas en el Yasuní se han convertido en un modelo replicable para otras regiones amazónicas, demostrando la efectividad de integrar a las comunidades locales en los esfuerzos de conservación. Este reconocimiento ha atraído recursos y alianzas internacionales, fortaleciendo la sostenibilidad de las iniciativas a largo plazo (Panorama Solutions, s.f.).

Sin embargo, los logros alcanzados enfrentan desafíos que amenazan su continuidad. La presión de actividades extractivas, como la minería y la explotación petrolera, así como los efectos del cambio climático, representan riesgos significativos para los ecosistemas del Yasuní. Por ello, es crucial garantizar un financiamiento adecuado para los programas de educación ambiental, ampliar su cobertura a más comunidades y fortalecer las redes de cooperación entre los distintos actores involucrados en la conservación (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En síntesis, el impacto de los programas de educación ambiental en la conservación de la tortuga charapa y su hábitat ha sido profundo y multifacético. Estas iniciativas han transformado la relación entre las comunidades locales y su entorno, promoviendo una gestión sostenible que beneficia tanto a la biodiversidad como al bienestar humano.

4.2.4. Retos y oportunidades para mejorar los programas de educación ambiental

La implementación de programas de educación ambiental orientados a la conservación de *Podocnemis unifilis* en el Parque Nacional Yasuní ha enfrentado múltiples retos que dificultan su sostenibilidad y efectividad a largo plazo. No obstante, estas limitaciones también representan oportunidades clave para fortalecer estas iniciativas y garantizar un impacto más profundo en las comunidades locales.

Uno de los principales retos es la falta de financiamiento adecuado para mantener y expandir los programas de educación ambiental. Las actividades relacionadas con la capacitación, producción de materiales educativos, y las dinámicas prácticas en campo requieren recursos significativos que, en muchos casos, no están garantizados de manera continua. Esto limita el alcance de los programas y su capacidad para llegar a comunidades más aisladas o vulnerables. Para abordar esta limitación, resulta esencial diversificar las fuentes de financiamiento, incluyendo colaboraciones con organizaciones internacionales y el sector privado, así como buscar mecanismos de financiamiento sostenible que integren los programas en políticas públicas de largo plazo (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Otro desafío importante es la adaptación de los contenidos y metodologías a las particularidades culturales y lingüísticas de las comunidades indígenas del Yasuní. Las barreras culturales y lingüísticas han dificultado la transmisión efectiva de los mensajes de conservación en algunas comunidades, especialmente aquellas que mantienen tradiciones y lenguas ancestrales. Este reto, sin embargo, puede transformarse en una oportunidad para fortalecer el enfoque intercultural de los programas, desarrollando materiales educativos en lenguas indígenas y promoviendo la participación de líderes comunitarios como facilitadores y mediadores en los procesos educativos (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

El limitado acceso a tecnologías de información y comunicación (TIC) en las comunidades remotas también representa un desafío significativo. La carencia de conectividad y herramientas tecnológicas restringe el uso de recursos educativos innovadores, como plataformas digitales y material audiovisual. Sin embargo, esta limitación abre la oportunidad de diseñar estrategias educativas basadas en medios tradicionales, como la radio comunitaria y el teatro ambiental, que han demostrado ser efectivos en contextos rurales para transmitir mensajes claros y accesibles sobre la importancia de la conservación (Panorama Solutions, s.f.).

En el ámbito social, la resistencia inicial de algunas comunidades a participar en los programas de conservación puede ser un obstáculo. Esta resistencia a menudo surge de percepciones negativas hacia las restricciones ambientales impuestas por políticas de conservación, que son vistas como limitantes para el uso de recursos naturales. Para superar esta barrera, es crucial enfatizar los beneficios directos e indirectos que la conservación puede traer a las comunidades, como la generación de ingresos a través del ecoturismo o la mejora en la calidad del agua y los recursos pesqueros, resaltando el vínculo entre el bienestar humano y la biodiversidad (Mongabay, 2016).

Por otro lado, una oportunidad importante radica en la creación de redes de colaboración entre diferentes actores, como las comunidades locales, las ONG, las instituciones gubernamentales y las universidades. Estas alianzas permiten compartir recursos, conocimientos y experiencias, lo que enriquece la calidad y

alcance de los programas de educación ambiental. Asimismo, la participación de la academia en la investigación y evaluación de los programas puede proporcionar datos valiosos para mejorar su diseño y efectividad (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La integración de los jóvenes como agentes de cambio también representa una oportunidad significativa. Los programas de educación ambiental pueden enfocarse en formar a las nuevas generaciones como líderes en la conservación de *P. unifilis* y otros elementos de la biodiversidad local. Esto no solo garantiza la continuidad de los esfuerzos de conservación, sino que también fortalece el tejido social al empoderar a los jóvenes para que tomen un rol activo en la protección de sus comunidades y ecosistemas (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Finalmente, el cambio climático, aunque representa una amenaza considerable para los ecosistemas del Yasuní, también genera la oportunidad de incluir este tema como un componente central en los programas educativos. Explicar cómo el cambio climático afecta a *P. unifilis* y sus hábitats permite a las comunidades comprender la magnitud del problema y motivarlas a adoptar prácticas sostenibles que reduzcan su vulnerabilidad. Este enfoque también podría fomentar una mayor conexión con iniciativas globales de mitigación y adaptación al cambio climático, posicionando a las comunidades como actores relevantes en la agenda ambiental internacional (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Para resumir, aunque los programas de educación ambiental en el Yasuní enfrentan diversos desafíos, estos pueden ser transformados en oportunidades para fortalecer su diseño, implementación y alcance. Al priorizar enfoques inclusivos, sostenibles e interculturales, estas iniciativas tienen el potencial de generar un impacto positivo duradero en la conservación de *P. unifilis* y en la calidad de vida de las comunidades locales.

4.3. Relación entre el conocimiento tradicional indígena y la gestión de la biodiversidad en el Yasuní.

4.3.1. Saberes ancestrales sobre la biodiversidad del Yasuní

Los saberes ancestrales de las comunidades indígenas que habitan el Parque Nacional Yasuní, como los Waorani, Kichwa y otras nacionalidades amazónicas, constituyen un patrimonio cultural invaluable que ha sido fundamental para la conservación de la biodiversidad en esta región. Estos conocimientos, transmitidos de generación en generación, están profundamente arraigados en la relación simbiótica que estas comunidades mantienen con su entorno natural.

Un aspecto clave de estos saberes es el conocimiento detallado sobre las dinámicas ecológicas de los ecosistemas del Yasuní, incluyendo las interacciones entre especies y los ciclos naturales. Por ejemplo, los Waorani identifican patrones estacionales relacionados con la anidación de tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*) y reconocen la importancia de proteger las playas donde estas depositan sus huevos. Además, cuentan con un entendimiento profundo sobre los depredadores naturales de los nidos y las estrategias para reducir su impacto, lo que ha contribuido a la sostenibilidad de las poblaciones de tortugas a lo largo del tiempo (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Otro componente esencial de los saberes ancestrales es la identificación de plantas y recursos naturales que tienen un rol crucial en la conservación de la biodiversidad. Las comunidades indígenas conocen especies vegetales que fortalecen las riberas de los ríos, previenen la erosión y proporcionan hábitat para *P. unifilis* y otras especies acuáticas. Este conocimiento ha sido incorporado en prácticas tradicionales de manejo forestal, las cuales priorizan la preservación de las áreas ribereñas y la recuperación de ecosistemas degradados (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Además, las comunidades han desarrollado prácticas sostenibles de subsistencia que limitan el impacto en los recursos naturales. Por ejemplo, algunas comunidades aplican normas internas que restringen la caza de ciertas especies durante temporadas específicas, incluyendo a las tortugas charapa. Estas normas, que están basadas en observaciones tradicionales y en un

entendimiento holístico de los ciclos reproductivos, son complementadas por rituales y creencias que refuerzan el respeto hacia la naturaleza (Panorama Solutions, s.f.).

La cosmovisión indígena también juega un papel crucial en la gestión de la biodiversidad. Para muchas comunidades del Yasuní, la naturaleza es percibida como un sistema interconectado en el que cada elemento, ya sea un animal, una planta o un río, tiene un rol específico y es indispensable para el equilibrio general. Esta visión ha llevado a las comunidades a adoptar enfoques de manejo que promueven la conservación integral del ecosistema, reconociendo la interdependencia entre sus componentes (Mongabay, 2016).

Los conocimientos ancestrales también han sido fundamentales en la identificación de amenazas emergentes. Por ejemplo, las comunidades han señalado cambios en los patrones de lluvia, temperaturas y caudales de los ríos, atribuidos al cambio climático, que afectan directamente la dinámica de los ecosistemas acuáticos. Este tipo de observaciones locales proporciona información valiosa para complementar los estudios científicos y diseñar estrategias adaptativas que consideren tanto las necesidades de la biodiversidad como las de las comunidades humanas (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Sin embargo, estos saberes ancestrales enfrentan múltiples amenazas. La pérdida de territorios tradicionales debido a la expansión de actividades extractivas, como la minería y la explotación petrolera, limita el acceso de las comunidades a los espacios naturales donde han desarrollado estos conocimientos. Además, la globalización y los procesos de urbanización han provocado una desconexión generacional, lo que pone en riesgo la transmisión de estos saberes a las nuevas generaciones (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

A pesar de estos desafíos, los saberes ancestrales representan una oportunidad única para fortalecer la gestión de la biodiversidad en el Yasuní. La integración de estos conocimientos en los programas de conservación ha demostrado ser altamente efectiva, permitiendo que las iniciativas sean culturalmente apropiadas y respeten las particularidades de las comunidades locales. Asimismo, el reconocimiento oficial de los saberes indígenas, a través de políticas y

normativas, puede garantizar su preservación y promover su uso como una herramienta complementaria a la ciencia moderna para la protección de la biodiversidad (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

4.3.2. Integración del conocimiento indígena en la gestión de áreas protegidas

La integración del conocimiento tradicional indígena en la gestión de áreas protegidas, como el Parque Nacional Yasuní, representa una estrategia clave para la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de las relaciones entre las comunidades locales y las instituciones gubernamentales. Este enfoque se fundamenta en el reconocimiento del valor de los saberes ancestrales, que proporcionan una comprensión profunda de las dinámicas ecológicas, y en la necesidad de adoptar modelos de gestión inclusivos y culturalmente apropiados.

Uno de los principales aportes del conocimiento indígena a la gestión de áreas protegidas radica en la identificación de sitios críticos para la biodiversidad. Las comunidades indígenas, gracias a su interacción constante con el entorno natural, poseen información detallada sobre las áreas utilizadas por especies clave como *Podocnemis unifilis* para anidar, alimentarse y refugiarse. Este conocimiento ha sido fundamental para priorizar acciones de conservación en el Yasuní, como la protección de playas de anidación y la restauración de ecosistemas ribereños (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Además, las comunidades locales han desempeñado un papel esencial en la vigilancia y monitoreo de las áreas protegidas. Mediante brigadas comunitarias, los habitantes de la región participan en el control de actividades ilegales, como la caza furtiva y el tráfico de huevos de tortuga charapa. Estas brigadas, que combinan técnicas tradicionales de observación con herramientas modernas de monitoreo, han logrado una cobertura efectiva en territorios amplios y de difícil acceso, complementando el trabajo de las autoridades ambientales (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

La integración del conocimiento indígena también ha sido clave para el diseño de estrategias de manejo sostenible en las áreas protegidas. Por ejemplo, las prácticas tradicionales de recolección de recursos, como la pesca y el uso de

plantas medicinales, han servido como base para establecer lineamientos que permitan el aprovechamiento de los recursos naturales sin comprometer su regeneración. En el caso de las tortugas charapa, estas prácticas incluyen la recolección limitada de huevos y la prohibición de cazar hembras reproductoras, contribuyendo a la recuperación de las poblaciones locales (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

El enfoque intercultural en la gestión de áreas protegidas también ha promovido la participación de las comunidades indígenas en la toma de decisiones. La creación de espacios de diálogo y consulta, donde las comunidades pueden expresar sus perspectivas y prioridades, ha fortalecido la gobernanza ambiental en el Yasuní. Esto no solo ha mejorado la efectividad de las políticas de conservación, sino que también ha incrementado la legitimidad de las acciones implementadas, al garantizar que estas sean coherentes con las necesidades y valores culturales de los pueblos indígenas (Panorama Solutions, s.f.).

Un ejemplo destacado de integración del conocimiento indígena es la restauración de ecosistemas degradados. Las comunidades locales han aportado técnicas ancestrales de manejo forestal y recuperación de suelos que han sido incorporadas en proyectos de reforestación y rehabilitación de áreas ribereñas. Estas técnicas, que incluyen el uso de especies vegetales nativas seleccionadas por sus propiedades ecológicas han demostrado ser altamente efectivas para restaurar la funcionalidad de los ecosistemas y mejorar los hábitats de *P. unifilis* (Mongabay, 2016).

Sin embargo, la integración del conocimiento indígena en la gestión de áreas protegidas enfrenta varios desafíos. Entre ellos, se encuentran las tensiones generadas por actividades extractivas como la minería y la explotación petrolera, que no solo amenazan los ecosistemas del Yasuní, sino también los territorios ancestrales donde se desarrollan estos saberes. Además, la falta de reconocimiento oficial del rol de las comunidades indígenas en la gestión ambiental limita su participación en los procesos de planificación y toma de decisiones (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

A pesar de estas limitaciones, las oportunidades para fortalecer la integración del conocimiento indígena son significativas. Una de ellas es la implementación

de programas de capacitación conjunta entre científicos, técnicos ambientales y líderes comunitarios, que permitan un intercambio de conocimientos y metodologías. Asimismo, la inclusión de los saberes ancestrales en los programas educativos y en los planes de manejo de las áreas protegidas podría garantizar su preservación y promover su aplicación en el manejo sostenible de los recursos naturales (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En última instancia, la integración del conocimiento indígena en la gestión del Parque Nacional Yasuní y otras áreas protegidas no solo fortalece las estrategias de conservación, sino que también reafirma los derechos de las comunidades locales sobre sus territorios y recursos. Este enfoque representa un modelo de gestión ambiental más equitativo e inclusivo, que reconoce a las comunidades indígenas como actores clave en la protección de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas amazónicos.

4.3.3. Beneficios mutuos de la integración del conocimiento tradicional y científico

La integración del conocimiento tradicional indígena con el conocimiento científico ha demostrado ser una estrategia efectiva para abordar los complejos desafíos de la conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional Yasuní. Esta sinergia no solo fortalece la gestión ambiental, sino que también genera beneficios mutuos al combinar perspectivas complementarias que enriquecen la comprensión de los ecosistemas y optimizan las estrategias de conservación.

Desde el enfoque científico, el conocimiento tradicional indígena aporta una perspectiva basada en la observación continua y detallada del entorno natural. Las comunidades locales poseen información clave sobre las dinámicas ecológicas de *Podocnemis unifilis*, incluyendo patrones de comportamiento, ciclos reproductivos y amenazas específicas en sus hábitats. Este conocimiento, acumulado durante generaciones, proporciona un nivel de detalle que complementa los estudios científicos, los cuales suelen estar limitados por la duración de los proyectos de investigación o por restricciones logísticas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Por su parte, el conocimiento científico ofrece herramientas y metodologías que pueden mejorar la aplicación de los saberes tradicionales. Por ejemplo, el uso de tecnologías como GPS, radiotransmisores y análisis genéticos permite monitorear los movimientos de las tortugas charapa y evaluar el estado de sus poblaciones con mayor precisión. Estas herramientas, combinadas con la experiencia local, han permitido diseñar estrategias más eficaces para la protección de nidos, la reubicación de huevos y la restauración de hábitats críticos (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

Un beneficio destacado de esta integración es el fortalecimiento de la gobernanza ambiental en el Yasuní. La colaboración entre comunidades indígenas, científicos y gestores ambientales ha fomentado la creación de planes de manejo adaptativos que reflejan las necesidades ecológicas y culturales del territorio. Estos planes no solo son más efectivos, sino también más legítimos, al incorporar las voces y prioridades de los actores locales en el diseño y ejecución de las políticas de conservación (Panorama Solutions, s.f.).

La integración también ha impulsado la innovación en la gestión de los recursos naturales. Por ejemplo, las comunidades locales han combinado prácticas tradicionales, como la selección de áreas específicas para la pesca sostenible, con conocimientos científicos sobre la dinámica de las poblaciones de peces. Esto ha resultado en modelos de manejo que aseguran el equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos y la regeneración de los ecosistemas acuáticos, beneficiando tanto a las comunidades como a la biodiversidad del Yasuní (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

En el ámbito educativo, la combinación de conocimientos tradicionales y científicos ha enriquecido los programas de sensibilización ambiental dirigidos a las comunidades locales. Estos programas integran narrativas culturales, como mitos y leyendas indígenas que destacan la importancia de las tortugas charapa, con datos científicos sobre su rol ecológico y las amenazas que enfrentan. Este enfoque dual ha demostrado ser altamente efectivo para generar conciencia y promover comportamientos responsables hacia el medio ambiente (Mongabay, 2016).

Asimismo, la integración ha fortalecido las capacidades locales para enfrentar amenazas emergentes, como el cambio climático. Las observaciones indígenas sobre cambios en los patrones de lluvia, temperaturas y caudales de los ríos han complementado los modelos climáticos científicos, proporcionando un panorama más completo sobre cómo estos fenómenos afectan a las tortugas charapa y sus hábitats. Esta colaboración ha permitido diseñar estrategias adaptativas que combinan soluciones tecnológicas con prácticas tradicionales sostenibles (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Además, los beneficios de esta integración no se limitan al ámbito ambiental, sino que también se extienden al social y económico. La participación de las comunidades en proyectos de conservación ha generado empleos locales, diversificado las fuentes de ingreso a través del ecoturismo y fortalecido el tejido social al fomentar la cooperación y el trabajo colectivo. Al mismo tiempo, los científicos se benefician del acceso a información única proporcionada por las comunidades, que en muchos casos sería inaccesible sin su colaboración (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

Sin embargo, para maximizar estos beneficios, es fundamental garantizar un marco de respeto y reciprocidad en la relación entre los actores indígenas y científicos. Esto incluye el reconocimiento formal del valor del conocimiento tradicional, la protección de los derechos intelectuales de las comunidades sobre sus saberes y la promoción de una comunicación efectiva que permita un diálogo equitativo entre ambos enfoques (Panorama Solutions, s.f.).

Para concluir, la integración del conocimiento tradicional y científico en la gestión de la biodiversidad del Yasuní no solo fortalece la conservación de *P. unifilis* y otros elementos clave de la biodiversidad, sino que también genera beneficios socioeconómicos y culturales significativos para las comunidades locales y para los científicos. Este modelo colaborativo representa un camino hacia una gestión ambiental más inclusiva, efectiva y sostenible.

4.3.4. Retos y oportunidades para la inclusión del conocimiento indígena

La inclusión del conocimiento indígena en la gestión de la biodiversidad del Parque Nacional Yasuní enfrenta diversos retos que deben abordarse para garantizar su plena integración y efectividad. No obstante, estas limitaciones también ofrecen oportunidades significativas para fortalecer los vínculos entre las comunidades locales y las estrategias de conservación, generando beneficios mutuos tanto para las personas como para los ecosistemas.

Uno de los principales retos es la falta de reconocimiento oficial del conocimiento tradicional en los marcos normativos y de gestión ambiental. Aunque instrumentos como el Código Orgánico del Ambiente de Ecuador mencionan la importancia de los saberes ancestrales, su integración en las políticas de manejo sigue siendo limitada. Esta omisión reduce la visibilidad y el valor percibido del conocimiento indígena, lo que dificulta su aplicación en programas de conservación y desarrollo sostenible (Ministerio del Ambiente y Agua, 2017).

La brecha cultural y lingüística entre las comunidades indígenas y los gestores ambientales constituye otro desafío significativo. En muchos casos, los equipos técnicos y científicos desconocen las lenguas indígenas y los sistemas de conocimiento locales, lo que dificulta la comunicación efectiva y el establecimiento de relaciones de confianza. Esta desconexión puede llevar a interpretaciones erróneas o a la exclusión de las comunidades en los procesos de toma de decisiones, reduciendo la efectividad de las estrategias de manejo (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

Las actividades extractivas, como la explotación petrolera y la minería, también representan un obstáculo para la inclusión del conocimiento indígena. Estas actividades no solo generan impactos ambientales negativos que afectan los territorios tradicionales, sino que también debilitan la transmisión de los saberes ancestrales al fragmentar las comunidades y alterar sus dinámicas culturales. La pérdida de acceso a los territorios sagrados y zonas de biodiversidad clave compromete la continuidad de estas prácticas tradicionales (Mongabay, 2016).

Sin embargo, las oportunidades para integrar el conocimiento indígena son numerosas y tienen un alto potencial transformador. Una de ellas es la creación de plataformas interculturales que permitan un diálogo equitativo entre científicos, técnicos y comunidades locales. Estas plataformas pueden facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias, promoviendo un entendimiento mutuo y el desarrollo de soluciones conjuntas para los problemas ambientales. Este enfoque también fortalece la legitimidad de las políticas de conservación al reflejar las perspectivas y prioridades de las comunidades indígenas (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

Otra oportunidad clave es la inclusión de los líderes indígenas en los procesos de toma de decisiones y gobernanza ambiental. La participación de las comunidades en la planificación y gestión de áreas protegidas no solo asegura que sus necesidades y conocimientos sean considerados, sino que también fomenta la corresponsabilidad en la protección de los ecosistemas. Esto puede lograrse mediante la creación de comités de gestión compartida y la implementación de modelos de co-manejo que reconozcan formalmente el rol de las comunidades indígenas como guardianes del territorio (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

La educación intercultural es otro enfoque prometedor para superar las barreras existentes. Los programas educativos diseñados en colaboración con las comunidades indígenas pueden incluir contenidos sobre saberes ancestrales y valores culturales, al tiempo que introducen herramientas científicas modernas. Esta estrategia no solo preserva el conocimiento indígena, sino que también lo enriquece al incorporar nuevas perspectivas y metodologías. Además, fomenta un mayor aprecio por los saberes tradicionales entre las generaciones más jóvenes, garantizando su transmisión a largo plazo (Panorama Solutions, s.f.).

En el ámbito de la investigación, las alianzas entre científicos y comunidades indígenas representan una oportunidad para generar conocimiento conjunto que combine la profundidad de los saberes tradicionales con el rigor metodológico de la ciencia. Este enfoque transdisciplinario puede resultar en soluciones innovadoras para problemas complejos, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la restauración de ecosistemas. Además, contribuye a la

documentación y sistematización de los conocimientos indígenas, asegurando su preservación frente a las amenazas contemporáneas (Mongabay, 2016).

Finalmente, las iniciativas de desarrollo sostenible basadas en el conocimiento indígena tienen el potencial de generar beneficios socioeconómicos para las comunidades locales. Actividades como el ecoturismo, la producción de artesanías tradicionales y el manejo sostenible de recursos naturales pueden diseñarse en torno a las prácticas culturales y ecológicas de las comunidades. Esto no solo mejora las condiciones de vida de los habitantes, sino que también refuerza la conexión entre la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano (Richards, Emen, & Rugel, 2021).

En síntesis, aunque la inclusión del conocimiento indígena en la gestión de la biodiversidad del Yasuní enfrenta múltiples desafíos, estos pueden transformarse en oportunidades para fortalecer la conservación y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales. Mediante el reconocimiento formal, la educación intercultural y la colaboración en la investigación y el desarrollo sostenible, es posible construir un modelo de gestión más inclusivo y efectivo que integre los saberes ancestrales con la ciencia moderna.

4.4. Ejemplos de proyectos exitosos de conservación comunitaria en la región amazónica.

4.4.1. Conservación de tortugas en el río Napo

El río Napo, ubicado en la región amazónica ecuatoriana, ha sido escenario de proyectos comunitarios exitosos que han contribuido significativamente a la conservación de *Podocnemis unifilis* y *Podocnemis expansa*. Desde 2008, comunidades kichwa y waorani, en colaboración con organizaciones como Wildlife Conservation Society (WCS), han liderado iniciativas enfocadas en la protección y manejo sostenible de las tortugas charapa. Estas acciones combinan conocimientos tradicionales con metodologías científicas, fortaleciendo tanto la conservación de la biodiversidad como el tejido social de las comunidades locales (Mongabay, 2017).

El Proyecto de Manejo y Conservación de Tortugas Charapa en los ríos Napo y Tiputini ha sido un referente en la región. Entre sus logros se encuentra la liberación de más de 15 200 tortugas en su hábitat natural. Este resultado ha sido posible gracias a la participación de las comunidades en todas las etapas del proceso, desde la identificación y protección de nidos hasta la incubación controlada de huevos y la liberación de neonatos en zonas seguras (Mongabay, 2017; Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

La estrategia implementada incluye actividades como la reubicación de nidos en riesgo, monitoreo constante de playas de anidación y sensibilización de las comunidades locales sobre la importancia ecológica de las tortugas charapa. Estas acciones han reducido de manera significativa la extracción de huevos y la caza de ejemplares adultos, amenazas históricas que afectaban la viabilidad de las poblaciones de estas especies (Panorama Solutions, s.f.).

Un componente clave del proyecto ha sido la integración de los saberes ancestrales de las comunidades indígenas. Estos conocimientos han complementado los enfoques científicos, proporcionando información detallada sobre los patrones de anidación, depredadores naturales y dinámicas de los ecosistemas acuáticos. Este modelo de colaboración ha generado un impacto positivo tanto en la biodiversidad como en la calidad de vida de las comunidades, al promover prácticas sostenibles que benefician a las generaciones presentes y futuras (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

A nivel social, la participación de las comunidades en la conservación ha fortalecido su cohesión interna y ha incrementado el sentido de responsabilidad hacia su entorno natural. Las actividades de conservación han generado ingresos adicionales para las comunidades mediante el ecoturismo y la capacitación en el manejo de recursos naturales. Este enfoque también ha permitido que las comunidades asuman un rol protagónico en la protección de los ecosistemas del río Napo, convirtiéndose en guardianes activos de la biodiversidad local (Mongabay, 2017).

Sin embargo, el proyecto enfrenta retos relacionados con la presión de actividades extractivas y el cambio climático, que afectan los hábitats naturales de las tortugas charapa. Para asegurar la sostenibilidad de estas iniciativas, es

esencial fortalecer el financiamiento a largo plazo, expandir las áreas protegidas y continuar fomentando la colaboración entre comunidades, organizaciones no gubernamentales y entidades gubernamentales (Wildlife Conservation Society Ecuador, s.f.).

En síntesis, la conservación de tortugas en el río Napo es un ejemplo destacado de cómo la participación comunitaria, el conocimiento ancestral y la ciencia pueden converger para abordar los desafíos ambientales. Este modelo no solo ha demostrado ser efectivo para la recuperación de las poblaciones de tortugas charapa, sino que también ha generado beneficios sociales y económicos significativos para las comunidades involucradas.

4.4.2. Manejo de recursos en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno

La Reserva de Producción Faunística Cuyabeno (RPFC), situada en la provincia de Sucumbíos, Ecuador, se extiende sobre aproximadamente 590,112 hectáreas de bosque húmedo tropical y alberga una de las mayores concentraciones de biodiversidad del país. Esta reserva ha implementado modelos de manejo de recursos que integran a las comunidades indígenas en la conservación y uso sostenible del territorio, destacando la importancia de la participación local en la gestión de áreas protegidas (Ministerio del Ambiente, s.f.).

Una de las iniciativas más relevantes en la RPFC es el Programa Socio Bosque (PSB), el cual incentiva económicamente a comunidades y propietarios que se comprometen con la conservación de bosques nativos. En esta región, el PSB ha promovido la conservación de extensas áreas forestales y generado ingresos sostenibles para las comunidades indígenas, quienes utilizan estos recursos para mejorar su calidad de vida y financiar proyectos de desarrollo local (Ministerio del Ambiente, s.f.).

Además, se han implementado proyectos agroforestales que buscan reducir la presión sobre los recursos naturales de la reserva. Estas iniciativas incluyen el cultivo de especies nativas y prácticas agrícolas sostenibles que equilibran las necesidades económicas de las comunidades con la conservación de los ecosistemas. Estos proyectos no solo contribuyen a la seguridad alimentaria de

las comunidades, sino que también fortalecen la resiliencia de los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático (COMAFORS, s.f.).

La gobernanza participativa es otro pilar fundamental en el manejo de la RPFC. Las comunidades indígenas, mediante la formación de comités de manejo compartido, participan activamente en la toma de decisiones y en la implementación de estrategias de conservación. Este enfoque colaborativo ha permitido desarrollar planes de manejo adaptados a las realidades locales, mejorando así la efectividad de las acciones de conservación y promoviendo un sentido de corresponsabilidad entre los actores involucrados (BirdLife International, s.f.).

Además, la RPFC ha priorizado la capacitación de las comunidades en técnicas de monitoreo de biodiversidad, manejo de recursos y restauración de ecosistemas degradados. Estas acciones no solo fortalecen las capacidades locales, sino que también integran conocimientos ancestrales con enfoques científicos modernos, creando un modelo de manejo ambiental que equilibra la conservación y el desarrollo sostenible (Ministerio del Ambiente, s.f.).

Sin embargo, la gestión de la RPFC enfrenta desafíos, como la presión ejercida por actividades extractivas y la expansión de la frontera agrícola. Para mitigar estos impactos, es fundamental fortalecer las alianzas entre las comunidades, el gobierno y las organizaciones no gubernamentales, así como garantizar un financiamiento sostenible para los programas de conservación (COMAFORS, s.f.).

Para concluir, el manejo de recursos en la RPFC es un ejemplo destacado de cómo la integración de las comunidades indígenas en la gestión de áreas protegidas puede generar beneficios tanto para la biodiversidad como para el bienestar humano. Este enfoque participativo y sostenible ha convertido a la reserva en un modelo para la conservación en la región amazónica.

4.4.3. Proyecto "Guardaparques Indígenas" en el Parque Nacional Yasuní

El Parque Nacional Yasuní, una de las áreas de mayor biodiversidad en el mundo, es también hogar de comunidades indígenas que han vivido en armonía

con la naturaleza durante siglos. Reconocido por su importancia ecológica y cultural, el parque enfrenta presiones constantes debido a actividades humanas, como la explotación petrolera y la deforestación. En este contexto, el proyecto "Guardaparques Indígenas" se erige como una iniciativa clave que integra a los pueblos originarios en la gestión sostenible del territorio, reconociendo el valor de sus conocimientos ancestrales y su conexión con el entorno (Cisneros, 2007).

Este proyecto se centra en la participación de las comunidades indígenas en el monitoreo, vigilancia y protección del parque, incluyendo la preservación de los territorios de los pueblos en aislamiento voluntario, como los Tagaeri y Taromenane. Los guardaparques indígenas desempeñan un papel esencial al actuar como intermediarios entre las comunidades y las autoridades ambientales, facilitando el entendimiento mutuo y asegurando que las estrategias de conservación respeten las particularidades culturales y territoriales de estas comunidades (Salva la Selva, 2022).

Uno de los logros más significativos del proyecto ha sido la incorporación del conocimiento tradicional en las estrategias de manejo ambiental. Los guardaparques indígenas aportan información valiosa sobre los patrones de movimiento de especies clave, las dinámicas de los ecosistemas acuáticos y las temporadas críticas para la fauna, como el periodo de anidación de las tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*). Este conocimiento complementa los métodos científicos modernos, creando un enfoque de conservación más integral y adaptado a las realidades locales (Cisneros, 2007).

El proyecto también ha permitido fortalecer la protección de los pueblos en aislamiento voluntario, quienes enfrentan amenazas constantes debido a la expansión de la frontera extractiva en la región amazónica. Los guardaparques indígenas, con su profundo entendimiento del territorio, identifican y reportan actividades ilegales como la tala y la caza furtiva, contribuyendo a la implementación de medidas de protección efectivas. Además, actúan como defensores de los derechos de estos pueblos, promoviendo su reconocimiento en las políticas de conservación del parque (Salva la Selva, 2022).

La integración de los guardaparques indígenas ha impulsado una gobernanza ambiental más inclusiva en el Parque Nacional Yasuní. A través de la formación

de comités mixtos que incluyen representantes de comunidades indígenas, gestores ambientales y organizaciones no gubernamentales, se han promovido espacios de diálogo y toma de decisiones compartidas. Este modelo participativo no solo mejora la legitimidad de las acciones de conservación, sino que también garantiza que las medidas implementadas sean culturalmente apropiadas y sostenibles a largo plazo (Cisneros, 2007).

El impacto del proyecto "Guardaparques Indígenas" se extiende también al ámbito socioeconómico. La capacitación de los miembros de las comunidades como guardaparques ha generado oportunidades de empleo y ha fortalecido las capacidades locales para gestionar los recursos naturales. Este enfoque ha permitido que las comunidades participen activamente en la conservación del parque, al tiempo que diversifican sus medios de vida y reducen su dependencia de actividades extractivas. Asimismo, el proyecto ha fomentado un sentido de corresponsabilidad y orgullo entre los participantes, reforzando su compromiso con la protección de su territorio (Salva la Selva, 2022).

Sin embargo, la implementación del proyecto no ha estado exenta de desafíos. Las presiones externas, como la explotación petrolera en el bloque ITT (Ishpingo-Tambococha-Tiputini), generan conflictos de interés entre las políticas de desarrollo económico y los objetivos de conservación. Además, la falta de recursos financieros y técnicos para expandir y fortalecer el programa limita su alcance y efectividad. Para abordar estas limitaciones, es crucial establecer alianzas más sólidas entre el gobierno, las organizaciones internacionales y las comunidades locales, garantizando un financiamiento adecuado y una mayor estabilidad institucional para el proyecto (Cisneros, 2007).

El proyecto también enfrenta barreras culturales y lingüísticas que dificultan la comunicación entre las comunidades indígenas y las autoridades ambientales. Estas diferencias pueden llevar a malentendidos y a una implementación inadecuada de las políticas de conservación. En este sentido, es fundamental invertir en programas de formación intercultural que promuevan un entendimiento mutuo y fortalezcan la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la gestión del parque (Salva la Selva, 2022).

A pesar de los retos, el proyecto "Guardaparques Indígenas" representa un modelo innovador y replicable para la conservación de áreas protegidas en la Amazonía. Su enfoque en la integración del conocimiento tradicional con la ciencia moderna, la promoción de una gobernanza inclusiva y el fortalecimiento de las capacidades locales ha demostrado ser efectivo para proteger tanto la biodiversidad del Parque Nacional Yasuní como los derechos de las comunidades indígenas que lo habitan.

4.4.4. Conservación de delfines rosados y fauna asociada en la Amazonía peruana

El delfín rosado (*Inia geoffrensis*), también conocido como bufeo colorado, es una de las especies más emblemáticas de la Amazonía peruana, considerada un símbolo de la riqueza biológica de los ecosistemas fluviales de la región. A pesar de su importancia ecológica y cultural, esta especie enfrenta múltiples amenazas que comprometen su supervivencia. Entre los principales riesgos se encuentran la degradación de su hábitat debido a la deforestación, la contaminación de los ríos por actividades extractivas y agrícolas, y la caza incidental durante actividades pesqueras. Estas problemáticas han llevado a su clasificación como especie en peligro de extinción, destacando la urgencia de implementar estrategias efectivas para su conservación (Andina, 2023).

Uno de los esfuerzos más innovadores para la conservación del delfín rosado ha sido el uso de transmisores satelitales para rastrear sus movimientos. Esta técnica, utilizada por primera vez en Perú durante una expedición científica en la Reserva Nacional Pacaya Samiria y en Nucuray, Loreto, ha permitido recopilar datos sobre sus patrones de desplazamiento, áreas de cría y zonas de alimentación. Estos datos son fundamentales para comprender las dinámicas ecológicas de los delfines y diseñar planes de manejo específicos que aseguren la protección de sus hábitats críticos. En esta expedición, se instalaron transmisores en ocho delfines, lo que proporcionó información valiosa sobre sus rutas migratorias y su interacción con las actividades humanas (Andina, 2023).

A nivel nacional, el Ministerio de la Producción (Produce) ha adoptado medidas clave para la conservación del delfín rosado y otras especies acuáticas amenazadas. Entre estas acciones destaca la aprobación del Plan de Acción

Nacional para la Conservación de Delfines de Río y Manatí Amazónico, que establece directrices específicas para mitigar las amenazas que enfrentan estas especies. Este plan incluye estrategias para reducir la pesca incidental, promover la educación ambiental y fortalecer la colaboración con las comunidades locales, reconociendo la importancia de su participación en la protección de los ecosistemas fluviales (WWF Perú, 2018).

La participación comunitaria ha sido un componente esencial en las iniciativas de conservación del delfín rosado. En la Reserva Nacional Pacaya Samiria, las comunidades indígenas han desempeñado un papel central en actividades de monitoreo, vigilancia y sensibilización. A través de acuerdos de colaboración con empresas como Petrex, estas comunidades han participado en programas de educación ambiental que destacan la importancia del delfín rosado para el equilibrio ecológico y su valor cultural. Además, se han implementado actividades de vigilancia comunitaria que han contribuido a reducir las amenazas directas a la especie, como la pesca ilegal y la contaminación por residuos sólidos (Actualidad Ambiental, 2010).

Las estrategias implementadas no solo benefician al delfín rosado, sino también a una amplia gama de especies asociadas. Al proteger los hábitats acuáticos donde estos delfines viven, se favorece la conservación de peces, aves, reptiles y flora acuática que dependen de estos ecosistemas. Por ejemplo, especies como el manatí amazónico (*Trichechus inunguis*), que comparte hábitats con el delfín rosado, también se ven beneficiadas por estas iniciativas. Asimismo, la conservación de los ecosistemas fluviales contribuye a mantener los servicios ecosistémicos que estos proporcionan, como la regulación hídrica, la purificación del agua y la provisión de alimentos para las comunidades humanas (WWF Perú, 2018).

A pesar de los avances logrados, la conservación del delfín rosado enfrenta importantes desafíos. La expansión de actividades extractivas, como la minería ilegal y la extracción de hidrocarburos, continúa siendo una amenaza significativa para los ríos amazónicos. Estas actividades no solo degradan los hábitats acuáticos, sino que también aumentan los niveles de contaminación por mercurio y otros metales pesados, afectando la salud de las poblaciones de

delfines y de las comunidades humanas que dependen de estos ríos. Además, el cambio climático representa una amenaza emergente, ya que las alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura pueden modificar las condiciones de los hábitats acuáticos, afectando la disponibilidad de alimento y las rutas migratorias de los delfines (Andina, 2023).

Frente a estos desafíos, es esencial fortalecer la colaboración entre las comunidades locales, las autoridades gubernamentales y las organizaciones no gubernamentales. Esto incluye garantizar financiamiento sostenible para los programas de conservación, ampliar la cobertura de las áreas protegidas y fomentar la investigación científica que permita identificar y mitigar las amenazas emergentes. Además, es crucial continuar promoviendo la educación ambiental, no solo a nivel comunitario, sino también en las ciudades, para aumentar la conciencia pública sobre la importancia de conservar al delfín rosado y su hábitat (Actualidad Ambiental, 2010).

El caso del delfín rosado en la Amazonía peruana ilustra cómo la combinación de esfuerzos científicos, participación comunitaria y políticas públicas puede generar resultados positivos para la conservación de especies amenazadas. A través de estas iniciativas, se busca no solo proteger a una de las especies más carismáticas de la región, sino también asegurar la salud de los ecosistemas acuáticos y el bienestar de las comunidades humanas que dependen de ellos.

Referencias Bibliográficas



Referencias Bibliográficas

- Actualidad Ambiental. (2010). Pacaya Samiria y Petrex firmarán acuerdo para preservar delfín colorado. <https://www.actualidadambiental.pe/pacaya-samiria-y-petrex-firmaran-acuerdo-para-preservar-delfin-colorado/>
- Allgas, N., et al. (2017). Guía de identificación de fauna silvestre para las autoridades ambientales de Amazonas, San Martín, Loreto y Ucayali. *Revista Peruana de Biología*, 25(3). <https://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v25n3/a19v25n3.pdf>
- Andina. (2023). Usan por primera vez el monitoreo satelital para la conservación del delfín de río en Perú. <https://andina.pe/agencia/noticia-usan-primera-vez-monitoreo-satelital-para-conservacion-del-delfin-rio-peru-973192.aspx>
- Animalia.bio. (s.f.). *Arrau turtle*. <https://animalia.bio/es/arrau-turtle?letter=a>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado de <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/constitucion>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2020). Acuerdo de Escazú. Recuperado de <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/tratados-instrumento-internacionales-2017-2021>
- BirdLife International. (s.f.). Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. <https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/reserva-de-produccion-faunistica-cuyabeno-iba-ecuador/refs>
- Cajamarca Carrasco, D. I., Paredes Godoy, M. M., Cabrera Escobar, J. O., & Guananga Díaz, N. I. (2019). La sostenibilidad del Parque Nacional Yasuní, un derecho privado del estado ecuatoriano al pueblo Waorani por la actividad petrolera. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/03/parque-nacional-yasuni.html>
- Castro Casal, A., Merchán Fornelino, M., Garcés-Restrepo, M. F., Cárdenas-Torres, M. A., & Gómez Velasco, F. (2013). Uso histórico y actual de las tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) en la Orinoquia y la Amazonia. *Biota Colombiana*, 14(1), 45–64. <https://www.researchgate.net/publication/265413021>
- Cisneros, P. (2007). Gobernanza ambiental, conservación y conflicto en el Parque Nacional Yasuní. FLACSO Andes. https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1215189027_gobernanza_ambiental_por_paul_cisneros_3.pdf
- COMAFORS. (s.f.). Anteproyecto para el desarrollo forestal sustentable del área de influencia de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. <https://comafors.org/programas-y-proyectos/forestal-y->

[agroforestal/anteproyecto-para-el-desarrollo-forestal-sustentable-del-area-de-influencia-de-la-reserva-de-produccion-faunistica-cuyabeno](#)

Conservation International Ecuador. (2023). Ecuador aprueba histórica consulta popular para detener la explotación petrolera en el Yasuní y la minería en el Chocó Andino. <https://www.conservation.org/ecuador/noticias/2023/08/23/ecuador-aprueba-hist%C3%B3rica-consulta-popular-para-detener-la-explotaci%C3%B3n-petrolera-en-el-yasun%C3%AD-y-la-miner%C3%ADa-en-el-choc%C3%B3-andino>

El Comercio. (2021). 742 huevos de tortuga fueron recolectados en el Parque Yasuní. <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/huevos-tortuga-recolectados-parque-yasuni.html>

El Oriente. (2021). 742 huevos de tortuga charapa fueron recolectados en el Yasuní. <https://www.eloriente.com/articulo/742-huevos-de-tortuga-charapa-fueron-recolectados-en-el-yasuni/19220>

Extinción Animal. (s.f.). *Tortuga arrau*. <https://extincionanimal.org/tortuga-arrau/>

Freitas, J., & Vásquez, M. (2018). Manejo de tortugas charapa: Una oportunidad para la conservación de los ecosistemas. <https://panorama.solutions/es/solution/manejo-de-tortugas-charapa-una-oportunidad-para-la-conservacion-de-los-ecosistemas>

Gonzales, J., Castro, N., & Pinedo, D. (2022). Relación entre oviposición de *Podocnemis unifilis* y el nivel del agua en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 29(1), 1-12. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162022000100001&script=sci_arttext

Hernández, O. E., & Boede, E. O. (2014). Uso histórico y actual de las tortugas charapa *Podocnemis expansa* y *terecay Podocnemis unifilis* en la Orinoquía y la Amazonía. https://www.researchgate.net/publication/265413021_Uso_historico_y_actual_de_las_tortugas_charapa_Podocnemis_expansa_y_terecay_Podocnemis_unifilis_en_la_Orinoquia_y_la_Amazonia

Infotortuga. (2014). *Podocnemis unifilis* - *Tortuga Terecay*. <https://www.infotortuga.com/2014/02/podocnemis-unifilis-tortuga-terecay.html>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (s.f.). *Terecay*. <https://reporte.humboldt.org.co/assets/docs/2016/2/201/libro-rojo-de-reptiles/34-podocnemis-unifilis.pdf>

Martínez, Enrique O, Hernández, Omar E, Boede, Ernesto O, Peñaloza, Claudia, & Rodríguez, Alberto E. (2007). Inventario de la Tortuga Arrau, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) en Zoológicos de Venezuela.: Valores Referenciales del Hemograma y la Bioquímica Sérica.. *Revista Científica*, 17(5), 433-440. Recuperado en 07 de enero de 2025, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000500002&lng=es&tlng=es.

- Ministerio del Ambiente y Agua. (1970). Ley de Protección de la Fauna Silvestre y de los Recursos Ictiológicos. Recuperado de <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/decreto-no-818-ley-de-proteccion-de-la-fauna-silvestre-y-de-los-recursos-ictiologicos-lex-faoc001289/>
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/Acuerdo-029-Politica-Nacional-para-la-Gestion-de-Vida-Silvestre.pdf>
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2021). Plan de Acción para la Conservación de Tortugas Marinas en Ecuador 2021-2030. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/resolucion_plan-de-accion-tortugas-marinas.pdf
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). 742 huevos de tortuga charapa fueron recolectados en el Parque Nacional Yasuní. <https://www.ambiente.gob.ec/742-huevos-de-tortuga-charapa-fueron-recolectados-en-el-parque-nacional-yasuni/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Parque Nacional Yasuní: un referente para la conservación de las tortugas charapa. <https://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-yasuni-un-referente-para-la-conservacion-de-las-tortugas-charapa/>
- Ministerio del Ambiente. (2012). Parque Nacional Yasuní. <https://ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Yasuni.pdf>
- Mongabay. (2016). Tortugas de la Amazonía en peligro por represas, contaminación de mercurio y tráfico de fauna. Recuperado de <https://es.mongabay.com/2016/11/tortugas-amazonia-represas-contaminacion-trafico-fauna/>
- Panorama Solutions. (s.f.). Manejo de Tortugas Charapa: Una oportunidad para la conservación de los ecosistemas. <https://panorama.solutions/es/solution/manejo-de-tortugas-charapa-una-oportunidad-para-la-conservacion-de-los-ecosistemas>
- Pinilla-Ortigoza, L. V. (2024). Aproximación a aspectos poblacionales y de uso de hábitat de la tortuga terecay *Podocnemis unifilis* en la Reserva ProAves El Jaguar, Mapiripán, Meta. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/31024>
- Richards, R., Emen, M. F., & Rugel, O. G. (2021). Condiciones de la fauna silvestre de tráfico ilegal en un centro de rescate en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(6). https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172021000600002&script=sci_arttext
- Salva la Selva. (2022). Yasuní: es muy importante proteger a los pueblos indígenas en aislamiento voluntario. <https://www.salvalaselva.org/exitos->

[y-noticias/10902/yasuni-es-muy-importante-proteger-a-los-pueblos-indigenas-en-aislamiento-voluntario](https://www.elpaese.com/noticias/10902/yasuni-es-muy-importante-proteger-a-los-pueblos-indigenas-en-aislamiento-voluntario)

- Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group. (1996). *Podocnemis unifilis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 1996*: e.T17825A97397562. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T17825A7506933.en>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2016). Delitos contra el medio ambiente. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RE_S_070_ES.pdf
- Wildlife Conservation Society Ecuador. (s.f.). Tortugas charapa: Programa de manejo. <https://programs.wcs.org/ecuador/Especies/Especies-semiacuaticas/Tortugas-charapa/Programa-de-manejo.aspx>
- WWF Perú. (2018). El manatí y los delfines amazónicos serán protegidos en el Perú. <https://www.wwf.org.pe/?340461%2FEL-MANATI-Y-LOS-DELFINES-AMAZONICOS-SERAN-PROTEGIDOS-EN-EL-PERU>
- Yapu-Alcázar, M., Cortez, C., & Aguirre, L. F. (2018). Bases para el manejo de la tortuga de río *Podocnemis unifilis* en la Reserva de la Biosfera Estación Biológica Beni, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 53(1), 52-72. https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282018000100007&script=sci_arttext

RESUMEN

La tortuga charapa (*Podocnemis unifilis*), especie emblemática de la Amazonía, enfrenta amenazas significativas en el Parque Nacional Yasuní, un enclave de biodiversidad crucial para su conservación. Este estudio se enfoca en identificar las amenazas que afectan a la especie, analizar estrategias de manejo y explorar el rol comunitario en su protección. Se empleó una metodología basada en la revisión de literatura científica, entrevistas a actores locales y análisis de datos sobre la población de tortugas y su hábitat. Los resultados destacan que las amenazas principales incluyen la recolección intensiva de huevos, la caza y la degradación del hábitat debido a actividades humanas como la deforestación y la explotación petrolera. Además, el cambio climático agrava la situación, alterando los ciclos reproductivos y la proporción de sexos en las crías. Las estrategias de conservación implementadas, como la reubicación de nidos y la sensibilización comunitaria, han mostrado ser eficaces, aunque enfrentan limitaciones de recursos y coordinación. Se concluye que la participación activa de las comunidades indígenas y la integración del conocimiento tradicional con enfoques científicos son esenciales para la sostenibilidad de los esfuerzos de conservación. Estas acciones son fundamentales no solo para proteger a *P. unifilis*, sino también para preservar los ecosistemas acuáticos del Yasuní.

Palabras Clave: tortuga charapa; conservación comunitaria; Parque Nacional Yasuní; amenazas antropogénicas; biodiversidad.

Abstract

The charapa turtle (*Podocnemis unifilis*), an emblematic species of the Amazon, faces significant threats in Yasuní National Park, a biodiversity hotspot crucial for its conservation. This study focuses on identifying the threats affecting the species, analyzing management strategies and exploring the role of the community in its protection. A methodology based on a review of scientific literature, interviews with local stakeholders and analysis of data on the turtle population and its habitat was used. The results highlight that the main threats include intensive egg collection, hunting and habitat degradation due to human activities such as deforestation and oil exploitation. In addition, climate change aggravates the situation, altering reproductive cycles and the sex ratio of offspring. The conservation strategies implemented, such as nest relocation and community awareness-raising, have proven to be effective, although they face resource and coordination limitations. It is concluded that the active participation of indigenous communities and the integration of traditional knowledge with scientific approaches are essential for the sustainability of conservation efforts. These actions are fundamental not only to protect *P. unifilis*, but also to preserve the aquatic ecosystems of Yasuní.

Keywords: charapa turtle; community conservation; Yasuní National Park; anthropogenic threats; biodiversity.

<http://www.editorialgrupo-aea.com>



[Editorial Grupo AeA](#)



[editorialgrupoaea](#)



[Editorial Grupo AEA](#)

ISBN: 978-9942-651-68-6



9 789942 651686