



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Maestría en Restauración de Paisajes Tropicales

Análisis de la fragmentación de los paisajes altoandinos y su influencia en la percepción hacia los servicios ecosistémicos en la provincia de Tungurahua

Trabajo de Titulación, previa a la obtención del título: Magíster en Restauración de Paisajes Tropicales

AUTORES:

Bertha Nathaly Alvarado Sarango
Edinson Gabriel Zambrano Feijoo

DIRECTOR:

Paul Eguiguren Velepucha Ph.D.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 8 de agosto de 2024

Ing. Paul Alexander Eguiguren Velepucha Ph.D.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la fragmentación de los paisajes altoandinos y su influencia en la percepción hacia los servicios ecosistémicos en la provincia de Tungurahua**, de autoría de los estudiantes **Bertha Nathaly Alvarado Sarango** de identidad Nro. 1150283941 y **Edinson Gabriel Zambrano Feijoo**, con cédula de identidad Nro. 0705918480, previa a la obtención del título de **Magíster en Restauración de Paisajes Tropicales**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



Ing. Paul Alexander Eguiguren Velepucha Ph.D.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Nosotros, **Bertha Nathaly Alvarado Sarango** y **Edinson Gabriel Zambrano Feijoo**, declaramos ser autores del presente Trabajo de Titulación y eximimos expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales por el contenido de la misma. Adicionalmente, aceptamos y autorizamos a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de nuestro Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Autora: Bertha Nathaly Alvarado Sarango

Cédula de Identidad: 1150283941

Fecha: 15/8/2024

Correo electrónico:

bertha.alvarado@unl.edu.ec

Celular: 0990029097

Autor: Edinson Gabriel Zambrano Feijoo

Cédula de identidad: 0705918480

Fecha: 15/8/2024

Correo electrónico:

edinson.g.zambrano@unl.edu.ec

Celular: 0981389540

Carta de autorización por parte de los autores, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Nosotros, **Bertha Nathaly Alvarado Sarango** y **Edinson Gabriel Zambrano Feijoo**, declaramos ser autores del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la fragmentación de los paisajes altoandinos y su influencia en la percepción hacia los servicios ecosistémicos en la provincia de Tungurahua**, como requisito para optar el título de **Magíster en Restauración de Paisajes Tropicales**, autorizamos al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los quince días del mes de agosto de dos mil veinticuatro.

Firma:

Autora: Bertha Nathaly Alvarado Sarango

Cédula de Identidad: 1150283941

Dirección: Juan José Castillo-Loja

Correo electrónico:

bertha.alvarado@unl.edu.ec

Celular: 0990029097

Autor: Edinson Gabriel Zambrano Feijoo

Cédula de identidad: 0705918480

Fecha: Piñas-El Oro

Correo electrónico:

edinson.g.zambrano@unl.edu.ec

Celular: 0981389540

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Paul Alexander Eguiguren Velepucha Ph.D.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios por guiarme en mi camino, a mi familia por su apoyo incondicional, a mis amigos por la compañía y las risas, y a mi persona por seguir superándome siempre.

Bertha Alvarado

Dedico este trabajo de investigación a todos aquellos que me brindaron su apoyo durante esta etapa. Especialmente a mis profesores y compañeros por su orientación y colaboración, su ayuda hizo posible este logro.

Gabriel Zambrano

Agradecimiento

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a las siguientes organizaciones e individuos que contribuyeron al desarrollo de este estudio.

A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, al Centro de Investigaciones Tropicales del Ambiente y Biodiversidad (CITIAB), a la Maestría de Restauración de Paisajes Tropicales y a todos los docentes que aportaron a nuestra formación académica.

Agradecemos al Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y a la Mancomunidad Frente Sur Occidental (FSO) por su colaboración en la revisión del documento y aportes significativos en el acercamiento a las comunidades rurales del cantón Quero, a quienes también expresamos nuestra gratitud por acogernos en su territorio y colaborar con el estudio.

De la misma manera agradecemos inmensamente a Paul Eguiguren Ph.D. director del trabajo de titulación y a Tatiana Ojeda Ph.D. por guiarnos con su conocimiento y apoyarnos en la elaboración y revisión del documento de tesis, gracias a su disponibilidad y amabilidad realizamos de mejor manera el presente trabajo.

Agradecemos a familiares, compañeros y amigos, quienes con su amor, apoyo y risas han hecho más llevadera esta bonita etapa de estudios.

Finalmente, agradecemos a nuestra persona por el apoyo mutuo, por enseñarnos a trabajar en equipo, no rendirnos y superarnos cada día.

Bertha Alvarado y Gabriel Zambrano

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xii
Índice de anexos	xiii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Paisaje	7
4.1.1. Tipos de paisajes	7
4.1.2. Ecología del paisaje	8
4.1.3. Composición y estructura del paisaje	8
4.1.4. Definición e importancia de los servicios ecosistémicos	9
4.1.5. Clasificación de los servicios ecosistémicos	9
4.2. Fragmentación	10
4.2.1. Métricas de fragmentación	10
4.2.2. Índices de fragmentación	10
4.3. Restauración del paisaje	12
4.3.1. Principios de la restauración del paisaje	13
4.3.2. Modalidades	13
4.3.2.1. Restauración pasiva	14
4.3.2.2. Restauración activa	15
4.3.3. Beneficios de la restauración de paisajes tropicales	16
4.4. Definición e importancia de la percepción de los servicios ecosistémicos	17
4.5. Herramientas e instrumentos de recolección de datos	17
4.5.1. Observación	18
4.5.2. Cuestionario	18
4.5.3. Entrevista	18
4.5.4. Escala Likert	18

4.6.	Estudios similares.....	19
4.6.1.	Estudios sobre fragmentación y su influencia hacia los servicios ecosistémicos	19
4.6.2.	Estudios sobre percepción social hacia los servicios ecosistémicos	20
5.	Metodología	21
5.1.	Área de estudio	21
5.2.	Evaluación del nivel de fragmentación en los paisajes altoandinos de la provincia de Tungurahua.....	21
5.2.1.	Insumos cartográficos y procesamiento de la información	22
5.2.2.	Cálculo de cambios ocurridos en las coberturas vegetales y uso del suelo.....	22
5.2.3.	Cálculo de fragmentación.....	22
5.3.	Evaluación de la percepción de servicios ecosistémicos.....	23
5.3.1.	Identificación de población objetivo y selección de muestra.....	24
5.3.2.	Método de recolección de información	25
5.3.3.	Diseño del cuestionario	26
6.	Resultados	28
6.1.	Cambios ocurridos en la cobertura vegetal y uso del suelo.....	28
6.1.1.	Ganancias, pérdidas y cambio neto entre 2000 y 2022	28
6.1.2.	Contribuciones al cambio de la vegetación arbustiva y herbácea	28
6.1.3.	Tasa de cambio de la vegetación arbustiva y herbácea	29
6.2.	Fragmentación	30
6.2.1.	Evolución espacio-temporal de las métricas de fragmentación en la vegetación arbustiva y herbácea.....	30
6.2.2.	Evolución espacio-temporal de los índices de fragmentación en la vegetación arbustiva y herbácea.....	31
6.2.2.1.	Índice de fragmentación reticular (RFI).....	31
6.2.2.2.	Índice de fragmentación de parche (PFI).....	32
6.3.	Percepción social de los efectos de la fragmentación sobre la provisión de servicios ecosistémicos en el cantón Quero, provincia de Tungurahua	34
6.3.1.	Características sociodemográficas de las personas encuestadas	34
6.3.2.	Uso y tenencia de la tierra	35
6.3.3.	Nivel de Percepción social hacia los servicios ecosistémicos del páramo.....	36
6.3.4.	Fragmentación del paisaje y su relación con la pérdida de servicios ecosistémicos....	39
6.3.4.1.	Cambios en el paisaje.....	39
6.3.4.2.	Fragmentación de los servicios ecosistémicos.....	40
6.3.5.	Estrategias de restauración	43
6.3.5.1.	Participación en proyectos de restauración en el cantón Quero.....	43
6.3.5.2.	Aceptación para participar en futuros proyectos de restauración en el cantón Quero	45
7.	Discusión	47

7.1.	Fragmentación de los paisajes altoandinos en la provincia de Tungurahua.....	47
7.2.	Percepción social hacia los servicios ecosistémicos	49
7.3.	Aspectos positivos de incorporar el enfoque espacial y de percepción social en la zona de estudio.....	52
8.	Conclusiones	53
9.	Recomendaciones	55
10.	Bibliografía	56
11.	Anexos	65

Índice de figuras

Figura 1. Principios de la restauración	13
Figura 2. Mapa de ubicación geográfica y cobertura y uso del suelo de la provincia de Tungurahua.....	21
Figura 3. Proceso metodológico para el cálculo de los índices RFI y PFI.....	23
Figura 4. Distribución espacial de las comunidades de cada una de las JAAP en el cantón Quero	25
Figura 5. Ganancias, pérdidas y cambio neto entre 2000 y 2022.....	28
Figura 6. Contribuciones al cambio de la vegetación arbustiva y herbácea	29
Figura 7. Tasa de cambio de la vegetación arbustiva y herbácea.....	29
Figura 8. Índice de fragmentación reticular de la vegetación arbustiva y herbácea de la provincia de Tungurahua	32
Figura 9. Índice de fragmentación de parche de la vegetación arbustiva y herbácea para la provincia de Tungurahua.....	33
Figura 10. Ocupación principal de encuestados.....	34
Figura 11. Nivel de educación de los encuestados	35
Figura 12. Usos de la tierra en los hogares encuestados	35
Figura 13. Significado del término “páramo” para los hogares encuestados.....	36
Figura 14. Beneficios más importantes obtenidos del páramo.....	37
Figura 15. Cambio en los elementos del paisaje, hace 10 años, cinco años y en la actualidad	39
Figura 16. Índices de fragmentación y su relación con la percepción local sobre la pérdida de áreas de páramo. a) índice de fragmentación reticular. b) índice de fragmentación de parche	41
Figura 17. Percepción de fragmentación de los servicios ecosistémicos (n = 109). a) Servicios ecosistémicos afectados b) Causa de fragmentación de servicios ecosistémicos.	42
Figura 18. Porcentaje de hogares que han participado en proyectos de restauración en el cantón Quero (n = 251).....	43
Figura 19. Percepción del éxito de los proyectos de restauración en los hogares encuestados que han participado en estos proyectos (n = 198).....	44
Figura 20. Percepción de proyectos de restauración en los encuestados que han participado en estos proyectos (n = 198)	44
Figura 21. Porcentaje de participantes del cantón Quero beneficiados de los proyectos de restauración (n = 188)	45

Figura 22. Porcentaje de participantes que reportaron la razón de no haber participado en proyectos de restauración (n = 53)	45
Figura 23. Aceptación de encuestados para participar en futuros proyectos de restauración (n = 251).....	46
Figura 24. Razones por las que los encuestados desean participar en proyectos de restauración (n = 177).....	46

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de servicios ecosistémicos	9
Tabla 2. Métricas utilizadas para calcular el RFI.....	11
Tabla 3. Métricas utilizadas para calcular el PFI	12
Tabla 4. Modalidades de restauración del paisaje.....	14
Tabla 5. Número de hogares y muestra de las comunidades.....	25
Tabla 6. Clasificación de los servicios ecosistémicos evaluados en el estudio.....	26
Tabla 7. Escala de calificación para los servicios ecosistémicos	27
Tabla 8. Ponderación de cambios en el paisaje en la actualidad, hace cinco años y hace 10 años	27
Tabla 9. Variación de las métricas de fragmentación para la vegetación arbustiva y herbácea	30
Tabla 10. Variación del RFI por año.....	31
Tabla 11. Variación del número de hexágonos del RFI por año.....	31
Tabla 12. Variación del PFI por año	32
Tabla 13. Variación del número de hexágonos del PFI por año	33
Tabla 14. Terreno compartido por cada una las juntas de agua del cantón Quero	36
Tabla 15. Percepción del estado actual de los servicios ecosistémicos (n=251).....	38

Índice de anexos

Anexo 1. Área total de vegetación arbustiva y herbácea	65
Anexo 2. Numero de parches de vegetación arbustiva y herbácea	65
Anexo 3. Borde total de la vegetación arbustiva y herbácea	66
Anexo 4. Densidad de bordes de la vegetación arbustiva y herbácea.....	66
Anexo 5. Dimensión fractal de la vegetación arbustiva y herbácea.....	67
Anexo 6. Código de R utilizado para evaluar la fragmentación	67
Anexo 7. Encuesta para conocer la percepción de las comunidades de la provincia de Tungurahua.....	74
Anexo 8. Certificado de traducción del Abstract	84

1. Título

Análisis de la fragmentación de los paisajes altoandinos y su influencia en la percepción hacia los servicios ecosistémicos en la provincia de Tungurahua.

2. Resumen

Los paisajes altoandinos ofrecen múltiples servicios ecosistémicos que son vitales para millones de habitantes de tierras altas y bajas, pero se ven amenazados por la presión antrópica que ejerce el cambio de uso de tierra. El objetivo de la investigación fue analizar el nivel de fragmentación de los paisajes altoandinos de la provincia de Tungurahua y determinar la percepción social de los efectos de la fragmentación sobre la provisión de servicios ecosistémicos (SE) en los paisajes del cantón Quero. Para el análisis de fragmentación se calcularon métricas a nivel de clase y parche (tesela), y los índices de fragmentación reticular (RFI) e índice de fragmentación de parche (PFI). El análisis de percepción social se lo realizó aplicando una encuesta a jefes de hogar, con un total de 251 encuestados. Se registró para el año 2000, que el 44,80 % de las teselas de vegetación arbustiva y herbácea se clasificaron con RFI muy bajo, disminuyendo al 37,32 % en 2022. Por su parte el PFI mostro una dinámica similar donde el 32,98 % de las teselas se clasificaron en la categoría muy baja para el año 2000 y disminuyó al 35,80 % en 2022. La percepción de los participantes frente a la pérdida de SE indicó que el servicio del agua es el más afectado, seguido de aire, insectos polinizadores y suelo, siendo la agricultura y ganadería las principales causas. El nivel de participación en los proyectos de restauración fue alto, al igual que la aceptación para futuros proyectos.

Palabras claves: Biodiversidad, restauración, servicios ecosistémicos.

Abstract

High Andean landscapes provide multiple ecosystem services that are vital for millions of highland and lowland inhabitants but are threatened by anthropogenic pressure from land-use change. The objective of the research was to analyze the level of fragmentation of high Andean landscapes in the province of Tungurahua and to determine the social perception of the effects of fragmentation on the provision of ecosystem services (ES) in the landscapes of the canton of Quero. For the fragmentation analysis, metrics were calculated at the class and patch (tessellation) level, and the reticular fragmentation index (RFI) and patch fragmentation index (PFI). The social perception analysis was carried out by applying a survey to heads of households, with a total of 251 respondents. It was recorded for the year 2000, that 44.80% of the tesserae of shrub and herbaceous vegetation were classified as very low RFI, decreasing to 37.32% in 2022. The PFI showed a similar dynamic where 32.98 % of the tesserae were classified in the very low category in 2000 and decreased to 35.80 % in 2022. Participants' perception of ES loss indicated that water service is the most affected, followed by air, pollinating insects and soil, with agriculture and livestock being the main causes. The level of participation in the restoration projects was high, as was the acceptance for future projects.

Keywords: Biodiversity, restoration, ecosystem services.

3. Introducción

Los paisajes tropicales albergan más de tres cuartas partes de la biodiversidad de la tierra, a pesar de su importancia para la diversidad biológica están sujetos a presiones negativas como la sobreexplotación, la pérdida y degradación del hábitat, la contaminación, el cambio climático, la deforestación y la fragmentación del paisaje (Barlow et al., 2018). En el caso de la fragmentación del paisaje esta altera la estructura y función de los ecosistemas y a la vez causa un impacto negativo en la prestación de servicios ecosistémicos como por ejemplo provisión de alimentos, regulación del agua, formación y retención del suelo, entre otros (Li y Zhang, 2023).

En América del Sur, 55 millones de hectáreas de bosque se perdieron entre los años 2000 y 2019, lo que representa el 4,6 % de la flora nativa de los cinco principales biomas (Bosque amazónico, Chaco, Bosque atlántico, Cerrado y Pampa) (MapBiomas, 2023). Esta pérdida se debe a conductores de cambio directos relacionados con el cambio del uso del suelo a cultivos y pastos, y conductores de cambio subyacentes tales como el crecimiento de las zonas urbanas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2021).

En Ecuador continental, la deforestación neta anual promedio entre 2020 y 2022 fue de 93 023 ha/año, lo que representa una tasa anual de deforestación neta de -0,76 % (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2023c). Entre las provincias que tienen altas tasas de deforestación esta Tungurahua, durante el periodo 2014 – 2016, la deforestación bruta fue de 2 801 hectáreas/año, la deforestación neta 252 hectáreas/año y la regeneración promedio fue de 29 hectáreas/año. En este sentido, el sobrepastoreo, la expansión de las zonas agrícolas, industriales y urbanas, son las principales actividades antrópicas que dan como resultado el incremento de la deforestación y degradación de la tierra (Valdez y Cisneros, 2020).

Los paisajes altoandinos ofrecen múltiples servicios ecosistémicos que son vitales para millones de habitantes de tierras altas y bajas (Montes y Sala, 2007; Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005), además representan un punto caliente de biodiversidad (Peters et al., 2019), estos paisajes están en constantes cambios espacio - temporales principalmente por actividades humanas como la deforestación, la fragmentación e intensificación agrícola lo que está reduciendo la capacidad del sistema para proporcionar beneficios directos e indirectos a las personas (Young, 2014).

La fragmentación del paisaje implica la pérdida y ruptura de hábitats en zonas más pequeñas y aisladas, reduciendo la disponibilidad e idoneidad del sitio para la vida aumentando el riesgo de extinción de poblaciones de flora y fauna en general (Mullu, 2016). El flujo de

materia y energía son alterados significativamente influenciando la biota dentro de las áreas remanentes principalmente en las zonas de borde, estas consecuencias pueden variar en función del tiempo de aislamiento, la distancia, el grado de conexión entre los remanentes y la resiliencia de cada uno de los componentes (Arasa-Gisbert et al., 2021).

También es importante mencionar que la fragmentación se ha visto a menudo como un problema ecológico, sin embargo, también tiene una perspectiva social. Los seres humanos tienen diferentes formas de percibir la fragmentación y como está influye potencialmente en el bienestar humano; estos últimos aspectos rara vez han sido abordados (Di Giulio et al., 2009). Por lo tanto, es necesario entender y cuantificar el efecto de la fragmentación sobre las funciones a nivel ecosistémico, paisaje, pero sobre todo a nivel de la percepción de los hogares dentro de dicho paisaje, ya que termina trascendiendo en el bienestar humano gracias a su relación con los bienes y servicios ecosistémicos (Costanza et al., 1997).

Las circunstancias de vulnerabilidad del páramo y su importancia para los paisajes altoandinos despiertan un especial interés por su conservación y manejo sostenible. La restauración de los páramos representa una oportunidad para mejorar la oferta de servicios ecosistémicos, los cuales son afectados por la fragmentación del paisaje (Chuncho Morocho y Chuncho, 2019).

Es por ello que es importante realizar análisis de fragmentación desde dos enfoques: 1) Enfoque espacial en donde se usan métricas de paisaje como número de parches, área media de la clase, borde, densidad de borde, dimensión fractal, entre otras y 2) percepción de la sociedad a nivel local, lo cual sirve para compilar, brindar y difundir información acerca de los beneficios que proporcionan los servicios ecosistémicos, además incorporar la percepción de los actores locales y su relación con el paisaje permite tomar decisiones adecuadas y oportunas para aplicar con éxito la restauración de paisajes (Chuncho Morocho y Chuncho, 2019), ya que la capacidad de un paisaje para generar servicios ecosistémicos depende en gran medida de cómo se está gestionando (Ota et al., 2020).

Este trabajo contribuye a la generación de conocimiento de los efectos de la fragmentación sobre la provisión de servicios ecosistémicos lo que permite comprender las interacciones ecológicas del paisaje para diseñar acciones de manejo efectivas (Arasa-Gisbert et al., 2021). Además, puede ayudar en la priorización de estrategias de restauración de los servicios ecosistémicos afectados, que son de gran importancia para las poblaciones locales (Valdez y Cisneros, 2020).

Es importante reconocer la importancia de la dimensión social y su incorporación en los procesos de planificación por lo que se debe centrar esfuerzos en relacionar el nivel de

fragmentación con la percepción de las comunidades, que se benefician de servicios ecosistémicos de manera directa o indirecta.

En este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar la fragmentación de los paisajes altoandinos y su influencia en la percepción social hacia los servicios ecosistémicos en la provincia de Tungurahua.

Objetivos Específicos:

- Analizar el nivel de fragmentación en los paisajes altoandinos de la provincia de Tungurahua con el fin de generar insumos científicos que sirva para la toma de decisiones relacionadas con la restauración de paisajes.
- Determinar la percepción social de los efectos de la fragmentación sobre la provisión de servicios ecosistémicos en los paisajes con el fin de generar información para guiar la implementación de restauración de paisajes.

4. Marco teórico

4.1. Paisaje

Un paisaje es un área de características heterogéneas (Peña-Cortés et al., 2006), es un mosaico que delimita patrones espaciales y temporales resultantes de las complejas interacciones entre factores físicos, biológicos, sociales y económicos (Armenteras y Vargas, 2016).

Las complejas interacciones iluminan múltiples enfoques que pueden ayudar a resolver lagunas operativas, así como también ayudar en la producción de conocimiento para fomentar alternativas de gestión sostenible de la tierra (Arts et al., 2017; Angelstam et al., 2019). Por lo tanto, el paisaje no se considera una noción fija y bien definida, más bien es un espacio donde convergen diversas disciplinas que tratan el medio ambiente humano y sus desafíos, además es un concepto adaptable, lo suficientemente robusto y coherente para satisfacer las necesidades disciplinarias específicas (van Oosten, 2013).

4.1.1. Tipos de paisajes

Los paisajes se pueden dividir en tres grupos básicos como naturales, antropogénicos y culturales (Myga-Piątek, 2014):

Paisaje natural: Un paisaje natural es un paisaje que está libre de la influencia humana y representa un sistema natural prístino. Es apropiado referirse a estos paisajes utilizando el término paisaje primitivo para enfatizar su forma original antes de la intervención humana. Los paisajes naturales locales se consideran la etapa inicial del desarrollo del paisaje, donde la materia y la energía se distribuyen únicamente a través de fuerzas naturales y también se encuentran en el más alto nivel de conservación. Por ejemplo: paisajes de desiertos de hielo, tundra, bosques boreales, bosques de hoja y mixtos, estepa, desiertos, semidesiertos, sabana, bosques ecuatoriales, entre otros.

Paisajes antropogénicos: Los paisajes antropogénicos se distribuyen en el ámbito de la ordenación humana territorial y del uso del medio natural tanto para el aprovechamiento de los recursos como para la protección de la naturaleza. Comprenden zonas con diversos grados de impacto humano en su estructura y funciones según el ritmo e intensidad de las actividades dominantes y el grado de transformación del paisaje. Los paisajes antropogénicos constituyen un gran grupo de paisajes heterogéneos, la parte principal del grupo son aquellos paisajes que se desarrollaron de forma evolutiva y fueron una respuesta al desarrollo cultural y social del hombre como especie biológica. El resultado fue el desarrollo de los paisajes culturales

considerado el subtipo básico de los paisajes antropogénicos. Por ejemplo, incendios en zonas mineras, explosiones de reactores en centrales nucleares, experimentos con armas nucleares, contaminación química de zonas situadas en frentes de guerra.

Paisajes culturales: Los paisajes culturales son áreas que han sido transformadas por el ser humano debido al desarrollo de la civilización. La base es mejorar, racionalizar y mejorar la calidad del espacio añadiendo nuevas funciones derivadas de las diferentes necesidades de las personas.

Los paisajes culturales se crean sobre la base de paisajes naturales, en el sentido de que en su estructura se conservan partes de elementos y procesos naturales, sin embargo, hay una disminución significativa en la participación de componentes naturales. Los paisajes culturales que mantienen la calidad y el equilibrio energético del sistema del suelo pueden denominarse paisajes sostenibles que cumplen con los principios básicos del desarrollo sostenible.

4.1.2. *Ecología del paisaje*

Es una disciplina orientada al estudio de los procesos y patrones que se generan, inducen y transforman en los paisajes. La ecología del paisaje es una ciencia importante, que permite desarrollar un conocimiento holístico de la estructura y dinámica del funcionamiento del paisaje a distintas escalas, lo cual resulta útil en los procesos de planificación y gestión del territorio (Herrera y Díaz, 2013). Fundamentalmente busca caracterizar como la estructura y composición del paisaje influye en procesos de base como flujos de materia y energía, cadenas tróficas, movilidad, entre otros (Armenteras y Vargas, 2016).

4.1.3. *Composición y estructura del paisaje*

En el paisaje se observa la composición y configuración espacial de los elementos que se encuentran presentes, a esto se le denomina patrones. Adicionalmente al patrón, todo paisaje tiene función o elementos del paisaje interactuando entre sí y esto se relaciona con el proceso. Todos los paisajes tienen una composición y configuración (patrón) y una función (proceso) que teóricamente está influenciada por la primera y viceversa (Turner y Gardner, 2015).

Uno de los modelos más utilizados para representar el concepto de paisaje es el de parche – corredor – matriz, propuesto por Forman y Godron (1986). Los parches son áreas no lineales relativamente homogéneas que difieren de sus alrededores; los corredores son elementos lineales que difieren del terreno adyacente en ambos lados, y la matriz sería el elemento dominante y conectado en un paisaje y/o con mayor control sobre la dinámica del paisaje (Forman, 1995).

Otra definición importante es la de mosaico, el cual también es fundamental cuando se estudia un paisaje como un área del territorio donde se encuentra un patrón de parches, corredores y matriz. Algunos autores se refieren al mosaico como el conjunto de parches y la red como el conjunto de corredores en un paisaje (Armenteras y Vargas, 2016).

4.1.4. Definición e importancia de los servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que los seres humanos derivan de los ecosistemas naturales, los cuales abarcan una amplia gama de recursos y procesos que sostienen la vida en la Tierra. Estos servicios no sólo son esenciales para el bienestar de los seres humanos, sino también para todo el planeta (Ali y Kamraju, 2023).

La importancia de los servicios ecosistémicos radica en que se constituyen como un sistema de soporte para la vida del ser humano, lo cual permite a las personas desarrollar, mejorar su calidad de vida y satisfacer sus necesidades fundamentales. La provisión de los servicios ecosistémicos genera contribuciones que van desde el suministro de alimentos, regulación hídrica, beneficios recreativos, culturales, entre otros (Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas [IPBES], 2019).

4.1.5. Clasificación de los servicios ecosistémicos

En la Tabla 1 se muestran los diferentes tipos de servicios ecosistémicos considerados en el esquema conceptual del MEA.

Tabla 1. Tipos de servicios ecosistémicos

Servicio	Definición
Aprovisionamiento	Incluyen los bienes obtenidos de los ecosistemas como: como los productos maderables, no maderables, alimentos, bioquímicos y recursos genéticos.
Regulación	Beneficios que se derivan de las funciones clave de los ecosistemas: regulación del clima, ciclo del agua, control de la erosión, entre otros.
Cultural	Beneficios no materiales que brindan los ecosistemas, dentro de ellos está lo relacionado con lo espiritual y religioso, recreativo y turístico, estético, educativo, identidad, herencia cultural, entre otros.
Soporte	Garantizan el desarrollo y producción de todos los demás servicios ecosistémicos, entre ellos está la formación de suelos, reciclaje de nutrientes y la producción primaria.

Fuente: MEA (2005).

4.2. Fragmentación

La fragmentación es el proceso mediante un hábitat se divide o es transformado en parches más pequeños y menos conectados, aislados unos de otros por una matriz de hábitat distinta de la original (Brown, 2004). Por otro lado, la fragmentación como patrón describe el grado de rotura o división del hábitat en paisajes que tienen la misma cantidad total de hábitat (Fahrig, 2003).

La fragmentación puede resultar de procesos naturales que alteran el medio como el viento, tormentas, deslizamientos de tierra, incendios, depredación, forrajeo, entre otros. Sin embargo, la fragmentación se incrementa por la transformación de los hábitats derivada del uso humano de los recursos naturales, principalmente la deforestación relacionada con agricultura, ganadería y urbanización. (Navarro et al., 2015).

4.2.1. Métricas de fragmentación

Las métricas son unidades medibles de la composición y estructura del paisaje permitiendo la descripción y cuantificación de patrones espaciales y procesos ecológicos a lo largo del tiempo y el espacio (Turner y Gardner, 2015). En ecología, las métricas permiten caracterizar la composición y estructura de un paisaje.

Las métricas se pueden utilizar en cualquier campo y son herramientas importantes para describir configuraciones espaciales y explicar relaciones entre patrones y procesos (Matteucci, 2004). La métrica de clase y la métrica de aislamiento/proximidad son las métricas más utilizadas en estudios de fragmentación (Fardila et al., 2017).

4.2.2. Índices de fragmentación

Un índice de fragmentación es un parámetro o valor que refleja la condición de la composición y estructura de los paisajes, puede constar tanto de un solo valor directo o derivarse de varias métricas, el índice puede emplearse solo o en combinación con otros indicadores (Bertram y Stadler-Salt, 1999).

- **Índice de fragmentación reticular**

El índice de fragmentación reticular (RFI) se puede utilizar como medida para describir el nivel de fragmentación de un área en particular. El RFI se expresa en porcentaje y se calcula sobre la base de las estadísticas de cambio de uso del suelo. Este índice considera la proporción de área sin vegetación (%PSV), el perímetro de cada área (TE) en metros (m), la superficie total del

área (A) en metros cuadrados (m²), la proporción de área de borde (ED) (Rivas et al., 2022). (Tabla 2). La Ecuación 1 para calcular el RFI se muestra a continuación:

Ecuación 1

$$ED = \frac{TE}{A} \quad RFI = \frac{PSV + ED}{2}$$

En el cálculo del índice de fragmentación reticular se incluyen las siguientes métricas:

Tabla 2. Métricas utilizadas para calcular el RFI

Parámetro	Nombre	Definición	Unidad
Número de parches	NumP	Número total de parches dentro de los mosaicos. Mientras más parches haya, más fragmentado se considera que está el bosque.	Número
Área media de clase	CA	Suma de áreas de todos los parches que pertenecen a un hexágono.	m ²
Borde Total	TE	Perímetro de parches dentro de cada mosaico. Cuanto mayor sea el perímetro, más expuestos a las perturbaciones. Los parches de TE más grandes pueden estar asociados con bosques más fragmentados (si la fragmentación está relacionada con una perturbación antropogénica).	m
Densidad de borde	ED	Cantidad de borde (km) en relación con el área de bosque (km ²) dentro de la losa.	m/m ²
Porcentaje de densidad de borde	ED %	Porcentaje de borde en relación con el área del paisaje. Una proporción alta entre el perímetro y el área de parches de bosque puede estar asociada con bosques más fragmentados (si la fragmentación está relacionada con perturbaciones antropogénicas)	%
Porcentaje sin bosque	PSB	Área no bosque (%) sin bosque dentro de la losa. Un mayor porcentaje de área sin bosque dentro del mosaico indicaría una mayor fragmentación.	%
Índice de fragmentación reticular	RFI	Índice de fragmentación reticular de cada teja.	%

Fuente: Adaptado de Rivas et al. (2022).

- **Índice de fragmentación de parche**

El índice de fragmentación de parche (PFI) es un índice útil para describir los patrones de fragmentación a escala de parche y puede extrapolarse a diferentes escalas (de parche a paisaje) (Rivas et al., 2022). El PFI se basa en la integración de ciertas variables que miden los principales efectos de la fragmentación (pérdida de hábitat, tamaño de parche), la complejidad de la forma (dimensión fractal de parche, MPFD) y el aislamiento (área de influencia) (Tabla 3). El PFI se calcula utilizando la Ecuación 2:

Ecuación 2

$$PFI = \frac{4}{5} \times \left(1 - \frac{Ap}{Ai}\right) + \frac{1}{5} \times \left(\frac{MPFD}{2}\right)$$

donde Ap = área de parche, Ai = área de influencia, MPFD = complejidad de la forma (dimensión fractal del parche), y PFI = métrica de parche. La sección (Ap/Ai) recibe un peso de $(4/5)$ por que acumula los peores efectos con respecto a la biodiversidad y abarca dos métricas. La sección $(MPFD/2)$ recibe un peso de $(1/5)$ (Rivas et al., 2022), además se divide entre 2 por que la escala de medida de la dimensión fractal es entre 1 y 2 (McGarigal y Marks, 1995).

Tabla 3. Métricas utilizadas para calcular el PFI

Parámetro	Nombre	Definición	Unidad
Área de parche	AP	Superficie del parche	m ²
Área de influencia	Ai	Superficie máxima de influencia que el parche podría ocupar si no hubiera sido sometido a procesos de deforestación	m ²
Dimensión fractal del parche	MPDF	Indica la complejidad de la forma. Se aproxima a 1 en caso de perímetros muy simples y 2 con perímetros muy complicados.	Número
Índice de fragmentación de parche	PFI	Índice de parche con valores entre 0 y 1. Cuanto menos está el valor en 0 menos fragmentación hay	Número

Fuente: Adaptado de Rivas et al. (2022).

4.3. Restauración del paisaje

La restauración del paisaje es un concepto emergente que se concibe con una dimensión integradora entre sectores, partes interesadas, espacio, tiempo, y en particular entre los recursos naturales y ciencias sociales (Sabogal et al., 2015; Mansourian et al., 2020).

La restauración de paisajes emplea diferentes tipos de usos de la tierra, enfoques de restauración para restablecer las funciones y promover el uso sostenible de la tierra, todo esto basado en un proceso de toma de decisiones colectivas, negociación, creación de capacidad y gestión adaptativa por parte de grupos interesados que viven y trabajan en el paisaje y que cuentan con el apoyo de organismos gubernamentales regionales y nacionales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado (Chazdon et al., 2020; Chazdon, Herbohn, et al., 2020).

La restauración del paisaje es un proceso que tiene por objetivo recuperar las funciones ecológicas y el bienestar humano en áreas degradadas, conduciendo a la creación de paisajes

más resilientes y sostenibles (Besseau et al., 2018). La restauración del paisaje es un proceso de largo plazo y continuo de mejoramiento del bienestar humano y recuperación de la funcionalidad ecológica de paisajes de gran extensión y diversidad de usos, actores y ecosistemas, tanto terrestres como de aguas continentales y marino – costeros (Ministerio de Agricultura et al., 2021).

4.3.1. Principios de la restauración del paisaje

Besseau et al. (2018) describe los principios de la restauración del paisaje los cuales se observan en la Figura 1:

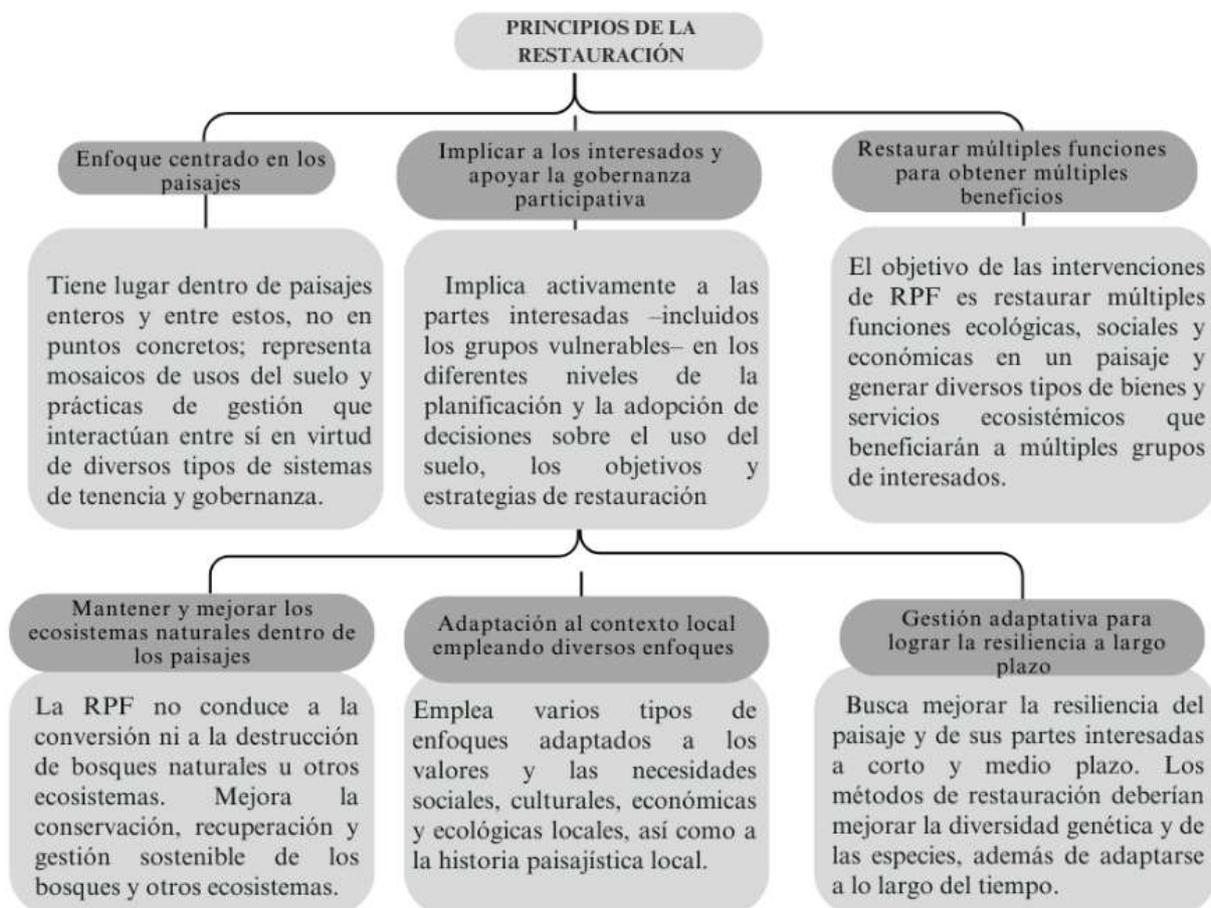


Figura 1. Principios de la restauración

Fuente: Adaptado de Besseau et al. (2018).

4.3.2. Modalidades

Las modalidades recomendadas para la restauración de paisajes en áreas priorizadas son: restauración pasiva y restauración activa, cada una de ellas cuenta con sus prácticas y actividades de implementación. A continuación, en la Tabla 4 se presentan las modalidades de restauración de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración Forestal 2019 – 2030 del MAE, (2019).

Tabla 4. Modalidades de restauración del paisaje

Modalidad	Restauración Pasiva	Restauración Pasiva		
Práctica	Regeneración natural asistida	Revegetación Reforestación Enriquecimiento	Recuperación de suelos degradados	Restauración de sistemas productivos
		Diagnóstico de las áreas a restaurar		
Actividades	Cercado Control y Vigilancia Erradicación de especies invasoras Implementación de acciones para facilitar la dispersión por especies de fauna	Siembra directa de semillas Plantado y enriquecimiento con especies nativas y naturalizadas que inicien la sucesión ecológica Plantado en núcleos Implementación de acciones para facilitar la dispersión por especies de fauna Traslado de suelo y material vegetal Mantenimiento de las áreas en procesos de restauración Cercado Post aprovechamiento forestal Erradicación de especies invasoras	Tratamiento físico y mecánico para estabilización de zonas degradadas de suelos	Forestería análoga Enriquecimiento de sistemas agroforestales Enriquecimiento de sistemas silvopastoriles
Monitoreo reporte y verificación				

Fuente: Adaptado de MAE, (2019).

4.3.2.1. Restauración pasiva

La restauración pasiva (RP) consiste en eliminar los factores que impiden la recuperación del ecosistema con esto se logra proteger la sucesión ecológica o regeneración natural, con el fin de aumentar los servicios ecosistémicos de un área de interés.

- **Regeneración natural asistida**

Las actividades aplicables dentro de la regeneración natural asistida (RNA) son las siguientes:

- **Cercado del área:** El cercado de las áreas en la práctica de regeneración natural es recomendable sobre todo en aquellas que se encuentren cercanas a zonas de pastoreo.

- **Control y vigilancia:** La aplicación de técnicas de control y vigilancia están orientadas a descubrir, localizar y comunicar la presencia de actividades anormales, como incendios forestales en las áreas donde se aplican los proyectos de restauración y zonas adyacentes.
- **Erradicación de especies invasoras:** Las técnicas de erradicación más recomendadas son las manuales o con maquinaria liviana para controlar la multiplicación de las especies invasoras y reducir su potencial de propagación.
- **Implementación de acciones para facilitar la dispersión de especies por fauna:** Las especies de fauna tienen una participación en la dispersión de semillas, siendo de gran importancia su involucramiento en la recuperación de bosques como un proceso clave en la dinámica de la vegetación natural.

4.3.2.2. Restauración activa

Cuando los ecosistemas están muy degradados no pueden regenerarse solos, es muy lenta su regeneración o se desvía o detiene su dinámica natural; por consiguiente, es necesario implementar estrategias para lograr su recuperación, lo cual se denomina restauración activa (RA). En la RA es necesario ayudar o asistir al ecosistema para garantizar que se puedan desarrollar procesos de recuperación en sus diferentes fases y superar las barreras que impiden la regeneración (Vargas, 2007).

- ***Reforestación, revegetación y enriquecimiento en bloque***

Actividades aplicables en la reforestación, revegetación y enriquecimiento en bloque (RREB):

- **Siembra directa de semillas:** Este es un método de restauración sencillo y de menor costo, consiste en la introducción de semillas de especies arbóreas directamente en el área a ser restaurada de manera ordenada o no.
- **Plantado y enriquecimiento con especies nativas y naturalizadas que den inicio a la sucesión ecológica:** El plantado consiste en la implementación selectiva de especies de flora nativas (tomando en cuenta las especies presentes en el escenario de referencia y las especies forestales en base al sistema de clasificación de ecosistemas terrestres continentales) o naturalizadas.
- **Plantado en núcleos:** La siembra de árboles en grupos tiene la finalidad de incrementar la diversidad interna de los fragmentos desprovistos de vegetación en las áreas de restauración.
- **Traslado de suelo y material vegetal:** Esta actividad consistirá en la obtención de capa superficial del horizonte orgánico del suelo y posterior restablecimiento del mismo, en caso de ser necesario, en las áreas a ser restauradas.

- **Mantenimiento del área en procesos de restauración:** El mantenimiento es fundamental para la restauración, las actividades deben estar dirigidas a liberar el espacio ocupado por plantas que compiten por los recursos.

- ***Recuperación de suelos degradados***

La recuperación de suelos degradados (RSD) es una práctica de restauración que se enfoca reducir el deterioro y degradación del suelo para recuperar sus funciones biológicas físicas y químicas. Uno de los puntos a evaluar a la hora de restaurar es el factor edáfico, esto ayuda a determinar el uso potencial y seleccionar las especies forestales más adecuadas frente a las condiciones cambiantes del suelo.

- ***Restauración de sistemas productivos (RSP)***

Las actividades aplicables en la restauración de sistemas productivos (RSP) son las siguientes:

- **Forestería análoga:** Es la técnica para recuperar los bosques a través de especies ecológica, social, económica y culturalmente compatibles con el medio.
- **Enriquecimiento de sistema agroforestal:** Establecen interacciones entre árboles, personas y agricultura, manejando una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en las que se combinan la producción de cultivos con especies forestales y animales.
- **Enriquecimiento de sistema silvopastoril:** Esta actividad es considerada para la restauración de la integridad ecológica en paisajes ganaderos, cuya ejecución es analizada siempre y cuando esté cercana a remanentes boscosos.

4.3.3. Beneficios de la restauración de paisajes tropicales

En las tierras agrícolas, el hecho de plantar árboles trae consigo beneficios como la mejora de la productividad y de la fertilidad del suelo, el control de la erosión, y la producción de sombra y forraje. Este enfoque a menudo se denomina agrosilvicultura. En los bosques, la restauración puede significar mejorar los productos forestales como la madera o la caza, estabilizar el suministro de agua para las ciudades en crecimiento o mitigar la pérdida de biodiversidad (Stanturf et al., 2017).

La inversión en restauración puede tener muchos beneficios económicos directos o indirectos. Por ejemplo, la restauración crea empleos relacionados con el suelo y las industrias de viveros y silvicultura pueden producir cultivos más ricos y sostenibles y evitar reparar infraestructuras dañadas por las inundaciones y dragar lagos y ríos para eliminar y filtrar sedimentos. Asimismo, las ganancias sociales y ambientales en términos de seguridad hídrica y alimentaria, la conservación de la biodiversidad y la protección del clima son elementos que resultan positivos para toda la humanidad (Besseau et al., 2018).

4.4. Definición e importancia de la percepción de los servicios ecosistémicos

La percepción es un proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización (Melgarejo, 1994).

Para efectos de esta investigación y los alcances que tiene nos enfocamos en la percepción de los servicios ecosistémicos, cuyo propósito es entender como los actores locales se relacionan con los ecosistemas y como estos valoran los servicios que obtienen a través de diversas actividades, es una tarea que se reconoce como esencial para formular estrategias de manejo que beneficien tanto a los medios de vida locales como a la conservación del entorno (Villamagua, 2017).

La fragmentación del paisaje desempeña un papel crucial en la determinación de la prestación de servicios ecosistémicos, esta actividad afecta la salud del suelo al disminuir su fertilidad y la capacidad de retener carbono orgánico del suelo en los bosques. Las prácticas agrícolas intensivas y la expansión de la tierra agrícola promueven la tala de bosques que afecta la productividad general de la tierra. Estas prácticas insostenibles de uso de la tierra minimizan las cubiertas forestales junto con la liberación de muchos gases de efecto invernadero en la atmósfera que conducen al cambio climático (Raj et al., 2022).

En este sentido, la investigación sobre la percepción de los servicios ecosistémicos contribuye a revelar y caracterizar las tendencias sobre la perspectiva social de la fragmentación en el marco de las prácticas actuales de la gestión y uso del territorio, las preferencias de explotación y principales medios de vida, así como también la disponibilidad para revertir la degradación de los ecosistemas.

4.5. Herramientas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos en investigación científica se emplean de manera distinta de acuerdo tipo de investigación, al objetivo y técnica seleccionada. Tradicionalmente, una de las herramientas más utilizadas es el cuestionario, que permite obtener y registrar datos mediante diversos tipos de preguntas sobre los hechos de interés de la investigación, constituyéndose, así como una herramienta de gran utilidad. Además, existen escalas que se utilizan principalmente en investigaciones que utilizan métodos cualitativos para medir las percepciones o sentimientos de los encuestados sobre bienes, productos o servicios (Martínez, 2013).

En la última década gracias al avance de las TICs y la creciente cobertura y acceso de internet en el mundo surge un abanico de posibilidades para la investigación científica debido al vertiginoso nivel de adaptación en corto tiempo de estas herramientas. Por ejemplo, se logró que durante la pandemia los estudios y la producción de conocimientos científicos no se detengan ya que la recolección de datos se dio en gran medida en el entorno virtual aplicando cuestionarios online y offline (Rocco y Oliari, 2007). Según Martínez (2013) y Cisneros et al. (2022) las técnicas e instrumentos de medición son:

4.5.1. Observación

Es un instrumento de recolección de información científica que se obtiene directamente mediante la observación directa del investigador sin preguntar al observado. La principal ventaja de este método es que se elimina el sesgo subjetivo si la observación se hace con precisión. La información obtenida se refiere a lo que está ocurriendo actualmente; no se complica ni por el comportamiento pasado ni por las actitudes futuras. Es independiente y relativamente menos exigente en cuanto a la cooperación activa del sujeto observado (Kothari, 2009).

4.5.2. Cuestionario

Este instrumento consiste en una serie de preguntas organizadas, estructuradas y específicas, que permiten medir o evaluar una o varias de las variables definidas en el estudio, respondiendo al planteamiento del problema e hipótesis. Concluido el proceso de diseño e implementación del cuestionario, éste debe ser sometido a una prueba previo a su aplicación en el que deberá participar el personal encuestador y un grupo de participantes con similares características requeridas por el estudio (Cisneros-Caicedo et al., 2022).

4.5.3. Entrevista

El propósito de la entrevista en la investigación cualitativa es obtener descripciones del mundo de vida del entrevistado respecto a la interpretación de los significados de los fenómenos descritos (Martínez, 2013).

4.5.4. Escala Likert

Una escala Likert es una herramienta que se utiliza para medir o recopilar información cuantitativa utilizada en la investigación. Es una escala aditiva correspondiente a un nivel ordinario de medición, consta de una serie de puntos o juicios a modo de enunciados a los que se le pide que responda el sujeto.

A los sujetos se les presentan estímulos (elementos o calificaciones) que representan el rasgo que el investigador está interesado en medir y se les pide que respondan en función de hasta qué punto el sujeto está de acuerdo o en desacuerdo con una afirmación en particular. Hay cinco niveles de respuesta comúnmente utilizados y a cada categoría se le asigna un valor numérico que dará como resultado una puntuación total basada en la puntuación del sujeto en todos los ítems. La puntuación final muestra la posición del sujeto en la escala (Méndez y Peña, 2007).

4.6. Estudios similares

Durante la revisión bibliográfica se encontraron algunos estudios comparables con el estudio realizado, para mejorar el entendimiento acerca de la fragmentación espacial, así como la percepción social de los servicios ecosistémicos (SE), a nivel local y global.

4.6.1. Estudios sobre fragmentación y su influencia hacia los servicios ecosistémicos

Li y Zhang (2023) realizaron un análisis sobre la correlación entre fragmentación del paisaje y el valor de los servicios ecosistémicos (VSE) en el norte de Shaanxi, utilizaron los datos de uso de la tierra de tres períodos comprendidos entre 2000 a 2020. Con su trabajo determinaron varios cambios en los indicadores del paisaje (densidad de parche, índice de diversidad de Shannon, índice de parche, tamaño efectivo de la malla, índice de cohesión de parche e índice de división), además encontraron que existía correlación negativa entre el grado de fragmentación del paisaje y el valor de los servicios ecosistémicos; a medida que aumentó el grado de fragmentación del paisaje el VSE disminuyó.

Ramirez et al. (2019) establecieron asociaciones entre la fragmentación del paisaje y los servicios ecosistémicos mediante la integración de la ciencia (imágenes por satélite y análisis de la fragmentación) y el conocimiento geográfico local (entrevistas a informantes clave y debates en grupos de discusión) en diferentes periodos de tiempo en las cuencas del río Baroro, en el norte de Filipinas. Los resultados demostraron que las experiencias y los conocimientos de la población sobre los servicios ecosistémicos coincidieron con la fragmentación del paisaje de las cuencas hidrográficas tal y como lo demuestran las imágenes de satélite y los análisis de fragmentación realizados en distintos periodos de tiempo.

Aretano et al. (2013) evaluaron la dinámica de los servicios ecosistémicos (SE) de 1954 a 2007 vinculada a los cambios del paisaje de la isla Vulcano al sur de Italia y relacionaron tal transformación con la percepción de las comunidades locales. Estimaron los cambios en el valor económico total de los SE y unieron esa evaluación objetiva con una encuesta entre los habitantes para medir la percepción de los impulsores de perturbación y los SE.

Los resultados mostraron que la agricultura fue remplazada por el turismo, que simultáneamente ha afectado el panorama y trajo beneficios económicos a la población local. A pesar de la expansión urbana relacionada al desarrollo turístico hay un aumento en el flujo de SE debido a que se conservaron algunas clases de cobertura de la tierra que proporcionan una mayor cantidad de SE. Los habitantes son conscientes de la dinámica del paisaje y de los SE, pero no perciben al turismo como el estresor que afecta al atractivo natural y la identidad cultural de su isla.

4.6.2. Estudios sobre percepción social hacia los servicios ecosistémicos

Carolina y Vergara (2017) evaluaron la percepción social de los servicios ecosistémicos en una microcuenca de la Amazonía Sur de Ecuador. A través de 53 entrevistas en los hogares, se identificó los servicios ecosistémicos mayormente percibidos, los de mayor valor de importancia y los factores que influyen la percepción de estos.

Como resultado, identificaron 12 servicios que dominan la percepción social de los servicios ecosistémicos de provisión, seguidos de los servicios regulatorios y culturales y, lo más importante, los servicios de agua para consumo, materias primas y producción de alimentos. También encontraron que factores como la educación, el género, la edad y el lugar de residencia influyen en las percepciones de los servicios ecosistémicos.

Andrade et al. (2017) mediante la aplicación de 40 encuestas semiestructuradas a productores agropecuarios locales y utilizando la escala de Likert: 0 a 10 (de menor a mayor) encontraron que los productores le dan una alta importancia a los SE, siendo el servicio de provisión de agua el más importante para el manejo de sus cultivos. Sin embargo, este servicio fue catalogado como el más afectado, por la intensificación de uso agropecuario y la poca protección de zonas de recarga.

(Arcos-Severo et al. (2020) analizaron la percepción social sobre la importancia de los servicios ecosistémicos a través de encuestas, observaciones directas y visitas de campo e identificaron 17 servicios ecosistémicos considerados importantes y más representativos según sus categorías ecosistémicas: culturales (belleza paisajística, relajación y recreación), soporte (conservar la biodiversidad), regulación (mejorar la polinización y el control de la erosión) y provisión (diversidad alimentaria).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La investigación se ejecutó en la provincia de Tungurahua ubicada en la región Sierra Centro del Ecuador. La provincia Tungurahua tiene una superficie de 3 369 km², limita al norte con la provincia de Cotopaxi, al sur con Chimborazo, al este con Pastaza y Napo y al oeste con las provincias de Cotopaxi y Bolívar. Se divide en nueve cantones, 44 parroquias rurales y nueve urbanas. Tiene una altitud de 1 200 a 5 000 m s.n.m., presenta una precipitación anual entre 400 mm y 600 mm, su temperatura media varía entre -4 °C en los puntos más altos de la provincia y 20 °C en los más bajos (Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Tungurahua [GADPT], 2020). Figura 2.

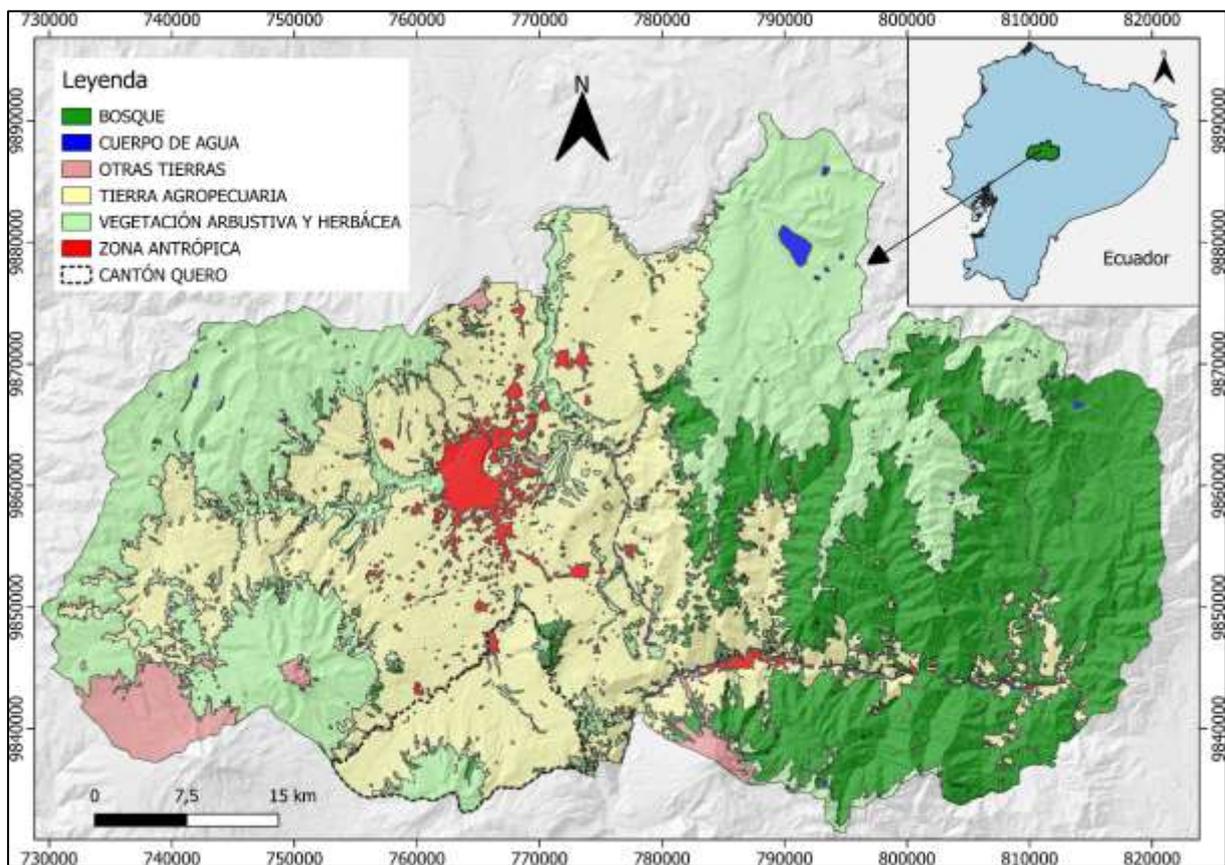


Figura 2. Mapa de ubicación geográfica y cobertura y uso del suelo de la provincia de Tungurahua

5.2. Evaluación del nivel de fragmentación en los paisajes altoandinos de la provincia de Tungurahua

Fue evaluada mediante la fragmentación de los páramos siendo representados en este estudio por la vegetación arbustiva y herbácea.

A continuación, se encuentra detallado el proceso para el cálculo de los cambios de cobertura vegetal y uso del suelo, también se explica el proceso para el cálculo de la fragmentación en la provincia de Tungurahua, las métricas e índices utilizados.

5.2.1. Insumos cartográficos y procesamiento de la información

Se utilizó información vectorial de cobertura y uso del suelo del MAATE nivel 1 obtenida del mapa interactivo ambiental de los años 2000, 2008, 2016 y 2022 (<http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/>). Las capas en formato vector se recortaron en función del área de estudio. La proyección utilizada fue WGS84 UTM zona 17 Sur. Los análisis de cambio y fragmentación fueron realizados utilizando el programa QGIS versión 3.34.1 (QGIS Development Team, 2023) y RStudio versión 2023.09.1+494 (Posit Team, 2023).

5.2.2. Cálculo de cambios ocurridos en las coberturas vegetales y uso del suelo

Para la cobertura vegetal y uso del suelo a lo largo de los periodos temporales se calcularon el cambio neto, ganancias, pérdidas y contribuciones. Además, se calculó la tasa de cambio de la vegetación arbustiva y herbácea en función de la fórmula propuesta por Puyravaud (2003) que se muestra en la Ecuación 3.

Ecuación 3

$$\text{Tasa de cambio} = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \times \text{Ln} \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \times 100$$

Donde A1 y A2 son la cubierta forestal en los tiempos t1 y t2 respectivamente.

5.2.3. Cálculo de fragmentación

Se calculó la fragmentación de la vegetación arbustiva y herbácea, para toda la provincia de Tungurahua. El área de estudio se dividió en polígonos hexagonales de 3 kilómetros de superficie cada uno, se eligió este tamaño de hexágono para lograr mayor detalle del área de levantamiento de información social, esto mejoró la capacidad de evaluar las métricas de fragmentación de una manera más homogénea y localizada (Birch et al., 2007). Se calcularon métricas a nivel de clase y parche por cada polígono hexagonal mediante el software RStudio y el paquete Landscapemetrics (Hesselbarth et al. 2019). Puede revisar el código completo para calcular la fragmentación en el Anexo 6. En la Figura 3 se muestra el proceso general del cálculo de la fragmentación.

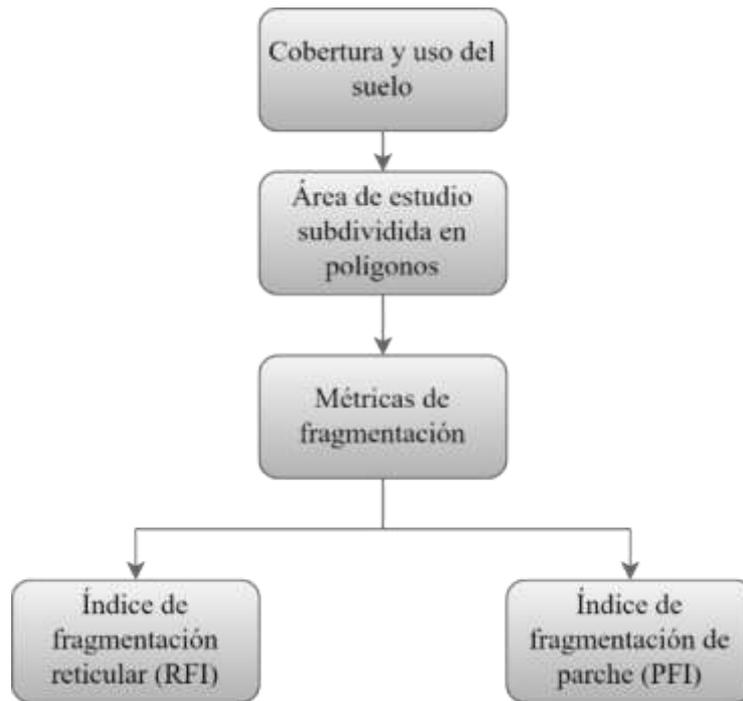


Figura 3. Proceso metodológico para el cálculo de los índices RFI y PFI

Las métricas calculadas a nivel de clase fueron las siguientes: área de clase (CA) (Anexo 1) número de parches (NumP)(Anexo 2), borde total (TE) (Anexo 3) y densidad de bordes (DE) (Anexo 4). Estos parámetros se utilizaron para calcular el índice de fragmentación reticular (RFI) en base al porcentaje sin vegetación ponderado a 1 (PSV%) y la densidad de borde (ED). Pevio al cálculo del índice de fragmentación reticular se realizó la normalización de los valores de densidad de bordes mediante la Ecuación 4 que se muestra a continuación:

Ecuación 4

$$Y_n = \frac{X_n - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

donde n es el número de cada cuadrícula, X es ED y el valor de Y está entre 0 y 1.

Se cuantificaron métricas a nivel de parche: Área de parche (AP), Dimensión fractal del parche (MPDF) (Anexo 5). Además, el Área de influencia (Ai) y con estos parámetros se construyó el Índice de Fragmentación de Parche (PFI).

5.3. Evaluación de la percepción de servicios ecosistémicos

Para cumplir con este objetivo se consideraron los resultados obtenidos en el análisis de fragmentación de la provincia de Tungurahua; el cual registró que la zona centro sur y este de la provincia presentan los valores más altos de fragmentación.

El análisis de la percepción se centró en el cantón Quero, por su alto nivel de fragmentación y cercanía al cerro Igualata; el cual es un sitio de recarga hídrica importante en

cantón (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca [MAGAP], 2014), con valores de producción de agua entre 1 000 mm/año m² y 2 000 mm/año m² (Burbano et al., 2015), siendo uno de los servicios ecosistémicos del cual se benefician las 17 juntas de agua potable de ese sitio.

5.3.1. Identificación de población objetivo y selección de muestra

Se definieron tres zonas dentro del cantón: zona baja, media y alta, con un buffer (zona de influencia) de 2 km cada una (Figura 4), con la finalidad de conocer la percepción social de las comunidades en función de su cercanía al cerro Igualata, de donde reciben agua.

Se trabajó con las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP), debido al nivel de organización de las comunidades; de estas se seleccionaron tres JAAP: Nueva Vida (cuatro comunidades), Regional Hualcanga (12 comunidades) y Regional Rumipamba (cuatro comunidades), las cuales cuentan con estatuto establecido.

Se visitó cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable, y junto con el representante de cada junta se obtuvo una lista completa del número de hogares y los nombres de los jefes y jefas de hogar pertenecientes a cada comunidad. Esto sirvió para determinar el tamaño de la población y en función de ello establecer el tamaño de la muestra por cada zona (Tabla 5), aplicando la fórmula propuesta por Aguilar-Barojas (2005) que se muestra en la Ecuación 5.

Ecuación 5

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: población total de hogares

Z: nivel de confianza del 95 % por lo que el valor de Z=1,96

p: proporción esperada (en este caso 50 % = 0.50)

q: 1 – p (en este caso 1-0,50 = 0,50). La suma de la p y la q siempre debe dar 1

d: precisión (en este caso un 10 %)

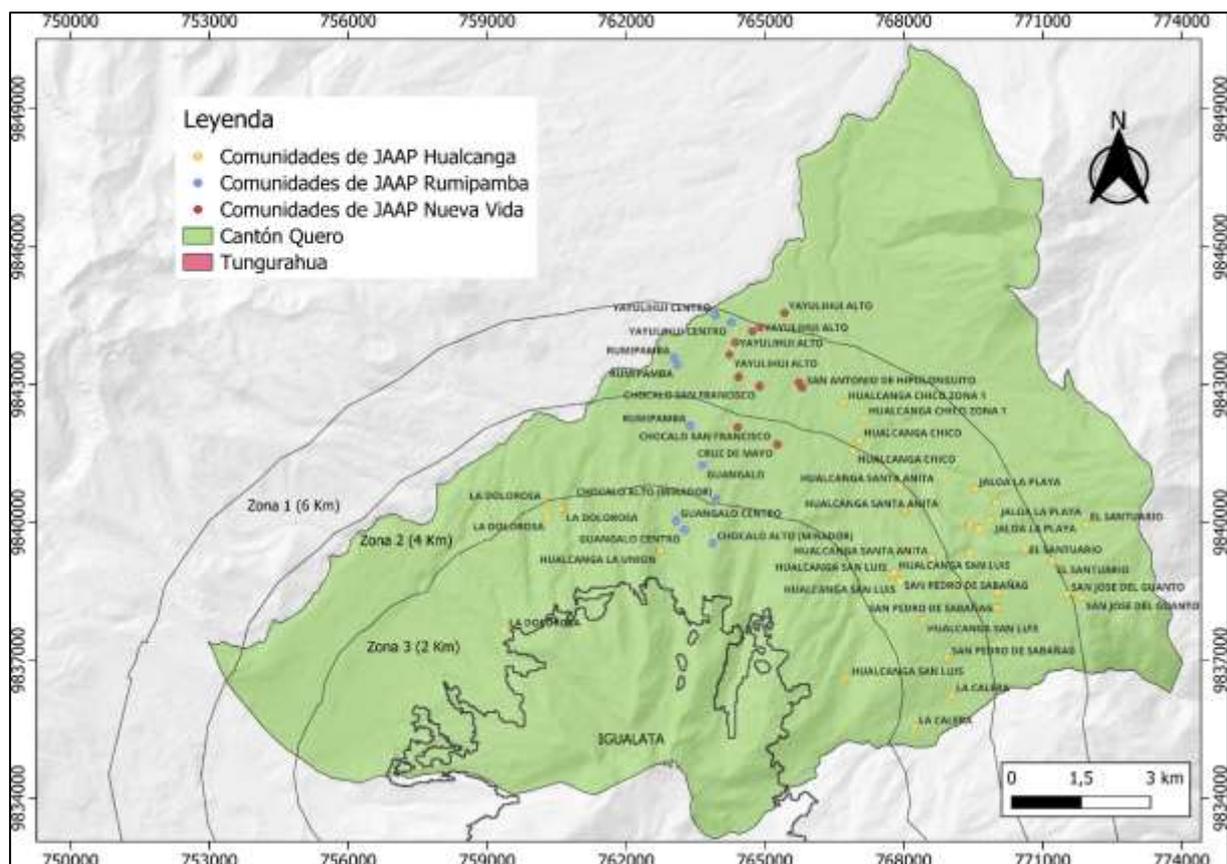


Figura 4. Distribución espacial de las comunidades de cada una de las JAAP en el cantón Quero

Tabla 5. Número de hogares y muestra de las comunidades

Zona	# hogares*	# encuestas efectuadas
1	1846	92
2	661	84
3	337	75
Total	2844	251

*Corresponde al número de hogares reportado por los líderes de las comunidades durante las visitas realizadas junto con cada presidente de las JAAP.

5.3.2. Método de recolección de información

La herramienta para recolectar la información fue la encuesta, aplicada cara a cara (Feria Avila et al., 2020), la cual estuvo dirigida a jefes de hogar, o a la persona que se encontraba en la propiedad y que sea conocedora del área de estudio (esposa del jefe de hogar, hijos etc.).

Se aplicaron un total de 251 encuestas a hogares, los cuales fueron seleccionados al azar de los listados obtenidos dentro de cada zona. Antes de aplicar definitivamente las encuestas se hizo una prueba piloto en una muestra pequeña, esto con el fin de probar la pertinencia, eficacia

y condiciones de aplicabilidad del instrumento (Hernández Mármol et al., 2021); asimismo, para detectar posibles errores en la formulación de las preguntas.

5.3.3. *Diseño del cuestionario*

El cuestionario que se puede ver en el Anexo 7 se organizó en cinco secciones:

Sección 1. Información sociodemográfica: las preguntas estuvieron relacionadas con el sexo, etnia, edad, ocupación y nivel de educación.

Sección 2. Uso y tenencia de la tierra: incluyó aspectos sobre los usos de terreno que los hogares poseen individualmente y de manera compartida.

Sección 3. Servicios ecosistémicos: se analizaron 18 servicios ecosistémicos, los cuales correspondieron a cuatro categorías según la clasificación de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, tal como se detalla en la Tabla 6.

Las preguntas estuvieron enfocadas en el conocimiento de los términos “páramo” y “servicios ecosistémicos”, así como los principales beneficios que los hogares obtienen del páramo y su opinión sobre el estado actual de los servicios ecosistémicos, de acuerdo con la escala de valoración de la Tabla 7. Para mayor entendimiento de las personas se utilizó el término “paramo” el cual incluye vegetación arbustiva y herbácea.

Tabla 6. Clasificación de los servicios ecosistémicos evaluados en el estudio

Clasificación	Indicador	Descriptor
Aprovisionamiento	Cantidad de animales disponibles para cazar del páramo	Beneficios naturales que obtienen las personas de los ecosistemas. Incluyendo, por ejemplo, agua, alimento, madera y otros bienes.
	Cantidad de animales salvajes grandes del páramo	
	Cantidad de animales salvajes pequeños del páramo	
	Cantidad de alimento y condimentos disponibles para extraer del páramo	
	Cantidad de plantas medicinales disponibles para extraer del páramo	
	Cantidad de aves del páramo	
Regulación	Cantidad del agua que baja del páramo	Generalmente no son tangibles y, por lo tanto, son subestimados. Contribuyen a mantener la calidad del aire, agua y suelo, al controlar las inundaciones y enfermedades y polinizar cultivos.
	Calidad del agua que baja del páramo	
	Calidad de aire que se respira en la zona	
	La cantidad de insectos polinizadores	
	Frecuencia de deslaves	
	Frecuencia de sequías	
	Frecuencia de inundaciones	
SopORTE	Calidad de suelo para cultivos	Describe los procesos básicos del ecosistema como la formación de suelos, la productividad primaria, la biogeoquímica, el ciclo de

		nutrientes y el aprovisionamiento de hábitat.
Cultural	Calidad de espacios naturales para recreación en el páramo	Beneficios intangibles.
	Calidad de espacios naturales para hacer actividades turísticas	Incluyen la apreciación estética, la identidad cultural, la recreación, el sentido de pertenencia y las experiencias
	Calidad de espacios naturales para hacer actividades culturales/religiosas en el páramo	espirituales relacionadas con el ambiente natural.
	Calidad de vida de las personas de la comunidad	

Fuente: Clasificación jerárquica servicios ecosistémicos MEA (2005) y CICES V5.2 (s/f)

Tabla 7. Escala de calificación para los servicios ecosistémicos

Escala	Cantidad	Calidad	Frecuencia
1	Baja	Mala	Nunca
2	Regular	Regular	Raro
3	Abundante	Buena	Frecuentemente
4	Muy abundante	Excelente	Muy frecuente

Sección 4. Fragmentación del paisaje y su relación con la pérdida de servicios ecosistémicos: esta sección abarcó preguntas sobre los cambios en el paisaje en la actualidad, hace cinco años y hace 10 años, considerando la escala de valoración de la Tabla 8. También se realizaron preguntas sobre los servicios ecosistémicos que se ven afectados por la fragmentación del páramo, así como también la actividad humana que afecta dichos servicios.

Tabla 8. Ponderación de cambios en el paisaje en la actualidad, hace cinco años y hace 10 años

Ponderación	Cambio
1	Menos
2	Igual
3	Más

Sección 5. Estrategias de restauración: esta sección permitió saber si los encuestados han participado en proyectos de restauración, su disponibilidad para participar en futuros proyectos de restauración y las principales razones para hacerlo.

6. Resultados

6.1. Cambios ocurridos en la cobertura vegetal y uso del suelo

En esta sección se presenta los resultados del análisis de los cambios ocurridos en la cobertura y uso de suelo de la provincia de Tungurahua en el periodo 2000 - 2022.

6.1.1. Ganancias, pérdidas y cambio neto entre 2000 y 2022

Entre el año 2000 y 2022, las coberturas y usos de suelo presentaron cambios registrados en la Figura 5, donde destacan los cambios netos que indican la relación entre ganancias y pérdidas de cada una de las clases. Se observa que la cobertura natural bosque perdió 6 003 hectáreas (6,28 %), la vegetación arbustiva y herbácea 3 737 hectáreas (3,33 %), cuerpos de agua 161 hectáreas (8,28 %) y otras tierras 3 328 hectáreas (27,97 %). Por otro lado, hay clases que incrementaron su área considerablemente, la tierra agropecuaria por su parte incrementó 8 217 hectáreas (7,20 %) de superficie y la zona antrópica 5 012 hectáreas (206,04 %). La tierra agropecuaria es el uso de suelo más extenso en la provincia de Tungurahua y representa a la matriz del paisaje. Figura 5.

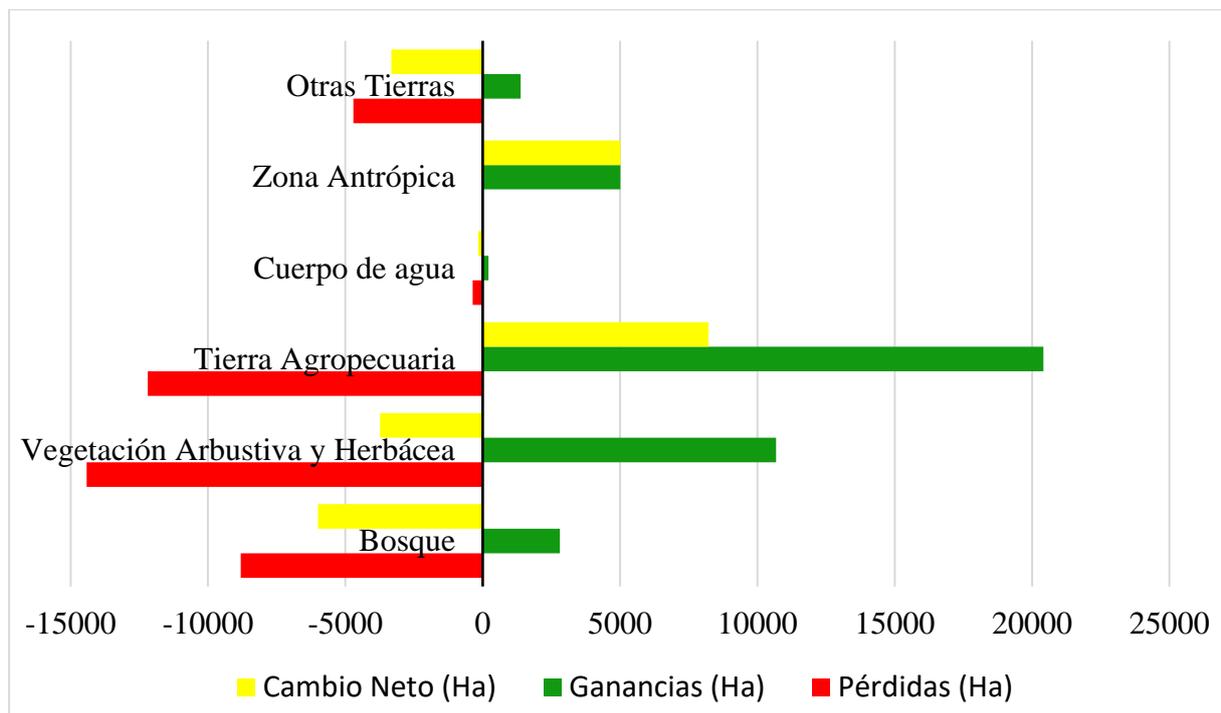


Figura 5. Ganancias, pérdidas y cambio neto entre 2000 y 2022

6.1.2. Contribuciones al cambio de la vegetación arbustiva y herbácea

Entre el año 2000 y 2022, la vegetación arbustiva y herbácea perdió superficie, con un cambio neto de -3,737 hectáreas. La cobertura de bosque y otras tierras contribuyeron positivamente al aumento de esta vegetación, sumando 4,332 hectáreas. Sin embargo, la

transición hacia tierras agropecuarias, zonas antrópicas y cuerpos de agua fue mayor, representando en conjunto 8,069 hectáreas de conversión. Figura 6.

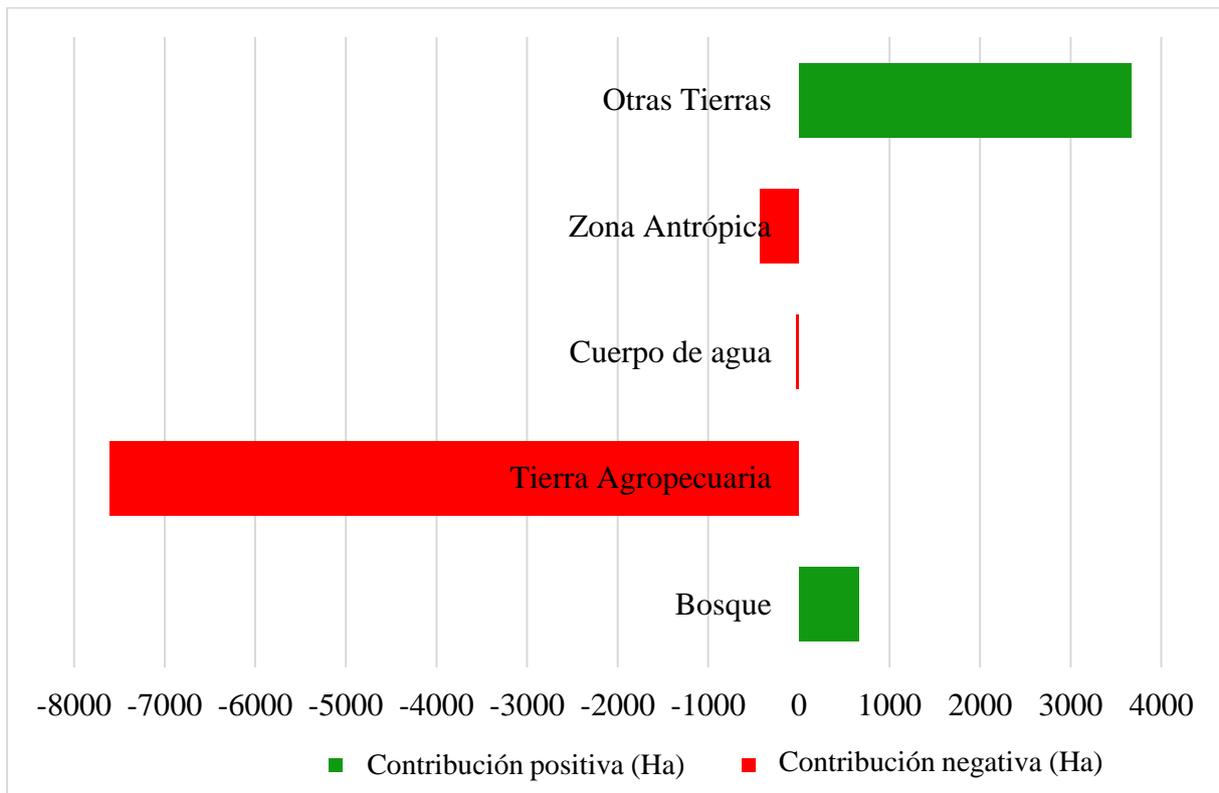


Figura 6. Contribuciones al cambio de la vegetación arbustiva y herbácea

6.1.3. Tasa de cambio de la vegetación arbustiva y herbácea

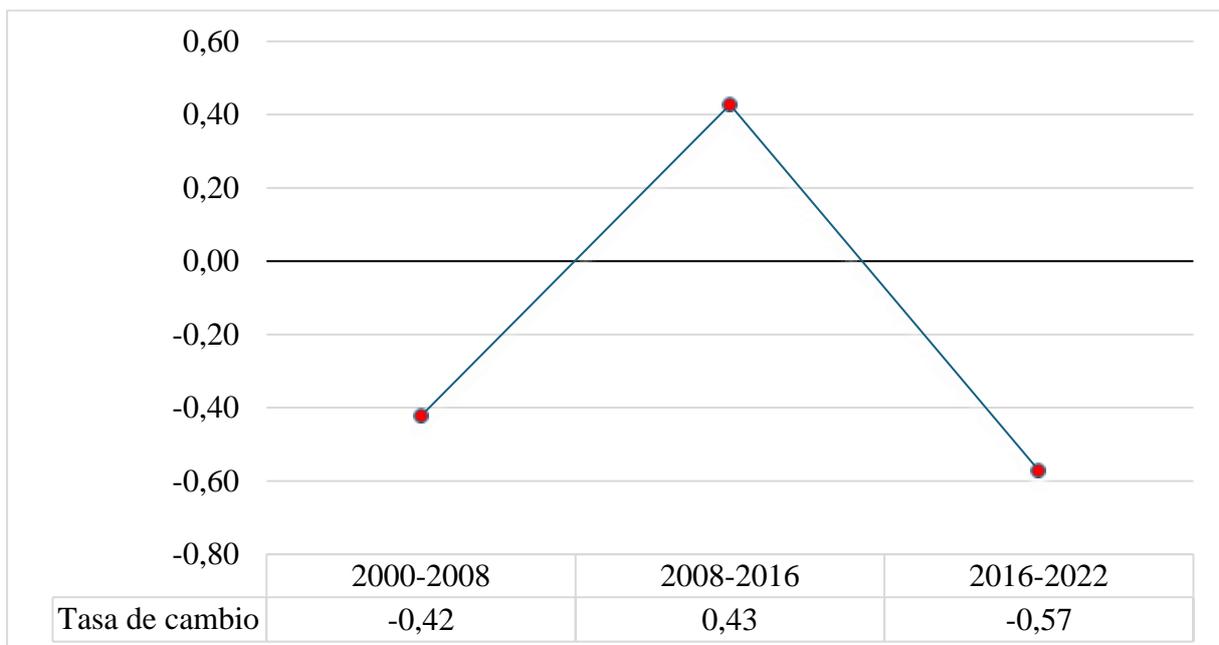


Figura 7. Tasa de cambio de la vegetación arbustiva y herbácea

Entre 2000 y 2008 se perdieron 3 726 hectáreas de vegetación arbustiva y herbácea representando el 3,32 % de la superficie original del año 2000, la tasa anual de cambio fue de $-0,42$, mientras que, para el periodo 2008 y 2016 la vegetación arbustiva y herbácea se recuperó y la tasa de cambio anual fue de $0,43$. Para el año 2022 se reducen exactamente 3 783 hectáreas con respecto al año 2016 representadas por una tasa de cambio de $-0,57$ como se muestra en la Figura 7.

6.2. Fragmentación

A continuación, se presenta la evolución de la fragmentación de la vegetación arbustiva y herbácea a nivel gráfico y numérico en la provincia de Tungurahua durante los años 2000, 2008, 2016 y 2022.

6.2.1. Evolución espacio-temporal de las métricas de fragmentación en la vegetación arbustiva y herbácea

En la Tabla 9 se presenta las variaciones de los valores en cada una de las métricas calculadas por cada año.

Tabla 9. Variación de las métricas de fragmentación para la vegetación arbustiva y herbácea

Métrica		Año 2000	Año 2008	Año 2016	Año 2022
Área de clase (ha)	Media	181,31	171,12	165,76	159,46
	sd	116,46	117,26	118,72	119,39
	Mediana	213,23	190,37	172,35	157,40
	Min	0,00	0,00	0,00	0,05
	Max	300,00	300,00	300,00	300,00
Número de parches	Media	1,55	1,69	1,75	1,87
	sd	1,08	1,21	1,28	1,44
	Mediana	1,00	1,00	1,00	1,00
	Min	1,00	1,00	1,00	1,00
	Max	9,00	9,00	9,00	12,00
Borde total (m)	Media	2832,74	3232,74	3214,59	3505,64
	sd	2905,64	3147,36	3217,79	3434,22
	Mediana	2224,50	2739,00	2487,00	2727,00
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	14220,00	16038,00	15381,00	16989,00
Densidad de borde (m/ha)	Media	9,41	10,74	10,68	11,65
	sd	9,66	10,46	10,69	11,41
	Mediana	7,40	9,10	8,27	9,06
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	47,28	53,33	51,09	56,49
Dimensión fractal (m/ha)	Media	1,06	1,07	1,07	1,07
	sd	0,04	0,04	0,04	0,04
	Mediana	1,06	1,07	1,07	1,08
	Min	1,02	1,00	1,00	1,01
	Max	1,20	1,24	1,33	1,28

sd: Desviación estándar

El área de clase disminuyó 21,85 hectáreas entre el año 2000 y 2022. En contraste el número máximo de parches aumentó de 9 en el año 2000 a 12 en el año 2022. Asimismo, la longitud total de bordes se incrementó en 672,9 metros promedio durante el mismo periodo, en consecuencia, la densidad de bordes también aumento, de 9,41 m/ha en el año 2000 a 11,65 m/ha en el año 2022. Además, los valores de dimensión fractal también reflejaron un incremento.

6.2.2. Evolución espacio-temporal de los índices de fragmentación en la vegetación arbustiva y herbácea

6.2.2.1. Índice de fragmentación reticular (RFI)

La Tabla 10 muestra un aumento general del RFI a lo largo de los años, este incremento es especialmente evidente en los valores máximos: en el año 2000 el RFI era de 0,71, mientras que en 2022 alcanzó 0,87.

Tabla 10. Variación del RFI por año

		Año 2000	Año 2008	Año 2016	Año 2022
RFI	Media	0,28	0,31	0,32	0,34
	sd	0,24	0,24	0,25	0,25
	Mediana	0,29	0,35	0,40	0,46
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	0,71	0,76	0,78	0,87

sd: Desviación estándar

El número de hexágonos clasificados con un RFI muy bajo y bajo se mantienen con ligeras variaciones durante el periodo analizado. Los valores en el nivel medio y alto muestran un patrón de aumento de hexágonos con el tiempo. En el nivel muy alto, solo se registraron hexágonos en el año 2022. Tabla 11.

Tabla 11. Variación del número de hexágonos del RFI por año

	2000	2008	2016	2022
	Nº Hexágonos	Nº Hexágonos	Nº Hexágonos	Nº Hexágonos
	RFI	RFI	RFI	RFI
Muy bajo	319	285	306	293
Bajo	83	104	87	74
Medio	281	295	319	331
Alto	29	46	69	85
Muy Alto	0	0	0	2
Total	712	730	781	785

En la Figura 8 se representa gráficamente la dinámica de cambio del RFI de la vegetación arbustiva y herbácea en la provincia de Tungurahua. En el año 2000 el 44,80% de

los hexágonos tenían un nivel muy bajo de fragmentación reticular, pero con el pasar del tiempo se fue reduciendo y en el año 2022 el nivel muy bajo representó el 37,32 %. El nivel bajo y medio presenta cambios relativamente estables. En la provincia de Tungurahua el 4,07 % de los hexágonos se clasificaron con un RFI alto y se incrementó a 10,83 % para el año 2022. Asimismo, la superficie que se clasificó con un RFI muy alto aumentó de 0 % a 0,25 % entre el año 2000 y 2022.

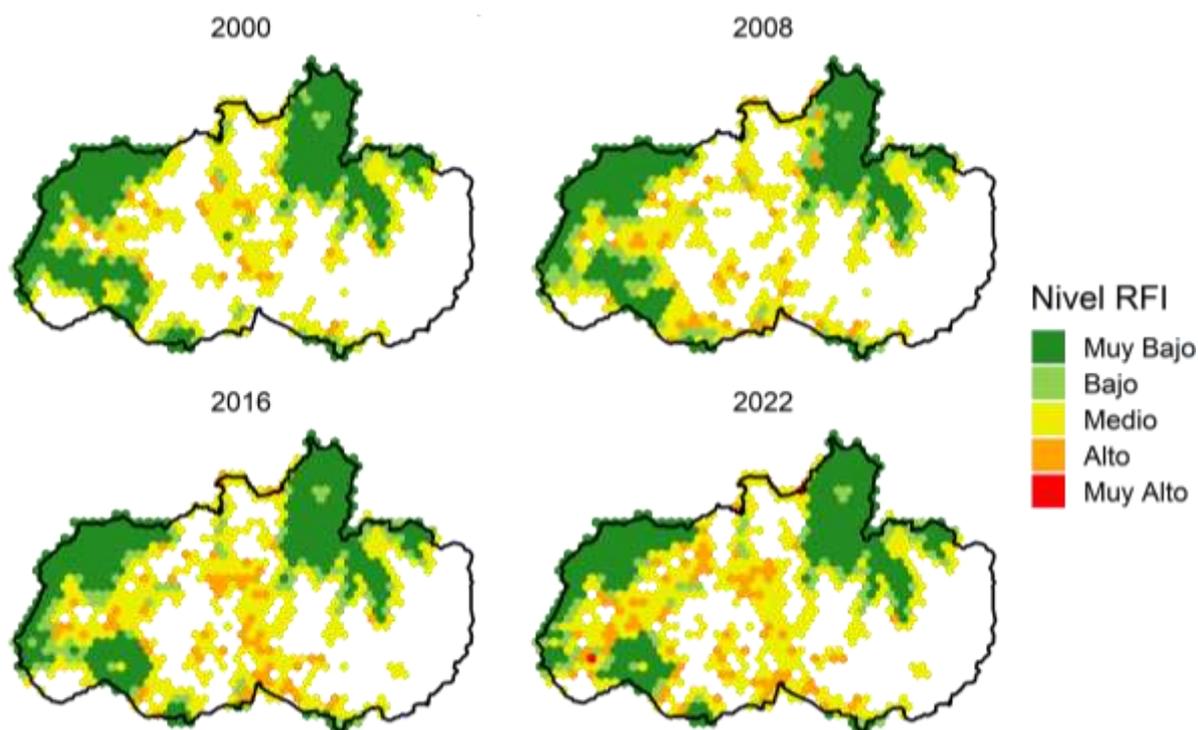


Figura 8. Índice de fragmentación reticular de la vegetación arbustiva y herbácea de la provincia de Tungurahua

6.2.2.2. Índice de fragmentación de parche (PFI)

En el PFI los valores mínimos y máximos se mantienen relativamente iguales para todos los años. Tabla 12. Por otro lado, el valor medio se incrementó de 0,42 en el año 2000 a 0,48 en el año 2022, así mismo, la mediana aumentó de 0,34 a 0,49 entre el año 2000 y 2022 respectivamente.

Tabla 12. Variación del PFI por año

	Año 2000	Año 2008	Año 2016	Año 2022
Media	0,42	0,45	0,46	0,48
sd	0,31	0,32	0,32	0,32
PFI Mediana	0,34	0,40	0,45	0,49
Min	0,10	0,10	0,10	0,10
Max	0,92	0,92	0,93	0,92

sd: Desviación estándar

En el PFI, el número de hexágonos clasificados con un nivel muy bajo disminuyó de 306 en el año 2000 a 281 en el año 2022. Los hexágonos correspondientes al nivel bajo y medio muestran poca variación año tras año. En el nivel alto, se registra un aumento de 107 a 131 entre el año 2000 y 2022. Asimismo, en el nivel muy alto se observa un aumento de 148 a 220 hexágonos en el mismo periodo. Tabla 13.

Tabla 13. Variación del número de hexágonos del PFI por año

	2000	2008	2016	2022
	# Hexágonos PFI	# Hexágonos PFI	# Hexágonos PFI	# Hexágonos PFI
Muy bajo	306	275	297	281
Bajo	71	89	73	75
Medio	80	82	78	78
Alto	107	117	145	131
Muy Alto	148	167	188	220
Total	712	730	781	785

La Figura 9 muestra la dinámica de cambio del Índice de Fragmentación (PFI) en la vegetación arbustiva y herbácea de la provincia de Tungurahua.

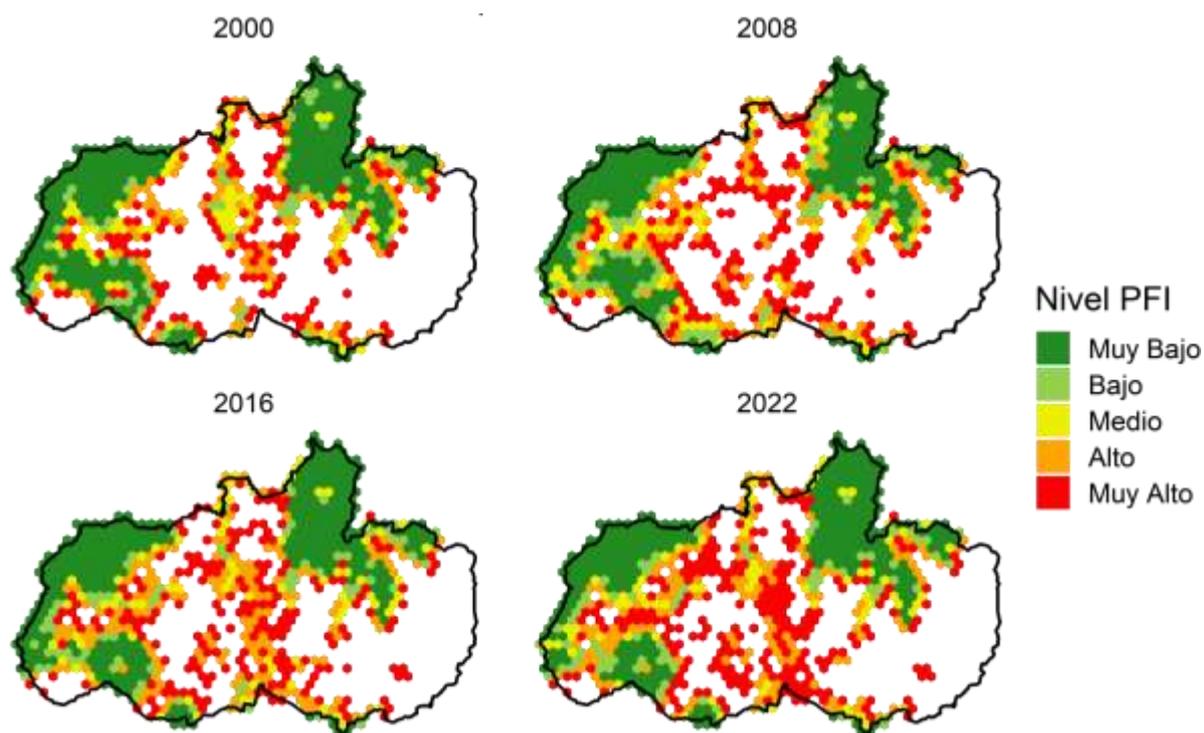


Figura 9. Índice de fragmentación de parche de la vegetación arbustiva y herbácea para la provincia de Tungurahua

En el año 2000, el 42,98% de los hexágonos presentaban un índice de fragmentación muy bajo, cifra que disminuyó al 35,80% en 2022. El porcentaje de hexágonos con un nivel de PFI bajo fue del 9,35% en el año 2000 y se mantuvo relativamente estable hasta 2022. En cuanto a los hexágonos clasificados con un nivel de PFI medio, este porcentaje era del 11,24% en el

año 2000 y descendió al 9,94% en 2022. Por otro lado, los hexágonos con un nivel de fragmentación alta aumentaron del 15,03% en 2000 al 16,69% en 2022. Asimismo, el porcentaje de hexágonos con un nivel de fragmentación muy alto creció del 20,79% al 28,03% entre 2000 y 2022.

6.3. Percepción social de los efectos de la fragmentación sobre la provisión de servicios ecosistémicos en el cantón Quero, provincia de Tungurahua

Se encuestaron un total de 251 hogares: 92 en la zona 1, 84 en la zona 2, y 75 en la zona 3. Inicialmente se obtuvo información sociodemográfica de cada hogar (sección uno), el uso y tenencia de la tierra (sección dos), e información sobre el significado de los términos “páramo” y “servicios ecosistémicos”, así como el estado actual de los 18 SE analizados.

6.3.1. Características sociodemográficas de las personas encuestadas

El 73 % son hogares con jefes de hogar hombres, y el 27 % mujeres. El 63,35 % de los hogares encuestados respondieron que las decisiones sobre el aprovechamiento de los recursos naturales de su finca las toman en conjunto (jefe y jefa de hogar); el 23,11 % mencionaron que las decisiones las toman los hombres y; el 13,55 % que las decisiones las toman las mujeres.

Respecto a la ocupación principal, el 74,50 % de los jefes de hogar se dedican a actividades del sector primario (agricultura, ganadería, apicultura, entre otros); el 21,91 % al sector secundario (maquiladora, jornal, albañilería, entre otras); y el 3,59 % mencionaron dedicarse a labores del sector terciario (transportistas y estudiantes) (Figura 10).

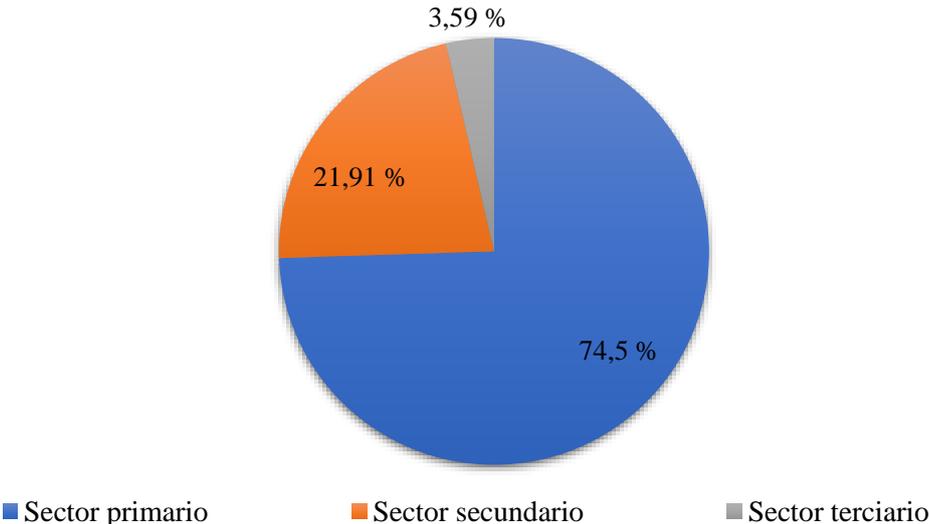


Figura 10. Ocupación principal de encuestados

En cuanto al nivel de educación, el 47,81 % de los encuestados culminó la primaria, el 23,11 % concluyó la secundaria y el 1,20 % de los participantes en esta investigación terminó sus estudios universitarios (Figura 11).

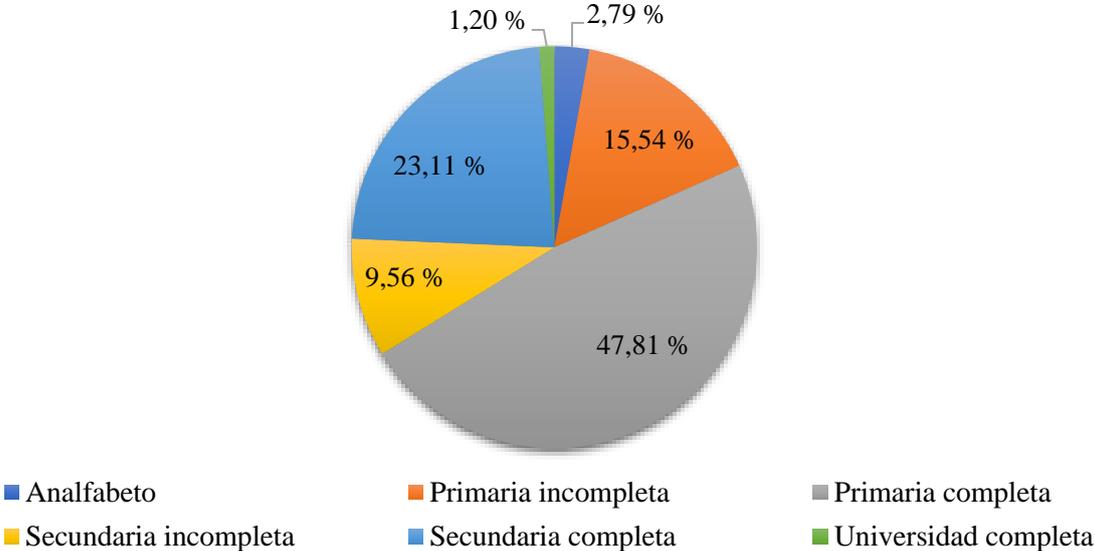


Figura 11. Nivel de educación de los encuestados

6.3.2. Uso y tenencia de la tierra

La mediana de la extensión de las fincas es de 3 ha aproximadamente; sin embargo, existen fincas de 15 y 20 ha. Los usos principales son tierra agropecuaria con el 54,18 %, pastizal con el 25,10% e infraestructura (vivienda) con el 18,73 % (Figura 12). El 88,85 % de los encuestados mencionan que el terreno es propio y cuentan con escrituras.

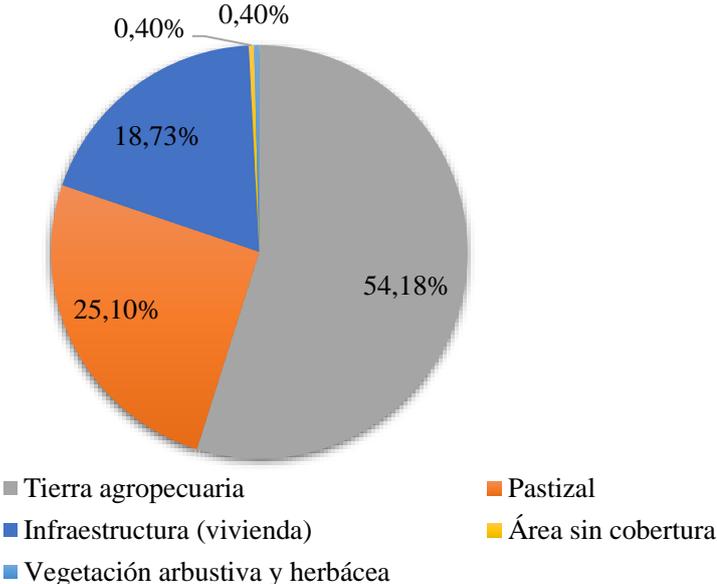


Figura 12. Usos de la tierra en los hogares encuestados

Los encuestados también manifestaron que cada junta de agua posee hectáreas de uso compartido (Tabla 14), cuya cobertura es 100 % páramo y está dedicado exclusivamente a su conservación.

Tabla 14. Terreno compartido por cada una las juntas de agua del cantón Quero

Junta de agua	Superficie de uso compartido (ha)	Cobertura
Regional Rumipamba	320	
Regional Hualcanga	300	Páramo
Nueva Vida	40	

6.3.3. Nivel de Percepción social hacia los servicios ecosistémicos del páramo

El 96,02 % de los participantes conocen el concepto de “páramo”, mientras que tan solo el 3,98 % lo desconoce. Para el 39,44 % de los encuestados, el páramo se considera como una “Zona maravillosa y fuente de agua”; el 21,12 % lo asocia con “Área protegida, única e importante”, y una pequeña cantidad de encuestados describe el páramo como “Algo maravilloso que hay que cuidar” y un “Sitio para distraerse”. Figura 13.



Figura 13. Significado del término “páramo” para los hogares encuestados

También se preguntó si conocían el término “servicios ecosistémicos”, el 97,21 % de los encuestados expresaron no conocer dicha definición, y tan solo el 2,79 % dijo conocer sobre los servicios ecosistémicos. Los conceptos mencionados fueron “Beneficios que brinda el páramo” y “El agua, los animales y la vida”.

En cuanto a los beneficios obtenidos del páramo, el 33,33 % mencionó “agua para consumo humano”; el 26,03 % de los encuestados indicaron “aire puro” y el 14,61 % nombraron “suelo para cultivar” como beneficios más importantes. Figura 14.

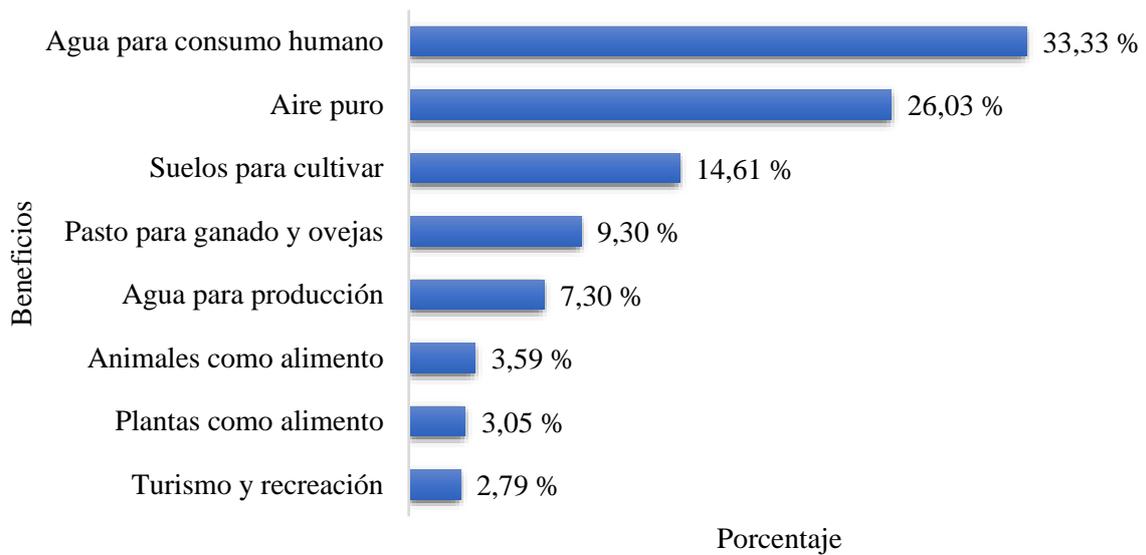


Figura 14. Beneficios más importantes obtenidos del páramo

Adicionalmente, en la encuesta se pidió a las personas que indiquen el estado actual de los servicios ecosistémicos considerados en este estudio (Tabla 15), cuya valoración se presenta en la Tabla 13. Los resultados muestran que los seis servicios de aprovisionamiento se encuentran en baja cantidad, siendo la cantidad de aves con el 60,56 % y cantidad de condimentos disponibles con el 56,18 % los servicios percibidos con la menor cantidad. Por su parte la cantidad de animales salvajes pequeños es percibida como muy abundante por el 1,59 % de los encuestados. Respecto a los servicios que los participantes desconocían su estado actual, se encuentran plantas medicinales y animales salvajes grandes, con el 27,4 % y 25,10 % respectivamente.

El estado actual de los servicios de regulación refleja que más del 50 % de participantes consideran que la presencia de insectos polinizadores se encuentra en baja cantidad, mientras que la cantidad de agua que baja del páramo la perciben en su mayoría como regular, con un porcentaje de 49,80 %. Con respecto a la calidad de agua y aire, estos son percibidos por más de la mitad de encuestados de buena calidad. El 61,35% de encuestados perciben que en la actualidad hay una mayor periodicidad de sequías, mientras que la frecuencia de deslaves e inundaciones es percibida como nula por gran parte de los encuestados, con el 58,96% y 83,27 respectivamente.

En el caso de los servicios de soporte, los participantes califican la calidad de suelos (servicio de soporte) como buenos, con un porcentaje de 65,34 %. Con relación a los cuatro servicios culturales analizados en este estudio, los espacios naturales de recreación y para hacer actividades culturales o religiosas en el páramo, fueron catalogados como regulares por la

mayoría de los participantes, con un porcentaje de 45,82 % y 31,47 % respectivamente. Con respecto a la calidad de espacios naturales para hacer actividades turísticas, son percibidos como buenos con el 39,84 % al igual que la calidad de vida de las personas con un porcentaje mayor de 62,55 %.

Tabla 15. Percepción del estado actual de los servicios ecosistémicos (n=251)

Servicios de aprovisionamiento					
	Baja (%)	Regular (%)	Abundante (%)	Muy abundante (%)	No sabe (%)
Cantidad de animales para cazar	35,46	23,11	17,93	0,00	23,51
Cantidad de animales salvajes grandes	39,44	21,12	13,94	0,00	25,10
Cantidad de animales salvajes pequeños	42,23	30,68	17,53	1,59	7,97
Cantidad de plantas medicinales	48,61	13,15	10,76	0,00	27,49
Cantidad de condimentos disponibles	56,18	17,13	8,37	0,40	17,93
Cantidad de aves	60,56	12,75	5,98	0,40	20,32
Servicios de regulación					
	Baja (%)	Regular (%)	Abundante (%)	Muy abundante (%)	No sabe (%)
Cantidad de agua que baja del páramo	8,76	49,80	37,85	2,79	0,80
Cantidad de insectos polinizadores	54,98	21,91	12,75	0,40	9,96
Calidad de agua que baja del páramo	Mala 1,20	Regular 38,25	Buena 54,58	Excelente 5,58	No sabe 0,40
Calidad de aire que se respira en la zona	0,00	8,37	57,77	33,86	0,00
Control de deslaves	Nunca 58,96	Raro 35,46	Frecuente 5,18	Muy frecuente 0,00	No sabe 0,40
Control de sequías	0,40	33,07	61,35	5,18	0,00
Control de inundaciones	83,27	15,14	1,59	0,00	0,00
Servicios de soporte					
	Mala (%)	Regular (%)	Buena (%)	Excelente (%)	No sabe (%)
Calidad de suelos para cultivar	2,79	24,30	65,34	7,57	0,00
Servicios culturales					
	Mala (%)	Regular (%)	Buena (%)	Excelente (%)	No sabe (%)
Calidad de espacios naturales para recreación	14,74	45,82	29,88	8,76	0,80
Calidad de espacios naturales para actividad turística	13,94	37,45	39,84	6,77	1,99
Calidad de espacios naturales para actividad culturales/religiosas	11,95	31,47	26,29	5,18	25,10
Calidad de vida de las personas de la comunidad	0,80	29,48	62,55	7,17	0,00

6.3.4. Fragmentación del paisaje y su relación con la pérdida de servicios ecosistémicos

La información obtenida en esta sección permite conocer la relación entre los resultados del análisis de fragmentación espacial a través de métricas e índices y la percepción de los participantes frente a la fragmentación in situ, así como también la relación con la pérdida de servicios ecosistémicos como el agua.

6.3.4.1. Cambios en el paisaje

En la Figura 15 se muestra el resultado de la percepción de los participantes hacia los cambios ocurridos en diferentes elementos del paisaje (caminos, carreteras, construcciones, parcelas de cultivos, pastizales y páramo), hace 10 años, cinco años y en la actualidad.

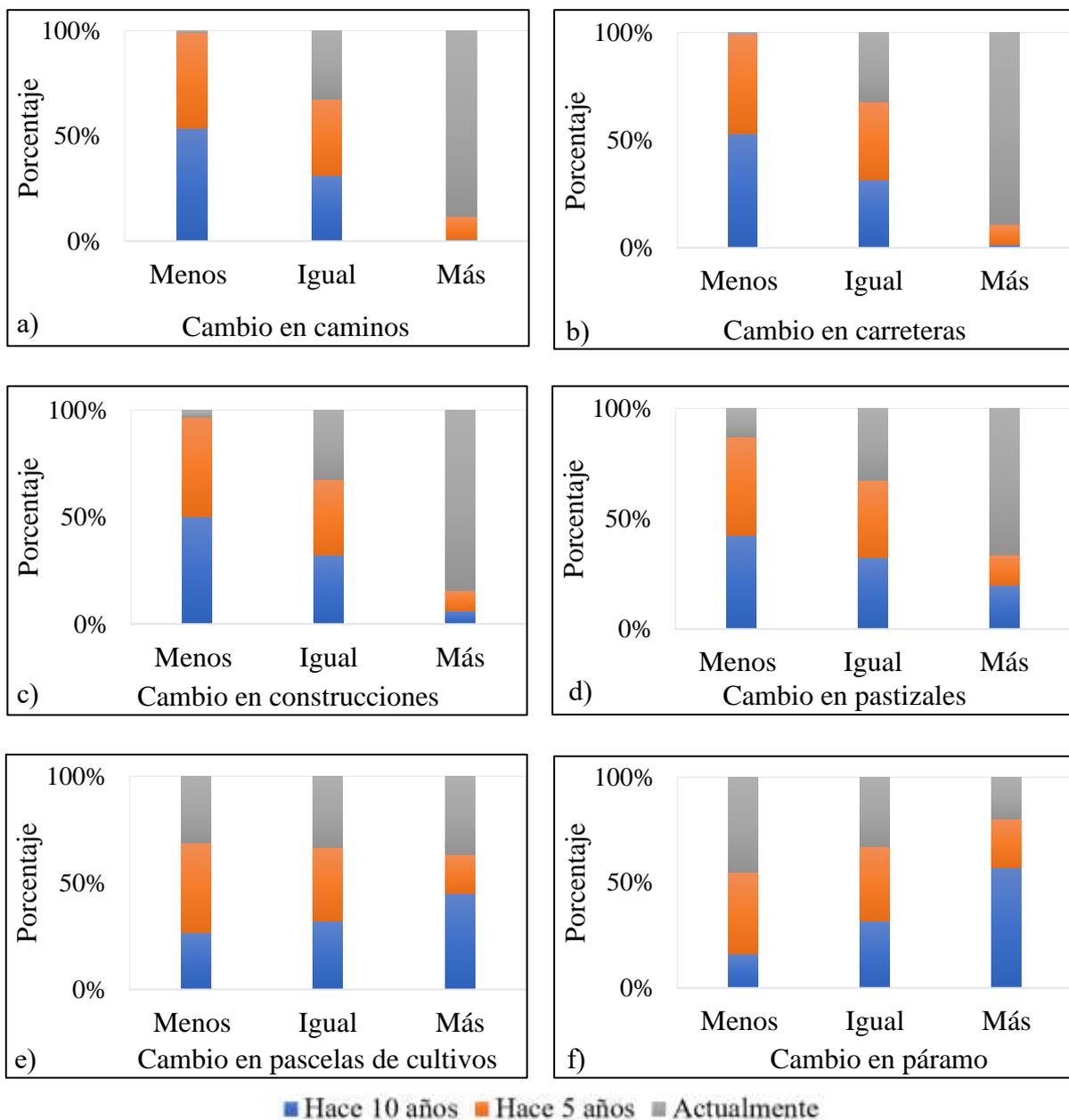


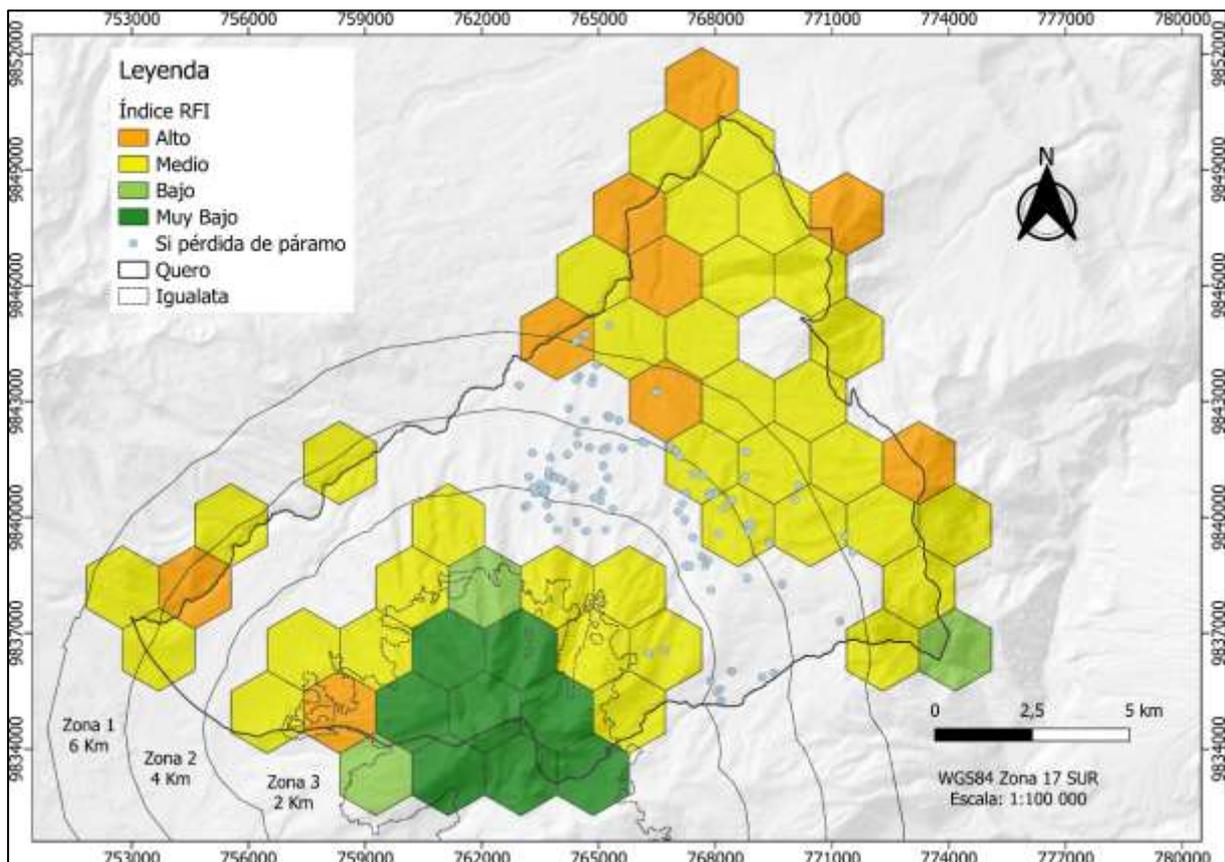
Figura 15. Cambio en los elementos del paisaje, hace 10 años, cinco años y en la actualidad

Los cambios percibidos en caminos, carreteras, construcciones y pastizales (Figura 15 a, b, c y e) muestran que en la actualidad van en aumento, en comparación a años anteriores en los cuales, según la opinión de los encuestados, su extensión era menor. En cuanto a los cambios percibidos en parcelas de cultivos y páramo (Figura 15 d y f), los participantes consideran que su extensión se ha mantenido igual en los últimos 10 años.

6.3.4.2. Fragmentación de los servicios ecosistémicos

Se evaluó la percepción frente a la pérdida de áreas importantes de páramo. El 54,58 % indicó que no se ha perdido páramo, debido a acciones realizadas por Socio Bosque en los últimos 10 años, mientras que el 43,43 % considera que sí se han perdido áreas importantes de páramo. Estos resultados al compararlos con los obtenidos en el RFI (fragmentación media y alta PFI) (fragmentación alta y muy alta) muestran coincidencias con los puntos donde la mayoría de los participantes manifestaron que se han perdido áreas de páramo (Figura 16). Los participantes respondieron teniendo como punto de referencia el cerro Iqualata, lo que indica que en las zonas uno, dos y tres perciben la fragmentación del páramo.

a)



b)

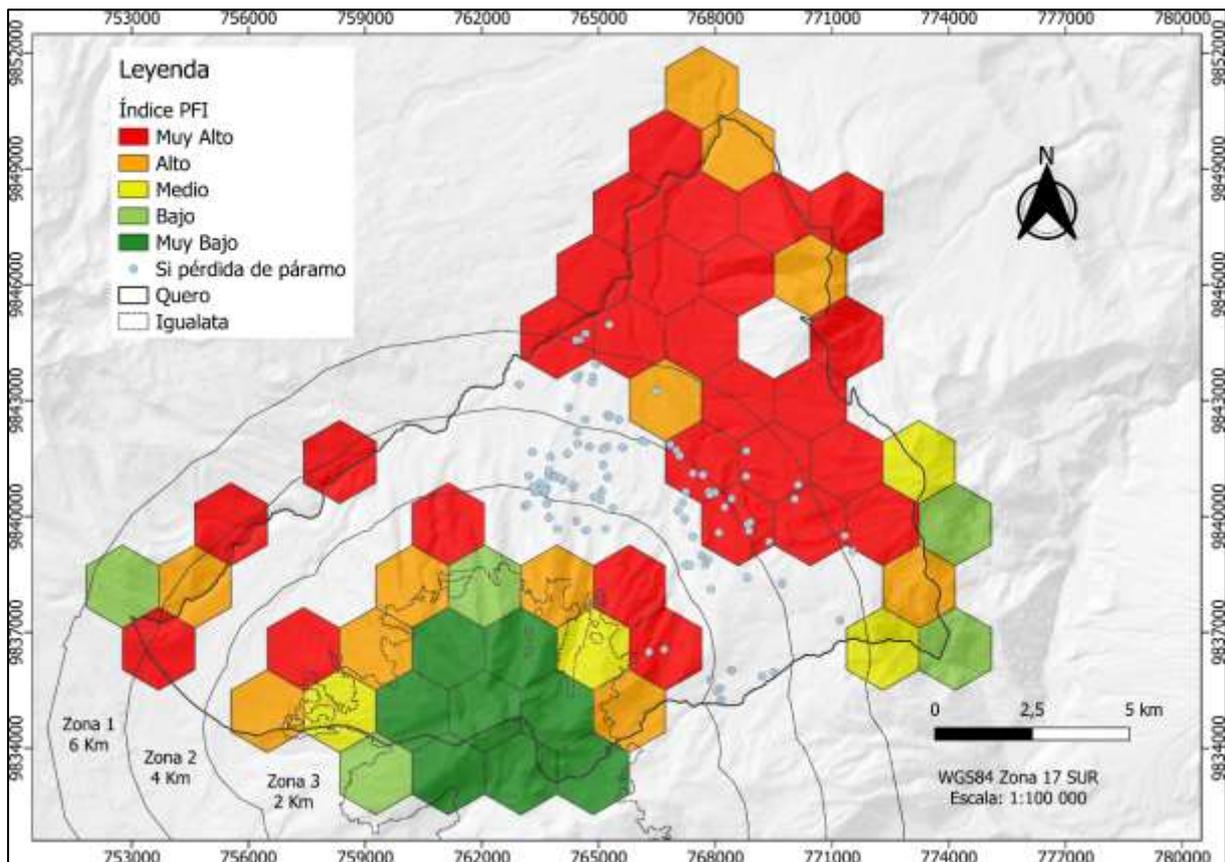


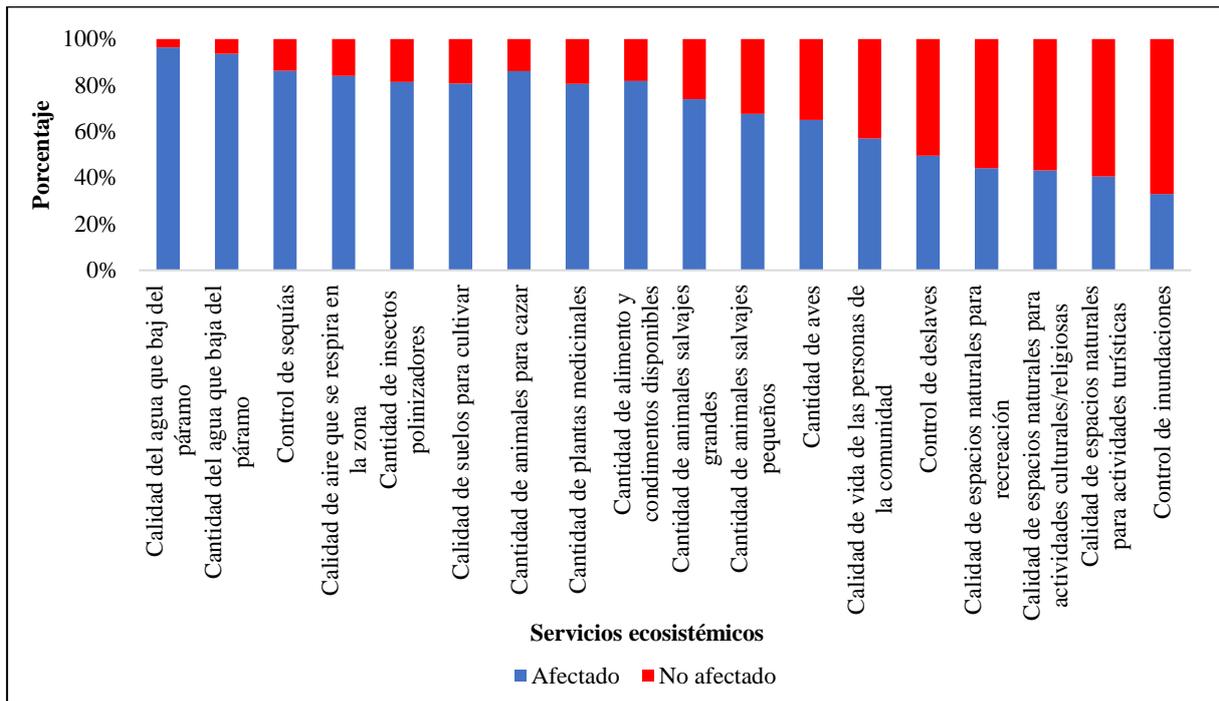
Figura 16. Índices de fragmentación y su relación con la percepción local sobre la pérdida de áreas de páramo. a) índice de fragmentación reticular. b) índice de fragmentación de parche

A partir de los resultados de la percepción sobre la pérdida de áreas importantes de páramo (43,43 %), se preguntó a los encuestados si esta pérdida ha afectado a los servicios ecosistémicos dentro de este ecosistema.

La Figura 17 muestra los servicios que son percibidos como afectados por la fragmentación. En cuanto a servicios de aprovisionamiento, la cantidad de animales disponibles para cazar y plantas medicinales son los más afectadas con el 79,82 % y 72,48 % respectivamente. La percepción del servicio de regulación más afectado es la calidad de agua con el 96,33 %, seguido de cantidad de agua y calidad de aire con los valores más altos. La calidad de vida de las personas es el servicio cultural más afectado, con el 55,96 %.

Con respecto a los servicios de soporte, el 88,73 % de los participantes afirmaron que la calidad de suelos se ve afectado por la fragmentación del páramo, siendo la agricultura la principal causa de su deterioro. El pastoreo de ganado vacuno y ovino son otras causas importantes de la degradación de servicios ecosistémicos, pues afectan principalmente a la cantidad de agua que baja desde el páramo.

a)



b)

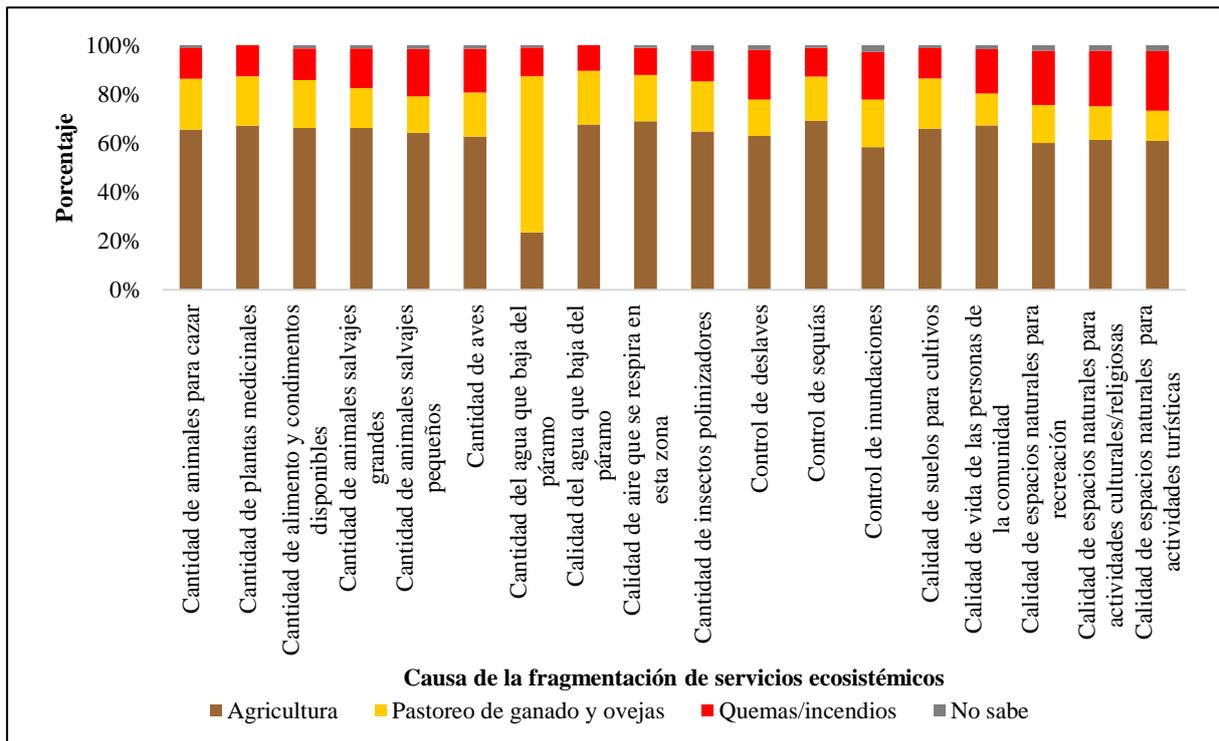


Figura 17. Percepción de fragmentación de los servicios ecosistémicos (n = 109). a) Servicios ecosistémicos afectados b) Causa de fragmentación de servicios ecosistémicos.

6.3.5. Estrategias de restauración

Finalmente se obtuvo información del nivel de participación de los hogares en proyectos de restauración y su disponibilidad para participar en proyectos futuros.

6.3.5.1. Participación en proyectos de restauración en el cantón Quero

Los resultados obtenidos en las encuestas en cuanto al nivel de participación en proyectos de restauración muestran que, el 36,25 % participó de forma individual y el 42,63 % participó juntamente con la comunidad (198 participantes), mientras que el 21,12 % (53 participantes) no ha participado en proyectos de restauración. Figura 18.

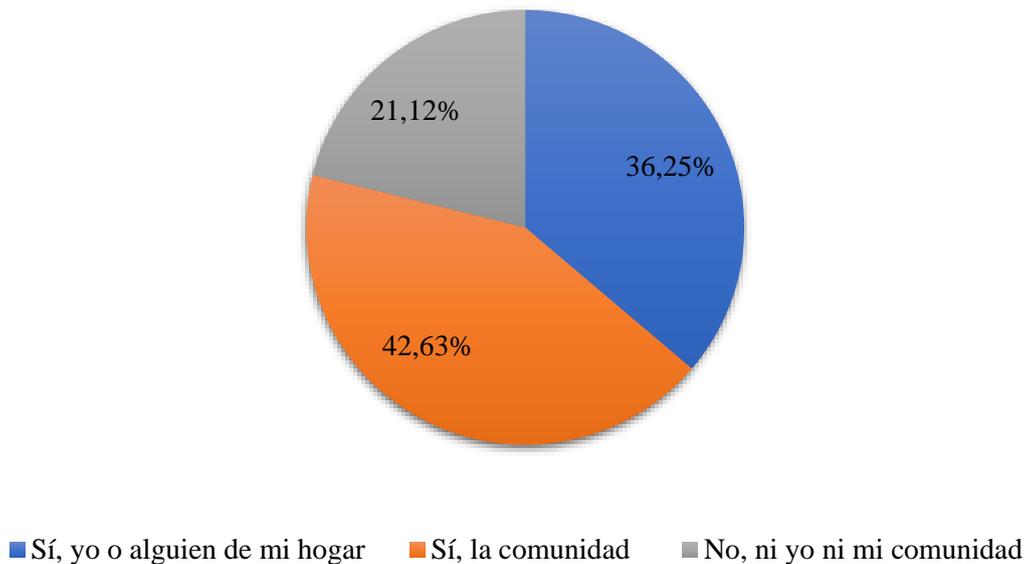


Figura 18. Porcentaje de hogares que han participado en proyectos de restauración en el cantón Quero (n = 251)

De los 198 encuestados que de forma individual o con la comunidad han participado en proyectos de restauración, el 56,06 % mencionaron que participaron en el Programa Socio Bosque (PSB), mientras que el 41,92 % no recordó el nombre. De esta misma cantidad el 93,94 % de los participantes manifestaron haberlo realizado las actividades de restauración en terrenos de la comunidad, teniendo como líder a la directiva de las diferentes JAAP.

Los participantes contribuyeron a través de actividades como cercar y plantar, en las cuales participó toda la comunidad. En cuanto a los beneficios económicos recibidos de parte de Socio Bosque, estos se manejan de manera independiente por cada JAAP, y están orientados para ser usados en proyectos de desarrollo comunitario.

Acercas del éxito del proyecto, el 81,82 % de los encuestados que participaron en algún proyecto de restauración lo consideraron como exitoso, el 15,15 % de encuestados reportó que el proyecto fue en parte exitoso y el 2,02 % que dicho proyecto no tuvo éxito. Figura 19.

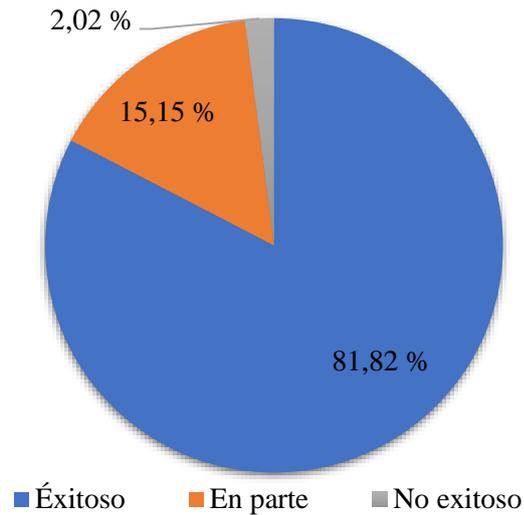


Figura 19. Percepción del éxito de los proyectos de restauración en los hogares encuestados que han participado en estos proyectos (n = 198)

Asimismo, se preguntó a los participantes si se sintieron beneficiados o perjudicados por los proyectos de restauración en el cual participaron. El 94,95 % (188 participantes) manifestó que fue beneficiado por dicho proyecto. Figura 20.

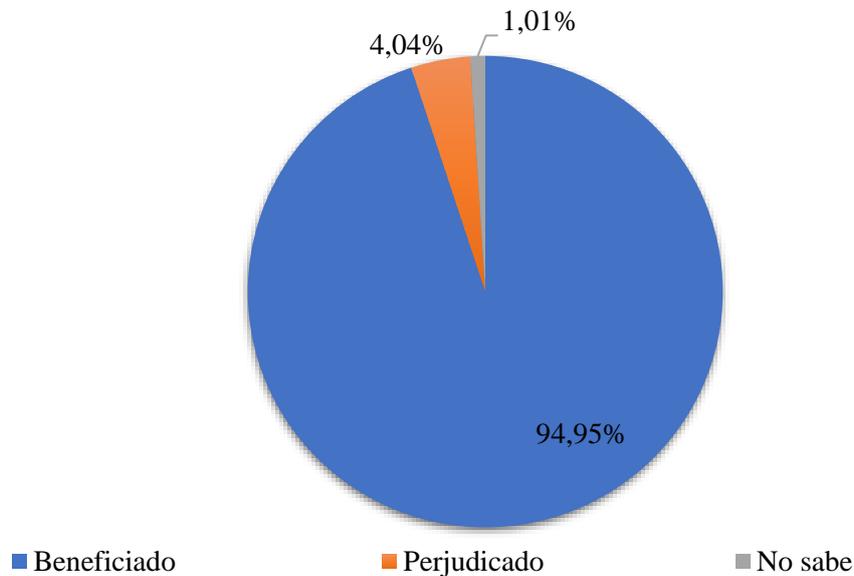


Figura 20. Percepción de proyectos de restauración en los encuestados que han participado en estos proyectos (n = 198)

Los 188 participantes que se sintieron beneficiados por el proyecto de restauración en el cual participaron, identificaron 11 beneficios; los tres con mayor porcentaje fueron: conocimientos adquiridos con los programas de capacitación reportado por el 37,77 % los participantes; beneficios económicos mencionados por el 20,74 % de encuestados y; mejoramiento de la calidad del agua reportado por el 17 %. Figura 21.

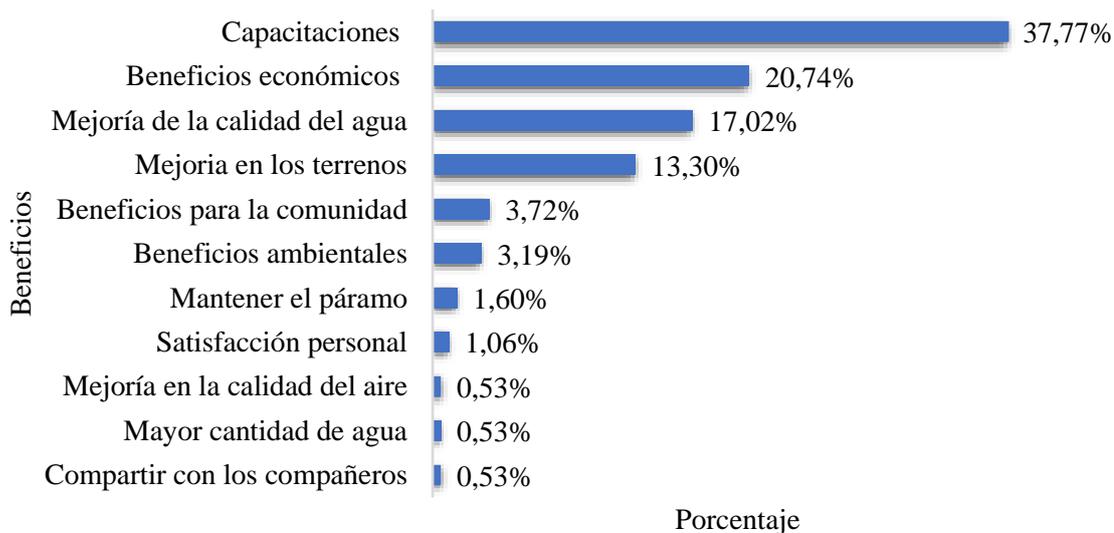


Figura 21. Porcentaje de participantes del cantón Quero beneficiados de los proyectos de restauración (n = 188)

Además, se evaluó la razón de no haber participado en proyectos de restauración, siendo las principales el desconocimiento, la falta de tiempo y el desinterés. Figura 22.

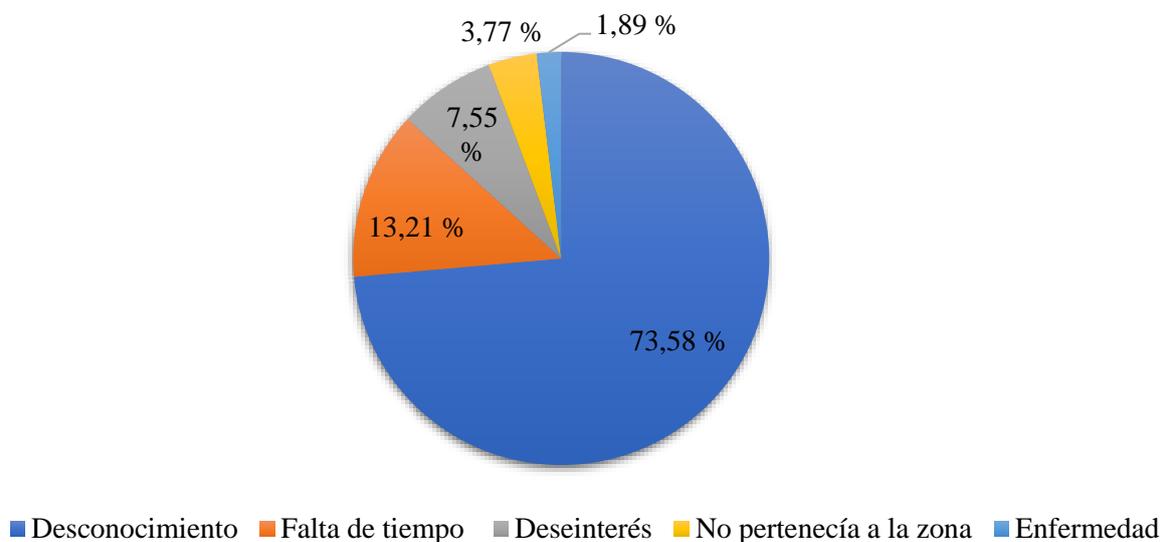


Figura 22. Porcentaje de participantes que reportaron la razón de no haber participado en proyectos de restauración (n = 53)

6.3.5.2. Aceptación para participar en futuros proyectos de restauración en el cantón Quero

La aceptación para participar en futuros proyectos de restauración registra un alto porcentaje de encuestados con el 70,52 % (177 participantes), seguido del 25,90 % que no

desean participar debido a que están dedicados a otras actividades. Figura 23.

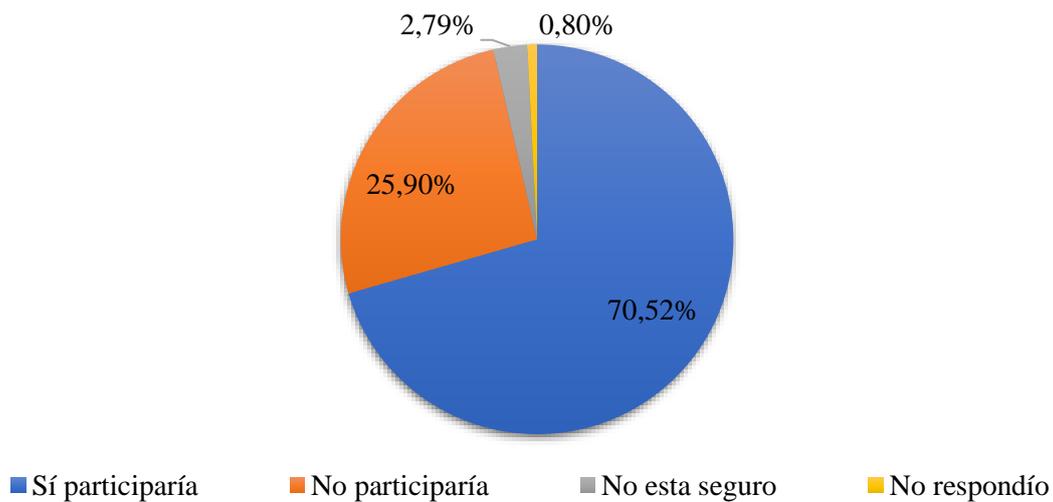


Figura 23. Aceptación de encuestados para participar en futuros proyectos de restauración (n = 251)

De los 177 encuestados que participarían en proyectos de restauración, el 70,40 % le gustaría participar dentro de los terrenos de la comunidad (páramo), a diferencia del 22,03 % que desean participar en terrenos propios, en usos como tierra agropecuaria, pastizal y área sin cobertura. Entre las razones que les motivan a participar sobresalen mantener el agua limpia con el 33,67 %; mantener el aire puro representado por el 13,16%; el 12,91 % desea mantener el suelo fértil y al 12,66 % les gustaría conservar los animales silvestres. Figura 24.

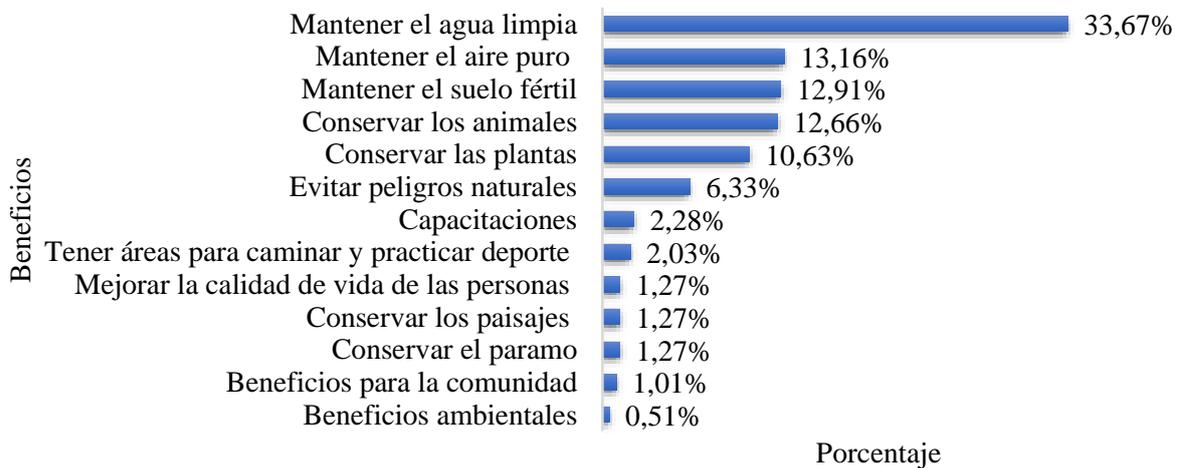


Figura 24. Razones por las que los encuestados desean participar en proyectos de restauración (n = 177)

7. Discusión

En el siguiente apartado se presenta un análisis de los cambios ocurridos en la cobertura vegetal y uso del suelo, y el estado de la fragmentación en la provincia de Tungurahua en contraste con otros trabajos además se aborda la percepción social sobre su influencia hacia los servicios ecosistémicos y las posibles soluciones desde el enfoque de la restauración del paisaje.

7.1. Fragmentación de los paisajes altoandinos en la provincia de Tungurahua

Cambios ocurridos en la cobertura vegetal y uso del suelo

Entre el año 2000 y 2022 en la provincia de Tungurahua la cobertura vegetal y uso de suelo presentaron cambios donde se evidencia principalmente la pérdida de bosque y vegetación arbustiva y herbácea a consecuencia del aumento de tierra agropecuaria y zona antrópica. Según el MAATE (2023) los paisajes andinos han sufrido destrucción de hábitats y fragmentación debido al crecimiento de las poblaciones humanas, el avance de la frontera agrícola, la construcción de carreteras, lo que coincide con este resultado.

Esta dinámica de cambios ha transformado continuamente los paisajes, en el caso de Tungurahua, especialmente la zona altoandina donde predomina la vegetación arbustiva herbácea se ha caracterizado por una historia de prácticas y usos ancestrales que con el pasar del tiempo se han ido perdiendo, aumentando el impacto por la introducción de plantaciones forestales, especies exóticas, monocultivos agrícolas, sobrepastoreo, entre otras (Martínez, 2009). Esto también se evidencia en este trabajo donde la principal causa de la disminución de la vegetación arbustiva y herbácea está relacionada con el incremento de tierras agropecuarias y zonas antrópicas.

La mayor pérdida de superficie se registró entre los años 2016 y 2022 con un total de 3 783 hectáreas y una tasa de cambio de $-0,57$. Suárez (2017) mostró que en los últimos 26 años desde 1991 hasta 2017 hubo una pérdida de aproximadamente del 17 % (11, 382 hectáreas) de la cobertura de los páramos (vegetación arbustiva y herbácea) equivalente a una tasa anual de pérdida de $-0,65$ % para Tungurahua lo que se relaciona con la tasa de pérdida calculada en este trabajo.

Desde la implementación de la Ley de Reforma Agraria y Colonización de 1964, se ha fomentado el incremento de la tierra agropecuaria con el objetivo principal de reducir la presión sobre la tierra en las regiones densamente pobladas, expandiendo así la frontera agrícola. Posteriormente, la Ley de Reforma Agraria de 1973, aún más estricta, exigió que más del 80% de la propiedad agrícola fuese explotada de manera eficiente para evitar la expropiación

(Jordán, 2003). Sin duda esta medida incentivó a los campesinos de la provincia de Tungurahua a extender el límite agrícola y el pastoreo, actividad que permanece hasta la actualidad.

La pérdida de áreas de vegetación arbustiva y herbácea ha contribuido al aumento de la fragmentación en la provincia de Tungurahua y sus efectos negativos en la provisión de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la fragmentación modifica el tamaño, forma y organización espacial de los elementos naturales que conforman el paisaje y puede alterar los flujos de energía, agua, tierra y otros elementos esenciales para la estabilidad del sistema (Mitchell et al., 2015). Este aumento de la fragmentación se puede ver reflejado en el aumento de los valores de las métricas e índices calculados en el este trabajo.

Análisis de la fragmentación de la vegetación arbustiva y herbácea

La fragmentación según Fahrig (2003), es la subdivisión de un parche original en parches más pequeños y aislados con efecto de borde. Con base en este concepto, los resultados indican que la vegetación arbustiva y herbácea de la provincia de Tungurahua en el año 2000 estaba menos fragmentada en comparación con la situación del año 2022. En términos específicos, el área de clase disminuyó en un promedio de 21,85 ha, el número máximo de parches aumentó de 9 a 12, además, la longitud promedio de bordes se incrementó 672,9 m y la densidad de bordes creció de 9,41 m/ha a 11,64 m/ha. Esto sugiere una mayor fragmentación en el año 2022 con parches más pequeños y numerosos, y mayor longitud y densidad de bordes.

Según nuestros cálculos, el RFI presentó variaciones en todos sus niveles, alcanzando peores valores en el año 2022 en comparación con el año 2000. Los parches disminuyeron de tamaño y aumentaron en número, lo que llevó a un aumento general del RFI. El cambio más relevante fue el incremento de los valores máximos de fragmentación, que pasaron de 0,71 a 0,87 entre los años 2000 y 2022. Esto concuerda con MAE (2015) que reporta niveles de fragmentación muy altos y altos para los ecosistemas de fisonomía arbustiva y herbácea en la provincia de Tungurahua.

Entre el año 2000 y 2022, el número de hexágonos clasificados con un nivel de fragmentación muy bajo y bajo se redujo, mientras que el número de hexágonos con un nivel de fragmentación medio, alto y muy alto aumentó tanto en el RFI como el PFI. De los dos índices calculados el PFI es el que presenta los valores más altos de fragmentación alcanzando un valor máximo de 0,92 en el año 2022 y fue el más sensible a los cambios de cobertura y uso del suelo.

El análisis espacial indica que la fragmentación se concentra principalmente en la zona centro sur occidental de la provincia de Tungurahua, según Noh et al. (2022) y MAATE (2023a)

los Andes occidentales se encuentran menos protegidos que los Andes orientales y la fragmentación es causada principalmente por la expansión de la frontera agropecuaria asociada al ganado ovino y vacuno, la plantación de pinos y otras especies exóticas, la caza, la extracción de paja y leña. Al mismo tiempo, la población de Ecuador ha aumentado drásticamente en las últimas décadas, creciendo un 452% en 60 años (Villacís y Carrillo, 2011). En 2024, alcanzó los 17 millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2024). Esto ha llevado a un aumento de la demanda de alimentos y de áreas dedicadas a la producción agrícola y ganadera. Por otro lado, existe también la contribución de causas naturales, por ejemplo: la presencia de la cordillera de los andes contribuye a la diferenciación, formación y distribución de hábitats específicos debido a su influencia en el clima, geología y geomorfología que son factores determinantes en la distribución natural de los ecosistemas (MAE, 2013).

7.2. Percepción social hacia los servicios ecosistémicos

El desconocimiento que tienen los encuestados en el cantón Quero, sobre el término “servicios ecosistémicos” representa el 97,21 % lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el estudio realizado por Codato (2015), sobre la percepción social del territorio y de servicios ecosistémicos en la parte andina de la cordillera de los Andes, donde el porcentaje de desconocimiento sobre el término mencionado fue de 95,8 %, lo que indica que la difusión que todavía tiene este concepto es muy poca. En cuanto a los servicios ecosistémicos de los cuales los encuestados se sienten mayormente beneficiados fueron, los servicios de regulación (agua y aire) y servicios de soporte (suelos); estos datos se corresponden con lo reportado por Villamagua (2017), donde los servicios ecosistémicos más mencionados fueron los de agua y aire. La importancia que los encuestados les dan a estos servicios se debe a que sus medios de vida están principalmente relacionados con la agricultura y ganadería (Caballero López et al., 2018).

Por otra parte, los resultados acerca del estado de los servicios ecosistémicos señalan que, la calidad y cantidad agua, control de sequías, calidad de aire, cantidad de insectos polinizadores (Servicios de regulación) y calidad de suelos (Servicios de soporte) son los principales servicios que están siendo afectados por la fragmentación del páramo en el cantón Quero. Esta premisa conlleva que para que los participantes pueden seguir realizando sus actividades, deben desarrollarlas de manera sostenible, de tal manera que no afecte la provisión de los servicios ecosistémicos, que serán los medios de vida de las generaciones futuras (Martínez-Rodríguez et al., 2017).

En esta investigación, como en la de Farley y Bremer (2017) el principal elemento que los participantes perciben recibir del páramo es el agua, y lo reconocen como un elemento

indispensable para su vida (Carrera et al., 2016). Esto tiene implicaciones positivas para la restauración, la cual busca incrementar la seguridad alimentaria e hídrica. Asegurando de este modo el cuidado del recurso hídrico al contar con la participación de las comunidades beneficiarias.

Cambios en los elementos del paisaje

Los resultados del análisis espacial (años 2000 y 2022) indican que la tierra agropecuaria es el uso de suelo más extenso en la provincia de Tungurahua, dominando la matriz del paisaje, debido a la conversión de arbustales, herbazales y páramos a uso agrícola. Por su parte los participantes al referirse sobre los cambios en elementos de paisaje mencionaron no percibir ningún cambio en la extensión de parcelas de cultivos y consideran que tal como los páramos, estos elementos se han mantenido igual en los últimos 10 años. Esta contradicción en los resultados de los dos análisis (espacial-percepción) puede deberse a que durante este periodo de tiempo se implementó el PSB en la zona de estudio (hace 10 años), con lo cual se logró la conservación de áreas de páramo; siendo uno de los principales objetivos del programa (Arriagada et al., 2018). Además, las JAAP con colaboración del PSB, han realizado actividades de revegetación en zonas de páramo cercanas a las áreas bajo conservación, por lo cual los participantes perciben como mínimos los cambios ocurridos en estas áreas.

En cuanto a los cambios percibidos en elementos del paisaje como caminos, carreteras y construcciones, en la actualidad van en aumento en comparación a años anteriores en los cuales, según la opinión de los encuestados su extensión era menor; esta percepción de los participantes se corresponde con el análisis espacial realizado en este estudio, el cual nos señala que la zona antrópica ha ganado extensión (años 2000 y 2022). Rojas y Sierra (2019) mencionan que la infraestructura es una pieza clave en el desarrollo económico y social del territorio, así mismo destaca que los impactos pueden ser negativos y positivos, y pueden afectar al ambiente, las comunidades, la salud humana y el bienestar, los objetivos de sostenibilidad deseados, o a la combinación de éstos. Los resultados encontrados sugieren que el aumento de la población y la creciente demanda de alimentos, forraje, combustible y materias primas son los principales conductores de cambio. Por otro lado, en los últimos años, la cantidad de tierra utilizada para las zonas urbanas y periurbanas se ha duplicado y se espera que aumente aún más en las próximas décadas, lo cual incrementará las presiones sobre la tierra, los ecosistemas naturales y la competencia por los recursos naturales (Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación [UNCCD], 2017).

Fragmentación del paisaje y su relación con la pérdida de servicios ecosistémicos

La percepción de los participantes frente a la pérdida de áreas importantes de páramos indicó que el 54,58 % de encuestados considera que no se ha perdido páramo, debido a acciones realizadas por PSB en la última década (Arriagada et al., 2018). En contraste, el 43,43 % considera que sí se han perdido áreas importantes de páramos; estos últimos resultados se corresponden con los obtenidos en el análisis espacial, el cual nos señala un PFI alto - muy alto, y un RFI medio – alto en los puntos donde los participantes manifestaron que se han perdido áreas de páramo. En las tres zonas existe fragmentación, el cual se refleja tanto en el análisis espacial como en la percepción de las personas. En cuanto a los servicios ecosistémicos que son afectados por la fragmentación de páramo, los participantes estuvieron de acuerdo en que el servicio del agua es el más afectado, seguido de aire, insectos polinizadores y suelo, siendo la agricultura y ganadería las principales causas (Salas-Salvadó et al., 2020).

Estrategias de restauración

Los resultados de este estudio evidencian que el nivel de participación en los proyectos de restauración de la población estudiada es alto (78,88 %), al igual que el nivel de aceptación para participar en futuros proyectos de restauración (70,52 %). El alto nivel de aceptación que manifestó la población en este estudio demuestra que los proyectos de restauración tienen gran potencialidad para desarrollarse en la zona y, con ello, recuperar áreas fragmentadas.

Los motivos más mencionados (72,70 % de los encuestados) para participar en futuros proyectos de restauración fueron los relacionados con el ambiente (agua, aire, suelo y animales), los beneficios económicos no fueron mencionados por los participantes. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Mazón et al. (2021), en donde los motivos que mencionaron los encuestados para participar en proyectos de restauración también están relacionados con el ambiente (vegetación, agua, aire, cambio climático y aves) y solo un bajo porcentaje (18 %) mencionó beneficios económicos. Esto indica que existe un compromiso de la población por el cuidado del ambiente, antes que, por los incentivos económicos, ya que la mayoría de la gente coinciden en que los proyectos aportaron beneficios a la comunidad, esto ayuda a recuperar servicios ecosistémicos amenazados y de interés de la comunidad, especialmente los relacionados con el agua (Bremer et al., 2014).

Aún con esta motivación por razones ambientales, los participantes esperan que las mejoras ambientales se reflejen en mejoras para la productividad agrícola (Jellinek et al., 2019). En este sentido Ecuador cuenta con una amplia variedad de recursos biológicos con gran potencial para el desarrollo de bioemprendimientos, pensando en la sostenibilidad de estos

proyectos, sobre todo desde el punto de vista de la agricultura, el desarrollo rural y la participación de las comunidades (Programa pequeñas donaciones Ecuador [PPDE], 2022).

En el caso específico el cantón Quero, al ser la agricultura una de las principales fuentes de ingreso del cantón; causando a su vez la fragmentación del paisaje, se debe potenciar la agricultura orgánica, así como también diversificar las actividades que generan ingresos para las comunidades, enfocadas en proyectos sostenibles. En el cantón existen varios emprendimientos que buscan ser impulsados para lograr su regulación y validación en el mercado de los bioemprendimientos, los cuales incluyen: artesanías en madera, ecoturismo, zapatos artesanales entre otros (Gobierno provincial de Tungurahua, 2021).

Esta diversificación de las actividades productivas dentro del cantón conlleva a que, al eliminarse los factores tensionantes (agricultura extensiva), el paisaje gradualmente pueda recuperarse por sí solo (restauración pasiva) (MAE, 2019). De esta manera y con el respaldo de PBS, mediante el cual las comunidades plantan especies propias de páramo (restauración activa) en zonas cercanas a las áreas de conservación, se logrará que las comunidades se fortalecen y que el paisaje se restaure y se conserve (MAE, 2019).

7.3. Aspectos positivos de incorporar el enfoque espacial y de percepción social en la zona de estudio

El implementar estos dos enfoques permite; mediante el análisis espacial a través de métricas e índices de fragmentación identificar el nivel de fragmentación en la zona de estudio, lo cual sirve como base para priorizar las zonas afectadas, en las que es necesario implementar proyectos de restauración; y mediante el análisis de la percepción de las personas se logra identificar los bienes y servicios que son más apreciados por la población, logrando que las comunidades conozcan su realidad, sus debilidades y potencialidad, y se vuelvan líderes de los procesos de restauración. De modo que, para que estos proyectos tengan aceptación y puedan ser sostenibles en el tiempo, es imprescindible complementar la evaluación espacial con el conocimiento de las comunidades locales donde se desarrollan los proyectos de restauración, puesto que los seres humanos modificamos los paisajes en función de las percepciones e intereses.

8. Conclusiones

En este estudio se evidenciaron cambios en la cobertura vegetal y el uso del suelo en la provincia de Tungurahua. Entre los años 2000 y 2022, se observó una disminución en la superficie de bosques, vegetación arbustiva y herbácea, cuerpos de agua y otras tierras. Esta pérdida fue principalmente atribuida a la expansión de las tierras agropecuarias y las zonas antrópicas.

Las métricas de fragmentación de la vegetación arbustiva y herbácea también tuvieron cambios. Entre los años 2000 y 2022 el área de clase disminuyó mientras que el número de parches se incrementó, así mismo la longitud y densidad de bordes, esto al mismo tiempo sugirió un aumento del nivel de fragmentación en la provincia de Tungurahua.

Los índices de fragmentación RFI y PFI demostraron un aumento del nivel de fragmentación de la vegetación arbustiva y herbácea entre 2000 y 2022. La fragmentación se distribuyó en la zona centro sur occidental de la provincia de Tungurahua. Las causas se atribuyeron a la expansión de la frontera agropecuaria, sin embargo, la naturaleza de la zona también pudo influir en la distribución de las áreas naturales y a su vez en el nivel de fragmentación observado.

Por su parte la percepción social evidencia que, si bien algunos de los servicios ecosistémicos son catalogados en buen estado o abundantes, año tras año la fragmentación del páramo en el cantón Quero ha ido afectando dichos servicios, entre los que se encuentran la calidad y cantidad de agua, control de sequías, calidad de aire, cantidad de insectos polinizadores y calidad de suelos para cultivar. Cabe mencionar que la agricultura y la ganadería son actividades contraproducentes que limitan la prestación de servicios ecosistémicos. En consecuencia, se debe promover estrategias para brindar alternativas a la realización de estas actividades, logrando así justicia ambiental y gestión sustentable de los servicios ecosistémicos para las generaciones futuras.

La participación de las personas en proyectos de restauración es alta, al igual que su predisposición para participar en futuros proyectos, la cual está determinada por el compromiso de conservar los páramos y mantener los servicios ecosistémicos considerados como más importantes (mantener el agua limpia, aire puro y suelos fértiles) y con ello mejorar su calidad de vida.

Los análisis multidisciplinarios de la fragmentación (espacial y percepción de la sociedad) contribuyen a comprender las interacciones ecológicas del paisaje y entender su dinámica. Este tipo de análisis también ayuda a priorizar las estrategias de restauración, con las

que se puede restaurar los servicios ecosistémicos que son de gran importancia para las poblaciones locales, existiendo un compromiso no solo por los incentivos económicos, si no por los beneficios que los proyectos aportaron a la comunidad.

9. Recomendaciones

Desde el punto de vista metodológico, para futuros trabajos es necesario que se utilice información espacial con una escala apropiada para obtener resultados acordes a la realidad del sitio. Así mismo se recomienda probar el comportamiento de los índices con la integración de otras métricas para verificar cual se ajusta más al área de estudio.

La combinación de estos dos enfoques (espacial y percepción) se recomienda para futuros estudios, ya que como se ha mencionado en párrafos anteriores, estos dos enfoques se complementan. Si bien realizar un análisis espacial implica menores costos, es importante incorporar la percepción de las comunidades, que son parte fundamental del éxito o fracaso de un proyecto que se desee implementar.

La educación ambiental juega un papel crucial para entender la paradoja entre la conservación y el desarrollo. Educar a las personas ayudará a que la población concientice sobre la importancia de los servicios ecosistémicos en sus medios de vida, a entender que cuidar los recursos naturales aplicando buenas prácticas agrícolas hará sostenibles sus recursos naturales.

10. Bibliografía

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1–2), 333–338.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Ali, M. A., y Kamraju, M. (2023). *Natural Resources and Society: Understanding the Complex Relationship Between Humans and the Environment*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-46720-2>
- Andrade, H. J., Segura, M. A., y Erika Sierra, R. (2017). Percepción local de los servicios ecosistémicos ofertados en fincas agropecuarias de la zona seca del norte del Tolima, Colombia. *Revista Luna Azul*, 45, 42–58. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.45.4>
- Angelstam, P., Muñoz-Rojas, J., y Pinto-Correia, T. (2019). Landscape concepts and approaches foster learning about ecosystem services. *Landscape Ecology*, 34(7), 1445–1460. <https://doi.org/10.1007/S10980-019-00866-Z/TABLES/3>
- Arasa-Gisbert, R., Arroyo-Rodríguez, V., y Andresen, E. (2021). El debate sobre los efectos de la fragmentación del hábitat: causas y consecuencias. *Ecosistemas*, 30(3), 2156–2156. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2156>
- Arcos-Severo, M., Gutiérrez-Cedillo, J. G., Balderas-Plata, M., y Martínez-García, C. G. (2020). Social perception of the ecosystem services provided by the family orchards of the Mexican highlands. *Ecosistemas*, 29(3). <https://doi.org/10.7818/ECOS.1959>
- Aretano, R., Petrosillo, I., Zaccarelli, N., Semeraro, T., y Zurlini, G. (2013). People perception of landscape change effects on ecosystem services in small Mediterranean islands: A combination of subjective and objective assessments. *Landscape and Urban Planning*, 112(1), 63–73. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2012.12.010>
- Armenteras, D., y Vargas, O. (2016). Patrones del paisaje y escenarios de restauración: Acercando escalas. *Acta Biologica Colombiana*, 21(1), S229–S239.
<https://doi.org/10.15446/abc.v21n1sup.50848>
- Arriagada, R., Cotacachi, D., Schling, M., y Morrison, J. (2018). *Comunidades sostenibles: evaluación de impacto del programa socio bosque en poblaciones indígenas y afrodescendientes*.
<https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Comunidades-Sostenibles-Evaluaci%C3%B3n-de-Impacto-del-Programa-Socio-Bosque-en-Poblaciones-Ind%C3%ADgenas-y-Afrodescendientes.pdf>

- Arts, B., Buizer, M., Horlings, L., Ingram, V., Van Oosten, C., y Opdam, P. (2017). Landscape Approaches: A State-of-the-Art Review. *Annual Review of Environment and Resources*, 42(Volume 42, 2017), 439–463. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENVIRON-102016-060932/CITE/REFWORKS>
- Barlow, J., França, F., Gardner, T. A., Hicks, C. C., Lennox, G. D., Berenguer, E., Castello, L., Economo, E. P., Ferreira, J., Guénard, B., Gontijo Leal, C., Isaac, V., Lees, A. C., Parr, C. L., Wilson, S. K., Young, P. J., y Graham, N. A. J. (2018). The future of hyperdiverse tropical ecosystems. *Nature* 2018 559:7715, 559(7715), 517–526. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0301-1>
- Bertram, P., y Stadler-Salt, N. (1999). *State of the Lakes Ecosystem Conference Selection of Indicators for Great Lakes Basin Ecosystem Health*.
- Besseau, P., Graham, S., y Christophersen, T. (2018). *Restauración de bosques y paisajes: la clave para un futuro sostenible*. www.unenvironment.org
- Birch, C. P. D., Oom, S. P., y Beecham, J. A. (2007). Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology. *Ecological Modelling*, 206(3), 347–359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.03.041>
- Bremer, L. L., Farley, K. A., y Lopez-Carr, D. (2014). What factors influence participation in payment for ecosystem services programs? An evaluation of Ecuador’s SocioPáramo program. *Land Use Policy*, 36, 122–133. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2013.08.002>
- Brown, N. (2004). LANDSCAPE AND PLANNING | Landscape Ecology, Use and Application in Forestry. *Encyclopedia of Forest Sciences*, 498–502. <https://doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00233-7>
- Burbano, N., Becerra, S., y Pasquel, E. (2015). *Introducción a la hidrogeología* (2da edición). www.inamhi.gob.ec
- Caballero López, E., Reyes Morales, R. G., y Gijón Cruz, A. S. (2018). Análisis de las economías familiares de subsistencia rural de Magdalena Jaltepec y San Tamazola en la Mixteca Oaxaqueña alta y su relación con la migración. En *Agenda pública para el desarrollo regional, la metropolización y sostenibilidad* (Vol. 4). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Carolina, G., y Vergara, V. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. En *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* (Vol. 27).

- Carrera, M., Sáenz, M., y Bustamante, M. (2016). *Lineamientos para la Actualización de los Planes de Manejo de Páramos de la provincia de Tungurahua*.
- Chazdon, R. L., Gutierrez, V., Brancalion, P. H. S., Laestadius, L., y Guariguata, M. R. (2020). Co-Creating Conceptual and Working Frameworks for Implementing Forest and Landscape Restoration Based on Core Principles. *Forests 2020, Vol. 11, Page 706, 11(6), 706*. <https://doi.org/10.3390/F11060706>
- Chazdon, R. L., Herbohn, J., Mukul, S. A., Gregorio, N., Ota, L., Harrison, R. D., Durst, P. B., Chaves, R. B., Pasa, A., Hallett, J. G., Neidel, J. D., Watson, C., y Gutierrez, V. (2020). Manila Declaration on Forest and Landscape Restoration: Making It Happen. *Forests 2020, Vol. 11, Page 685, 11(6), 685*. <https://doi.org/10.3390/F11060685>
- Chuncho Morocho, C., y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Bosques Latitud Cero, 9(2), 71–83*. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/686>
- CICES V5.2. (s/f). *Towards a common classification of ecosystem services [CICES]*. Recuperado el 16 de junio de 2024, de <https://cices.eu/>
- Cisneros, J., Guevara, A., Urdánigo Johnny, y Garcés, J. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *núm. 1. Enero-marzo, 8, 1165–1185*. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
- Cisneros-Caicedo, A. J., Urdánigo-Cedeño, J. J., Guevara-García, A. F., y Garcés-Bravo, J. E. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia. *Dominio de las Ciencias, 8(1), 1165–1185*. <https://doi.org/10.23857/DC.V8I1.2546>
- Codato, D. (2015). Estudio de la percepción social del territorio y de los servicios ecosistémicos en Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Espacio y Desarrollo, ISSN 1016-9148, N° 27, 2015, pág. 1, 27, 1*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5339424&info=resumen&idioma=EN>
G
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2021). *Temas Estadísticos de la CEPAL No 2. La pérdida de los bosques de América Latina y el Caribe 1990-2020: evidencia estadística*. <https://fra-platform.herokuapp.com/>
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación [UNCCD]. (2017). *Perspectiva global de la tierra* (primera edición).
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., y Van Den Belt, M.

- (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 1997 387:6630, 387(6630), 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Di Giulio, M., Holderegger, R., y Tobias, S. (2009). Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 2959–2968. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2009.05.002>
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Fardila, D., Kelly, L. T., Moore, J. L., y McCarthy, M. A. (2017). A systematic review reveals changes in where and how we have studied habitat loss and fragmentation over 20years. *Biological Conservation*, 212, 130–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.04.031>
- Farley, K. A., y Bremer, L. L. (2017). “Water Is Life”: Local Perceptions of Páramo Grasslands and Land Management Strategies Associated with Payment for Ecosystem Services. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(2), 371–381. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1254020>
- Feria Avila, H., Matilla González, M., Licea, S. M., Entrevista, L. A., La, Y., Autores, E., Hernán, :, Avila, F., y Matilla González, M. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, ISSN-e 2224-2643, Vol. 11, Nº. 3 (Julio-Septiembre), 2020, págs. 62-79, 11(3), 62–79. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7692391&info=resumen&idioma=EN>
- G
- Forman, R. (1995). *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Forman, R., y Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. John Wiley and Sons Ltd.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Tungurahua [GADPT]. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Gobierno provincial de Tungurahua. (2021). *Décimo octava asamblea provincial 2021*.
- Hernández Mármol, D., Ballesteros Pelegrín, G. A., y Belmonte Serrato, F. (2021). Identificación y valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia, España) basado en encuestas a los usuarios. *Investigaciones Geográficas (España)*, ISSN 0213-4691, ISSN-e 1989-9890, Nº 75, 2021, págs. 167-186, 75, 167–186. <https://doi.org/10.14198/INGEO.16867>

- Herrera, P., y Díaz, E. (2013). *Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio. Una aproximación al estado de la cuestión desde una perspectiva técnica y científica. 1*, 43–70.
- Hesselbarth, M. H. K., Sciaini, M., With, K. A., Wiegand, K., y Nowosad, J. (2019). landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography*, 42(10), 1648–1657. <https://doi.org/10.1111/ecog.04617>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2024). *Poblacion y demografía*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- Jellinek, S., Wilson, K. A., Hagger, V., Mumaw, L., Cooke, B., Guerrero, A. M., Erickson, T. E., Zamin, T., Waryszak, P., y Standish, R. J. (2019). Integrating diverse social and ecological motivations to achieve landscape restoration. *Journal of Applied Ecology*, 56(1), 246–252. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13248>
- Jordán, F. (2003). Reforma Agraria en el Ecuador. En *Proceso agrario en Bolivia y América Latina*. CIDES-UMSA, Posgrado en Ciencias del Desarrollo PLURAL editores. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Bolivia/cides-umsa/20120904031218/13reforma.pdf>
- Kothari, C. R. (2009). *Research Methodology: Methods and Techniques*.
- Li, K., y Zhang, B. (2023). Analysis of the relationship between landscape fragmentation and ecosystem service value in northern Shaanxi, China. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29065-9>
- Mansourian, S., Parrotta, J., Balaji, P., Bellwood-Howard, I., Bhasme, S., Bixler, R. P., Boedhihartono, A. K., Carmenta, R., Jedd, T., de Jong, W., Lake, F. K., Latawiec, A., Lippe, M., Rai, N. D., Sayer, J., Van Dexter, K., Vira, B., Visseren-Hamakers, I., Wyborn, C., y Yang, A. (2020). Putting the pieces together: integration for forest landscape restoration implementation. *Land Degradation & Development*, 31(4), 419–429. <https://doi.org/10.1002/LDR.3448>
- MapBiomás. (2023). *Proyecto MapBiomás Amazonía - Colección 4.0 de los Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo en Amazonía*. <https://plataforma.amazonia.mapbiomas.org>
- Martínez, C. (2009). *Dinámica de cambios de uso del suelo en zonas altoandinas del Ecuador*. https://www.academia.edu/8816404/Din%C3%A1mica_de_cambios_de_uso_del_suelo_en_zonas_altoandinas_del_Ecuador
- Martínez, L. (2013). *Métodos, técnicas e instrumentos de investigación*.
- Martínez-Rodríguez, R., Viguera, B., Donatti, C., Harvey, C., y Alpízar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura. Materiales de*

- fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE)* (p. 40). www.conservation.org/cascade-espanol
- Matteucci, S. (2004). *Los índices de configuración del mosaico como herramienta para el estudio de las relaciones patrón - proceso.*
- Mazón, M., Rebolledo, V., Ojeda-Luna, T., y Romero, O. (2021). Engagement increases people willingness to sustain restored areas beyond financial incentives. *Restoration Ecology*, 29(4). <https://doi.org/10.1111/REC.13352>
- McGarigal, K., y Marks, B. (1995). Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. En *General Technical Report - US Department of Agriculture, Forest Service* (Vol. 351, Número PNW-GTR-351). <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>
- Melgarejo, L. (1994). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*, 4(8), 47–53.
- Méndez, L., y Peña, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de la Escala Likert.*
- Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). *Ecosystems and human well-being : synthesis.* Island Press.
- Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, y Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030.*
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca [MAGAP]. (2014). *Cantón Quero bloque 1.1.*
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2023a). *Deforestación en el Ecuador continental 1990 - 2020.* <http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2023b). *Plan de Acción Nacional para la Conservación, Restauración y Uso Sostenible de los Páramos 2023 - 2030.*
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2023c). *SUIA - Mapa Interactivo Ambiental.* <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente de Ecuador [MAE]. (2015). *Fragmentación de los ecosistemas del Ecuador continental.*
- Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas de Ecuador continental.* <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE]. (2019). *Plan Nacional de Restauración Forestal 2019 - 2030.*

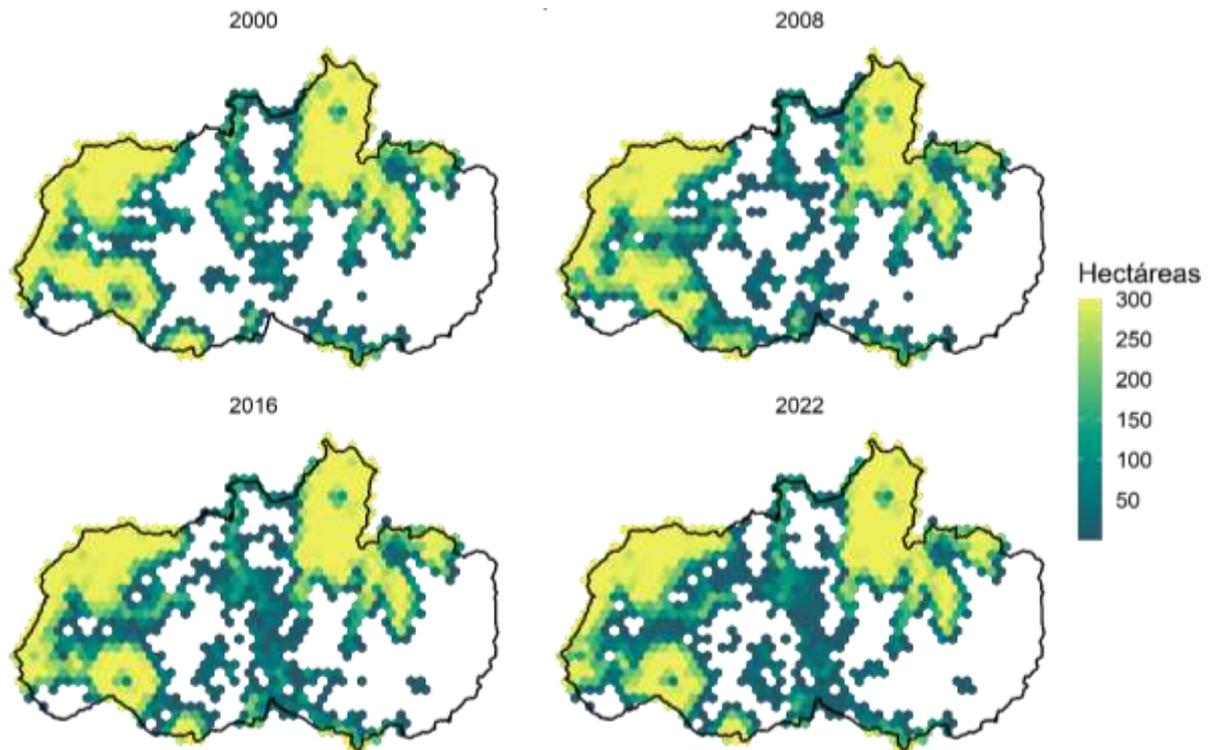
- Mitchell, M. G. E., Suarez-Castro, A. F., Martinez-Harms, M., Maron, M., McAlpine, C., Gaston, K. J., Johansen, K., y Rhodes, J. R. (2015). Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services. *Trends in Ecology and Evolution*, 30(4), 190–198. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.01.011>
- Montes, C., y Sala, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas*, 16(3), 137–147. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/120>
- Mullu, D. (2016). A Review on the Effect of Habitat Fragmentation on Ecosystem. *Journal of Natural Sciences Research*.
- Myga-Piątek, U. (2014). Natural antropogenic and cultural landscape and attempt to define mutual relations and the scope of notions. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 23, 39–56.
- Navarro, M., González, F., Flores, R., y Amparán, T. (2015). *Fragmentación y sus implicaciones Análisis y reflexión documental*.
- Noh, J. K., Echeverria, C., Gaona, G., Kleemann, J., Koo, H., Fürst, C., y Cuenca, P. (2022). Article Forest Ecosystem Fragmentation in Ecuador: Challenges for Sustainable Land Use in the Tropical Andean. *Land*, 11(2), 287. <https://doi.org/10.3390/LAND11020287/S1>
- Ota, L., Chazdon, R. L., Herbohn, J., Gregorio, N., Mukul, S. A., y Wilson, S. J. (2020). Achieving Quality Forest and Landscape Restoration in the Tropics. *Forests 2020*, Vol. 11, Page 820, 11(8), 820. <https://doi.org/10.3390/F11080820>
- Peña-Cortés, F., Rebolledo, G., Hermosilla, K., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R., y Tapia, J. (2006). Asociación Argentina de Ecología Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Lago Budi. En *Ecología Austral* (Vol. 16).
- Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas [IPBES]. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6417333>
- Posit Team. (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Posit Software, PBC. <http://www.posit.co/>
- Programa pequeñas donaciones Ecuador [PPDE]. (2022). *Bioemprendimientos comunitarios*.
- Puyravaud, J.-P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177(1), 593–596. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00335-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00335-3)

- QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association.
<https://www.qgis.org/>
- Raj, A., Jhariya, M. K., Khan, N., Nema, S., Devi, A., y Ghanshyam. (2022). Effect of Deforestation and Forest Fragmentation on Ecosystem Services. *Land Degradation Neutrality: Achieving SDG 15 by Forest Management*, 25–41.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-5478-8_2/COVER
- Ramirez, M. A. M., Pulhin, J. M., Garcia, J. E., Tapia, M. A., Pulhin, F. B., Cruz, R. V. O., De Luna, C. C., y Inoue, M. (2019). Landscape Fragmentation, Ecosystem Services, and Local Knowledge in the Baroro River Watershed, Northern Philippines. *Resources 2019, Vol. 8, Page 164*, 8(4), 164. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES8040164>
- Rivas, C. A., Guerrero-Casado, J., y Navarro-Cerrillo, R. M. (2022). A New Combined Index to Assess the Fragmentation Status of a Forest Patch Based on Its Size, Shape Complexity, and Isolation. *Diversity*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/d14110896>
- Rocco, L., y Oliari, N. (2007). *La encuesta mediante internet como alternativa metodológica*. <http://www.aacademica.org/000-106/392>
- Rojas, H., y Sierra, C. (2019). *Importancia del factor social para la planeación de carreteras, basado en 5 casos representativos en zonas rurales de Colombia*. Universidad de La Salle.
- Sabogal, C., Besacier, C., y McGuire, D. (2015). Forest and landscape restoration: concepts, approaches and challenges for implementation. *Unasylva*, 66(245), 3–10.
- Salas-Salvadó, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., Sáenz de Pipaon, M., Vitoria, I., Moreno, L. A., Salas-Salvadó, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., Sáenz de Pipaon, M., Vitoria, I., y Moreno, L. A. (2020). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5), 1072–1086. <https://doi.org/10.20960/NH.03160>
- Stanturf, J., Mansourian, S., y Kleine, M. (2017). *Implementando la restauración del paisaje forestal: guía para practicantes*.
- Suárez, C. (2017). *Estudio sobre el estado de conservación de los páramos de Tungurahua*.
- Turner, M. G., y Gardner, R. H. (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2794-4>
- Valdez, D. M. E., y Cisneros, G. P. K. (2020). Gobernanza ambiental, Buen Vivir y la evolución de la deforestación en Ecuador en las provincias de Tungurahua y Pastaza. *FORO. Revista de Derecho*, 146–167. <https://doi.org/10.32719/26312484.2020.34.8>

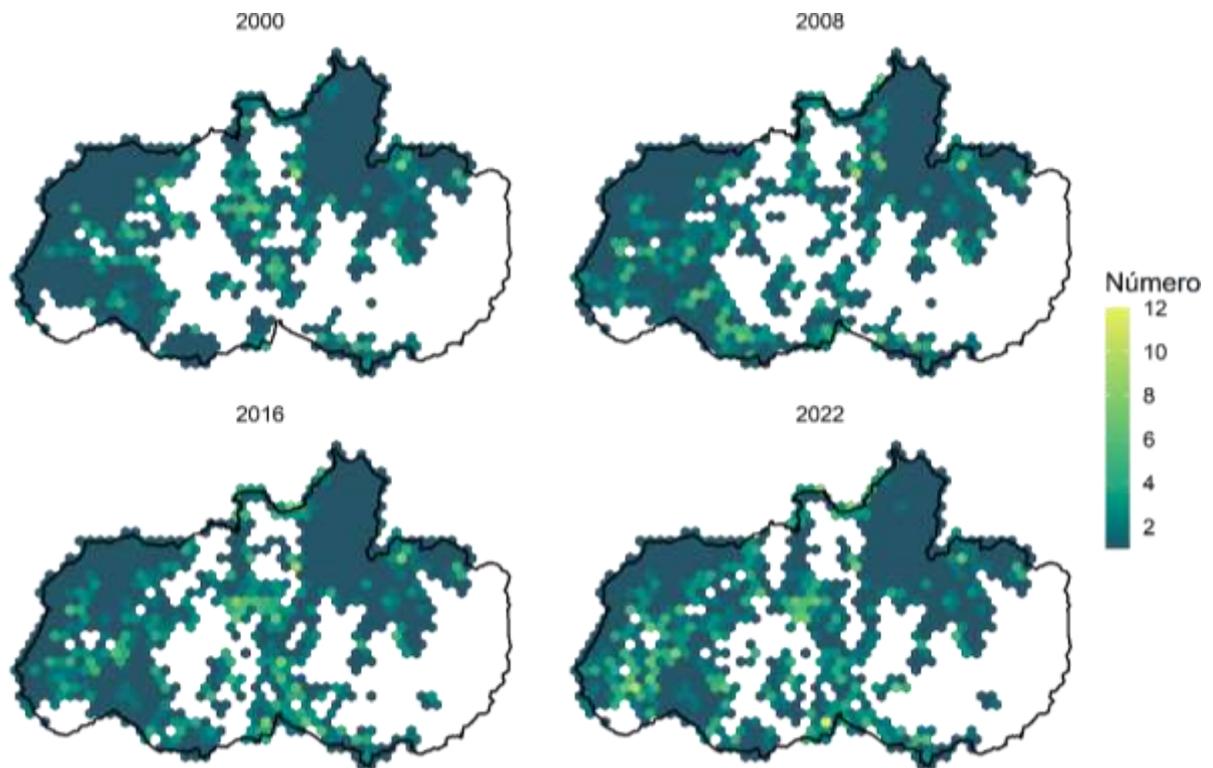
- van Oosten, C. (2013). Restoring Landscapes—Governing, Place: A Learning Approach to Forest Landscape Restoration. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 659–676.
<https://doi.org/10.1080/10549811.2013.818551>
- Vargas, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*.
- Villacís, B., y Carrillo, D. (2011). *Estadística demográfica en el Ecuador: diagnóstico y propuesta*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Demografia/documentofinal1.pdf>
- Villamagua, G. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, 27, 102–114.
<https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/335096>
- Young, K. R. (2014). Ecology of Land Cover Change in Glaciated Tropical Mountains. *Revista Peruana de Biología*, 21(3), 259–270. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10900>

11. Anexos

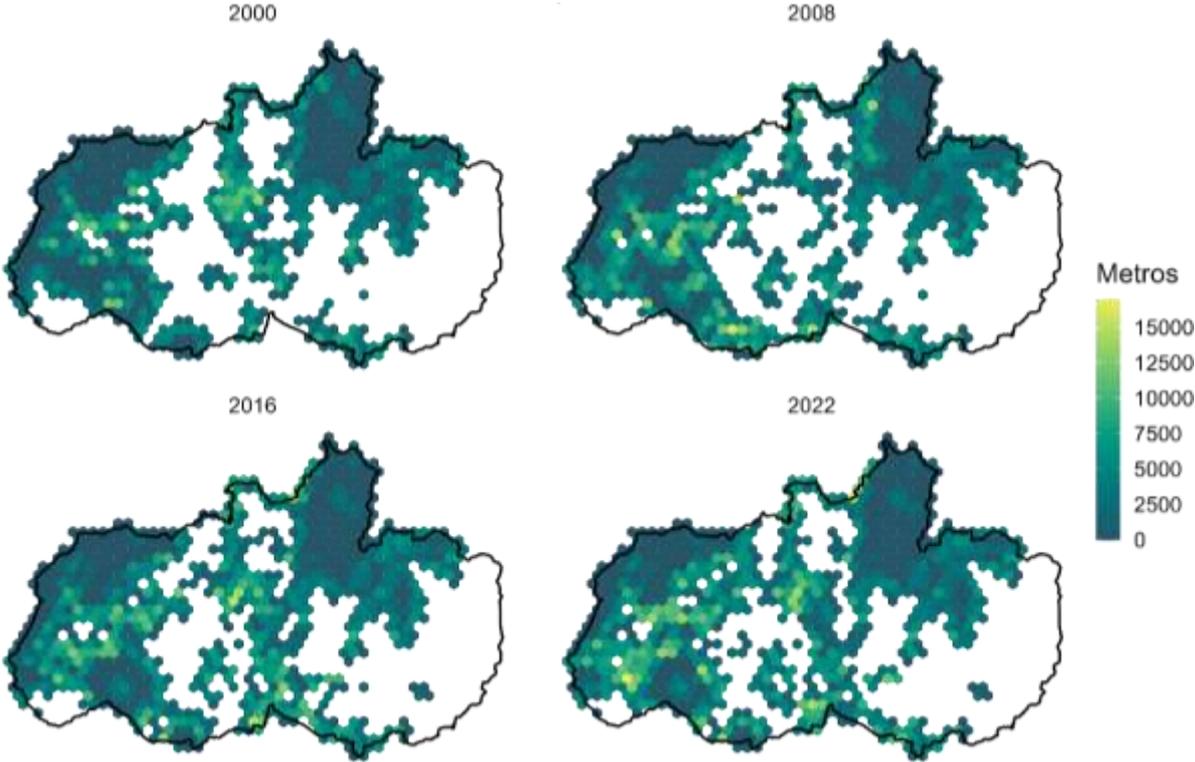
Anexo 1. Área total de vegetación arbustiva y herbácea



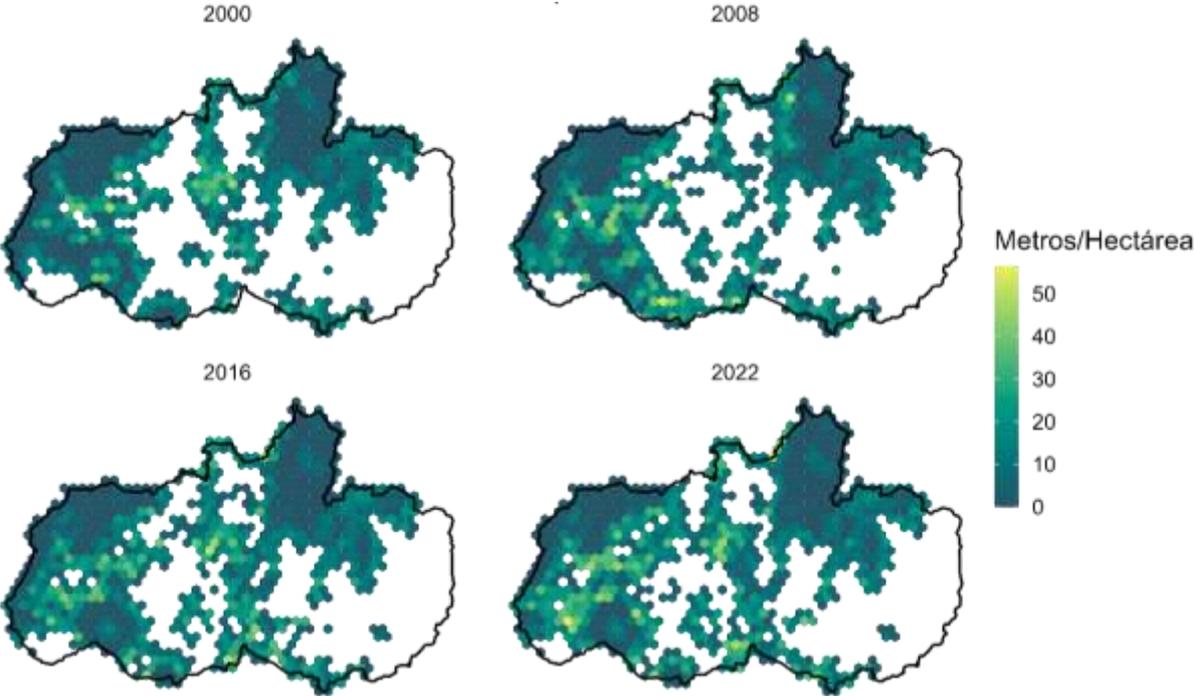
Anexo 2. Numero de parches de vegetación arbustiva y herbácea



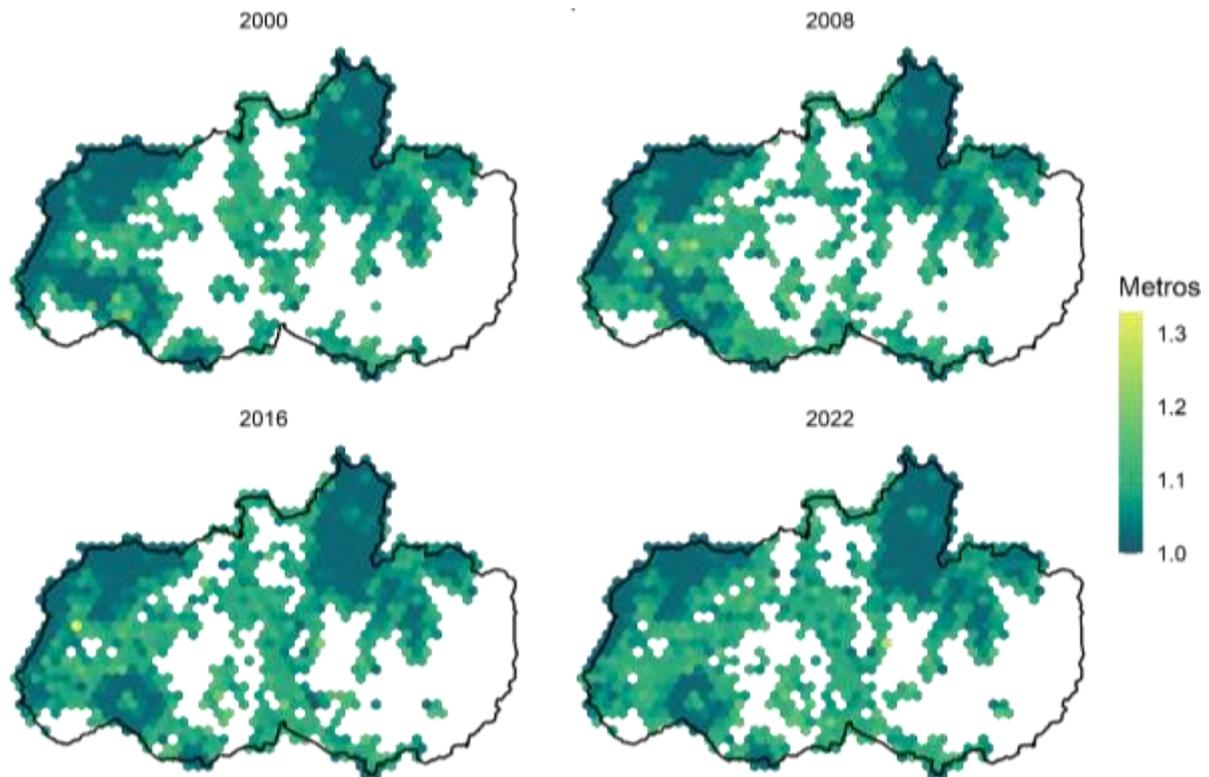
Anexo 3. Borde total de la vegetación arbustiva y herbácea



Anexo 4. Densidad de bordes de la vegetación arbustiva y herbácea



Anexo 5. Dimensión fractal de la vegetación arbustiva y herbácea



Anexo 6. Código de R utilizado para evaluar la fragmentación

```

#=====#
##          Universidad Nacional de Loja          ##
##          Maestría en Restauración de Paisajes Tropicales      ##
##          ##                                     ##
##          Tesis de Maestría                          ##
##          ##                                     ##
##          Título: Análisis de la fragmentación de los paisajes ##
##          altoandinos y su influencia en la percepción        ##
##          hacia los servicios ecosistémicos en la provincia    ##
##          de Tungurahua                                       ##
##          ##                                               ##
## Fecha: 18/09/2023                                           ##
#=====#

# Instalar y cargar paquetes

pacman::p_load(landscapemetrics,dplyr,sf,tidyverse,geofacet,ggplot2,writexl,terra,spdep,patchwork)

remotes::install_github("r-spatial/qgisprocess"), force = TRUE)
library(qgisprocess)

# Cargar capas base

Tgrha_Shape <- st_read("shp/Tungurahua.shp", options="ENCODING=UTF-8", crs= 32717)
cut_2000 <- st_read("shp/cut_2000.shp", options="ENCODING=UTF-8", crs= 32717)
cut_2008 <- st_read("shp/cut_2008.shp", options="ENCODING=UTF-8", crs= 32717)
cut_2016 <- st_read("shp/cut_2016.shp", options="ENCODING=UTF-8", crs= 32717)
cut_2022 <- st_read("shp/cut_2022.shp", options="ENCODING=UTF-8", crs= 32717)

```

```

# Creamos un buffer en funcion del area de estudio

Tgrha_buffer <- st_buffer(Tgrha_Shape, 3000)

# Recortamos CUT'S con area de estudio

cut_Tgrha_2000 <- st_intersection(cut_2000, Tgrha_buffer)
cut_Tgrha_2008 <- st_intersection(cut_2008, Tgrha_buffer)
cut_Tgrha_2016 <- st_intersection(cut_2016, Tgrha_buffer)
cut_Tgrha_2022 <- st_intersection(cut_2022, Tgrha_buffer)

# Disolvemos registros

cut_Tgrha_2000 <- cut_Tgrha_2000 %>% group_by(cobertura0) %>% summarise()
cut_Tgrha_2008 <- cut_Tgrha_2008 %>% group_by(cobertura0) %>% summarise()
cut_Tgrha_2016 <- cut_Tgrha_2016 %>% group_by(cobertura0) %>% summarise()
cut_Tgrha_2022 <- cut_Tgrha_2022 %>% group_by(ctn1) %>% summarise()

# Asignar un valor numérico a los tipos de cobertura

asignar_valor <- function(tipo_cobertura) {
  case_when(
    tipo_cobertura == "BOSQUE" ~ 1,
    tipo_cobertura %in% c("VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA","VEGETACION ARBUSTIVA Y
HERBACEA") ~ 2,
    tipo_cobertura == "TIERRA AGROPECUARIA" ~ 3,
    tipo_cobertura == "CUERPO DE AGUA" ~ 4,
    tipo_cobertura %in% c("ZONA ANTRÓPICA","ZONA ANTROPICA") ~ 5,
    tipo_cobertura == "OTRAS TIERRAS" ~ 6,
    TRUE ~ 0
  )}

# Aplicar la función a cada shape

cut_Tgrha_2000 <- cut_Tgrha_2000 %>% mutate(cut2000 = asignar_valor(cobertura0))
cut_Tgrha_2008 <- cut_Tgrha_2008 %>% mutate(cut2008 = asignar_valor(cobertura0))
cut_Tgrha_2016 <- cut_Tgrha_2016 %>% mutate(cut2016 = asignar_valor(cobertura0))
cut_Tgrha_2022 <- cut_Tgrha_2022 %>% mutate(cut2022 = asignar_valor(ctn1))

# Convertimos shape a raster

r <- rast( st_sf(Tgrha_buffer), res = 3)
cut_Tgrha_2000 <- terra::rasterize(vect(cut_Tgrha_2000), r, field="cut2000")
cut_Tgrha_2008 <- terra::rasterize(vect(cut_Tgrha_2008), r, field="cut2008")
cut_Tgrha_2016 <- terra::rasterize(vect(cut_Tgrha_2016), r, field="cut2016")
cut_Tgrha_2022 <- terra::rasterize(vect(cut_Tgrha_2022), r, field="cut2022")

# Filtramos areas menores a 5 hectareas (threshold en pixels cambiar segun resolucion raster)

cut_Tgrha_2000 <- sieve(cut_Tgrha_2000,threshold= 5556, directions=8)
cut_Tgrha_2008 <- sieve(cut_Tgrha_2008,threshold= 5556, directions=8)
cut_Tgrha_2016 <- sieve(cut_Tgrha_2016,threshold= 5556, directions=8)
cut_Tgrha_2022 <- sieve(cut_Tgrha_2022,threshold= 5556, directions=8)
# Eliminamos valores NoData o negativos

cut_Tgrha_2000 <- clamp(cut_Tgrha_2000,lower=1, values= FALSE)
cut_Tgrha_2008 <- clamp(cut_Tgrha_2008,lower=1, values= FALSE)
cut_Tgrha_2016 <- clamp(cut_Tgrha_2016,lower=1, values= FALSE)
cut_Tgrha_2022 <- clamp(cut_Tgrha_2022,lower=1, values= FALSE)

```

```

cut_Tgrha <- c(cut_Tgrha_2000, cut_Tgrha_2008, cut_Tgrha_2016, cut_Tgrha_2022)
names(cut_Tgrha)
check_landscape(cut_Tgrha)

# Crear malla de paisajes locales
# Tamaños 3Km^2 = 1861.2097  2Km^2 = 1519.6713  1Km^2 = 1074.57

grid_geom = st_make_grid(st_as_sfc(st_bbox(r)),
                          cellsize = 1861.2097, # cambiar
                          square = FALSE,
                          crs= 32717)

st_area(st_sf(grid_geom))/1000000 #Km^2
plot(cut_Tgrha[[1]])
plot(grid_geom, add = TRUE)

# Seleccionamos todos los hexagonos que intersectan con los límites de Tungurahua

qgis_run_algorithm("native:extractbylocation",
                  INPUT = st_sf(grid_geom),
                  INTERSECT = Tgrha_Shape,
                  OUTPUT = "shp/Malla_Tgrha_3km.shp",
                  PREDICATE = "intersect")
grid_geom <- st_read("shp/Malla_Tgrha_3km.shp")

# Asignar número de identificación para cada hexagono

grid_geom$plot_id = seq_len(nrow(grid_geom))
plot(cut_Tgrha[[1]])
plot(st_geometry(grid_geom), add = TRUE)

# Calcular metricas a nivel de clase y parche

Tgrha_Metricas = sample_lsm(cut_Tgrha, grid_geom,
                            level = "class",
                            name = c("total (class) area", #ca
                                      "number of patches", #np
                                      "total edge", #te
                                      "edge density", #ed
                                      "fractal dimension index"), #frac
                            progress = TRUE)

# Pivot (metricas en columnas) y unir grid mediante plot_id

Tgrha_Metricas = pivot_wider(Tgrha_Metricas, names_from = metric, values_from = value)
Tgrha_Metricas = full_join(grid_geom, Tgrha_Metricas, by = "plot_id")

# Filtramos metricas por clases y años (layer = año  class = cobertura)

MetricasVAH2000 = subset(Tgrha_Metricas, layer == 1 & class == 2)
MetricasVAH2008 = subset(Tgrha_Metricas, layer == 2 & class == 2)
MetricasVAH2016 = subset(Tgrha_Metricas, layer == 3 & class == 2)
MetricasVAH2022 = subset(Tgrha_Metricas, layer == 4 & class == 2)

```

```

# Unimos data frames en uno solo

MetricasVAH <- bind_rows(
  mutate(MetricasVAH2000, Year = 2000),
  mutate(MetricasVAH2008, Year = 2008),
  mutate(MetricasVAH2016, Year = 2016),
  mutate(MetricasVAH2022, Year = 2022)
)

# Corregimos valores extremos derivados del análisis ráster

MetricasVAH$ca <- pmin(MetricasVAH$ca, 300)

MetricasVAH$ed[MetricasVAH$ca == 300] <- 0

MetricasVAH$te[MetricasVAH$ca == 300] <- 0

# =====
# Mapeamos métricas de la clase VAH
# =====

ca <- ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = ca)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "Área total por año", fill = "Hectáreas")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  guides(fill = guide_colourbar(barwidth = 1, barheight = 10))+
  scale_fill_gradientn(colors = hcl.colors(10,"ag_GrnYl"),
    values = c(0, 0.5, 1),
    breaks = seq(0, 300, 50),
    labels = seq(0, 300, 50)) +
  theme_void()+
  facet_wrap(~Year, ncol = 2)+
  geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

np <- ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = np)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "Número de parches por año", fill = "Número")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  guides(fill = guide_colourbar(barwidth = 1, barheight = 10))+
  scale_fill_gradientn(colors = hcl.colors(10,"ag_GrnYl"),
    values = c(0, 0.25, 1),
    breaks = seq(0, 18, 2),
    labels = seq(0, 18, 2)) +
  theme_void()+
  facet_wrap(~Year, ncol = 2)+
  geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

te <- ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = te)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "Borde total por año", fill = "Metros")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  guides(fill = guide_colourbar(barwidth = 1, barheight = 10))+
  scale_fill_gradientn(colors = hcl.colors(10,"ag_GrnYl"),
    values = c(0, 0.5, 1),
    breaks = seq(0, 20000, 2500),
    labels = seq(0, 20000, 2500)) +
  theme_void()+

```

```

facet_wrap(~Year, ncol = 2)+
geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

ed <- ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = ed)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "Densidad de borde por año", fill = "Metros/Hectárea")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  guides(fill = guide_colourbar(barwidth = 1, barheight = 10))+
  scale_fill_gradientn(colors = hcl.colors(10,"ag_GrnYl"),
    values = c(0, 0.5, 1),
    breaks = seq(0, 70, 10),
    labels = seq(0, 70, 10)) +
  theme_void()+
  facet_wrap(~Year, ncol = 2)+
  geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

frac <- ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = frac_mn)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "Borde total por año", fill = "Metros")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  guides(fill = guide_colourbar(barwidth = 1, barheight = 10))+
  scale_fill_gradientn(colors = hcl.colors(10,"ag_GrnYl"),
    values = c(0, 0.25, 1))+
  theme_void()+
  facet_wrap(~Year, ncol = 2)+
  geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

# Guardar los gráficos

ggsave("VAH_3km_te.png", plot = last_plot(),
  width = 10,
  height = 8,
  dpi = 600)

# =====
# RFI de la VAH
# =====

# Estandarización de valores

MetricasVAH$norm_ED <- (MetricasVAH$ed - min(MetricasVAH$ed)) /
  (max(MetricasVAH$ed) - min(MetricasVAH$ed))

# Calculo de porcentaje sin vegetación

MetricasVAH$norm_CA <- (1 - (MetricasVAH$ca*1))/300

# Calculo Índice de Fragmentación Reticular (RFI)

MetricasVAH$RFI <- (MetricasVAH$norm_ED+MetricasVAH$norm_CA)/2

# Agregamos una nueva columna con el nivel de fragmentación

MetricasVAH$Nivel_RFI <- case_when(
  MetricasVAH$RFI <= 0.2 ~ "Muy Bajo",
  MetricasVAH$RFI > 0.2 & MetricasVAH$RFI <= 0.4 ~ "Bajo",

```

```

MetricasVAH$RFI > 0.4 & MetricasVAH$RFI <= 0.6 ~ "Medio",
MetricasVAH$RFI > 0.6 & MetricasVAH$RFI <= 0.8 ~ "Alto",
MetricasVAH$RFI > 0.8 ~ "Muy Alto")

# Graficamos RFI

MetricasVAH$Nivel_RFI <- factor(MetricasVAH$Nivel_RFI,
                               levels = c("Muy Bajo", "Bajo", "Medio", "Alto", "Muy Alto"),
                               ordered = TRUE)

VAH_3km_RFI <-
ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = Nivel_RFI)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "RFI por Año", fill = "Nivel RFI")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  scale_fill_manual(values = c("#228B22", "#92D050", "#EEEE00", "#FFA500", "#FF0000"))+
  theme_void()+
  facet_wrap(~Year, ncol = 2)+
  geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

# Guardamos el grafico

ggsave("VAH_3km_RFI.png", plot = last_plot(),
        width = 8,
        height = 6,
        dpi = 600)

# =====
# PFI de la VAH
# =====

# Calculamos el índice de fragmentación de parche (PFI)

MetricasVAH$PFI <- (4/5*(1-(MetricasVAH$ca/300)))+1/5*(MetricasVAH$frac_mn/2)

# Agregamos una nueva columna con el nivel de fragmentación

MetricasVAH$Nivel_PFI <- case_when(
  MetricasVAH$PFI <= 0.2 ~ "Muy Bajo",
  MetricasVAH$PFI > 0.2 & MetricasVAH$PFI <= 0.4 ~ "Bajo",
  MetricasVAH$PFI > 0.4 & MetricasVAH$PFI <= 0.6 ~ "Medio",
  MetricasVAH$PFI > 0.6 & MetricasVAH$PFI <= 0.8 ~ "Alto",
  MetricasVAH$PFI > 0.8 ~ "Muy Alto")

# Graficamos el PFI

MetricasVAH$Nivel_PFI <- factor(MetricasVAH$Nivel_PFI,
                               levels = c("Muy Bajo", "Bajo", "Medio", "Alto", "Muy Alto"),
                               ordered = TRUE)

VAH_3km_PFI <-
ggplot(data = MetricasVAH, aes(fill = Nivel_PFI)) +
  geom_sf(color = NA) +
  labs(title = "PFI por Año", fill = "Nivel PFI")+
  theme(legend.position = 'bottom')+
  scale_fill_manual(values = c("#228B22", "#92D050", "#EEEE00", "#FFA500", "#FF0000"))+
  theme_void()+
  facet_wrap(~Year, ncol = 2)+

```

```

geom_sf(data = Tgrha_Shape, fill = "transparent", colour = "black", lwd = 0.75)+
theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 16), text = element_text(size = 16))

# Guardar los gráficos
ggsave("VAH_3km_PFI.png", plot = last_plot(),
       width = 8,
       height = 6,
       dpi = 600)

#=====
# Estadísticas descriptivas para las métricas
#=====

# Calcular estadísticas por año

stats_metrics <- MetricsVAH %>%
  group_by(Year) %>%
  summarise(
    across(c(ca, np, te, ed, frac_mn, RFI, PFI),
           list(mean = mean, sd = sd, median = median, min = min, max = max),
           .names = "{.col}_{.fn}")
  )

# Ordenamos la tabla

stats_metrics <- stats_metrics %>%
  pivot_longer(
    cols = matches("^(ca|np|te|ed|frac_mn|RFI|PFI)_"),
    names_to = "metrics",
    values_to = "values",
  )

#=====
# Guardar xls, shape, raster
#=====

write_xlsx(MetricsVAH,"doc/MetricsVAH.xlsx")

st_write(MetricsVAH,"Gradiente/Indices3km_Quero.shp")

writeRaster(cut_Tgrha_2022,"Gradiente/cut_Tgrha_2022_reclassify.tif")

```

Anexo 7. Encuesta para conocer la percepción de las comunidades de la provincia de Tungurahua

ENCUESTA PARA CONOCER LA PERCEPCIÓN DE LAS COMUNIDADES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA SOBRE EL VÍNCULO ENTRE FRAGMENTACIÓN Y PÉRDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

(a ser llenado por jefe o jefa de hogar de la propiedad seleccionada)

Autores de la encuesta

Bertha Alvarado, Programa de Maestría en Restauración de Paisajes Tropicales

Gabriel Zambrano, Programa de Maestría en Restauración de Paisajes Tropicales

Tatiana Ojeda Luna, Universidad Nacional de Loja, CITIAB, Carrera de Ingeniería Forestal

Paúl Eguiguren, Universidad Nacional de Loja, CITIAB, Carrera de Ingeniería Forestal

Eric Metzler, CONDESAN

Rossana Proaño, CONDESAN

CONSENTIMIENTO:

Buenos días / tardes

Mi nombre es _____, de la Universidad Nacional de Loja y nos encontramos realizando una encuesta para conocer su opinión sobre el páramo y los servicios que ofrece.

Antes de iniciar esta encuesta, me gustaría saber si desea participar.

- Su participación es voluntaria, nadie sabrá las respuestas que usted dio.
- Si alguna pregunta le incomoda y no desea continuar, me dice con confianza.
- Si mi pregunta no es clara, por favor me avisa
- La información será usada únicamente con fines científicos y estará disponible para su revisión

-1	no evaluado
-2	no sabe/no conoce
-3	no desea responder
-4	no aplica
0	indica el valor real "cero" de cualquier variable

¿Está de acuerdo en participar en esta encuesta?

1=Sí (consentimiento)

2=No (consentimiento)

1. INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

● **Ubicación del hogar** (llenar esta sección antes de empezar la encuesta)

1. Provincia (provincia) _____
2. Cantón (cantón) _____
3. Parroquia (parroquia) _____
4. Comuna (comuna) _____
5. Coordenadas (UTM) X: _____ (Coor_X) Y: _____ (Coor_Y)
6. Distancia desde el centro de Quero a la comuna en minutos ____ (dist_min_cmn) en km ____ (dist_km_cmn)
- 6.1. Tipo de camino (cam_cmn) 1=asfaltado ____ 2=lastre ____ 3= de verano ____ 99=otr ____ (cam_cmn_esp)
7. Distancia del centro de la comuna al hogar en minutos ____ (dist_min_hog) en km ____ (dist_km_hog)
- 7.1. Tipo de camino (cam_hog) 1=asfaltado ____ 2=lastre ____ 3= de verano ____ 99=otro ____ (cam_hog_esp)
8. Distancia desde el hogar al parche más conservado en minutos ____ (dist_min_pcons) en km (dist_km_pcons)
- 8.1. Tipo de transporte (transp_pcons) 1= a pie ____ 2=en carro ____ 3=en acemila ____ 99=otro ____ (transp_pcons_esp)

● **Identificación del jefe/jefa de hogar** (toda la información debe ser en torno al jefe o jefa de hogar)

9. ¿Me podría decir su nombre? (del jefe/a de hogar) (jefe_nom) _____
10. Sexo (llenar sin preguntar) (jef_sex) 1=hombre ____ 2=mujer ____ 3=distinto ____
11. Nombre de respondente (si el jefe/a de hogar no está presente) (res_nom) _____
12. ¿Quién toma las decisiones sobre el aprovechamiento de recursos naturales de su finca? (decis_rnmn)
1) El hombre ____ 2) La mujer ____ 3) Ambas personas ____
13. ¿Cómo se identifica usted según su cultura y costumbres? (etnia)
1=indígena ____ indicar etnia _____ (etnia_esp)
2=mestizo ____
3=negro ____
4=montubio ____
5=blanco ____
99=otro ____ especifique _____ (etnia_esp)
14. ¿Qué edad tiene usted? _____ años (edad)
15. ¿Hace cuantos años está su hogar en esta zona _____ años (años_hog)
16. ¿Cuántos miembros de su hogar tienen...?
1=Menos de 15 años ____ (edad_a)
2=Entre 15 a 65 años ____ (edad_b)
3=Más 65 años ____ (edad_c)
17. ¿Cuál su ocupación principal? (ocup_p)
1=ninguno ____
2=quehaceres domésticos ____
3=agricultura ____
4=ganadería ____
5=jornal ____
99=otros especifique _____ (ocup_p_esp)
18. ¿Cuál su ocupación secundaria? (ocup_s)
1=ninguno ____
2=quehaceres domésticos ____
3=agricultura ____
4=ganadería ____
5=jornal ____
99=otros especifique _____ (ocup_s_esp)
19. ¿Cuál es su nivel de educación? (niv_edu)
1=ninguno ____
2=inicial ____
3=primaria incompleta ____
4=primaria completa ____
5=secundaria incompleta ____
6=secundaria completa ____
7=tecnología ____
8= universidad incompleta ____
9= universidad completa ____
10= posgrado ____
99= otros especifique _____ (niv_edu_esp)

2. USOS Y TENENCIA DE LA TIERRA

Ahora me gustaría saber sobre las hectáreas que tiene para uso único

20. ¿Cuánto terreno tiene solo para **uso exclusivo** de su hogar en esta zona (incluyendo las áreas de cultivo y la tierra en descanso)? _____ ha

- (Incluir todos los usos de la tierra que el hogar usa de manera exclusiva e individual. Incluir tierra en descanso o que no se usa). (usoex_ha_finca)

21. Me podría decir qué usos tiene en su finca

1. Uso (usoex) (usoex_esp)	Área (ha) (usoex_ha)	2. Tenencia. ¿Es propio, arrendado o prestado? (usoex_tenen) (usoex_tenen_esp)	3. Título ¿Tiene escrituras? (usoex_titul) (usoex_titul_esp)	4. Razón. Si no tiene título, ¿Cuál es la razón? (usoex_ntitul_rzn) (usoex_ntitul_rzn_esp)	5. Cambio. ¿A qué dedicaba esta parcela hace 5 años? (usoex_camb) (usoex_camb_esp)	6. Motivo. ¿Cuál fue el motivo de cambio? (usoex_camb_mtv) (usoex_camb_mtv_esp)	7. La productividad del terreno después del cambio de uso... (usoex_camb_prodt)
1. USO: 1=páramo; 2= bosque nativo; 3= plantación forestal; 4= pastizal; 5= área sin cobertura vegetal; 6= tierra agropecuaria; 7= vegetación arbustiva y herbácea; 8=infraestructura (vivienda); 99= otro (especificar)							
2. TENENCIA: 1= propiedad privada; 2= alquilada; 3= prestada; 4= propiedad privada para rentar; 5= tenencia no clara; 99= otros (especificar)							
3. TITULO: 1= sí tiene título; 2= no tiene título; 3= está en proceso; 4= temporalmente dado por el gobierno; 99= otros (especificar)							
4. RAZÓN: 1= no tiene el dinero; 2= subdivisión de la tierra luego de que la escritura original fuera entregada; 3=propiedad comunal (territorio indígena); 4=parcela ubicada en área protegida, no titulación posible; 5= pertenece a otra persona; 99=otros (especificar)							
5. CAMBIO: 1=páramo; 2= bosque nativo; 3= plantación forestal; 4= pastizal; 5= área sin cobertura vegetal; 6= tierra agropecuaria (chakra); 7= vegetación arbustiva y herbácea; 8=infraestructura (vivienda); 99= otro (especificar)							
6. MOTIVO: 1=tala rasa; 2=abandono de tierras; 3=plantación de árboles; 4=introducción de pastos; 5=introducción de cultivos; 6=conservación basada en incentivos económicos (programa socio bosque, programa socio páramo); 99=otros (especificar)							
7. PRODUCTIVIDAD: 1= Se ha mantenido estable; 2= Se ha deteriorado							

Ahora me gustaría saber sobre las hectáreas que tiene de uso compartido

22. ¿Cuántas hectáreas de terreno **usa de manera compartida** con otros miembros de la comunidad? _____ ha (usocomp_ha_finca)

23. Me podría decir los usos

1. Uso (usocomp) (usocomp_esp)	Área (ha) (usocomp_ha)	2. Tenencia. ¿Es propio, arrendado o prestado? (usocomp_tenen) (usocomp_tenen_esp)	3. Título ¿Tiene escrituras? (usocomp_titul) (usocomp_titul_esp)	4. Razón. Si no tiene título, ¿Cuál es la razón? (usocomp_ntitul_rzn) (usocomp_ntitul_rzn_esp)	5. Cambio. ¿A qué dedicaba esta parcela hace 5 años? (usocomp_camb) (usocomp_camb_esp)	6. Motivo. ¿Cuál fue el motivo de cambio? (usocomp_camb_mtv) (usocomp_camb_mtv_esp)	7. La productividad del terreno después del cambio de uso (usocomp_camb_prodt)
1. USO: 1=páramo; 2= bosque nativo; 3= plantación forestal; 4= pastizal; 5= área sin cobertura vegetal; 6= tierra agropecuaria; 7= vegetación arbustiva y herbácea; 8=infraestructura (vivienda); 99= otro (especificar)							
2. TENENCIA: 1= municipal; 2= estatal; 3=comunal; 4= en asociación o sociedad; 5= tenencia no clara; 99= otros (especificar)							
3. TITULO: 1= sí tiene título; 2= no tiene título; 3= está en proceso; 4= temporalmente dado por el gobierno; 99= otros (especificar)							
4. RAZÓN: 1= no tiene el dinero; 2= subdivision de la tierra luego de que la escritura original fuera entregada; 3=propiedad comunal (territorio indígena); 4=parcela ubicada en área protegida, no titulación posible; 5= pertenece a otra persona; 99=otros (especificar)							
5. CAMBIO: 1=páramo; 2= bosque nativo; 3= plantación forestal; 4= pastizal; 5= área sin cobertura vegetal; 6= tierra agropecuaria (chagra); 7= vegetación arbustiva y herbácea; 8=infraestructura (vivienda); 99= otro (especificar)							
6. MOTIVO: 1=Tala rasa; 2=abandono de tierras; 3=plantación de árboles; 4=introducción de pastos; 5=introducción de cultivos; 6=incentivos económicos (programa socio bosque, programa socio páramo); 99= otro (especificar)							
7. PRODUCTIVIDAD: 1= Se ha mantenido estable; 2= Se ha deteriorado							

3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Son todos los beneficios directos e indirectos que se obtienen del páramo/bosque, como por ejemplo la madera, los frutos, el aire puro, la sombra de los árboles, el agua de las montañas, etc.

24. ¿Qué es para usted el páramo? ([parm_conc](#))

25. ¿Sabe usted que son los servicios ecosistémicos? ([sereco](#))

1=Si ___ Hacer la siguiente pregunta

2=No ___ Ir a la pregunta 27

26. ¿Me podría indicar qué son para usted los servicios ecosistémicos? ([sereco_conc](#))

27. ¿Cuáles son los tres beneficios más importantes que usted obtiene del páramo? ([sereco_ben](#))

1= Agua para consumo humano ___

2= Agua para producción (agricultura) ___

3= Animales como alimento ___

4= Plantas como alimento ___

5= Aire puro ___

6= Turismo y recreación ___

7= Suelos para cultivar ___

8= Pasto para ganado y ovejas ___

99= Otros (especificar) _____ ([sereco_ben_esp](#))

28. De 1 a 4, siendo 1 mala calidad y 4 calidad excelente, cómo califica la calidad actual de...

Servicio	Calidad: 1= mala calidad 2= regular 3= buena 4= excelente
Agua que baja del páramo (sereco_cal_ag)	
Calidad del aire que respira en esta zona (sereco_cal_air)	
Calidad del suelo para los cultivos (sereco_cal_suelo)	
Calidad de vida de las personas que viven en su comunidad (sereco_cal_vid)	

29. De 1 a 4, siendo 1 baja cantidad y 4 muy abundante, cómo califica la cantidad actual de...

Servicio	Cantidad: 1= baja cantidad 2= regular 3= abundante 4= muy abundante
Agua que baja del páramo (sereco_can_ag)	
Condimentos disponibles para sacar del páramo (por ejemplo: frutos, semillas, raíces) (sereco_can_pfnm)	
Plantas medicinales disponible para sacar del páramo (sereco_can_pmed)	
Animales disponibles para cazar del páramo (por ejemplo: venados, conejos) (sereco_can_anicaz)	
Insectos polinizadores (ej. abejas, abejorros, mariquitas, mariposas, colibríes) (sereco_can_pol)	
Animales salvajes grandes del páramo (ej. oso de anteojos, puma, tigrillo chico, lobo de páramo, venado de páramo) (sereco_can_anig)	
Animales salvajes pequeños del páramo (ej. puerco espín andino, erizo, liebres, ratones, ranas) (sereco_can_anip)	
Aves del páramo (ej. golondrinas, tórtolas, mirlos, quililicos, chirotes, cóndores, colibríes, plateros, azulejos, gavilanes, águilas, tucán andino) (sereco_can_av)	



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



CONDESAN
Centro para el Desarrollo Sostenible
de la Sierra Occidental Andina

30. De 1 a 4, siendo 1 nunca y 4 muy frecuente, cómo califica la presencia de desastres naturales como:

Desastre natural	Frecuencia: 1= nunca 2= raro 3= frecuente 4= muy frecuente
Deslaves (la montaña se viene abajo) (sereco_frec_des)	
Sequía (no llueve por muchos meses) (sereco_frec_seq)	
Inundaciones (sereco_frec_inu)	

31. De 1 a 4, siendo 1 mala calidad y 4 excelente, cómo califica la presencia de espacios naturales para:

Servicio	Calidad: 1= mala calidad 2= regular 3= buena 4= excelente
Recreación en el páramo (por ejemplo: caminar, trotar, ir en bicicleta por la montaña) (sereco_esp_recr)	
Hacer actividades turísticas (por ejemplo: avistamiento de animales salvajes, lagos, lagunas, cascadas, cerros; pesca; fotografía) (sereco_esp_tur)	
Hacer actividades culturales o religiosas en el páramo (por ejemplo: rituales, limpieas, ceremonias, fiestas) (sereco_esp_cul)	

4. FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE Y SU RELACIÓN CON LA PÉRDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

32. ¿Me podría indicar qué elementos del paisaje han cambiado en esta localidad?

Elementos	Hace 10 años 1=Eran menos 2= Era igual 3= Era más	Hace 5 años 1=Eran menos 2= Era igual 3= Era más	Actualidad 1=Es menos 2= Es igual 3= Es más
Caminos (camb_cam_d) (camb_cam_c) (camb_cam_a)			
Carreteras (camb_carr_d) (camb_carr_c) (camb_carr_a)			
Construcciones (camb_const_d) (camb_const_c) (camb_const_a)			
Parcelas de cultivos (camb_cult_d) (camb_cult_c) (camb_cult_a)			
Pastizales (camb_pazt_d) (camb_pazt_c) (camb_pazt_a)			
Páramos (camb_parm_d) (camb_parm_c) (camb_parm_a)			

33. ¿Considera que se han perdido áreas importantes de páramo en su comunidad? (parm_ha_per)

1= Sí

2= No

Ahora me gustaría hablarle de un problema que afecta a los páramos llamado fragmentación.

Imagine que el paisaje es como un gran rompecabezas, donde cada pieza es un pedazo de la naturaleza, como bosques, páramo, o lagunas. La fragmentación del paisaje ocurre cuando cortamos ese rompecabezas en muchos pedacitos más pequeños. Es como cortar y dividir la naturaleza en partes más pequeñas, lo cual puede afectar a los animales, plantas y personas que viven en este paisaje. Por ejemplo, los animales y las plantas pueden tener problemas para moverse o encontrar lo que necesitan para vivir.

34. ¿Considerando mi explicación sobre la fragmentación o división del bosque y páramo, me gustaría que me diga si esta fragmentación ha afectado.?

Servicios Ecosistémicos	1=Sí	¿Cuál considera que es la causa?	2=No
La calidad del agua que baja del páramo (frag_cal_ag) (frag_cal_ag_sic) (frag_cal_ag_sic_esp)			
La cantidad del agua que baja del páramo (frag_can_ag) (frag_can_ag_sic) (frag_can_ag_sic_esp)			
La cantidad de animales disponibles para cazar del páramo (por ejemplo: venados, conejos) (frag_anicaz) (frag_anicaz_sic) (frag_anicaz_sic_esp)			
La cantidad de alimento y condimentos disponibles para sacar del páramo (por ejemplo: frutos, semillas, raíces) (frag_pfnm) (frag_pfnm_sic) (frag_pfnm_sic_esp)			

La cantidad de plantas medicinales disponible para sacar del páramo (frag_pmed) (frag_pmed_sic) (frag_pmed_sic_esp)			
La calidad del aire que se respira en esta zona (frag_air) (frag_air_sic) (frag_air_sic_esp)			
La cantidad de insectos polinizadores (ej. abejas, abejorros, mariquitas, mariposas, colibríes) (frag_pol) (frag_pol_sic) (frag_pol_sic_esp)			
La frecuencia de deslaves (frag_des) (frag_des_sic) (frag_des_sic_esp)			
La frecuencia de sequías (frag_seq) (frag_seq_sic) (frag_seq_sic_esp)			
La frecuencia de inundaciones (frag_inu) (frag_inu_sic) (frag_inu_sic_esp)			
La calidad de suelo para cultivos (frag_sue) (frag_sue_sic) (frag_sue_sic_esp)			
La cantidad de animales salvajes grandes del páramo (ej. oso de anteojos, puma, tigrillo chico, lobo de páramo, venado de páramo) (frag_anig) (frag_anig_sic) (frag_anig_sic_esp)			
La cantidad de animales salvajes pequeños del páramo (ej. puerco espín andino, erizo, liebres, ratones, ranas) (frag_anip) (frag_anip_sic) (frag_anip_sic_esp)			
La cantidad de aves del páramo (ej. golondrinas, tórtolas, mirlos, quililicos, chirotos, cóndores, colibríes, plateros, azulejos, gavilanes, águilas) (frag_av) (frag_av_sic) (frag_av_sic_esp)			
La calidad de espacios naturales para recreación en el páramo (por ejemplo: caminar, trotar, ir en bicicleta por la montaña) (frag_esp_recr) (frag_esp_recr_sic) (frag_esp_recr_sic_esp)			
La calidad de espacios naturales para hacer actividades turísticas (por ejemplo: avistamiento de animales salvajes, lagos, lagunas, cascadas, cerros; pesca; fotografía) (frag_esp_tur) (frag_esp_tur_sic) (frag_esp_tur_sic_esp)			
La calidad de espacios naturales para hacer actividades culturales o religiosas en el páramo (por ejemplo: rituales, limpiezas, ceremonias, fiestas) (frag_esp_cul) (frag_esp_cul_sic) (frag_esp_cul_sic_esp)			
La calidad de vida de las personas de la comunidad (frag_vid) (frag_vid_sic) (frag_vid_sic_esp)			
Causa: 1= Pastoreo de ganado y ovejas; 2= agricultura; 3= quemadas/incendios; 4=minería; 99= otros, especifique			

5. ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN

Ahora quisiera saber lo que piensa de los proyectos de restauración en los páramos

35. ¿Usted o su comunidad ha participado en proyectos de restauración de páramos? ([proyrest_part](#))

1=Sí, yo o alguien de mi hogar participó ____

2=Sí, la comunidad participó ____

La respuesta es “Sí” llenar la siguiente tabla

3=No, ni yo ni mi comunidad ha participado ____

La respuesta es “No” pasar a la pregunta 32

Nombre de proyecto (ej. Socio bosque, Socio páramo) (proyrest_nom)	Quién lo lideró (GAD, ONG, comunidad, iglesia, escuela, etc.) (proyrest_lid)	¿Qué actividades hizo? (describir) (proyrest_act)	1.Motivo ¿Qué le motivó a participar? (proyrest_mot) (proyrest_mot_esp)	2.Sitio ¿En dónde hizo esas actividades? (proyrest_sit)	Considera que el proyecto fue exitoso 1= sí; 2= no; 3= en parte (proyrest_exit)	¿Se sintió beneficiado o perjudicado por el proyecto? 1= beneficiado 2= perjudicado (proyrest_benfperj)	3. Si la respuesta anterior fue beneficiado ¿Qué beneficios tuvo del proyecto? (proyrest_ben)	Sintió que su opinión fue tomada en cuenta 1= sí; 2= no; 3= en parte (proyrest_op)	Volvería a participar en este proyecto 1= sí; 2= no (proyrest_partv)	¿Por qué motivo? (proyrest_partv_rzn)

1. MOTIVO: 1=cuidar el ambiente; 2= recibir beneficios ambientales; 3= recibir beneficios económicos; 4= para recibir capacitaciones, semillas, equipos, infraestructura; 5= por obligación de la comunidad; 99= otros (especifique)

2. SITIO: 1= en mi propia finca; 2= en las fincas de los vecinos; 3= en terrenos de la comunidad

3. BENEFICIOS: 1= capacitaciones; 2= recibir beneficios económicos; 3= mejoría en los terrenos; 99= otros (especifique)



La siguiente pregunta es solo para los entrevistados que no han participado en un programa de restauración del páramo

36. ¿Cuáles fueron las principales razones para no aplicar a ningún programa restauración? (proy_nopart_rzn) (se permiten múltiples respuestas)

- 1=No supe/supimos de este programa___
- 2=No tengo tierra para restaurar___
- 3=No tengo páramo que conservar___
- 4=No cumplo /cumplimos con todos los requisitos___
- 5=No cuento con las escrituras del terreno
- 6=La plata que se recibe no era suficiente___
- 7=El papeleo es muy complicado___
- 8=La duración del proyecto es muy larga___
- 9=Los líderes de la comunidad se opusieron___
- 10=No me interesa___
- 11= desconfianza en el programa___

37. Si en este momento hubiera un **proyecto de restauración de páramos** ¿participaría? (proy_part)

- 1=sí La respuesta es “Sí” pasar a la siguiente pregunta
- 2=no

38. ¿Dónde le gustaría participar?

1. Terreno. En que terreno (proy_part_terr)	2. Lugar. En qué parte del terreno (proy_part_lug) (proy part rzn esp)
1. TERRENO: 1= en mi propia finca; 2= en la finca de algún vecino; 3= en el terreno comunual/parroquial 2. LUGAR: 1=páramo; 2= bosque nativo; 3= plantación forestal; 4= pastizal; 5= área sin cobertura vegetal; 6= tierra agropecuaria; 7= vegetación arbustiva y herbácea; 8=infraestructura (vivienda); 99= otro (especificar)	

39. ¿Por qué le gustaría participar? Marcar con una X (proy_part_rzn)

1=Mantener el agua limpia	
2=Conservar las plantas	
3=Conservar los animales	
4=Mantener el aire puro	
5=Evitar peligros naturales (deslaves, sequías)	
6=Mantener el suelo fértil	
7=Tener áreas para caminar y practicar deportes	
8=Tener áreas para realizar actividades relacionadas con la cultura local (ej. rituales, limpieas y/o reliagión)	
9=Mejorar la calidad de vida de las personas de la comunidad	
99=Otra acción que le gustaría hacer	
Especifique (proy_part_rzn_esp)	

Antes de finalizar, me gustaría preguntarle si ¿tiene alguna pregunta o comentario?

¡Muchas gracias por su colaboración

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Diana Elizabeth Alvarado Sarango

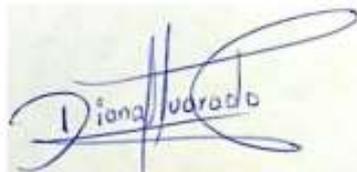
Licenciada en Ciencias de la Educación: Mención Inglés

CERTIFICO

Que he realizado la traducción de español al idioma inglés del resumen derivado de la denominada: **“Análisis de la fragmentación de los paisajes altoandinos y su influencia en la percepción hacia los servicios ecosistémicos en la provincia de Tungurahua”**, de autoría de los estudiantes Bertha Nathaly Alvarado Sarango con cedula de identidad Nro. 1150283941 y Edinson Gabriel Zambrano Feijoo, con cédula de identidad Nro. 0705918480.

Es todo cuanto puedo certificar en honor de la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en lo que consideren conveniente.

Loja, 13 de agosto de 2024



.....

Diana Elizabeth Alvarado Sarango
Licenciada en Ciencias de la Educación: Mención Inglés
N° registro Senescyt 1008-2016-1726238