



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Trabajo de Integración Curricular
Previo la obtención del Grado
Académico de Ingeniero Forestal

Proyecto de investigación:

**“ESTUDIO MULTITEMPORAL DE CAMBIO DE USO DEL SUELO, PATRONES DE
DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS Y SU ESTATUS DE CONSERVACIÓN EN LA
PROVINCIA DE PASTAZA”**

Autor:

Bryan Michael Morán Loo

Director del Proyecto de Investigación

Ing. Robinson J. Herrera-Feijoo, MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2024



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Bryan Michael Morán Loor**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Bryan Michael Morán Loor

C.C. 0940890460



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Robinson J. Herrera-Feijoo, MSc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Bryan Michael Morán Loor**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“ESTUDIO MULTITEMPORAL DE CAMBIO DE USO DE SUELO, PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS Y SU ESTATUS DE CONSERVACIÓN EN LA PROVINCIA DE PASTAZA”**, previo a la obtención del Grado Académico de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Robinson J. Herrera-Feijoo, MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Robinson J, Herrera-Feijoo, MSc**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**ESTUDIO MULTITEMPORAL DE CAMBIO DE USO DE SUELO, PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS Y SU ESTATUS DE CONSERVACIÓN EN LA PROVINCIA DE PASTAZA**” Presentado por el estudiante **Bryan Michael Morán Loor** egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de COMPILATIO el cual avala los niveles de similitud en un 4%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

Tesis_Bryan_Moran

4%
Textos sospechosos

< 1%
Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Tesis_Bryan_Moran.pdf	Depositante: ROBINSON JASMANY HERRERA FEJOO	Número de palabras: 9141
ID del documento: 0559f7f8f0993f7790af3d32d7632ff4a8337c47	Fecha de depósito: 9/3/2024	Número de caracteres: 61.053
Tamaño del documento original: 834,74 kB	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 9/3/2024	

Ing. Robinson J. Herrera-Feijoo, MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Estudio multitemporal de cambio de uso de suelo, patrones de distribución de plantas y su estatus de conservación en la Provincia de Pastaza”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. José Muñoz Marcillo, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rommel Crespo Gutiérrez, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rolando López Tobar, MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2024

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas esas personas que confiaron en mí en todo este proceso de estudios académicos.

A mi mamá Ana Morán que ha estado en todo momento desde que comencé mis estudios, me ha apoyado en todo lo que he necesitado, y ha sido madre y padre para mí desde siempre, a mis abuelitos, ya que ellos al igual que mi madre me han apoyado en todo este proceso académico, me han dado ese ánimo y esa fuerza para salir adelante y que nunca me rinda, que luche por mis sueños y todo aquello que me proponga lo pueda lograr, a mi padrastro y parte de su familia, ya que también han brindado ese apoyo para que pueda salir adelante, a mis tíos y a mi pequeño hermano, les agradezco a todos por su paciencia y ánimo constante. Su respaldo emocional ha sido de gran ayuda para que nunca deje de luchar por lo quiero, para que pueda superar todos esos momentos desafiantes y celebrar los triunfos con la mayor intensidad.

Este logro no solo es mío, sino también de aquellos que creyeron en mí y me alentaron a seguir adelante. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi viaje académico y personal.

Con gratitud profunda y sincera:

Bryan Michael Morán Loo

DEDICATORIA

Le dedico mi más grande logro a mi abuelita Carmen Loor, fue mi más grande apoyo desde que era pequeño, me apoyaba en todo lo que necesitaba, me daba ese amor y ese cariño que tanto me gustaba y me hacía muy feliz, pero ya hace dos años partió a un lugar mejor, donde se, que nos está cuidando a todos a quien ella tanto amaba, me hubiera gustado mucho que estuviera el día de mi graduación y decirle, mami mira ya soy Ingeniero y que me hubiera dado un fuerte abrazo y decirme lo orgullosa que está de mí, pero se, que allá donde esté ella va a estar muy feliz y orgullosa de mí. Te quiero mucho mami Carmen y te extraño.

Bryan Michael Morán Loor

RESUMEN

La provincia de Pastaza ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas debido al aumento de las actividades agropecuarias y la pérdida de bosques, lo que plantea la amenaza de una acelerada pérdida de biodiversidad y degradación del paisaje. Enfocándose en este escenario, la presente investigación se centró en realizar un estudio multitemporal de cambio de uso del suelo, los patrones de distribución de plantas y su estatus de conservación en la provincia. En la cual se pudo evidenciar una pérdida de la cobertura vegetal del 3,40% y un incremento en las actividades destinadas a la agricultura y ganadería del 2,99%, estos cambios tienen implicaciones directas en la estructura de los ecosistemas, la pérdida de hábitats naturales y la fragmentación del paisaje. Además, se pudo identificar que la provincia cuenta con 17230 registros de plantas reportadas y 6031 especies identificadas, donde se pudo notar que existe una gran cantidad de especies que todavía no son documentadas, esto a la falta de estudios o sesgos de muestreos. Respecto al SNAP, se pudo observar que el 10% de las especies analizadas se encuentran dentro de áreas protegidas. En cuanto a las categorías de conservación de la UICN, se encontró que el 30,67% de las especies estudiadas se clasifican como Preocupación menor (LC), mientras que el 0,71% se consideraron En peligro (EN), y un 2,04% como Vulnerables (VU). Notablemente, el 64,44% de las especies evaluadas no se encuentran consideradas en la base de datos de la UICN. Ante este panorama, se sugiere realizar investigaciones adicionales que aborden la pérdida de cobertura vegetal y cambios en el uso del suelo, promover prácticas agrícolas sostenibles para reducir la presión sobre los ecosistemas, fortalecer la gestión de áreas protegidas y garantizar la conservación de las especies.

Palabras claves: Actividades agropecuarias, uso de suelo, bosques, SNAP, UICN, áreas protegidas.

ABSTRACT

The province of Pastaza has experienced significant changes in recent decades due to increased agricultural activities and forest loss, posing the threat of accelerated biodiversity loss and landscape degradation. Focusing on this scenario, the present research focused on carrying out a multi-temporal study of land use change, plant distribution patterns and their conservation status in the province. In which a loss of vegetation cover of 3.40% and an increase in activities destined for agriculture and livestock of 2.99% could be seen, these changes have direct implications on the structure of ecosystems, the loss of natural habitats and the landscape fragmentation. In addition, it was possible to identify that the province has 17230 records of reported plants and 6031 identified species, where it can be noted that there is a large number of species that are not yet documented, due to the lack of studies or sampling biases. Regarding SNAP, it was observed that 10% of the species analyzed are found within protected areas. Regarding the IUCN conservation categories, it was found that 30.7% of the species studied are classified as Least Concern (LC), while 0.71% are considered Endangered (EN), and 2.04% as Vulnerable (VU). Notably, 64.44% of the species evaluated are not considered in the IUCN database. Given this panorama, it is suggested to carry out additional research that addresses the loss of vegetation cover and changes in land use, promote sustainable agricultural practices to reduce pressure on ecosystems, strengthen the management of protected areas and guarantee the conservation of species.

Keywords: Agricultural activities, land use, forests, SNAP, IUCN, protected areas.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
CÓDIGO DUBLÍN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.	
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de Investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico	5
1.1.2. Formulación del problema	5
1.1.3. Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8

2.1. Marco conceptual	9
2.1.1. Suelo	9
2.1.2. Degradación del suelo.....	9
2.1.3. Patrones de distribución de plantas	9
2.1.4. Estatus de conservación	9
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo	10
2.2.2. Expansión agrícola y su relación con el cambio de uso de suelo	11
2.2.3. Deforestación	12
2.2.4. Ecología del paisaje	12
2.2.5. Sucesión vegetal	13
2.2.6. Biodiversidad.....	13
2.2.7. Fragmentación del hábitat	14
2.2.8. Evolución del paisaje fragmentado forestal.....	14
2.2.9. Revisión histórica del tema de estudio	15
CAPÍTULO III.	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
3.1. Localización.....	18
3.1.1. Características climáticas de la provincia de Pastaza.	18
3.2. Tipo de investigación	19
3.3. Métodos de investigación	19
3.3.1. Método de observación.....	19
3.3.2. Método sintético	19
3.3.3. Método deductivo	19
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	19
3.4.1. Primarias.....	19
3.4.2. Secundarias	20

3.5. Diseño de la investigación.....	20
3.6. Instrumentos de investigación	20
3.6.1. Fase 1: Análisis de la base de datos.....	20
3.6.2. Fase 2: Categorización de variables.....	21
3.6.3. Patrones de distribución de especies forestales.....	22
3.6.4. Categorías de conservación de la UICN para las especies forestales.....	22
3.7. Tratamiento de datos	22
3.8. Recurso humanos y materiales	23
3.8.1. Recursos humanos	23
3.8.2. Materiales de oficina	23
3.8.3. Equipos de oficina	23
CAPÍTULO IV.	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Resultados.....	25
4.1.1. Cambio de uso de suelo (CUS) en el año 1990	25
4.1.2. Cambio de uso de suelo (CUS) en el año 2022	26
4.1.3. Comparación entre ambos periodos	27
4.1.4. Patrones de colecta	27
4.1.5. Distribución por cantones	28
4.1.6. Cobertura sobre el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).....	31
4.1.7. Categorías de conservación de la UICN.....	31
4.2. Discusión	33
4.2.1. Cambios de uso de suelo	33
4.2.2. Patrones de colecta y cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas	33
4.2.3. Categorías de conservación de la UICN.....	34
CAPÍTULO V.	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35

5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones	37
CAPÍTULO VI.	
BIBLIOGRAFÍA	38
6.1. Bibliografía.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Categorías obtenidas de los archivos shapefile de la provincia de Pastaza.....	23
Tabla 2.	Comparación del cambio y uso del suelo entre ambos periodos.....	29
Tabla 3.	Número de registros y especies identificadas.....	30
Tabla 4.	Número de registros y especies para cada cantón.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación de la Provincia de Pastaza.....	19
Figura 2.	Cambio de uso de suelo en el año 1990 en la provincia de Pastaza.....	27
Figura 3.	Cambio de uso de suelo en el año 2022 en la provincia de Pastaza.....	28
Figura 4.	Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Pastaza.....	31
Figura 5.	Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Araujo.....	31
Figura 6.	Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Mera.....	32
Figura 7.	Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Santa Clara..	32
Figura 8.	Registros dentro del SNAP de la provincia de Pastaza.....	33
Figura 9.	Porcentaje de especies y categorías de conservación establecidas por la UICN...	34

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Estudio multitemporal de cambio de uso de suelo, patrones de distribución de plantas y su estatus de conservación en la provincia de Pastaza.
Autor:	Bryan Michael Morán Loor
Palabras Clave:	Actividades agropecuarias, uso de suelo, bosques, SNAP, UICN, áreas protegidas.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ; 2024.
Resumen:	La provincia de Pastaza ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas debido al aumento de las actividades agropecuarias y la pérdida de bosques, lo que plantea la amenaza de una acelerada pérdida de biodiversidad y degradación del paisaje. Enfocándose en este escenario, la presente investigación se centró en realizar un estudio multitemporal de cambio de uso del suelo, los patrones de distribución de plantas y su estatus de conservación en la provincia. En la cual se pudo evidenciar una pérdida de la cobertura vegetal del 3,40% y un incremento en las actividades destinadas a la agricultura y ganadería del 2,99%, estos cambios tienen implicaciones directas en la estructura de los ecosistemas, la pérdida de hábitats naturales y la fragmentación del paisaje...
Abstract:	The province of Pastaza has experienced significant changes in recent decades due to increased agricultural activities and forest loss, posing the threat of accelerated biodiversity loss and landscape degradation. Focusing on this scenario, the present research focused on carrying out a multi-temporal study of land use change, plant distribution patterns and their conservation status in the province. In which a loss of vegetation cover of 3.40% and an increase in activities destined for agriculture and livestock of 2.99% could be seen, these changes have direct implications on the structure of ecosystems, the loss of natural habitats and the landscape fragmentation...
Descripción:	65 hojas: dimensiones 29x21cm + CD-ROM 6162
URL:	

INTRODUCCIÓN

Los suelos enfrentan una presión cada vez mayor debido al incremento en su uso para actividades agrícolas, forestales, ganaderas y urbanización (Rengifo, 2022). Se proyecta que la demanda de suelo por parte de una población en crecimiento aumentará en un 60% para el año 2050 (Aparicio, 2018). Estas presiones, combinadas con usos y prácticas de gestión no sostenibles, ocasionan una significativa degradación del suelo (Forino *et al.*, 2018). En las últimas cinco décadas, los seres humanos han modificado los ecosistemas a un ritmo y alcance sin precedentes en comparación con cualquier otro período en la historia humana. Esto se ha debido principalmente a la necesidad de satisfacer la creciente demanda de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible (Smiraglia *et al.*, 2018).

Ecuador se encuentra entre los países con mayor biodiversidad por unidad de área en el mundo (Espinosa y Rodríguez, 2018). No obstante, el cambio en el uso de la tierra con propósitos agropecuarios es un proceso común que representa una amenaza para la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas (Auquilla, 2020). Uno de los desafíos más significativos en términos de regulación de actividades antropogénicas en el país es la industria petrolera y su impacto en áreas ecológicamente sensibles. En estos lugares, se produce la destrucción y pérdida de biodiversidad, así como conflictos sociales, mientras que los beneficios se dirigen únicamente hacia la industria sin asumir ninguna responsabilidad social o ambiental, el desarrollo sostenible se presenta como una alternativa crucial para reconciliar el crecimiento económico con la conservación ambiental en Ecuador, para promover prácticas de extracción de recursos más responsables y fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones (Suárez *et al.*, 2019).

Las provincias de Pastaza y Orellana, situadas en la región amazónica de Ecuador, son las áreas que cuentan con una mayor extensión de bosques (Gudynas, 2017). Además, en esta región se encuentra el Parque Nacional Yasuní, que alberga numerosas comunidades indígenas (Castro *et al.*, 2019). Esta zona posee un atractivo forestal destacado, pero enfrenta varios factores que contribuyen a la deforestación, estos factores incluyen cambios en el uso de suelo para la agricultura, explotación maderera en áreas restringidas, la falta de políticas públicas eficientes para incentivar la conservación de los hábitats, la construcción de carreteras e incendios forestales (Valdez y Cisneros, 2020). En las últimas décadas, se ha reconocido a nivel nacional e internacional que la diversidad biológica es un componente esencial para el desarrollo de estrategias de conservación y el uso sostenible de los recursos

naturales (Trew y Maclean, 2021).

Se estima que aproximadamente el 25% de la biodiversidad mundial se encuentra en la región andina. Los países que forman parte de esta región son considerados entre los más diversos y ricos en especies animales y vegetales a nivel global (Ipinza *et al.*, 2021). La alta variabilidad ecológica de los países andinos se debe a su ubicación en la zona intertropical y a la presencia de la Cordillera de los Andes, que actúa como una barrera significativa que atraviesa todas las naciones y genera una diversidad de ambientes ecológicos (Vargas, 2018). La combinación de factores como el clima, la topografía, las características del suelo y las diferencias en la historia geológica contribuyen a la existencia de una amplia variedad de hábitats, cada uno con su propia composición florística distintiva (Leonard *et al.*, 2017).

En Ecuador, se encuentran un total de 202 áreas de bosques protegidos, abarcando el 31% del territorio nacional, con una extensión de aproximadamente 3'269546 hectáreas. Sin embargo, algunos de estos bosques protectores no han logrado cumplir su objetivo principal de conservación, ya que han sido invadidos o convertidos en áreas destinadas a cultivos, ganadería u otras actividades humanas (Tello, 2019). La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) es reconocida a nivel mundial por poseer una de las mayores diversidades florísticas (Guevara *et al.*, 2019; Guevara *et al.*, 2017; Ter Steege *et al.*, 2018). Se estima que en esta región se encuentran más de tres mil millones de árboles adultos (Guevara *et al.*, 2017), representando más de 16000 especies distintas (Ter Steege *et al.*, 2018, 2019). La conservación efectiva de estos bosques requiere no solo del establecimiento de áreas protegidas, sino también de una vigilancia y gestión activa para prevenir la deforestación ilegal y el avance de actividades que amenacen su integridad (Guevara *et al.*, 2017).

A nivel global, los análisis sobre el estado de conservación de la flora han sido deficientes, ya que solo se ha asignado un estado de conservación alrededor del 8% de las especies de plantas a nivel mundial según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) no es una excepción, ya que no se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo sobre el estado de conservación de su flora (Guevara *et al.*, 2017). Estudios recientes indican que aproximadamente el 3% de todos los árboles presentes en la RAE son endémicos. Hasta el momento, se han descrito 109 especies arbóreas en la RAE (Guevara *et al.*, 2019). Varios de estos árboles muestran patrones demográficos únicos, como altas abundancias a nivel local y una distribución restringida a áreas con características edáficas y condiciones geológicas particulares (Rivero, 2021).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La provincia de Pastaza, al ser parte de la Amazonía ecuatoriana, ha experimentado cambios significativos en el uso del suelo en las últimas décadas, la deforestación y la expansión de actividades como la agricultura, la ganadería y la extracción de recursos naturales han sido factores clave que han alterado la cobertura del suelo en la región (Suárez y Acosta, 2020).

La deforestación en Pastaza ha estado impulsada principalmente por la expansión de la agricultura, especialmente la producción de cultivos como la palma aceitera, la soja, el cacao y la ganadería extensiva, estas actividades han llevado a la conversión de áreas boscosas en tierras agrícolas y pastizales, además construcción de infraestructuras, como carreteras y proyectos de desarrollo, ha contribuido al cambio de uso del suelo en la provincia (Valdez y Cisneros, 2020).

Los patrones de distribución de las plantas y su estatus de conservación se ven enfrentados a diversos desafíos de índole significativa (Torre y Rivas, 2019). La deforestación y pérdida de hábitat, derivadas principalmente de la expansión de actividades agrícolas y ganaderas, ejercen una amenaza directa sobre la notable biodiversidad regional (Pastrana, 2018). Adicionalmente, la introducción de especies invasoras resulta en una competencia perjudicial para las especies autóctonas, mientras que el cambio climático altera los ecosistemas, dificultando la adaptación de las plantas (Pinos, 2017).

Diagnóstico

La provincia de Pastaza ha experimentado cambios significativos en el uso del suelo a lo largo del tiempo, incluyendo deforestación, expansión agrícola y urbanización. Estos cambios tienen implicaciones directas en la estructura de los ecosistemas, la pérdida de hábitats naturales y la fragmentación del paisaje (Zamora *et al.*, 2020).

El conocimiento sobre los patrones de distribución de plantas en la provincia de Pastaza es limitado. La identificación y mapeo de los diferentes tipos de vegetación presentes en la región proporcionaría información esencial sobre la biodiversidad, la presencia de especies endémicas o en peligro de extinción, y la salud de los ecosistemas (Chamba *et al.*, 2022).

Sin un estudio multitemporal que evalúe el cambio de uso del suelo y los patrones de distribución de plantas, resulta difícil determinar el estatus de conservación de la provincia

de Pastaza. La falta de información precisa sobre las áreas prioritarias para la conservación y la presencia de especies en riesgo limita la capacidad de implementar estrategias de conservación efectivas (Teshome *et al.*, 2021).

Pronóstico

La falta de estudios de cambios y usos de suelos, patrones de distribución y estatus de conservación, podría resultar en la pérdida acelerada de biodiversidad, la degradación del paisaje, el desarrollo no sostenible, conflictos sociales y la pérdida de oportunidades para la conservación y el desarrollo equilibrado.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los cambios de uso del suelo en las últimas 3 décadas, los patrones de distribución de plantas y el estatus de conservación en la provincia de Pastaza?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son los cambios significativos en el uso del suelo que han ocurrido en la provincia de Pastaza en las últimas 3 décadas entre los años 1990 a 2022?

¿Cuáles son los patrones de distribución de plantas en la provincia de Pastaza?

¿Cuál es el estatus de conservación de las plantas de la provincia de Pastaza según La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Realizar un estudio multitemporal de cambio de uso del suelo, patrones de distribución de plantas y su estatus de conservación de la provincia de Pastaza.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Analizar y cuantificar los cambios en el uso del suelo en la provincia de Pastaza en las últimas 3 décadas.
- Identificar los patrones de distribución de plantas en la provincia de Pastaza.
- Evaluar el estatus de conservación de las plantas presentes en la provincia de Pastaza.

1.3. Justificación

Un estudio multitemporal provee a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Provinciales de una herramienta esencial para examinar minuciosamente los cambios temporales que suceden en sus áreas territoriales. Estos cambios pueden originarse tanto por procesos naturales de regeneración como por acciones humanas. Es crucial reconocer que la actividad humana es una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad y degradación ambiental a nivel global.

El estudio de los patrones de distribución de las plantas ofrece información vital a los GAD Provinciales acerca de la diversidad biológica y los procesos ecológicos en sus límites territoriales. Al comprender cómo las especies vegetales se distribuyen en distintas áreas geográficas, los GAD pueden identificar áreas de alta biodiversidad y priorizar acciones de conservación en estos espacios.

A nivel mundial, se han registrado más de 12,000 especies vegetales en peligro, resaltando así la importancia de la vigilancia y conservación. La evaluación se realiza mediante la Lista Roja de la UICN, que suministra información crucial sobre el riesgo de extinción y vulnerabilidad de especies y ecosistemas. Para los GAD Provinciales, este conocimiento es esencial para diseñar estrategias de conservación efectivas que protejan la biodiversidad local.

El conocimiento derivado del análisis temporal múltiple y la monitorización de la distribución de plantas beneficiará directamente a los GAD Provinciales al permitirles comprender mejor la zonificación de su territorio, identificar áreas afectadas por la deforestación y agricultura, y tomar medidas preventivas para evitar una mayor deforestación. Esta información servirá como base sólida para la planificación del uso del suelo y la implementación de políticas ambientales que fomenten la conservación y desarrollo sostenible en sus provincias.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Suelo

El suelo es un recurso natural limitado y no renovable que desempeña diversas funciones ecosistémicas o ambientales (Forino *et al.*, 2018). Uno de estos servicios es su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos esenciales para la vida, como el carbono, el nitrógeno, el fósforo, entre otros (Lehmann *et al.*, 2020). Estos elementos son transferidos constantemente, impulsados por la energía disponible, desde los sistemas vivos hacia los componentes no vivos del planeta (Montanarella, 2018). Sin embargo, es ampliamente reconocido que el suelo desempeña un papel fundamental como el sustento natural para la producción de alimentos y materias primas, de las cuales depende la sociedad globalmente (Silva y Correa, 2019).

2.1.2. Degradación del suelo

La degradación del suelo, causada por actividades humanas, compromete su capacidad para sostener la vida humana (González y Rodríguez, 2018). Este proceso, relacionado con factores climáticos y prácticas agrícolas inadecuadas, tiene su origen principalmente en la deforestación y políticas gubernamentales que afectan el medio ambiente (Blackmore *et al.*, 2021). Para lograr un desarrollo sostenible del suelo, es esencial comprender sus atributos y procesos ecológicos clave, así como las transformaciones inducidas por las interacciones ambientales (Blackmore *et al.*, 2021).

2.1.3. Patrones de distribución de plantas

Los patrones de distribución de plantas describen cómo se distribuyen en un área geográfica determinada, variando desde escalas locales hasta globales (Stott, 2019). Estos patrones influyen en la diversidad vegetal, la estructura de los ecosistemas y las interacciones con otros organismos y factores ambientales, siendo afectados por el clima, el suelo, la topografía, las interacciones biológicas y las actividades humanas (Myster y Malahy, 2018). Su estudio es esencial para comprender la ecología de las comunidades vegetales y orientar la conservación y el manejo de los ecosistemas (Liu *et al.*, 2019).

2.1.4. Estatus de conservación

Los estatus de conservación son clasificaciones empleadas en ciencia y conservación para evaluar el riesgo de extinción de especies, considerando su abundancia, distribución,

tendencias poblacionales y vulnerabilidad (Reis *et al.*, 2017). Las clasificaciones de estatus de conservación pueden variar según el país o la organización que las emita, pero generalmente se basan en criterios científicos y evaluaciones exhaustivas (Ticona, 2020). La UICN es una de las instituciones más reconocidas que proporciona una lista global de categorías de conservación ampliamente utilizadas (Corlett, 2018).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo

El concepto de "Cobertura vegetal" se utiliza para describir los elementos que se encuentran en la superficie de la Tierra y que pueden ser de origen natural (como bosques, glaciares, ríos, lagos, entre otros) o creados y mantenidos por los seres humanos (como carreteras, ciudades, presas, etc.) (Winkler *et al.*, 2021). Este tema es objeto de estudio de las ciencias naturales y se refiere al estado físico de la vegetación que cubre la superficie terrestre. Dicha cobertura está determinada por diversos factores biofísicos, como el clima, la topografía, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua y el tipo de vegetación presente (Zhiminaicela *et al.*, 2020).

La vegetación que cubre un determinado lugar y momento se considera como un reflejo de la evolución de las especies vegetales. Esta cobertura vegetal indica el estado o la condición de un ecosistema específico (Thompson *et al.*, 2021). Además, la cobertura vegetal y el uso del suelo determinan la apariencia de la vegetación y los atributos de la superficie terrestre, mientras que las acciones humanas y sus propósitos interactúan en este espacio físico y biológico (Zambrano, 2017). Las interacciones que ocurren en la superficie de un lugar en particular son responsables de cómo funcionan los ecosistemas, y tienen un impacto en la biodiversidad y en el clima a nivel local, regional y global, estas interacciones también pueden ser las principales causas de degradación del suelo durante un período específico (Velázquez *et al.*, 2019).

Trávez y Guarderas (2023), sostienen que hay tres usos fundamentales del suelo: agricultura, pastoreo y bosques, además otras actividades humanas, como la construcción de ciudades, industrias y carreteras, ocupan cierto porcentaje del suelo, pero no explotan los recursos de la tierra de la misma manera que la agricultura, el pastoreo y los bosques, por lo general, estos usos no siempre se pueden delimitar de manera precisa, ya que existen combinaciones, como la ganadería en conjunto con la agricultura o los bosques en conjunto con el pastoreo,

sin embargo, es posible clasificar el uso del suelo en tres categorías, dependiendo del potencial de uso de la tierra en cuestión.

El cambio en el uso del suelo se define como la eliminación total o parcial de la vegetación en áreas forestales con el propósito de destinarlas a actividades no forestales (SEMARNAT, 2019). De manera práctica, el término "cambio del suelo" se refiere al resultado de las actividades socioeconómicas que se llevan a cabo sobre una determinada cobertura, entendiendo por cobertura los elementos distribuidos en un territorio específico (Nájera *et al.*, 2021). Además, el cambio de uso del suelo puede entenderse como la acumulación de transformaciones físicas en el uso del suelo debido a las acciones humanas a lo largo del tiempo (Pastrana, 2011).

El cambio en el uso del suelo se ha convertido en un factor de gran relevancia en el cambio climático a nivel regional y global (López *et al.*, 2020). Es considerado como la principal causa de alteración del suelo y tiene un impacto significativo en la capacidad de los sistemas biológicos para mantener y satisfacer las necesidades humanas (Chamorro, 2019). En la actualidad, se ha propuesto el uso de enfoques y técnicas estadísticas innovadoras para el estudio y análisis del cambio de uso del suelo, los cuales se complementan con trabajos de campo y la utilización de sistemas de información geográfica y cartografía (Delgado *et al.*, 2023).

2.2.2. Expansión agrícola y su relación con el cambio de uso de suelo

La expansión agrícola es un ejemplo específico de los frecuentes cambios que los seres humanos realizan en el uso de la tierra o en la forma en que aprovechan los ecosistemas terrestres (Muñoz *et al.*, 2020). En la actualidad, este cambio forma parte integral de lo que se conoce como cambio global, que también incluye alteraciones climáticas y modificaciones en la composición atmosférica. Por lo tanto, sus consecuencias trascienden el ámbito local o regional (Velázquez *et al.*, 2022). La expansión agrícola tiene influencia en el clima, los ciclos del agua, el carbono y el nitrógeno en la biosfera, las emisiones de gases de efecto invernadero y la biodiversidad, al mismo tiempo, debido a una creciente demanda de alimentos y fibras, el aumento de la superficie destinada a la agricultura se presenta como un proceso inevitable (Winkler *et al.*, 2021).

Las consecuencias sociales y ambientales que surgen de esta situación resaltan la importancia de una cuidadosa planificación en la expansión de áreas de cultivo, mediante la

implementación de acciones estatales que orienten y supervisen el funcionamiento de los mercados, garantizando especialmente que las decisiones económicas privadas consideren los costos públicos y los efectos a largo plazo (Nicolás *et al.*, 2020). Para llevar a cabo una planificación adecuada del uso del suelo, es necesario contar en primer lugar con información básica, como la tasa de expansión del área agrícola, su distribución espacial, los controles ambientales aplicados y las dimensiones tecnológicas, socioeconómicas y políticas del fenómeno (Mejía *et al.*, 2021).

2.2.3. Deforestación

En la actualidad, debido a una disminución en el abandono de tierras, se observa una mayor expansión de la deforestación y un aumento en el uso intensivo, tecnificado y a largo plazo del suelo (Wade *et al.*, 2020). Esto se refleja en los datos proporcionados por la FAO (1997), que revelan que alrededor del 8% de los bosques tropicales del mundo desaparecieron en la década de 1980, y la tasa de destrucción fue ligeramente menor en la década siguiente (Garciglia, 2018). Durante el período comprendido entre 1980 y 1990, se deforestaron anualmente aproximadamente 15,4 millones de hectáreas de selva, con 7,4 millones de ellas correspondientes a América Latina y el Caribe (Marapi, 2019). En esta región, la apertura de pastizales para la cría de ganado vacuno ha sido la principal causa de deforestación en las últimas dos décadas (Bernal *et al.*, 2020).

Las causas actuales de la deforestación están asociadas a la explotación de recursos forestales, la transformación de tierras para la agricultura y la ganadería, el desarrollo de infraestructuras urbanas y de transporte, como la construcción de carreteras y represas, la extracción de petróleo y la expansión de asentamientos humanos (Zamora, 2023). Además, los fenómenos naturales como los incendios forestales, las inundaciones, los deslizamientos de tierra y los huracanes también desempeñan un papel significativo en la deforestación (Sacoto *et al.*, 2022).

2.2.4. Ecología del paisaje

La ecología del paisaje es una disciplina que se originó a partir del concepto introducido por Carl Troll, el cual se centraba en la interpretación de fotografías aéreas y los beneficios que estas proporcionaban para el análisis de la superficie terrestre. Esta disciplina se enfoca en estudiar la interacción compleja entre los seres vivos y las condiciones ambientales en un espacio específico del paisaje (San Vicente y Valencia, 2020).

2.2.5. Sucesión vegetal

El concepto de sucesión se refiere a los cambios progresivos que ocurren a lo largo del tiempo en la composición de especies en un ecosistema (Ramírez, 2020). En el caso de los ecosistemas forestales, la sucesión conduce a la formación de una vegetación arbórea estable que se encuentra en equilibrio con las condiciones ambientales (Quintero, 2019). Los suelos que se desarrollan bajo esta vegetación madura, conocida como vegetación climácica, exhiben una alta calidad ambiental y funcionan como sistemas estables, activos y en equilibrio (Binkley y Fisher, 2019). La sucesión vegetal es un fenómeno dinámico y continuo que implica cambios en la composición y distribución de las plantas a lo largo del tiempo (Prach y Walker, 2019). Estos cambios están estrechamente relacionados con las alteraciones en las propiedades del suelo (Ramírez, 2019).

2.2.6. Biodiversidad

Según la definición dada por Pérez (2020), la biodiversidad se refiere a la capacidad de los sistemas biológicos para exhibir diversidad. Los autores definen que esta característica es intrínseca, resaltando que la biodiversidad no debe ser vista como algo separado o utilizable, sino más bien como un atributo fundamental de la naturaleza. De manera general, se ha categorizado la biodiversidad en tres grupos principales (Reyes y Cano, 2022): la diversidad genética, que se refiere a las variaciones heredables de los genes presentes tanto dentro de las poblaciones como entre ellas; la diversidad de especies, que abarca la variedad de organismos que se encuentran en una región específica; y la diversidad de ecosistemas, que comprende a las comunidades y los ecosistemas en su totalidad.

Según Rands *et al.*, (2018), se pueden distinguir tres niveles de organización biológica (población, comunidad y bioma) que dan lugar a cuatro tipos de biodiversidad: la diversidad genética de las poblaciones, la diversidad de las comunidades dentro de los diferentes hábitats (α) y (β), y la diversidad geográfica. Kangas y Ollikainen (2022), adoptan una perspectiva más integral y funcional al definir la biodiversidad como "la totalidad de las interacciones que ocurren entre las distintas especies". Además, sostiene que una comprensión exhaustiva de la biodiversidad requiere considerar las interacciones entre los genes y los ecosistemas en todos los niveles de organización, así como el intercambio de información entre dichos niveles. Por su parte, Marselle *et al.*, (2021), profundizan aún más en este concepto al incluir los elementos y procesos implicados en cada componente de la

biodiversidad.

2.2.7. Fragmentación del hábitat

La manera en que las especies se distribuyen a menudo presenta patrones fragmentados debido a las diferencias espaciales en las condiciones ambientales que influyen en la calidad de sus hábitats (Aguilar *et al.*, 2019). Además, los eventos de perturbación natural, como la caída de árboles de gran tamaño, deslizamientos de tierra, inundaciones, incendios, huracanes y otros fenómenos, generan cambios constantes en la estructura del paisaje, lo que da lugar a la formación de un entorno heterogéneo (Hansson *et al.*, 2018). Sin embargo, lo que inquieta desde una perspectiva conservacionista no es la fragmentación natural del paisaje, sino la fragmentación adicional causada por la actividad humana (Rybicki *et al.*, 2020). Un ejemplo común es la destrucción y fragmentación de los bosques debido a la expansión de áreas para la agricultura y la cría de ganado, así como la conversión de tierras agrícolas en áreas urbanas (Fahrig, 2019).

Este proceso ha existido desde hace mucho tiempo con la expansión agrícola de la humanidad, pero se ha intensificado en la actualidad debido a nuestra ilimitada capacidad tecnológica. Como resultado, los seres humanos han alterado la mayoría de las áreas terrestres útiles en beneficio propio (Semper *et al.*, 2021). Por lo tanto, no es sorprendente que la disminución y fragmentación de los ecosistemas naturales o seminaturales en nuestro planeta, lo cual resulta en la pérdida de especies, sea reconocida como una de las amenazas más comunes y extendidas para la conservación de la biodiversidad (Miller *et al.*, 2019).

2.2.8. Evolución del paisaje fragmentado forestal

La evolución del paisaje fragmentado forestal representa un proceso de transformación en el cual una extensión territorial previamente ocupada por masas forestales se ve sometida a un proceso de fragmentación, caracterizado por la subdivisión del territorio en múltiples fragmentos de menor tamaño debido a actividades antropogénicas, tales como la deforestación, urbanización y agricultura, entre otras (Fu *et al.*, 2022). Esta dinámica conlleva significativas implicaciones en términos de biodiversidad, ecología del paisaje y sostenibilidad de los ecosistemas forestales (Schwartz *et al.*, 2019). La pérdida y reducción del hábitat, la desconexión entre los fragmentos y la alteración de la estructura del paisaje son factores determinantes que afectan la abundancia, distribución y viabilidad de las poblaciones de flora y fauna (Pérez y Siguencia, 2017).

La fragmentación forestal suele comenzar con la apertura de caminos, la expansión de la agricultura, la construcción de infraestructuras y el desarrollo urbano, lo que conlleva a la pérdida directa de áreas de bosque (Gounaridis *et al.*, 2020). A medida que estos cambios continúan, los fragmentos de bosque remanentes quedan aislados y rodeados de diferentes tipos de paisajes, como pastizales, tierras agrícolas o zonas urbanas, esto da lugar a la formación de "islas de bosque", separadas entre sí y con menor extensión que el bosque original (Navarro *et al.*, 2022).

2.2.9. Revisión histórica del tema de estudio

La deforestación de los bosques es uno de los principales factores que promueven alteraciones en la transformación del terreno en regiones de selvas tropicales, especialmente en la zona amazónica de Ecuador, esta transformación impulsa el cambio hacia actividades agrícolas o ganaderas, causando un impacto en variados recursos naturales y, en particular, en algunas funciones del suelo relacionadas con su capacidad de fertilidad (Bravo *et al.*, 2017). Por lo tanto, es esencial identificar y medir los parámetros específicos en cada entorno particular, esto permitirá registrar los cambios que ocurren en el corto y largo plazo como resultado de las prácticas de gestión que se implementan, en ecosistemas tropicales o subtropicales, que son inherentemente delicados, resulta crucial establecer y rastrear estos indicadores, lo cual brindará una comprensión más profunda del funcionamiento del sistema del suelo (Dávila *et al.*, 2019).

Los bosques amazónicos han perdido 12% de su extensión original y se proyecta que perderán entre un 9% y un 28% para 2050 (Soares-Filho *et al.*, 2020). Las consecuencias de la actual pérdida de bosques en la Amazonia se comprenden relativamente bien a nivel de ecosistema, donde incluyen la erosión del suelo, la disminución de los servicios ecosistémicos, la alteración patrones climáticos y degradación del hábitat (Davidson *et al.*, 2019). Por el contrario, se sabe poco sobre cómo la pérdida histórica de bosques ha afectado el tamaño de las poblaciones de especies de plantas y animales en la cuenca, y cómo la deforestación en curso afectará a estas poblaciones en el futuro (Spracklen *et al.*, 2018).

Como resultado, sigue siendo desconocido el estado de conservación de las más de 15.000 especies que componen la flora arbórea amazónica, una de las comunidades vegetales más diversas de la Tierra, hasta la fecha, sólo una pequeña proporción de las especies de árboles amazónicos han sido evaluadas formalmente para la Lista Roja de la (UICN) (Ter Steege *et*

al., 2019). Dos estudios anteriores intentaron estimar la amenaza de extinción de las plantas amazónicas utilizando teoría, datos y mapas de vegetación para modelar reducciones en el tamaño del área de distribución, pero no estuvieron de acuerdo sobre si la proporción de especies de plantas amenazadas en el Amazonas es baja (5 a 9%) (Feeley y Silman, 2019) o moderada (20 a 33%) (Hubbell *et al.*, 2018).

Chamorro (2019), realizó un estudio sobre el análisis multitemporal de los patrones espaciales del paisaje en los años 2001, 2007, 2013 y 2017 en un cantón de la provincia de Imbabura, empleando medidas y evaluaciones de paisaje, con la utilización del software ArcGIS para el análisis de la composición del paisaje. Sus resultados reflejaron una disminución de la superficie de bosque autóctono en un total de 3400 hectáreas a lo largo de la totalidad del período de estudio. Los índices de paisaje arrojaron datos reveladores, como la reducción de la distancia promedio hacia el cantón vecino más cercano, que se redujo de 248 m a 190 m. Este dato sugiere una reducción en la separación entre las áreas de bosque nativo, el cual es afectado por el cambio del uso de suelo para la producción de cultivos y pastizales.

Ruiz *et al.*, (2019), realizaron un estudio para examinar la transformación del uso del suelo entre 1993 y 2011 empleando imágenes satelitales en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Miropotente en Nicaragua, obteniendo como resultados que las alteraciones en el uso del suelo se debieron principalmente a actividades humanas, transformando áreas vegetales en tierras agrícolas y pastizales, debido a la expansión de la ganadería y monocultivos. El aumento poblacional y la agricultura afectaron el ecosistema forestal, cambiando áreas de conservación en campos agrícolas. Estos cambios causaron fragmentación en el paisaje, con reducción de hábitats naturales, menor tamaño de áreas fragmentadas y separación física entre ellas.

La fragmentación del paisaje y la pérdida de hábitats pueden tener consecuencias significativas para la biodiversidad local, al limitar el acceso a recursos y áreas de reproducción para diversas especies. Además, la separación física entre las áreas fragmentadas puede dificultar el flujo genético y la migración de especies, aumentando el riesgo de extinción local de poblaciones vulnerables. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas efectivas de conservación y manejo sostenible del paisaje para mitigar los impactos negativos de las actividades humanas en áreas protegidas (Ruiz *et al.*, 2029).

CAPÍTULO III

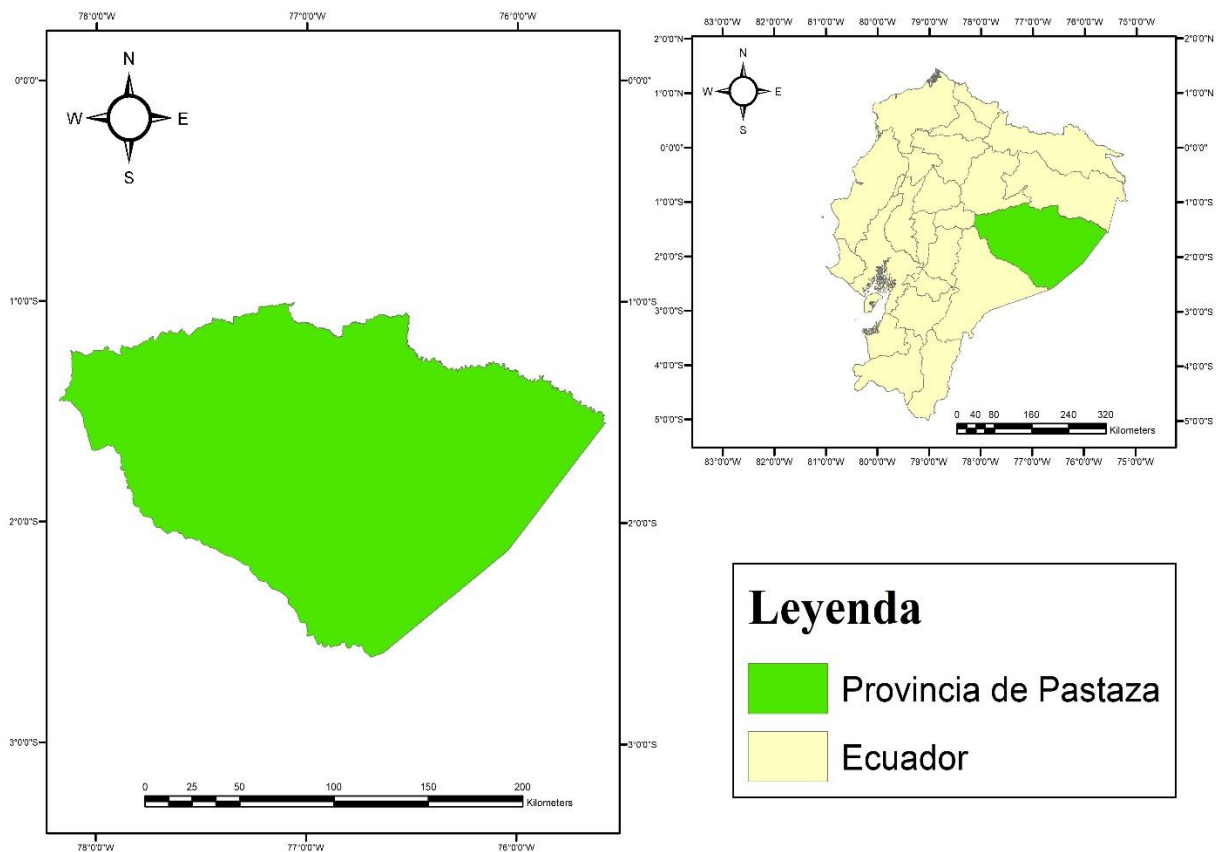
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente proyecto de investigación se realizó en la provincia de Pastaza, la cual está situada al este del territorio ecuatoriano, en la zona central de la Región Amazónica (Figura 1).

Figura 1

Mapa de ubicación de la Provincia de Pastaza



3.1.1. Características climáticas de la provincia de Pastaza.

La provincia exhibe un rango altitudinal que va desde los 173 m hasta los 1097 m sobre el nivel del mar, con una elevación media de 347 m. Con una precipitación anual promedio de 3743 mm, una temperatura media de 25°C y una humedad relativa del 93%, esta región se clasifica según la clasificación climática de Köppen como perteneciente al tipo de clima de selva tropical "Af". Esta combinación de factores climáticos caracteriza a la provincia como una zona de alta biodiversidad, con condiciones óptimas para el desarrollo de ecosistemas tropicales diversos y abundantes. (Geofolio, 2024).

3.2. Tipo de investigación

La investigación es de carácter descriptiva, ya que implica un enfoque detallado y sistemático para documentar la evolución del uso del suelo, analizar patrones geográficos de especies vegetales y evaluar el estatus de conservación en la región. Se describieron los cambios a lo largo del tiempo en estas áreas, sin enfocarse en explicaciones causales, permitiendo identificar tendencias, crear bases de datos detalladas y contextualizar la dinámica de cambio. Esta investigación proporcionará un marco comprensivo para futuros análisis y decisiones de manejo sostenible del territorio.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método de observación

Con este método, se examinaron los cambios en la provincia de Pastaza, focalizándose en la deforestación, urbanización y prácticas agrícolas intensivas. Este enfoque permitió un análisis detallado de cómo estos factores están modificando el uso del suelo en la región a lo largo del tiempo.

3.3.2. Método sintético

Este método permitió obtener una visión completa de los patrones de distribución de plantas en la provincia de Pastaza, al combinar el análisis detallado de los datos con la síntesis de la información para obtener una comprensión general. Esto facilitó la identificación de las áreas y los factores que contribuyen a los patrones de distribución y la toma de decisiones informadas sobre la conservación y el manejo de los recursos vegetales en la provincia.

3.3.3. Método deductivo

Permite un enfoque riguroso y basado en evidencias para evaluar el estatus de conservación de las especies vegetales, tendencia poblacional, la distribución geográfica y las amenazas conocidas, utilizando datos y análisis para respaldar o refutar las hipótesis planteadas.

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Primarias

En la presente investigación se utilizó una fuente primaria, la cual incluye el empleo de un

programa informático de gran relevancia para el tema, como el ArcGIS. Esta herramienta se utilizó directamente para llevar a cabo diversas etapas de la investigación, permitiendo el análisis geoespacial y la visualización de datos cruciales.

3.4.2. Secundarias

En el transcurso del estudio, se empleó una fuente secundaria con el propósito de reunir información bibliográfica, para lograr una comprensión más extensa del tema, como son artículos científicos, revistas de gran impacto e incluso tesis de posgrados.

3.5. Diseño de la investigación

Este estudio adopta un enfoque de investigación no experimental para analizar la evolución a lo largo del tiempo en el uso del suelo, la distribución de plantas y el estatus de conservación en la provincia de Pastaza. A través de esta metodología, se pretende comprender la transformación natural y antropogénica de la región sin intervenir directamente. Para analizar el cambio en el uso del suelo, se utilizó la observación y el análisis de datos secundarios para registrar las modificaciones en distintos lapsos temporales. Respecto a la distribución de las plantas, se llevó a cabo un detallado mapeo de las especies vegetales y sus cambios a lo largo del tiempo, con el propósito de encontrar posibles conexiones con las transformaciones en el uso del suelo. En términos de conservación, se evaluó la vitalidad de los ecosistemas mediante datos secundarios, prestando atención a los indicadores de degradación y disminución de biodiversidad.

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Fase 1: Análisis de la base de datos

En relación con el primer objetivo, se realizó un análisis temporal de la base de datos descargadas del portal del MAATE, que abarcó el período previamente establecido para el estudio con el propósito de detectar y cuantificar los cambios experimentados en el suelo de la provincia de Pastaza. Se realizó una exhaustiva investigación sobre las causas y consecuencias de estos cambios, enfocándose en factores determinantes como actividades antrópicas, variaciones climáticas y eventos naturales.

Para la realización del análisis, se empleó técnicas y herramientas analíticas avanzadas, tales como sistemas de información geográfica (SIG) y análisis de patrones espaciales, para

examinar minuciosamente las características y tendencias de las transformaciones del suelo a lo largo del tiempo. Los datos resultantes contribuyeron a obtener una comprensión más profunda de la dinámica del suelo en la provincia de Pastaza, lo que respaldó la toma de decisiones informadas en lo que concierne a la gestión y conservación de sus recursos naturales.

3.6.2. Fase 2: Categorización de variables

En este estudio, se realizó una detallada descripción de las coberturas presentes en la tabla de atributos de cada archivo shapefile. Para lograrlo, se empleó técnicas de análisis y categorización con el fin de clasificar las distintas coberturas de suelo en función de sus características y propiedades específicas (Tabla 1). Esta clasificación permitió la agrupación de las coberturas en categorías homogéneas, lo que facilitó un análisis más minucioso y preciso de los diversos usos del suelo presentes en la provincia de Pastaza.

Tras clasificar las coberturas del suelo, se calculó el porcentaje de cada categoría de uso en la provincia, proporcionando una representación cuantitativa y precisa de su distribución espacial. Este análisis se realizó mediante herramientas y técnicas de sistemas de información geográfica (SIG), asegurando resultados confiables. La información obtenida permitió comprender mejor la estructura y patrones del uso del suelo en la provincia de Pastaza, respaldando una planificación territorial más efectiva y decisiones informadas para la gestión de recursos naturales y el desarrollo sostenible regional.

Tabla 1

Categorías obtenidas de los archivos shapefile de la provincia de Pastaza.

Categorías
1. Bosque.
2. Cuerpo de agua.
3. Otras tierras.
4. Tierra agropecuaria.
5. Vegetación arbustiva y herbácea.
6. Zona antrópica.

Fuente: MAATE (2023).

3.6.3. Patrones de distribución de especies forestales

Con respecto al segundo objetivo, se llevó a cabo una minuciosa investigación mediante la consulta exhaustiva de registros alojados en diversas bases de datos de biodiversidad a nivel mundial. Estas bases de datos incluyen el Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Integrated Digitized Biocollections (iDigBio), el sistema de distribución de información que integra datos primarios de colecciones científicas SpeciesLink y el Botanical Information and Ecology Network (BIEN). Además, se realizó indagaciones en bases de datos específicas de Ecuador, tales como BIOWEB y el programa Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad de Ecuador (SIMBIO).

3.6.4. Categorías de conservación de la UICN para las especies forestales

Para abordar el último objetivo de la investigación, se empleó el nombre científico de las especies sometidas al análisis para llevar a cabo una consulta mediante la función "iucn_summary" del paquete taxize. A través de esta función, se realizó una evaluación del estado actual de conservación de cada especie forestal, siguiendo los criterios definidos por la IUCN. La consulta arrojó información detallada acerca de la categoría de conservación a la que pertenece cada especie, como No evaluado (NE), Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT), En peligro (EN), Datos insuficientes (DD), En peligro crítico (CR), Extinta de la naturaleza (EW) y Viva en laboratorio (LV).

Mediante este proceso, fue posible llevar a cabo una evaluación rigurosa del estado de conservación de las especies seleccionadas, lo que permitió tomar decisiones informadas y fundamentadas en la protección y manejo adecuado de la biodiversidad forestal. La información obtenida a través de la consulta con la función "iucn_summary" fue valiosa para establecer prioridades en las medidas de conservación y manejo de recursos naturales, enfocando los esfuerzos en las especies que enfrentan mayores riesgos de extinción y requieren una atención especial en términos de protección y preservación.

3.7. Tratamiento de datos

Para llevar a cabo el procesamiento de los datos, se realizó un análisis de los archivos shapefile correspondientes a la provincia de Pastaza en cada uno de los años establecidos previamente. Además, se utilizó capas en formato shapefile con escala 1:100.000 las cuales proporcionan una herramienta esencial para evaluar los cambios en el uso del suelo a lo largo

de un periodo de 3 décadas, donde se usaron dos capas de los años 1990 a 2022. Estas capas, con información geoespacial detallada, permiten mapear y comparar el desarrollo de la urbanización, deforestación y otros cambios en el paisaje, para ello se utilizaron programas informáticos como, Microsoft Word Office 19, Microsoft Word Office 19 y ArcGIS.

El uso de tecnologías geoespaciales como ArcGIS facilita la visualización y análisis de datos espaciales, permitiendo identificar patrones y tendencias en los cambios del uso del suelo con precisión y detalle. Este enfoque integrado de análisis espacial y herramientas informáticas especializadas proporciona una base sólida para la toma de decisiones en la gestión ambiental y el ordenamiento territorial, contribuyendo así a un manejo más eficiente y sostenible de los recursos naturales en la provincia de Pastaza y áreas circundantes.

3.8. Recurso humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Ing. Robinson J. Herrera-Feijoo, MSc.

Bryan Michael Moran Loor.

3.8.2. Materiales de oficina

- Hojas blancas.
- Libros.
- Artículos científicos.

3.8.3. Equipos de oficina

- Dispositivo de almacenamiento de información.
- Computadora personal.
- Impresora.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

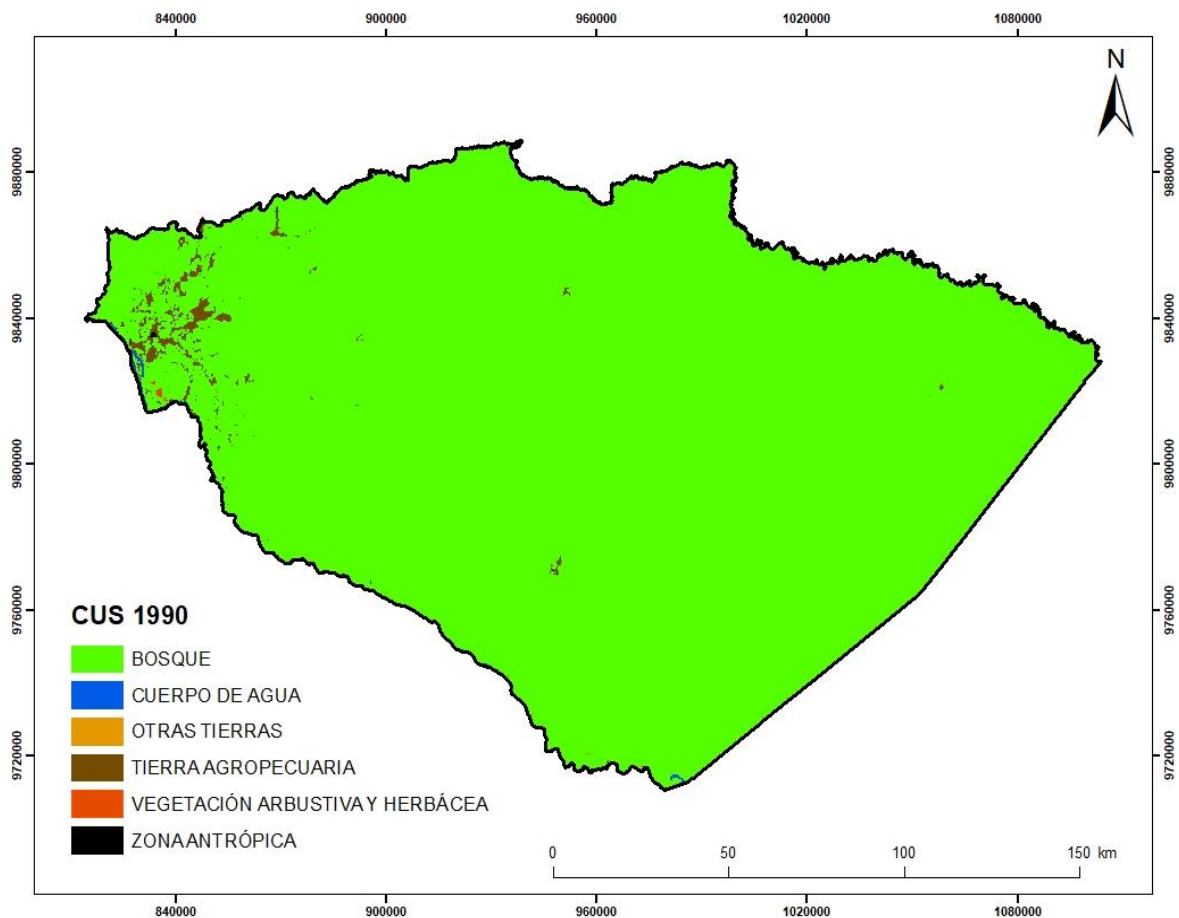
4.1. Resultados

4.1.1. Cambio de uso de suelo (CUS) en el año 1990

En la figura 2 se muestra como está compuesto el CUS del año previamente indicado, en el cual, el paisaje se compone de bosques que cubren el 96,82% del territorio, abarcando una extensión de 2'868630,90 ha, estos bosques albergan una biodiversidad única. Por otra parte, los cuerpos de agua, como ríos y lagos, ocupan el 0,98% con 28958,02 ha, para tierras agropecuarias representa el 2,06% con 61157,49 ha, evidenciando la coexistencia entre la actividad humana y la naturaleza, en cambio otras tierras, vegetación arbustiva y herbácea, y zonas antrópicas, aunque más pequeñas en extensión, las cuales presentan los siguientes datos, con el 0,01% y una extensión 419,79 ha, para el caso de otras tierras, para vegetación arbustiva con un 0,10% y un extensión de 3006,66 ha, y por ultimo zona antrópica en un 0,02% con una extensión de 641,88 ha.

Figura 2

Cambio de uso de suelo en el año 1990 en la provincia de Pastaza.

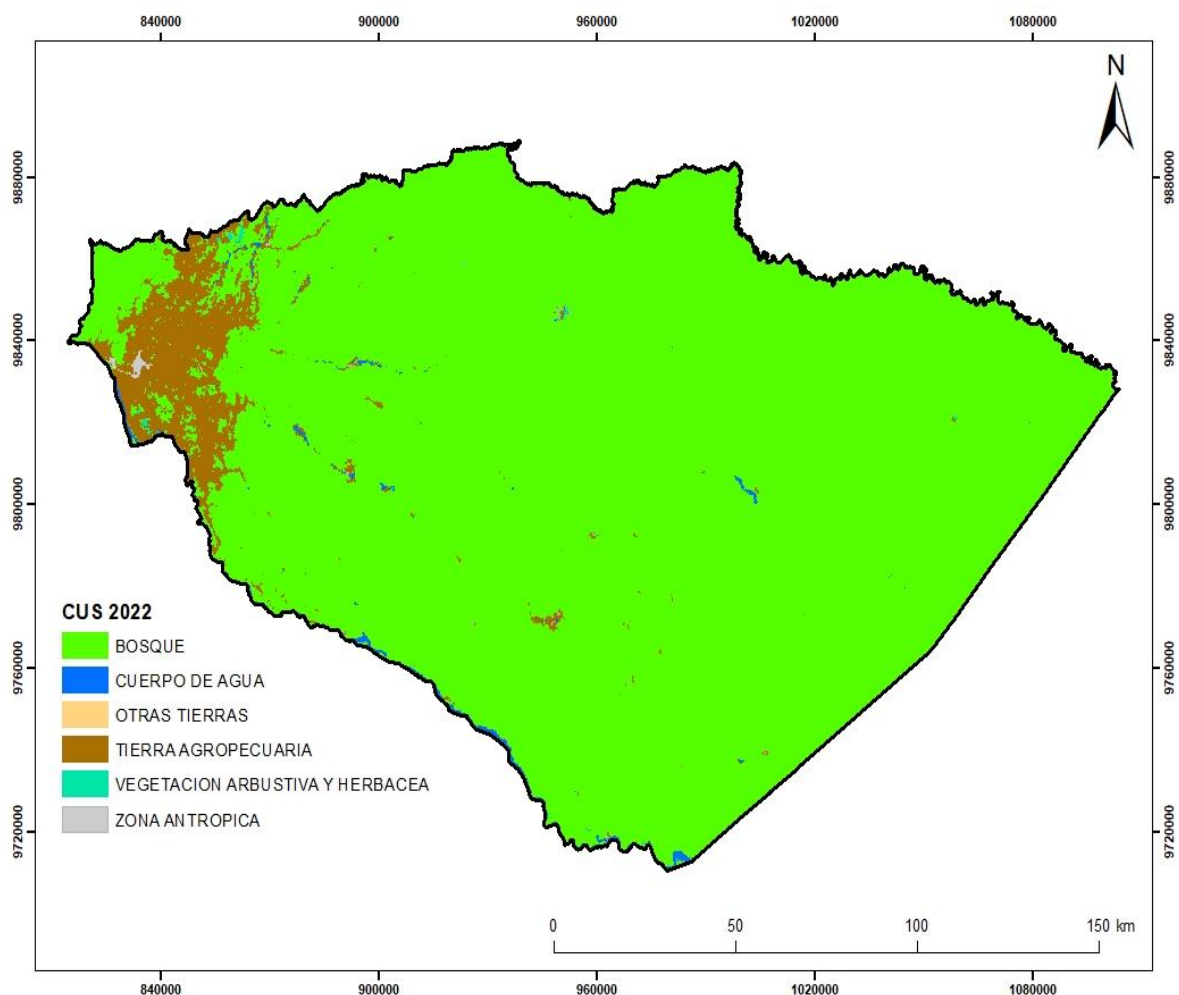


4.1.2. Cambio de uso de suelo (CUS) en el año 2022

La figura 3 muestra como en la provincia de Pastaza el porcentaje de bosque disminuyó un poco en comparación del año 1990, con un 93,42% y una extensión de 2'767854,80 ha, en el caso de cuerpos de agua con un 1,16% y una extensión de 34448,34 ha, para otras tierras hubo una similitud en porcentaje del 0,01% con una extensión de 202,79 ha, posteriormente tierras agropecuarias representan el 5,05% con 149654,73 ha, para vegetación arbustiva y herbácea el promedio fue del 0,14% con extensión de 4174,82 ha, y como último esta la zona antrópica con 0,22% y 6479,24 ha. Este análisis detallado de la cobertura del suelo en la provincia de Pastaza evidencia tanto los cambios como las tendencias en el uso de la tierra a lo largo del tiempo, proporcionando información clave para la planificación y gestión ambiental en la región.

Figura 3

Cambio de uso de suelo en el año 2022 en la provincia de Pastaza.



4.1.3. Comparación entre ambos periodos

En 1990, los bosques cubrían el 96,82%, disminuyendo al 93,42% en 2022, en el caso de tierras agropecuarias, las áreas aumentaron del 2,06% en 1990 al 5,05% en 2022, sin embargo, los cuerpos de agua pasaron del 0,98% en 1990 al 1,16% en 2022, así mismo, otras tierras se mantuvieron estables en 0,01% en ambas épocas. Por otro lado, la vegetación arbustiva y herbácea aumentó de 0,10% en 1990 a 0,14% en 2022, y por último las zonas antrópicas crecieron de 0,02% en 1990 al 0,22% en 2022, indicando mayor intervención humana en el paisaje provincial. Estos cambios reflejan la compleja interacción entre factores naturales y actividades humanas en la evolución del paisaje (Tabla 2).

Tabla 2

Comparación del cambio y uso del suelo entre ambos periodos

AÑOS	1990		2022		
Cobertura	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Diferencia
Bosque	2'868630,90	96,82	2'767854,80	93,42	-3,40
Cuerpo de Agua	28958,02	0,98	34448,34	1,16	+0,19
Otras Tierras	419,79	0,01	202,79	0,01	0,0
Tierra Agropecuaria	61157,49	2,06	149654,73	5,05	+2,99
Vegetación Arbustiva y Herbácea	3006,66	0,10	4174,82	0,14	+0,04
Zona Antrópica	641,88	0,02	6479,24	0,22	+0,20
	2'962814,76	100	2'962.814,75	100	

Fuente: MAATE (2022).

Elaborado: Autor.

4.1.4. Patrones de colecta

En Pastaza, hay 17230 registros de plantas reportadas, pero solo 6031 especies identificadas. La diferencia sugiere la posible existencia de especies no documentadas o una observación frecuente de algunas especies. Este fenómeno subraya la necesidad de realizar estudios más exhaustivos y muestreos detallados para comprender mejor la diversidad vegetal en la región y tomar medidas adecuadas para su conservación y estudio (Tabla 3).

Tabla 3*Número de registros y especies identificadas*

Numero de registros	17230
Número de especies	3965

4.1.5. Distribución por cantones

La provincia de Pastaza está compuesta por 4 cantones, en la cual el cantón Pastaza destaca con un total de 10017 registros que documentan la presencia de 2977 especies (tabla 4 y figura 4), en el caso del cantón Arajuno presenta un total de 4123 registros y una cantidad de 1676 especies (figura 5), para el caso del cantón Mera, aunque con menos registros, muestra un total de 2839 y una cantidad de 1183 especies (figura 6), y por último el cantón Santa Clara, con un número limitado de 251 registros y una cantidad de 195 especies (figura 7). Estos registros pueden deberse a factores como la diversidad de hábitats presentes en cada área, la intensidad de la exploración científica realizada en ellas y la extensión territorial que influye en la accesibilidad y el estudio de la biodiversidad, áreas con mayor extensión y diversidad de hábitats suelen presentar una mayor cantidad de registros y especies documentadas debido a su mayor riqueza biológica.

Tabla 4*Número de registros y especies para cada cantón*

Cantón	Número de Registros	Número de Especies
Arajuno	4123	1676
Mera	2839	1183
Pastaza	10017	2977
Santa Clara	251	195
Total	17230	6031

Figura 4

Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Pastaza

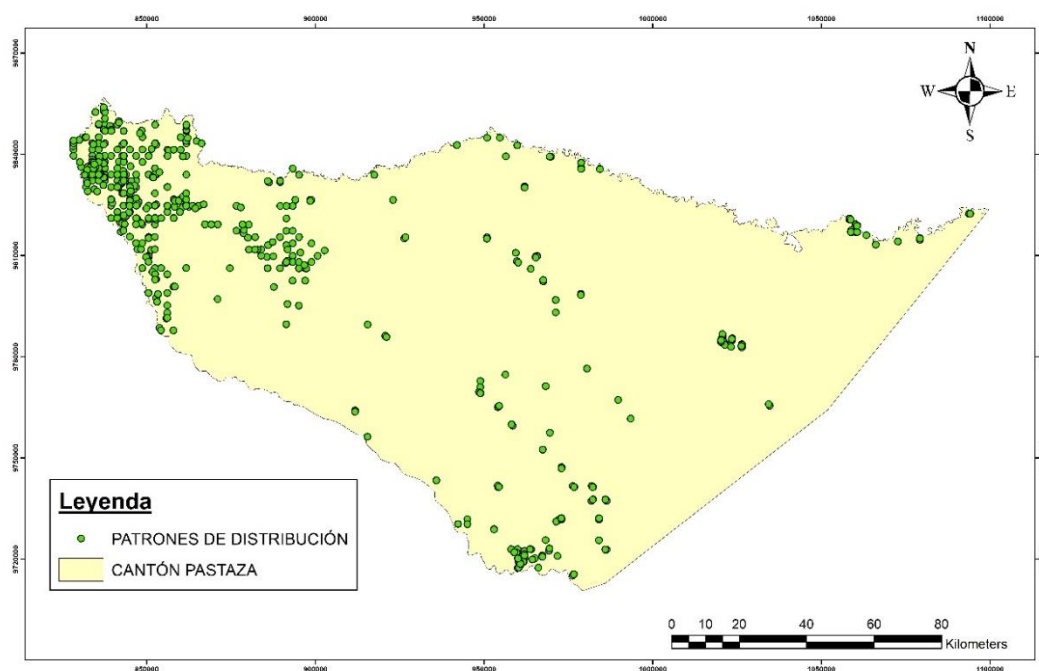


Figura 5

Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Araujo.

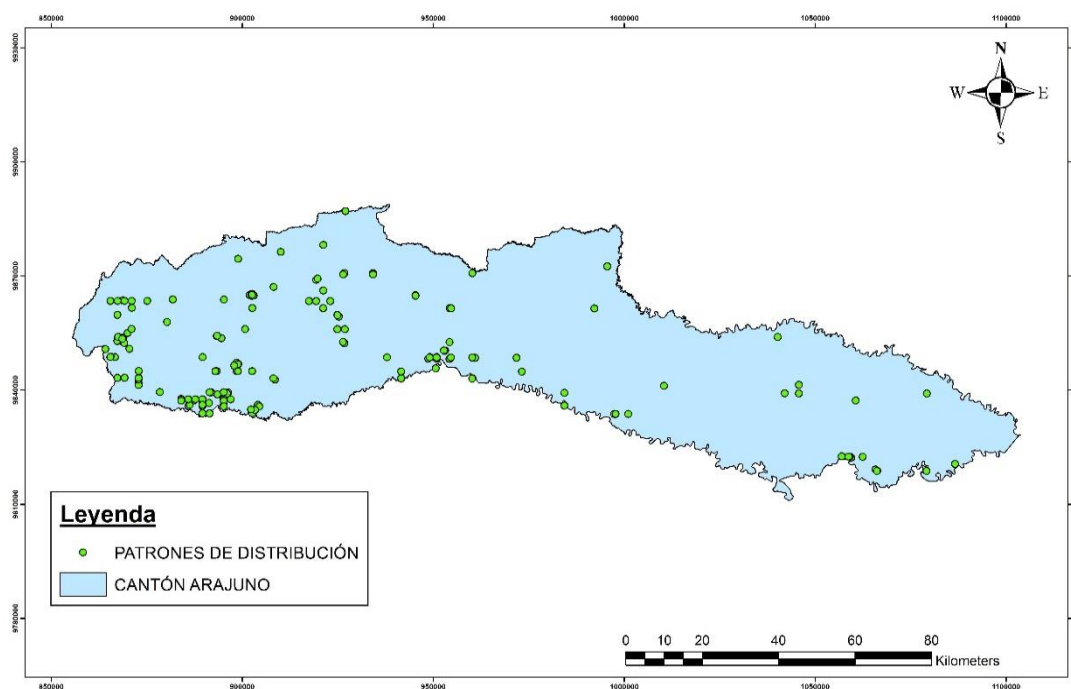


Figura 6

Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Mera.

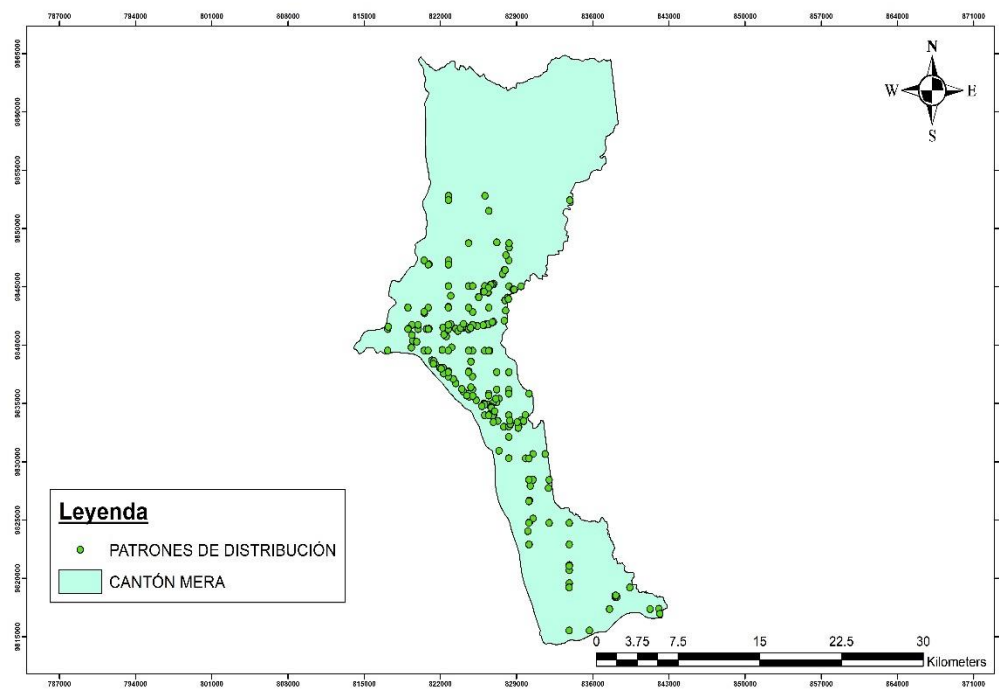
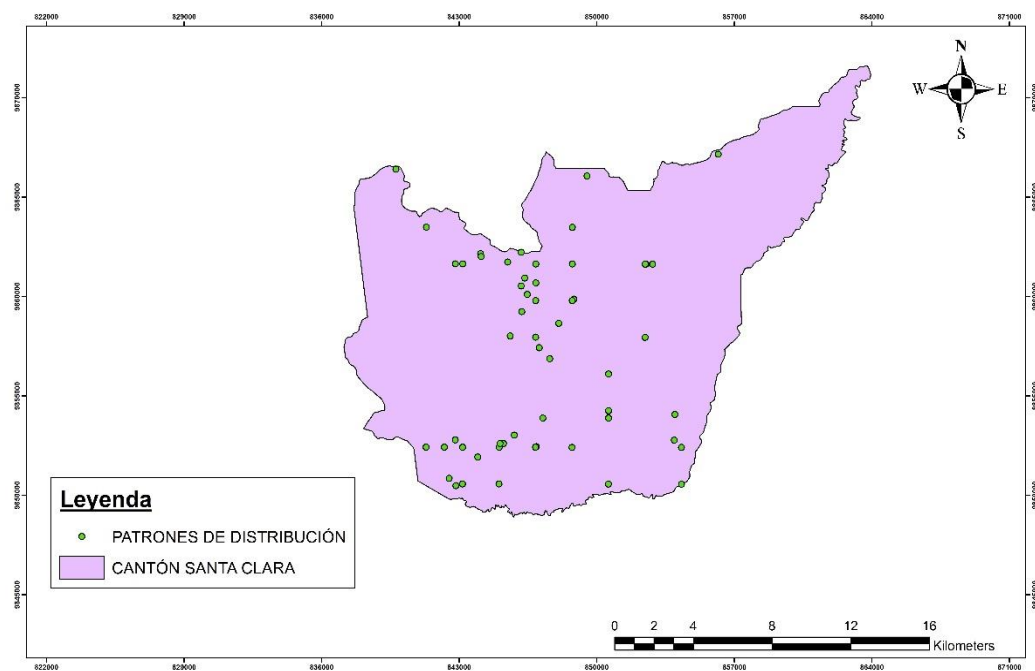


Figura 7

Distribución de la cantidad de especies documentadas en el cantón Santa Clara.

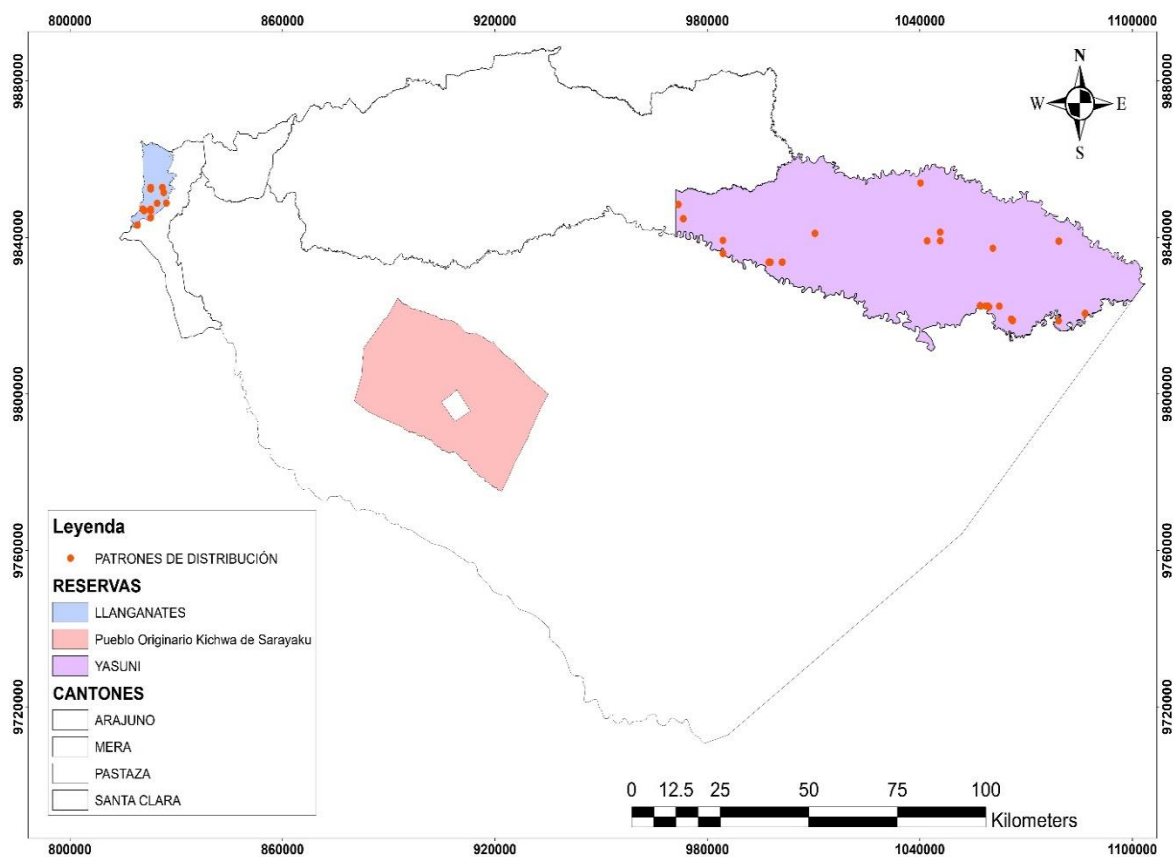


4.1.6. Cobertura sobre el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)

La evaluación de los datos recientes revela disparidades notables en la actividad de observación y la diversidad biológica entre el Parque Nacional Llanganates y el Parque Nacional Yasuní, dos áreas protegidas de gran importancia en Ecuador. El Parque Nacional Llanganates, presentó un total de 93 registros y 78 especies identificadas, a diferencia del Parque Nacional Yasuní con 459 registros y 332 especies, como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Registros dentro del SNAP de la provincia de Pastaza.



4.1.7. Categorías de conservación de la UICN

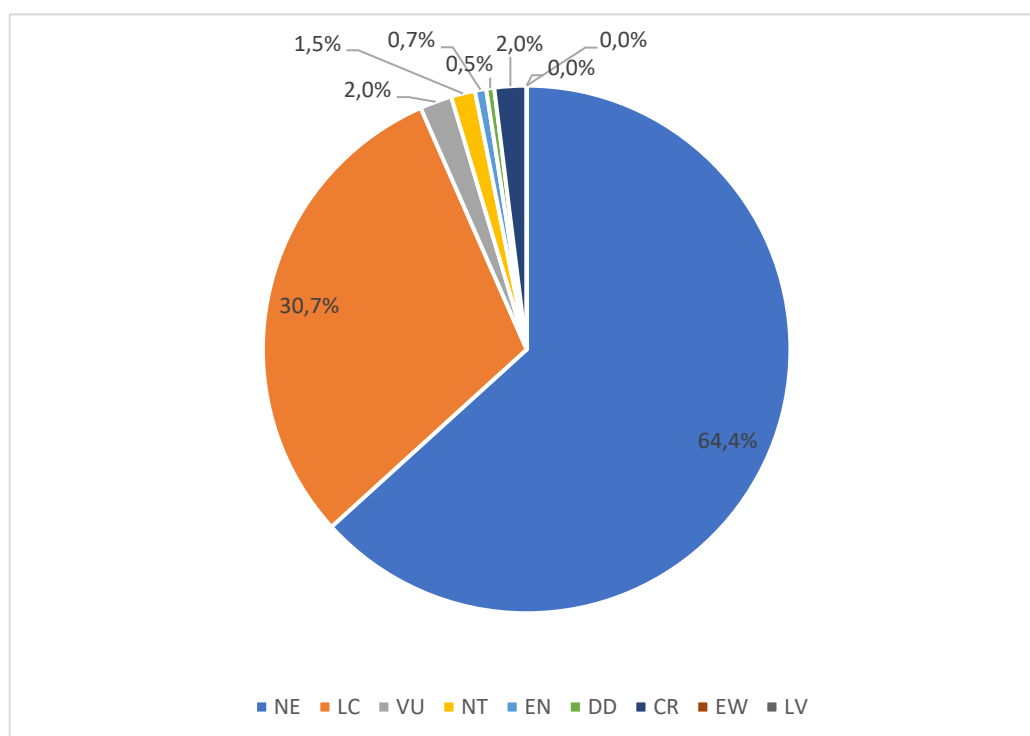
La figura 9 proporciona una visión general de las actuales categorías de conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) asignadas a los 3965 taxones de plantas analizados. En términos generales, 1216 especies (30,67%) se encuentran categorizadas como LC, así mismo, 81 especies (2,04%) se encuentran clasificadas como VU, por lo tanto 59 especies (1,49%) se categorizan como NT. Por otra parte, 18 especies (0,45%) están dentro de la categoría de DD, no obstante, se identificaron 28 especies (0,71%)

las cuales se encuentran categorizadas como EN. De igual manera, 6 especies (0,15%) se encuentran clasificadas como CR, siendo *Monopyle paniculata*, *Ayenia klugii*, *Guzmania striata*, *Miconia ecuadorensis*, *Piper eustylum* y *Simira standleyi*.

Mientras tanto las categorías identificadas como EW y LV, ambas con 1 especie (0,03%), pertenecieron a *Brugmansia suaveolens* y *Sciodaphyllum sprucei*. Finalmente, es importante señalar que una porción sustancial de las especies evaluadas, 2555 en total (64,44%), actualmente no están consideradas en la base de datos de la UICN. Como resultado, no entran en ninguna de las categorías de conservación actuales. Esto resalta la necesidad de realizar más estudios y evaluaciones para determinar el estado de conservación de estas especies no evaluadas y asegurar que se tomen las medidas adecuadas para su protección y conservación. Además, subraya la importancia de mantener actualizada la base de datos de la IUCN para reflejar con precisión el estado de la biodiversidad global y orientar las estrategias de conservación eficaces.

Figura 9

Porcentaje de especies y categorías de conservación establecidas por la UICN.



Nota: Número de especies y categorías de conservación de la UICN. Categorías: NE = No evaluado, LC = Preocupación menor, VU = Vulnerable, NT = Casi amenazada, EN = En peligro, DD = Datos insuficientes, CR = En peligro crítico, EW = Extinta en la naturaleza y LV = Viva en laboratorio.

4.2. Discusión

4.2.1. Cambios de uso de suelo

En las últimas décadas se ha evidenciado un cambio en el uso de suelo en las provincias de la Amazonia ecuatoriana, esto asociado principalmente con la expansión de actividades agropecuarias y extractivas (Heredia *et al.*, 2021). Este fenómeno ha generado preocupaciones significativas en términos de pérdida de biodiversidad, deforestación y alteración de ecosistemas clave (Noh *et al.*, 2022). Por esta razón en esta investigación se tuvo como primer objetivo analizar y cuantificar los cambios en el uso del suelo en la provincia de Pastaza en las últimas 3 décadas. En este sentido entre los principales hallazgos se evidenció una disminución promedio del 3,40% en la cobertura forestal, y un incremento del 2,99% en tierras destinadas a la agricultura y ganadería durante el período comprendido entre 1990 y 2022. En este contraste patrones similares han sido reportados por López *et al.*, (2021) en Zamora Chinchipe los cuales indican una disminución promedio del 4,92% en la cobertura forestal y un crecimiento promedio del 5,02% en la cobertura de tierras agropecuarias entre 1990 y 2018.

Por otra parte, Lopez (2022) sugiere que el aumento de la agricultura y la ganadería en la región amazónica se debe a la creciente demanda de alimentos y productos ganaderos, así como a la expansión de la frontera agrícola en busca de nuevas áreas de producción, lo cual ha llevado consigo una significativa reducción de la cobertura vegetal.

4.2.2. Patrones de colecta y cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas

La región amazónica es conocida por su excepcional biodiversidad, particularmente en términos de especies de plantas leñosas (Guevara *et al.*, 2019). Por este motivo, este estudio tuvo como objetivo identificar los patrones de distribución de plantas en la provincia de Pastaza, pudiéndose identificar que la provincia posee 17230 registros de plantas reportadas y 6031 especies identificadas. En un estudio similar realizado por López-Tobar *et al.*, (2023), en la región amazónica, los datos analizados contaron con 12992 registros de ocurrencia para 214 taxones, en el cual se pudo notar que existe un gran cantidad de especies que todavía no son documentadas. Además, el conocimiento geográfico de la distribución de las especies en las regiones tropicales a menudo sigue siendo limitado o ausente, debido a sesgos de muestreo. Estos hallazgos se alienan con investigaciones anteriores, como la de Hughes *et al.*, (2021) y Enquist *et al.*, (2019), donde señalan que existen limitaciones en los esfuerzos

de muestreo en términos de plantas.

Respecto al SNAP, el Ecuador destaca por ser un país mega diverso en términos de áreas protegidas, esto debido a su ubicación geográfica estratégica, la cual alberga una variedad de ecosistemas únicos y una amplia diversidad de especies. En la actualidad, Ecuador cuenta con cuatro programas de conservación, SNAP, BVP, PFE y PSB, los cuales garantizan una protección que abarca el 52,4% del territorio en la Reserva de la Biósfera de la Amazonía Ecuatoriana (MAATE, 2024). En relación a los hallazgos de esta investigación, se pudo observar que el 10% de las especies analizadas se encuentran dentro de áreas protegidas. Un estudio similar realizado por López-Tobar *et al.*, (2023), sugieren que el 24,5% se encuentran dentro de estas mismas reservas.

4.2.3. Categorías de conservación de la UICN

A nivel mundial se estima que entre el 36% y el 57% de los árboles en la región amazónica podría encontrarse bajo amenaza en base a los criterios de UICN (Ter Steege *et al.*, 2019). Considerando esta alarmante situación, como tercer objetivo la presente investigación evaluó el estado de conservación de las plantas presentes en la provincia de Pastaza. En este sentido, entre los principales hallazgos, se pudo observar que gran parte de las especies estudiadas eran de LC (30,67%); esto concordó con lo mencionado por López-Tobar *et al.*, (2023), quienes obtuvieron como resultado un valor de 66,4% en la categoría de LC, esto se debe a que algunas especies han demostrado tener poblaciones estables y no enfrentan amenazas significativas en un corto plazo. Por otro lado, en un estudio realizado por Brummitt *et al.*, (2019), informaron que aproximadamente el 65% de las especies de plantas a nivel mundial probablemente serían de Preocupación Menor.

Un hallazgo relevante en esta investigación fue que el 64,44% (2.555 spp) de las especies maderables analizadas no son evaluadas por la UICN. Según la evaluación global del estado de amenaza de las plantas realizada por Brummitt *et al.*, (2019), hasta 115.29 especies de plantas están actualmente catalogadas como NE. Por otro lado, en relación con la región Amazónica, esta ausencia de evaluaciones también fue observada por López-Tobar *et al.*, (2023), quienes señalaron que el 28% de las especies arbóreas están catalogadas como NE. Así mismo, para Guevara *et al.*, (2019), el 89% de las especies de árboles de tierras bajas en la Región Amazónica Ecuatoriana (EAR) están actualmente catalogadas como NE. Este panorama resalta la urgencia de investigaciones adicionales y evaluaciones exhaustivas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Respecto al primer objetivo de investigación, la evolución del Cambio de Uso del Suelo (CUS) en la provincia de Pastaza, entre 1990 y 2022, revela cambios notables, destacando la interacción compleja entre factores naturales y actividades humanas. La disminución del bosque y el aumento de áreas agropecuarias reflejan transformaciones económicas y presiones antropogénicas. La expansión de zonas antrópicas y vegetación arbustiva señala un mayor desarrollo urbano e infraestructural, posiblemente impulsado por cambios demográficos. Las variaciones en cuerpos de agua podrían relacionarse con prácticas de gestión hídrica o alteraciones en los patrones hidrológicos debido a actividades humanas. Estos cambios resaltan la necesidad de estrategias de planificación territorial y gestión sostenible para equilibrar el desarrollo humano con la conservación ambiental y la biodiversidad.
- En relación al segundo objetivo, los hallazgos muestran que hay una diferencia notable entre los 17230 registros y las 6031 especies identificadas, lo que sugiere la posible existencia de especies no documentadas o una observación frecuente de algunas de ellas. Esto destaca la necesidad de investigaciones adicionales para comprender completamente la diversidad biológica en la región.
- Finalmente, lo que concierne al tercer objetivo, el análisis de las categorías de conservación revela que existe una gran cantidad de especies que se encuentran en categorías de menor impacto, pero también muestra la presencia de especies en categorías más preocupantes, como EN y CR, lo que indica que enfrentan amenazas significativas, ya sea debido a factores ambientales, actividad humana o ambos. Por otro lado, la presencia de especies clasificadas como NE sugiere limitaciones en la disponibilidad de datos o la falta de evaluaciones específicas para muchas especies, lo que resalta la necesidad de realizar más investigaciones y evaluaciones detalladas para comprender mejor el estado de conservación y su diversidad.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de estrategias integrales de gestión sostenible en la provincia de Pastaza, con el objetivo de contrarrestar los cambios significativos en el Uso del Suelo (CUS). Estas estrategias incluyen la conservación y restauración de bosques para preservar la biodiversidad única, el manejo responsable de tierras agropecuarias con prácticas sostenibles, medidas de gestión sostenible del agua para proteger cuerpos de agua y garantizar recursos hídricos, el fomento de áreas verdes urbanas para mitigar la expansión de zonas antrópicas, y programas de educación ambiental junto con la participación comunitaria activa.
- En relación a la diferencia de registros y especies, se recomienda realizar investigaciones adicionales con el objetivo de esclarecer la presencia de posibles especies no documentadas o la frecuente observación de algunas de ellas. Esta diferencia resalta la importancia de realizar estudios más exhaustivos y específicos que aborden las posibles omisiones en la identificación de la biodiversidad regional, contribuyendo así a una comprensión más completa y precisa de la diversidad biológica en el área. En el caso del SNAP es necesario de un análisis detallado para comprender mejor los factores que influyen en la variabilidad de la biodiversidad en estas áreas protegidas.
- Considerando las categorías de conservación de la UICN asignadas a los taxones de plantas analizados, se sugiere enfocar las estrategias de conservación en las especies que presentan mayores riesgos, como aquellas clasificadas como NT, EN y especialmente las CR. Priorizar la obtención de datos adicionales para las especies NE y aquellas con DD, también resulta fundamental para una gestión integral y sostenible de la diversidad biológica. Estas acciones contribuirán a fortalecer las medidas de conservación y a garantizar la preservación de especies en situación más delicada.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Abad-Auquilla, K. (2020). El cambio de uso del suelo y la utilidad del paisaje periurbano de la cuenca del río Guayllabamba en Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales* 54 (2): 68–91.
- Aguilar, R., Cristóbal-Pérez, E., Balvino-Olvera, F., de Jesús Aguilar-Aguilar, M., Aguirre-Acosta, N., Ashworth, L., Lobo, J., Martén-Rodríguez, S., Fuchs, E., and Sanchez-Montoya, G. (2019). Habitat fragmentation reduces plant progeny quality: a global synthesis. *Ecology Letters* 22 (7): 1163–1173.
- Aparicio, S. (2018). Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015. Año Internacional de los Suelos (AIS2015). *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra* 23 (3): 330.
- Bernal, J., Cuenca, L. y Ortega, Y. (2020). Producción ganadera: la deforestación y degradación del suelo, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas* 8 (1): 77–82.
- Binkley, D., and Fisher, R. (2019). *Ecology and management of forest soils*. Wiley-Blackwell. Arizona, United States. 440 p.
- Brummitt, N., Bachman, S., Griffiths-Lee, J., Lutz, M., Moat, J., Farjon, A., Donaldson, J., Hilton-Taylor, C., Meagher, T., and Albuquerque, S. (2019). Green plants in the red: A baseline global assessment for the IUCN sampled Red List Index for plants. *PloS One* 10 (8): 1–22.
- Blackmore, I., Iannotti, L., Rivera, C., Waters, W., and Lesorogol, C. (2021). Land degradation and the link to increased livelihood vulnerabilities among indigenous populations in the Andes of Ecuador. *Land Use Policy*. 107 p.
- Bravo, C., Ramírez, A., Marín, H., Torres, B., Alemán, R., Torres, R., Navarrete, H., and Changoluisa, D. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria* 18 (11): 1–16.
- Castro, M., Sierra, O. Calva, J. Camacho y López, F. (2019). Zonas de Procesos Homogéneos de Deforestación del Ecuador. Factores promotores y tendencias al 2020. Programa GESOREN-GIZ y Ministerio de Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador. 173

p.

- Chamba, L., Rojas, A., Muñoz, J., y Aguirre, Z. (2022). Estructura poblacional y estado de la regeneración de tres especies forestales en los bosques andinos del sur de Ecuador: caso de estudio Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.” *Bosques Latitud Cero* 12 (1): 1–14.
- Chamorro, D. (2019). Análisis multitemporal de los patrones espaciales del paisaje en el cantón Pimampiro, provincia de Imbabura. Tesis para Ingeniería en Recursos Naturales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 111 p.
- Corlett, R. (2018). Plant diversity in a changing world: status, trends, and conservation needs. *Plant Diversity* 38 (1): 10–16.
- Davidson, E., de Araújo, A., Artaxo, P., Balch, J., Brown, I., Bustamante, M., Coe, M., DeFries, R., Keller, M., and Longo, M. (2019). The Amazon basin in transition. *Nature* 481 (7381): 321–328.
- Dávila, M., Mora, A., Marquez, O., Lugo, L., y Peña, C. (2019). Evaluación de dos sistemas silvopastoriles mediante indicadores de calidad de suelo. El vigía, estado Mérida. *Revista Agricultura Andina* 17 (09): 19–32.
- Delgado, A., Cedeño, E., Morales, D., y García, A. (2023). Incidencia del cambio de Uso de Suelo en el Paisaje Urbano fluvial de Portoviejo. *RevistArquis* 12 (1): 45–75.
- Espinosa-Landázuri, P., y Mancera-Rodríguez, N. (2018). La Iniciativa Yasuní-ITT: mecanismo alternativo para la mitigación del cambio climático. *Luna Azul* 40 (1): 260–276.
- Enquist, B., Feng, X., Boyle, B., Maitner, B., Newman, E., Jørgensen, P., Roehrdanz, P., Thiers, B., Burger, J., and Corlett, R. (2019). The commonness of rarity: Global and future distribution of rarity across land plants. *Science Advances* 5 (11): 1–13.
- Fahrig, L. (2019). Habitat fragmentation: A long and tangled tale. *Global Ecology and Biogeography* 28 (1): 33–41.
- Feeley, K., and Silman, M. (2009). Extinction risks of Amazonian plant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (30): 12382–12387.

- Forino, G., Ciccarelli, S., Bonamici, S., Perini, L., and Salvati, L. (2018). Developmental policies, long-term land-use changes and the way towards soil degradation: Evidence from Southern Italy. *Scottish Geographical Journal* 131 (2): 123–140.
- Fu, F., Deng, S., Wu, D., Liu, W., and Bai, Z. (2022). Research on the spatiotemporal evolution of land use landscape pattern in a county area based on CA-Markov model. *Sustainable Cities and Society* 80 (1): 354–360.
- Garciglia, R. (2018). Deforestación. *Saber Más: Revista de Divulgación de La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo* 14 (2): 31–32.
- González, M., y Rodríguez, M. (2018). Aplicaciones de la teledetección en degradación de suelos. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles* 61 (1): 285–308.
- Gounaridis, D., Newell, J., and Goodspeed, R. (2020). The impact of urban sprawl on forest landscapes in Southeast Michigan, 1985–2015. *Landscape Ecology* 35 (1): 1975–1993.
- Gudynas, E. (2017). El postdesarrollo como crítica y el Buen Vivir como alternativa. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad de México, México. 95 p.
- Guevara, J., Pitman, N., Ulloa, C., Romoleroux, K., Fernández-Fernández, D., Ceron, C., Palacios, W., Neill, D., Oleas, N., and Altamirano, P. (2019). Trees of Amazonian Ecuador: a taxonomically verified species list with data on abundance and distribution. *Ecological Society of America* 100 (12): 1–10.
- Guevara, J., Mogollón, H., Pitman, N., Cerón, C., Palacios, W., and Neill, D. (2017). A Floristic Assessment of Ecuador's Amazon Tree Flora. *Forest Structure, Function and Dynamics in Western Amazonia. Journal of plant ecology* 10 (2): 27–52.
- Geogolio. (2024). Datos medioambientales del mundo. En línea. Consultado el 08 de mayo de 2024. Disponible en <https://geofolio.org/>.
- Hansson, L., Fahrig, L., and Merriam, G. (2018). Mosaic landscapes and ecological processes. Springer Science and Business Media. United kingdom. 355 p.
- Heredia, R., Cayambe, J., Schorsch, C., Toulkeridis, T., Barreto, D., Poma, P., and Villegas, G. (2021). Multitemporal analysis as a non-invasive technology indicates a rapid

- change in land use in the Amazon: the case of the ITT Oil block. *Environments* 8 (12): 139.
- Hubbell, S., He, F., Condit, R., Borda-de-Água, L., Kellner, J., and Ter Steege, H. (2018). How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct?. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (1): 11498–11504.
- Hughes, A., Orr, M., Ma, K., Costello, M., Waller, J., Provoost, P., Yang, Q., Zhu, C., and Qiao, H. (2021). Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography* 44 (9): 1259–1269.
- Ipinza, R., Barros, S., De la Maza, C., Jofré, P., y González, J. (2021). Bosques y Biodiversidad. *Ciencia e Investigación Forestal* 27 (1): 101–132.
- INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos. En línea. Consultado el 19 de junio de 2023. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>.
- Jumbo, E., Avila, A., Herrera, R., Chicaiza, Á., Morocho, M., y Chicaiza, C. (2021). Evaluación de la biodiversidad, amenazas y estatus de conservación de la flora y fauna del Bosque Petrificado Puyango. *Green World Journal* 10 (2): 2–6.
- Kangas, J., and Ollikainen, M. (2022). A PES scheme promoting forest biodiversity and carbon sequestration. *Forest Policy and Economics* 136 (10): 1–12.
- Lehmann, J., Bossio, D., Kögel-Knabner, I., and Rillig, M. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth and Environment* 1 (10): 544–553.
- Leonard, I., Andino, M., Vargas, J., Uvidia, H., Verdecia, D., y Ramírez, J. (2017). Inventario de la sucesión vegetal secundaria en la provincia Pastaza, Ecuador. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 16 (11): 1–8.
- López-Tobar, R., Herrera-Feijoo, R., Mateo, R., García-Robredo, F., and Torres, B. (2023). Botanical Collection Patterns and Conservation Categories of the Most Traded Timber Species from the Ecuadorian Amazon: The Role of Protected Areas. *Plants* 12 (18): 3327.
- Liu, X., Yuan, Q., and Ni, J. (2019). Research advances in modelling plant species distribution in China. *Chinese Journal of Plant Ecology* 43 (4): 273–283.

- López, S., López-Sandoval, M., Gerique, A., and Salazar, J. (2020). Landscape change in Southern Ecuador: An indicator-based and multi-temporal evaluation of land use and land cover in a mixed-use protected area. *Ecological Indicators* 115 (2): 2–15.
- López, C., Paqui, N., y Villa, A. (2021). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Zamora Chinchipe. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico-Profesional* 6 (11): 1228–1241.
- Lopez, S. (2022). Deforestation, forest degradation, and land use dynamics in the Northeastern Ecuadorian Amazon. *Applied Geography* 145 (10): 1–20.
- Marapi, R. (2019). La deforestación de los bosques: un proceso indetenible. *La Revista Agraria* 157 (1): 6–7.
- Marselle, M., Lindley, S., Cook, P., and Bonn, A. (2021). Biodiversity and health in the urban environment. *Current Environmental Health Reports* 8 (2): 146–156.
- Mejía, V., Orellana, D., y Cabrera-Barona, P. (2021). Cambio de uso de suelo en la Amazonía norte del Ecuador: un análisis a través de imágenes satelitales nocturnas VIIRS e imágenes LANDSAT. *Universidad-Verdad* 1 (78): 10–29.
- Miller-Rushing, A., Primack, R., Devictor, V., Corlett, R., Cumming, G., Loyola, R., Maas, B., and Pejchar, L. (2019). How does habitat fragmentation affect biodiversity? A controversial question at the core of conservation biology. *Biological Conservation* 232 (2): 271–273.
- Montanarella, L. (2018). Agricultural policy: Govern our soils. *Nature* 528 (7580): 32–33.
- Moscoso, M. (2023). Patrones de distribución de plantas no nativas en los páramos del Ecuador como base para apoyar los esfuerzos en su conservación. Tesis en Maestría de Gestion Ambiental. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Latacunga, Ecuador. 99 p.
- Muñoz, J., Gentili, J., y Bustos, R. (2020). Uso agrícola del suelo y demanda de agua para riego en la cuenca del río Vinges (Ecuador) durante el período 1990–2014. *Investigaciones Geográficas* 59 (3): 91–104.
- MAATE. (2023). Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. En línea.

- Consultado el 3 de marzo de 2024. Disponible en <https://www.ambiente.gob.ec/>.
- MAATE. (2024). Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. En línea. Consultado el 18 de junio de 2023. Disponible en <https://www.ambiente.gob.ec/>.
- Nájera, A., Carrillo, F., Morales, J., y Nájera, O. (2021). Cambio de cobertura y uso de suelo en la llanura costera asociados a procesos antropogénicos: caso San Blas, Nayarit. *Madera y Bosques* 27 (1): 2–8.
- Navarro-Cerrillo, R., Rivas, C., Quinto, L., Navarro, S., Varo-Martínez, and Palacios-Rodríguez, P. (2022). Afforestation on agricultural land in southern Spain: An important driver to improve forest landscape connectivity. *New Forests* 244 (20): 1–24.
- Nicolás, M., Santos-Francés, F., y Martínez-Graña, A. (2020). Evaluación de la sostenibilidad de la expansión urbana de Salamanca (1956-2018) a través del análisis multitemporal de cambios de uso del suelo y análisis multicriterio. *Cuaternario y Geomorfología* 34 (1-2): 23–39.
- Noh, J., Echeverria, C., Gaona, G., Kleemann, J., Koo, H., Fürst, C., and Cuenca, P. (2022). Forest ecosystem fragmentation in Ecuador: challenges for sustainable land use in the tropical Andean. *Land* 11 (2): 1–7.
- Pastrana, O. (2018). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Geografía y Geomática. Ciudad de México, México. 88 p.
- Pérez-García, J. (2020). Causas de la pérdida global de biodiversidad. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 1 (32): 183–198.
- Pinos, N. (2016). Prospective land use and vegetation cover on land management-Case canton Cuenca. *Estoa*. Revista de La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Universidad de Cuenca 5 (9): 1–21.
- Prach, K., and Walker, L. (2019). Differences between primary and secondary plant succession among biomes of the world. *Journal of Ecology* 107 (2): 510–516.
- Quintero, F. (2019). Características de la sucesión vegetal en el Valle de Chanchamayo y sus implicancias para su conservación y manejo forestal. Tesis de Maestría.

- Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 384 p.
- Ramirez, G. (2019). Sucesión vegetal en áreas de minería a cielo abierto en el bosque pluvial tropical del departamento del Chocó, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 43 (169): 673–688.
- Ramírez, G. (2020). Regeneración y sucesión vegetal post-quema en el páramo del cerro Atacazo, Pichincha, Ecuador. Tesis de Licenciatura. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 79 p.
- Rands, M., Adams, W., Bennun, L., Butchart, S., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., and Scharlemann, J. (2018). Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. *Science* 329 (5997): 1298–1303.
- Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S., Ward, D., Fluet-Chouinard, E., Lehner, B., and Linke, S. (2017). A global assessment of inland wetland conservation status. *Bioscience* 67 (6): 523–533.
- Rengifo, D. (2022). Impacto de la expansión urbana sobre tierras productivas y sus repercusiones en la producción agrícola Caso Cantón Mejía-Ecuador, período 2005-2015. Tesis de Maestría. Universidad Andina Simón Bolívar. Quito, Ecuador. 79 p.
- Rey-Perez, J., and Siguencia, M. (2017). Historic urban landscape: an approach for sustainable management in Cuenca (Ecuador). *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development* 7 (3): 308–327.
- Reyes-Palomino, S., y Cano, D. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 24 (1): 53–64.
- Rivero-Guerra, A. (2021). Uso tradicional de especies de plantas en trece provincias de Ecuador. *Collectanea Botanica* 40 (2): 2–15.
- Ruiz, V., Savé, R., y Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993-2011. *Ecosistemas* 22 (3): 117–123.
- Rybicki, J., Abrego, N., and Ovaskainen, O. (2020). Habitat fragmentation and species diversity in competitive communities. *Ecology Letters* 23 (3): 506–517.

- Saavedra, J. (2018). El suelo en nuestra vida. Agricultura e Innovación. En línea. Consultado el 11 de junio de 2023. Disponible en <https://blogzamorano.wordpress.com/2015/10/16/suelos/>.
- Sacoto, E., Quezada, A., y Tapia, J. (2022). Estimación de la tasa de deforestación en Pastaza y Orellana- Ecuador mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales durante el período 2000-2020. *ALFA* 6 (17): 282–299.
- San Vicente, M., y Valencia, P. (2020). Causas de los procesos territoriales de fragmentación de hábitats. *Lurralde Inves. Espac* 33 (10): 147–158.
- Schwartz, N., Budsock, A., and Uriarte, M. (2019). Fragmentation, forest structure, and topography modulate impacts of drought in a tropical forest landscape. *Ecology* 100 (6): 1–14.
- SEMARNAT. (2019). Informe de la situación del medio ambiente en México 2018. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ciudad de México, México. 498 p.
- Semper-Pascual, A., Burton, C., Baumann, M., Decarre, J., Gavier-Pizarro, G., Gómez-Valencia, B., Macchi, L., Mastrangelo, M., Pötzschner, F., and Zelaya, P. (2021). How do habitat amount and habitat fragmentation drive time-delayed responses of biodiversity to land-use change?. *Proceedings of the Royal Society B* 288 (1942): 2–10.
- Silva, S., and Correa, F. (2019). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre Económico* 12 (23): 13–34.
- Smiraglia, D., Ceccarelli, T., Bajocco, S., Salvati, L., and Perini, L. (2018). Linking trajectories of land change, land degradation processes and ecosystem services. *Environmental Research* 147: 590–600.
- Soares-Filho, B., Nepstad, D., Curran, L., Voll, E., Garcia, R., Ramos, C., McDonald, A., Lefebvre, P., and Schlesinger, P. (2020). LBA-ECO LC-14 Modeled Deforestation Scenarios, Amazon Basin: 2002-2050. En línea. Consultado el 16 de agosto de 2023. Disponible en https://daac.ornl.gov/LBA/guides/LC14_Amazon_Scenarios.html.

- Spracklen, D., Arnold, S., and Taylor, C. (2018). Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature* 489 (7415): 282–285.
- Stott, P. (2019). *Historical plant geography: an introduction*. Routledge. New York, United States. 149 p.
- Suárez, E., Zapata-Ríos, G., Utreras, V., Strindberg, S., and Vargas, J. (2019). Controlling access to oil roads protects forest cover, but not wildlife communities: a case study from the rainforest of Yasuní Biosphere Reserve (Ecuador). *Animal Conservation* 16 (3): 265–274.
- Suárez, E., y Acosta, K. (2020). Análisis multitemporal de la cobertura vegetal del municipio de Samacá, generado por actividades socioeconómicas. Tesis de Ingeniería. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile. 106 p.
- Tello, Á. (2019). Elaboración de un Plan de Manejo para el Desarrollo del Turismo Sostenible del Centro de Rescate de Flora Amazónica Jardín Botánico "Las Orquídeas". cantón Pastaza, provincia de Pastaza. Tesis de Ingeniería. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 331 p.
- Ter Steege, H., Pitman, N., Killeen, T., Laurance, W., Peres, C., Guevara, J., Salomão, R., Castilho, C., Amaral, I., and de Almeida, F. (2019). Estimating the global conservation status of more than 15,000 Amazonian tree species. *Science Advances* 1 (10): 2–6.
- Ter Steege, H., Pitman, N., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R., Guevara, J., Phillips, O., Castilho, C., Magnusson, W., and Molino, J. (2018). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science* 342 (6156): 12–10.
- Teshome, E., Shita, F., and Abebe, F. (2021). Current community based ecotourism practices in Menz Guassa community conservation area, Ethiopia. *GeoJournal* 86: 2135–2147.
- Thompson, J., Zurita-Arthos, L., Müller, F., Chimbolema, S., and Suárez, E. (2021). Land use change in the Ecuadorian páramo: The impact of expanding agriculture on soil carbon storage. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 53 (1): 48–59.
- Ticona, R. (2020). Evaluación y estado de conservación de la diversidad biológica: Flora, Fauna y Recursos Hidrobiológicos del Valle de Huaral. Tesis de Maestría. Universidad

- Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 229 p.
- Torre, M., y Rivas, P. (2019). Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junín, durante los años 2015–2018. Tesis de Ingeniería. Universidad César Vallejo. Lima, Perú. 101 p.
- Trávez, W., and Guarderas, P. (2023). Land use affects the local climate of a tropical mountain landscape in northern Ecuador. *Mountain Research and Development* 43 (1): 10–19.
- Trew, B., and Maclean, I. (2021). Vulnerability of global biodiversity hotspots to climate change. *Global Ecology and Biogeography* 30 (4): 768–783.
- Valdez, M., y Cisneros, P. (2020). Gobernanza ambiental, Buen Vivir y la evolución de la deforestación en Ecuador en las provincias de Tungurahua y Pastaza. *Foro* 34: 146–167.
- Vargas, R., Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz, C., Encina, A., Jones, A., Krasilnikov, P., y Mendonça, M. (2019). Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Luxembourg, Luxembourg. 176 p.
- Velázquez-Chávez, L., Ortiz-Sánchez, I., Chávez-Simental, J., Pámanes-Carrasco, G., Carrillo-Parra, A., y Pereda-Solís, M. (2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas* 25: 1–13.
- Velázquez, A., Durán, E., Larrazábal, A., López, F., Medina, C., Mendoza, M., Velázquez, A., Larrazábal, A., y Toledo, A. (2019). La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9 (46): 1–27.
- Wade, C., Austin, K., Cajka, J., Lapidus, D., Everett, K., Galperin, D., Maynard, R., and Sobel, A. (2020). What is threatening forests in protected areas? A global assessment of deforestation in protected areas, 2001–2018. *Forests* 11 (5): 539.
- Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M., and Herold, M. (2021). Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications* 12 (1): 2501.

- Zambrano, L. (2017). Estudio multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Tesis de Ingeniería. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 84 p.
- Zamora, M., Buendía, J., Martínez, P., y García, R. (2020). Diagnóstico del uso del suelo y vegetación en la microcuenca Tula, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11 (1): 57–68.
- Zamora, J. (2023). Análisis multitemporal de la deforestación en respuesta a la implementación del embalse Daule-Peripa, Ecuador. Tesis de Maestría. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 69 p.
- Zhiminaicela-Cabrera, J., Quevedo-Guerrero, J., y Morocho-Castillo, A. (2020). Deforestación y cambios en la cobertura vegetal del archipiélago de Jambelí, mediante el uso de imágenes satelitales Landsat-8. *Manglar* 17 (2): 153–157.