



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO Y
COBERTURA DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN LA
DIVERSIDAD FLORÍSTICA, EN EL PÁRAMO DE IGUALATA,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: NIXON FERNANDO MACAS MACAS

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO Y
COBERTURA DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN LA
DIVERSIDAD FLORÍSTICA, EN EL PÁRAMO DE IGUALATA,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: NIXON FERNANDO MACAS MACAS

DIRECTORA: ING. CATHERINE GABRIELA FREY ERAZO

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Nixon Fernando Macas Macas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Nixon Fernando Macas Macas, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de junio de 2024



Nixon Fernando Macas Macas
C. I: 190059484-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de investigación, **ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA, EN LA PÁRAMO DE IGUALATA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por el señor: **NIXON FERNANDO MACAS MACAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Carlos Francisco Carpio Cova
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-06-11

Ing. Catherine Gabriela Frey Erazo
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-06-11

Ing. José Fernando Esparza Parra
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-06-11

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la salud para lograr este objetivo. A mis padres Marco y Delia que siempre confiaron en mí, por los esfuerzos y sacrificios que han hecho para que yo pueda cumplir esta meta, siendo un pilar fundamental en este proceso de formación. A mis hermanos Jeovanny y Edwin por el apoyo brindando en cada momento para seguir adelante día a día. Con todo cariño a mi hijo Yarik quien me ha motivado a superarme.

Nixon

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia quien de alguna u otra manea me apoyaron, en especial a mi madre que siempre estuvo a mi lado apoyándome para salir adelante. Mi más profundo agradecimiento a mi director de tesis, Ing. Catherine Frey por compartir conmigo su invaluable experiencia, conocimientos y dedicación durante todo el proceso de investigación. Así mismo, hago extensiva mi gratitud al encargado del herbario ESPOCH Ing. Jorge Caranqui por ayuda brindada con la identificación de las especies. Finalmente, un agradecimiento especial a Jasson e Iván compañeros de estudio quienes me acompañaron a las salidas de campo, sin los cuales no hubiera sido posible culminar exitosamente este desafiante proyecto de investigación. A todos ellos, infinitas gracias que Dios le bendiga siempre en todo lo que realicen.

Nixon

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMa de investigación.....	2
1.1.	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2.	OBJETIVOS.....	3
1.2.1.	<i>Objetivo general</i>	3
1.2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.3.	HIPÓTESIS.....	3
1.3.1.	<i>Hipótesis nula</i>	3
1.3.2.	<i>Hipótesis alterna</i>	3

CAPÍTULO II

2.	Marco teórico.....	4
2.1.	Teledetección.....	4
2.2.	Sistemas de información geográfica.....	4
2.2.1.	<i>Componentes de los SIG</i>	5
2.2.1.1	<i>Recurso humano</i>	5
2.2.1.2	<i>Datos</i>	5
2.2.1.3	<i>Procedimientos</i>	5
2.2.1.1.	<i>Hardware</i>	6
2.2.1.2.	<i>Software</i>	6
2.3.	Análisis multitemporal.....	6
2.3.1.	<i>Clasificación supervisada</i>	6
2.3.2.	<i>Clasificación no supervisada</i>	6
2.4.	Páramo.....	7
2.5.	Cobertura y uso del suelo.....	7

2.5.1.	<i>Cobertura vegetal</i>	8
2.5.2.	<i>Uso del suelo</i>	8
2.5.3.	<i>Cambio de uso del suelo</i>	8
2.6.	Ecosistemas altoandinos	8
2.7.	Inventario florístico	9
2.8.	Composición florística	9
2.9.	Diversidad de especies	9
2.10.	Índices de diversidad	10
2.10.1.	<i>Índices para determinar la composición florística</i>	10
2.10.1.1.	<i>Abundancia relativa o Densidad relativa (Dr)</i>	10
2.10.1.2.	<i>Densidad absoluta (D)</i>	10
2.10.1.3.	<i>Dominancia relativa (DmR)</i>	11
2.10.1.4.	<i>Frecuencia Relativa</i>	11
2.10.1.5.	<i>Índice de valor de importancia (IVI)</i>	11
2.11.	Índice de Simpson (ISD)	11
2.12.	Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')	12
2.13.	Índice de diversidad de Margalef	13
2.14.	Índice de equitatividad de Pielow (E)	13
2.15.	Tipos de diversidad	14
2.15.1.	<i>Diversidad alfa</i>	14
2.15.2.	<i>Diversidad gamma</i>	14
2.16.	Proyecto Gloria	14
2.16.1.	<i>Selección de las zonas piloto para el estudio de las cimas de GLORIA</i>	15
2.17.	Metodologías participativas	15
2.18.	Procesos amenazantes	16
2.18.1.	<i>Objeto de conservación</i>	16
2.18.2.	<i>Amenazas Antrópicas</i>	16
2.18.3.	<i>Factores ecológicos clave</i>	16
2.18.4.	<i>Presiones</i>	16

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1.	Nivel de Investigación	17
3.2.	Tipo de estudio	17
3.3.	Delimitación de la zona	17

3.4.	Localización	18
3.5.	Tamaño de la muestra	18
3.6.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.6.1.	3.6.1 Materiales y Equipos	19
3.6.1.1.	<i>Campo</i>	19
3.6.1.2.	<i>Oficina</i>	19
3.7.	Metodología	19
3.7.1.	<i>Procedimiento para la generación de mapas de los cambios de uso y cobertura del suelo</i>	19
3.7.1.1.	<i>Obtención de las imágenes satelitales</i>	20
3.7.1.2.	<i>Procesamiento de imágenes satelitales y clasificación supervisada</i>	20
3.7.2.	<i>Procedimiento para caracterizar la composición florística utilizando la metodología GLORIA modificada</i>	21
3.7.2.1.	<i>Diseño de parcelas</i>	22
3.7.2.2.	<i>Instalación de cuadrantes y levantamiento de información</i>	23
3.7.2.3.	<i>Levantamiento de información</i>	24
3.7.2.4.	<i>Recolección de muestras</i>	25
3.7.2.5.	<i>Herborización de muestras</i>	25
3.7.3.	<i>Establecer una propuesta de conservación mediante la participación de actores locales</i>	26
3.7.4.	<i>Identificación de problemas amenazantes</i>	26
3.7.5.	<i>Etapas de evaluación de presiones y fuentes de presión</i>	27
3.7.6.	<i>Descripción de la severidad y alcance de las amenazas e integración de amenazas</i>	28

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1.	Identificación del cambio de uso y cobertura del suelo	29
4.2.	Tasa anual del cambio de cobertura del suelo (TAC)	37
4.3.	Especies registradas en la zona de estudio	38
4.4.	Índices de diversidad por parroquias	39
4.4.1.	<i>Densidad de flora registradas en la parroquia Ilapo</i>	39
4.4.2.	<i>Índice de valor de importancia</i>	40
4.4.3.	<i>Densidad de flora registradas en la parroquia Santa Fe de Galán</i>	42
4.4.4.	<i>Índice de valor de importancia</i>	43

4.4.5.	<i>Densidad de flora registradas en la parroquia San Isidro de Patulú</i>	45
4.4.6.	<i>Índice de valor de importancia</i>	46
4.5.	Índices de diversidad alfa y beta	48
4.5.1.	<i>Índice de dominancia de Simpson</i>	48
4.5.2.	<i>Índice de equidad Shannon</i>	49
4.5.3.	<i>Índice de diversidad de Margalef</i>	50
4.5.4.	<i>Índice de diversidad de Pielow</i>	51
4.5.5.	<i>Índices de diversidad por zonas regenerada y no intervenida</i>	52
4.5.6.	<i>Índice de similitud de Bray-Curtis</i>	53
4.5.7.	<i>Curva de rarefacción</i>	54
4.6.	Propuesta de conservación paramo del Igualata	54
4.6.1.	<i>Identificación de las presiones y fuentes de presión</i>	54
4.6.2.	<i>Matriz de propuesta para la conservación del páramo del Igualata</i>	59
4.6.3.	<i>Estrategias para la conservación del páramo del Igualata</i>	61
4.7.	DISCUSIÓN	62

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1.	Conclusiones	64
5.2.	Recomendaciones	66

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Escala de interpretación de la diversidad de Simpson.....	12
Tabla 2-2: Escala de interpretación de la diversidad de Shannon.....	12
Tabla 2-3: Escala de interpretación de la diversidad de Margalef	13
Tabla 2-4: Nivel de significancia para medir la equitatividad.	14
Tabla 3-1: Cálculos del número de unidades muestrales	19
Tabla 3-2: Ficha de levantamiento de información en campo	24
Tabla 4-1: Cobertura vegetal identificada en el páramo del Igualata, año 2001.....	29
Tabla 4-2: Cobertura vegetal identificada en el páramo del Igualata, año 2011.....	31
Tabla 4-3: Cobertura vegetal identificada en el páramo del Igualata, año 2021.....	33
Tabla 4-4: Cambios de la cobertura y uso entre en 2001-2021.....	37
Tabla 4-5: Especies identificadas en el páramo del Igualata	38
Tabla 4-6: Índice de valor de importancia de especies, en la parroquia Ilapo	40
Tabla 4-7: Índice de valor de importancia de especies, en la parroquia Santa Fe de Galán.	44
Tabla 4-8: Índice de valor de importancia de especies, en la parroquia San Isidro de Patulú. ..	46
Tabla 4-9: Resultados del índice de Simpson	48
Tabla 4-10: Resultados del índice de Shannon	49
Tabla 4-11: Resultados del índice de Margalef.....	50
Tabla 4-12: Resultados del índice de Pielow (equitatividad).....	51
Tabla 4-13: Panel de expertos seleccionados para validar presiones y fuentes de presión.	55
Tabla 4-14: Valoración de amenazas	56
Tabla 4-15: Escala de amenazas	57
Tabla 4-16: Integración de amenazas en el páramo del Igualata	58
Tabla 4-17: Matriz de propuesta de conservación	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Componentes de un SIG.	5
Ilustración 2-2: Zona piloto seleccionadas en los diferentes pisos altitudinales.	15
Ilustración 3-1: Zonas del área de estudio.....	18
Ilustración 3-2: Métodos para la elaboración de mapas temáticos.....	20
Ilustración 3-3: Ubicación de parcelas.....	22
Ilustración 3-4: Diseño de parcelas.....	23
Ilustración 3-5: División de parcelas.....	23
Ilustración 3-6: Diseño de celdillas.....	24
Ilustración 3-7: Identificación de especies.....	26
Ilustración 3-8: Fuentes de presión (apertura de vías, pastizales).....	27
Ilustración 4-1: Uso del suelo en cultivos en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta.....	29
Ilustración 4-2: Mapa de cobertura vegetal en cultivo en el periodo 2001, 2011 y 2021.	30
Ilustración 4-3: Uso del suelo en pastizales en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta.	31
Ilustración 4-4: Mapa de cobertura vegetal en pastizales en el periodo 2001, 2011 y 2021... ..	32
Ilustración 4-5: Uso del suelo en páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta.....	33
Ilustración 4-6: Mapa de cobertura vegetal en páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021.....	34
Ilustración 4-7: Uso del suelo en el páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta.....	35
Ilustración 4-8: Mapa de cobertura vegetal en plantaciones forestales en el periodo 2001, 2011 y 2021.....	36
Ilustración 4-9: Densidad de flora por familia, parroquia Ilapo.	39
Ilustración 4-10: Dominancia de flora por familia, parroquia Ilapo.....	40
Ilustración 4-11: Especies con un alto índice de valor de importancia, parroquia Ilapo.....	42
Ilustración 4-12: Densidad de flora por familia, parroquia Santa Fe de Galán.....	42
Ilustración 4-13: Dominancia de flora por familia, parroquia Santa Fe de Galán.....	43
Ilustración 4-14: Especies con índice de valor de importancia, parroquia Santa Fe de Galán.	44
Ilustración 4-15: Densidad de flora por familia, parroquia San Isidro de Patulú.	45
Ilustración 4-16: Densidad de flora por familia, parroquia San Isidro de Patulú.	46
Ilustración 4-17: Especies con índice de valor de importancia, parroquia San Isidro de Patulú.	47
Ilustración 4-18: Resultados del índice de Simpson.....	48
Ilustración 4-19: Resultados del índice de Shannon.....	49
Ilustración 4-20: Resultados del índice de Margalef.....	50
Ilustración 4-21: Resultados del índice de Pielow.....	51

Ilustración 4-22: Índices de diversidad	52
Ilustración 4-23: Dendrograma de similitud de especies registradas por parroquias.	53
Ilustración 4-24: Curva de rarefacción de especies.	54
Ilustración 4-25: Identificación de las presiones del objeto en el páramo del Igualata.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: REGISTRO DE PRESIONES Y FUENTES DE PRESIÓN

ANEXO B: ESCALA DE PRESIONES Y FUENTES DE PRESIÓN

ANEXO C: ENCUETA REALIZADO A LOS EXPERTOS

ANEXO D: REGISTRO DE LOS EXPERTOS SELECCIONADOS

ANEXO E: SOCIALIZACIÓN CON LA JUNTA PARROQUIAL DE ILAPO

ANEXO F: INSTALACIÓN DE PARCELAS

ANEXO G: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

ANEXO H: IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

ANEXO I: MUESTRAS FERTILES

ANEXO J: CERTIFICADO EMITIDO POR EL HERBARIO ESPOCH

ANEXO A: PUNTOS DE MUESTREO

RESUMEN

El objetivo fue analizar los cambios de uso y cobertura del suelo entre el periodo 2001-2021 y su influencia en la diversidad florística en el ecosistema herbazal del páramo en el Igualata, cantón Guano, provincia de Chimborazo. Para determinar los cambios de uso y cobertura del suelo se utilizó imágenes satelitales LandSat 7, que fueron obtenidas de la plataforma USGS, donde se consideró estándares de calidad y la cantidad de nubosidad del 20%. Se aplicó el método de la clasificación supervisada en el software Arc Map 10.8, posteriormente se elaboró mapas temáticos de usos del suelo. Se distinguieron cuatro categorías: Cultivos, Pastizales, Plantaciones Forestales y Páramo, en el cual se determinó la tasa de cambio anual de la cobertura (TAC) que reveló que las actividades agrícolas (Cultivos) han influido significativamente de 2658,1 ha a 6670,51 ha con una TAC de 4,6 ha/año contribuyendo la disminución de la cobertura vegetal. Así mismo se caracterizó la composición florística en el cual se realizó el levantamiento de 64 parcelas de 3 x 3m dentro de los cuales se ubicaron 128 cuadrantes de 1 m² distribuidas al azar de acuerdo al método GLORIA. Las parcelas fueron establecidas en las parroquias Ilapo, Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú, pertenecientes al páramo del Igualata dentro de un rango altitudinal de 3800 a 4200 msnm. Se identificaron plantas pertenecientes a 18 familias y 31 especies lo cual sirvió para calcular los índices de diversidad alfa y beta. Los resultados de esta investigación pueden contribuir con información relevante para futuros planes de ordenamiento territorial, así como para la conservación del ecosistema herbazal del páramo.

Palabras clave: <USO DEL SUELO>, <LANDSAT 7 >, < DIVERSIDAD>, <USGS>, <CLASIFICACIÓN SUPERVISADA>, <TAC>, <COBERTURA VEGETAL>, <DIVERSIDAD BETA>.

0729-DBRA-UPT-2024




ABSTRACT

This research aimed to analyze the changes in land use and cover between the period 2001-2021 and its influence on the floristic diversity in the grassland ecosystem of the moorland in Iguayata, Guano city, province of Chimborazo. LandSat 7 satellite images were used to determine changes in land use and land cover, which were obtained from the USGS platform, where quality standards and the amount of 20% cloud cover were considered. The supervised classification method was applied in the Arc Map 10.8 software, subsequently thematic land use maps were prepared. Four categories were distinguished: Crops, Pastures, Forest Plantations and Moorland, in which the annual rate of change of cover (ARC) was determined, which revealed that agricultural activities (Crops) have significantly influenced from 2658.1 ha to 6670, 51 ha with a ARC of 4.6 ha/year contributing to the decrease in vegetation cover. Likewise, the floristic composition was characterized in which 64 plots of 3 x 3m were surveyed, within which 128 quadrants of 1 m² were located, randomly distributed according to the GLORIA method. The plots were established in the Ilapo, Santa Fe de Galán and San Isidro de Patulú parishes, belonging to the Iguayata moorland within an altitudinal range of 3800 to 4200 meters above sea level. Plants belonging to 18 families and 31 species were identified, which served to calculate the alpha and beta diversity indices. The results of this research can contribute with relevant information for future territorial planning plans, as well as for the conservation of the grassland ecosystem of the moorland.

Keywords: <LAND USE>, <LANDSAT 7>, < DIVERSITY>, <USGS>, <SUPERVISED CLASSIFICATION>, < ANNUAL COVER RATE OF CHANGE (TAC)>, <PLANT COVER>, <BETA DIVERSITY>.

Riobamba, June 20th, 2024



Ph.D. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

El análisis multitemporal nos permite comprender de mejor manera la dinámica de los ecosistemas y su influencia en la diversidad florística. En ese sentido, se investiga como las actividades humanas y naturales afectan a la biodiversidad con el paso de los años (Ruiz, et al., 2013, pág. 117). Esta investigación es primordial para la toma de decisiones tanto en la gestión ambiental como en la conservación de flora.

Para determinar los cambios en el uso del suelo se basa en la comparación de fotografías aéreas o imágenes satelitales tomados de un mismo lugar, pero en diferentes tiempos (Paula, et al., 2018, pág. 126). En este contexto, las imágenes permiten observar los cambios ocurridos a lo largo de los años como la expansión agrícola, la deforestación y la expansión urbana, entre otros. Los cambios en el uso y cobertura del suelo pueden ser directas o indirectas, lo que se vincula con la toma de decisiones de orden político, social, económico y cultural, que consecuentemente inciden sobre el tipo de acciones que se desarrollan en la superficie de la tierra (Carvajal & Pabón, 2016, pág. 186).

La diversidad florística es un componente primordial de los ecosistemas, dado a su amplia variedad de especies vegetales que desempeñan un papel importante en la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas. La disminución de hábitats naturales y la fragmentación del paisaje hace que disminuyan la diversidad florística, por ende, acrecientan la presión sobre las especies en peligro de extinción o endémicas (Mena, 2006, pág. 24).

En el Ecuador, en los últimos años ha evidenciado grandes transformaciones en el uso del suelo y su cobertura vegetal. Un progresivo desarrollo de la frontera agrícola y el rápido crecimiento urbano que ejercen sobre el territorio han provocado desgaste del suelo con potencial agrícola. Esto ha llevado a convertir suelos rurales en zonas urbanas, de la misma manera el desplazamiento de la ganadería y las zonas de cultivos hacia las faldas de las cordilleras han provocado pérdida de la función ambiental. (Pinos, 2015, pág. 8).

El páramo del Igualata se encuentra en un periodo de conservación ambiental por la falta de cobertura vegetal. Esta pérdida se ha dado principalmente por las actividades antrópicas que ha sufrido este ecosistema, estos factores han provocado la disminución de flujos de agua (Carrasco & Padilla, 2016, pág. 1). Por ende, el análisis multitemporal investiga pautas de los cambios ocurridos a lo largo del tiempo, para evaluar como las actividades humanas han afectado a la cobertura vegetal y por lo tanto a la diversidad.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante los últimos 50 años, se han observado cambios significativos en los ecosistemas a nivel global. Entre los años 2000 y 2010 la agricultura comercial y la ganadería fueron responsables del 40% de la deforestación, mientras que la agricultura local contribuyó con el 33%. A pesar de ello, se ha registrado una reducción en la cantidad de hectáreas perdidas, pasando de 7,8 millones de hectáreas durante la década de los 1990 a 4,7 millones de hectáreas al año durante el periodo comprendido entre 2010-2020 (FAO, 2020, pág. xvii).

En el páramo de Igualata, es evidente que las actividades antrópicas han originado cambios en el uso y la cobertura del suelo alterando la composición florística. Estas alteraciones han provocado una disminución en la capacidad de filtrar y almacenar agua generando que los habitantes de la localidad cada vez tengan problemas de escasez de este insumo, tanto para consumo humano y riego. Actualmente el páramo del Igualata se encuentra en un proceso de regeneración, sin embargo, es necesario realizar la mayor cantidad de estudios que contribuyan a la conservación y a su vez aporten con la información necesaria para la toma de decisiones, difundiendo la información obtenida con los interesados mediante la participación de actores clave.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La gran variedad de ecosistemas y especies presentes en los páramos altoandinos han contribuido a desarrollar una amplia diversidad biológica, esencial para preservar el recurso natural en la zona y garantizar la continuidad de servicios importantes como la fertilidad del suelo, regulación del clima, fijación de carbono, suministro del agua limpia y regulación del clima (Alvarez, 2019, pág. 2). Por esta razón, realizar un análisis multitemporal del cambio de uso de suelo y cobertura vegetal es primordial para la conservación de la diversidad y resaltar la importancia del ecosistema páramo, se considera primordial concientizar a la población acerca de las perturbaciones ambientales que generan las actividades antrópicas en el páramo de Igualata para la promulgación de medidas que ayuden a la conservación.

Los páramos en el Ecuador ocupan el 5% del territorio nacional (Bustamante, et al., 2011, pág. 15), sin embargo, pese a que abarcan este pequeño territorio, se los considera vitales para el sustento y el bienestar de sus habitantes ya que dependen de manera directa o indirecta por los recursos que estos proveen (Hofstede, et al., pág. 15). Esto significa que la protección de estos ecosistemas es

fundamental, pero lamentablemente están experimentando un proceso de deterioro constante e incontrolable en los últimos años (Hofstede, et al., pág. 115).

Por lo tanto, un estudio del análisis multitemporal del cambio de uso y cobertura del suelo y su incidencia en la diversidad florística utilizando la metodología GLORIA, busca generar información que fundamente el entendimiento del cambio y uso del suelo, así como sus impactos en la diversidad y cobertura vegetal existentes en los ecosistemas del páramo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Analizar los cambios de uso y cobertura del suelo entre el periodo 2001-2021 y su influencia en la diversidad florística en el ecosistema herbazal del páramo en el Igualata, cantón Guano, provincia de Chimborazo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar los cambios de uso y cobertura del suelo entre el periodo 2001 al 2021, en el páramo del Igualata, cantón Guano, provincia de Chimborazo.
- Caracterizar la composición florística del páramo del Igualata.
- Establecer una propuesta de conservación mediante la participación de actores locales.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis nula

Los cambios del uso del suelo no alteran la diversidad florística en el ecosistema herbazal del páramo en el Igualata, cantón Guano, provincia de Chimborazo.

1.3.2. Hipótesis alterna

Los cambios del uso del suelo alteran la diversidad florística en el ecosistema herbazal del páramo en el Igualata, cantón Guano, provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Teledetección

Se refiere a las técnicas o métodos que se utilizan para obtener información sin la necesidad de un contacto directo con el objeto en estudio. Por otra parte, en el contexto de las ciencias de la tierra se define como una técnica en el que se centra la captura, procesamiento y análisis de la información a partir de imágenes digitales obtenidas de satélites artificiales (Pérez & Muñoz, 2006, pág. 1).

Por su parte, (Bravo, 2017, pág. 7) menciona que la Teledetección es la técnica que nos permite la identificación de las propiedades de los objetos, medir o examinar dichas propiedades sin la necesidad del contacto directo. Así mismo, la teledetección hace relación a un conjunto de actividades que facilitan la obtención de datos sobre las características físicas de los objetos, actividades humanas, recursos naturales o fenómenos geológicos (Soria & Matar de Saquis, 2016, pág. 4).

2.2. Sistemas de información geográfica

Los S.I.G representan una técnica innovadora que facilita la administración y estudio de datos que se relaciona directamente con la ubicación geográfica. Estos surgieron ante la necesidad de acceder rápidamente a la información para abordar problemas y dar solución de manera inmediata (Peña, 2006, pág. 3).

Los Sistemas de Información Geográfica, han creado diferentes significados a medida que diferentes autores han definido sobre ellos. En un contexto más definido, se puede decir que un SIG es una estructura bien establecida que incluye hardware, software, datos y métodos diseñados cuidadosamente que permite llevar a cabo la captura, almacenamiento, manipulación y análisis de información con referencia geográfica (Ludeña & Valarezo, 2008, pág. 20).

Así mismo, (Sosa & Martínez, 2008, pág. 3) señala que son un conjunto de recursos que facilitan en tratamiento de información relacionados con la ubicación territorial. Esta información se la utiliza para la toma de decisiones sobre la una región o zona específica de la tierra.

2.2.1. Componentes de los SIG

Son sistemas complejos que componen algunas sucesiones de distintos elementos que interactúan entre sí y son la base para el estudio general de los sistemas de información geográfica (Olaya, 2014, pág. 15).



Ilustración 2-1: Componentes de un SIG.

Fuente: (Landerero, y otros, 2012)

Los sistemas de información geográfica no solo es un software, si no también agrupan algunos elementos indispensables para asegurar un óptimo funcionamiento (Chávez & Chiza, 2014, pág. 6).

Los principales elementos que requieren los SIG para llevar a cabo sus funciones son:

2.1.1.1 Recurso humano

Es la parte fundamental de un SIG, ya que son las personas que manipulan, manejan, desarrollan y supervisan el sistema empleando sus conocimientos en todas sus etapas o procesos de análisis. Las personas son las encargadas de desarrollar los procesos y definir las tareas del SIG (Chávez & Chiza, 2014, pág. 6).

2.1.1.2 Datos

Representan el material indispensable para ejecutar las tareas en un SIG, contienen la información geográfica esencial que respalda la efectividad misma de los sistemas de información geográfica (Olaya, 2014, pág. 15).

2.1.1.3 Procedimientos

Se refiere a todos los procedimientos, técnicas, diseños y metodologías utilizadas para el análisis de datos que se transforman en información (Lozada, 2017, pág. 5).

2.2.1.1. Hardware

Son todos los dispositivos electrónicos necesarios para operar el software. En un contexto más amplio, se refiere a los equipos que se utilizan para el procesamiento y almacenamiento de datos (Olaya, 2014, pág. 741).

2.2.1.2. Software

Son los programas, aplicaciones informáticas que cuentan con capacidades y herramientas que permitan una adecuada interpretación y análisis de datos que son convertidos en información geográfica (Olaya, 2014, pág. 738).

2.3. Análisis multitemporal

Consiste en analizar las representaciones mediante la comparación de coberturas de un mismo lugar en diferentes tiempos, mediante la interpretación de dos o más imágenes satelitales. Tiene como finalidad evaluar los cambios ocurridos y el estado actual de una zona (Flores, 2018, pág. 10).

Por otra parte, el análisis multitemporal es una metodología de estudio que se utiliza para obtener conclusiones concretas acerca de los cambios espaciales de un área determinada. Este método involucra que los datos recopilados de diferentes fechas se convierten en un solo conjunto de información (Gonzales, 2018, pág. 23).

2.3.1. Clasificación supervisada

Es un método que requiere un conocimiento previo al área de estudio, lo que facilita un reconocimiento de las áreas o zonas en la imagen que representan las diferentes categorías que se desean dividir. Estas áreas se llaman campos de entrenamiento (Training fields), sirven para enseñar al ordenador a reconocer las diferentes categorías dentro del área de estudio (Monterroso, 2013, pág. 1).

2.3.2. Clasificación no supervisada

Este proceso de clasificación opera de manera automática para detectar conjunto de valores similares en las imágenes, sin embargo, dentro de las imágenes pueden estar asociadas con algunas posibilidades: una categoría puede estar representada por varias clases espectrales, dos o más categorías pueden compartir una misma clase espectral, varias categorías pueden compartir

clases espectrales. Lo ideal sería que existiera una correspondencia que se relacione entre las clases espectrales y las categorías (Arango, et al., 2005, pág. 2616).

2.4. Páramo

Es un entorno natural que posee un ecosistema de altura, en altitudes que oscilan entre los 3200 y 4700. Este ecosistema se caracteriza por la presencia de pastizales, arbustos, formaciones de rosetas, zonas húmedas y pequeñas grupos de árboles (Camacho, 2013, pág. 79).

Por otra parte, (Barba, et al., 2022, pág. 36) lo describe como uno de los ecosistemas de gran altitud en la tierra, debido intensa radiación solar, las bajas temperaturas y los cambios de temperatura durante el día, han surgido una biodiversidad única con adaptaciones especiales que permiten sobrevivir en condiciones adversas.

En mayor parte los páramos ecuatorianos tienen un alto nivel de humedad, recibiendo una precipitación anual de entre 500 y 2000 mm, esto permite que las lluvias tengan efectos relevantes en el incremento de la vegetación natural y en la calidad de pasturas (Camacho, 2013, pág. 79).

2.5. Cobertura y uso del suelo

La cobertura de suelos se define como la presencia física de elementos en la superficie de la tierra. En un contexto más amplio, no se limita solo a la vegetación y a construcciones humanas presentes en el suelo, si no también abarca algunas características como los cuerpos de agua y las formaciones rocosas (Villalta & Pachacutik, 2020, pág. 29).

Los estudios de los cambios de cobertura y uso del suelo en una zona determinada, es necesario analizar la relación entre los diversos aspectos biofísicos y socioeconómicos existentes en el territorio (Pineda , y otros, 2011, p. 10). Las acciones económicas que llevan a cabo las diferentes comunidades del mundo desempeñan un papel muy significativo en el uso del suelo y daños al medio ambiente (Camacho, et al., 2017, pág. 40).

Las alteraciones en la cobertura y uso del suelo en especial la deforestación, desempeñan un papel muy significativo en la disminución de la biodiversidad, la degradación de los suelos y los gases de efecto invernadero (Mas, et al., 2011, pág. 1).

2.5.1. Cobertura vegetal

Es la capa de vegetación natural que se extiende sobre la superficie del suelo, contiene una diversidad de biomas en las que contienen áreas de bosques naturales hasta praderas. Igualmente, esta definición abarca coberturas vegetales inducidas por la acción del hombre como las zonas de cultivos (Rosero, 2017, pág. 13).

(Zambrano, 2021, pág. 7) menciona qué, es el conjunto de plantas de diversas especies que habitan en una área o región específica. Estas plantas poseen características propias de un período geológico, habitan en un ecosistema propio con un entorno ecológico específico y poseen su propia estructura y composición florística.

2.5.2. Uso del suelo

El uso del suelo se refiere a las actividades humanas que se ejecutan en la superficie terrestre, estas acciones pueden tener impactos físicos, ecológicos y socioeconómicos del entorno. Durante los últimos años la principal preocupación de la sociedad es el incremento de la producción de alimentos para satisfacer las necesidades ante progresiva demanda a causa del constante incremento de la población. Esto ha traído como resultado principal la utilización del suelo esté relacionado con la agricultura. Sin embargo, estas repercusiones pueden acarrear efectos adversos (Fernández, 2019, pág. 24).

2.5.3. Cambio de uso del suelo

Los cambios en el uso del suelo implican transformaciones que ocurren con el paso del tiempo en la forma que se utiliza una zona determinada. Esto implica que al paso del tiempo una misma zona de estudio puede experimentar varios usos del suelo. Los cambios en el uso del suelo conllevan a los impactos significativos a nivel mundial, con efectos notables como la degradación del medio ambiente y la elevada deforestación (Rosero, 2017, pág. 13).

2.6. Ecosistemas altoandinos

Comprenden zonas entre 3.000 y 4.000 abarcan aproximadamente el 30% de las especies de plantas vasculares existentes en el Ecuador. Debido a que los ecosistemas altoandinos se sitúan como islas en las cimas de las montañas y al estar aislados unas de otras por distintos tipos de ecosistemas, ha ocurrido una amplia diversificación de formas de vida y especies (Andrade, 2016, pág. 5).

Cabe recalcar que la región Andina de Ecuador cuenta con una cantidad similar de especies registradas en comparación con las zonas bajas de la Amazonía y de la Costa que se distribuyen entre los 500 y 1.000 de altitud. La gran diversidad de plantas encontradas en esta altitud se debe en parte a condiciones ambientales como el clima, suelos y la amplia variedad de hábitats (Andrade, 2016, pág. 5).

2.7. Inventario florístico

En una versión más básica un inventario florístico, constituye un catálogo de todas las especies vegetales que crecen en un territorio determinado. Su ejecución se basa en una exhaustiva exploración del área, con la finalidad de registrar la presencia del mayor número posible de las especies vegetales. Como es prácticamente imposible cubrir todo el territorio, se utilizan criterios basados en principios ecológicos para establecer las zonas más representativas de su diversidad vegetal. Para lo cual se utilizan indicadores como la cartografía de transectos que, en conjunto brindan la posibilidad de cubrir la gama de entornos existentes en la zona (León, 2010, pág. 19).

Según Lawrence (1996); citado en (Pujos, 2013, pág. 15) un inventario florístico es un registro de especies vegetales en una zona determinada. Este proceso investigativo se compone de tres fases a) Registro compilatoria; b) Trabajos en campo y c) estudios en herbarios.

2.8. Composición florística

La composición florística es conocida como la diversidad de especies en un área, se evidencia mediante la variabilidad en los diferentes hábitos de crecimiento. Para determinar la composición florística de un lugar, se requiere muestreos específicos. El análisis florístico nos proporciona información sobre la diversidad o abundancia de plantas, así como sus formas de vida o hábitos de crecimiento y estado de conservación de las especies. Al mismo tiempo permite descubrir nuevos taxones, identificar especies en peligro de extinción y levantar información útil para la gestión de una determinada zona con restos de vegetación (Aguirre, 2013, pág. 29).

2.9. Diversidad de especies

Involucra la variabilidad de especies en un área determinado, estos comprenden tanto la riqueza de especies presentes en una zona determinada, como la heterogeneidad que considera la riqueza de especies, como la abundancia respectiva de cada especie de una determinada área en particular (Ñique, 2010, pág. 4).

Por otra parte, Smith (2000); citado en (Gutiérrez, 2019, pág. 15) lo define como la abundancia y diversidad equitativa de diferentes especies un lugar determinado, conocida como riqueza de especies. Por otro lado, se refiere a la cantidad total de especies o sea la riqueza de especies, como la abundancia relativa entre especies, que expresan la equitatividad.

2.10. Índices de diversidad

Los índices de diversidad integran en un valor único tanto la riqueza específica como la equitatividad. En determinadas situaciones el valor calculado del índice de diversidad puede derivar de varias combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Esto significa que una comunidad con poca riqueza y alta equitatividad como la de una comunidad con alta riqueza, pero con poca equitatividad podría producir en miso índice de diversidad (Leiva, 2022, pág. 23).

2.10.1. Índices para determinar la composición florística

Según (Aguirre, 2013, pág. 32), los elementos estructurales que deben ser tomados en cuenta al realizar en estudio de la composición florística son:

2.10.1.1. Abundancia relativa o Densidad relativa (Dr)

Permite determinar la cantidad la abundancia de una determinada especie vegetal al considerar el número de individuos en relación con el total de individuos de la población. La densidad relativa se define como la densidad de una especie, expresada como la proporción de la cantidad de individuos de las especies en una zona específica. Se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Densidad relativa (Dr)\%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} * 100$$

2.10.1.2. Densidad absoluta (D)

Permite determinar la abundancia de una especie vegetal al considerar del número de individuos de una especie en relación con la totalidad de individuos presentes en una población. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad absoluta (D)\#ind/ha} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$$

Para páramos, la densidad es la cantidad de individuos de una población determinada por unidad de espacio o volumen del ambiente en el que viven.

2.10.1.3. Dominancia relativa (*DmR*)

La dominancia relativa (*DmR*) sirve para calcular qué especie o especies vegetales son las que dominan o destacan en un sitio determinado, de acuerdo a la medición de su área basal (Aguirre, 2013, pág. 29). Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Dominancia Relativa (DmR)} = \frac{\text{Área de la cobertura}}{\text{Área de cobertura de todas las especies}} * 100$$

2.10.1.4. Frecuencia Relativa

La frecuencia relativa proporciona información sobre la cantidad de veces que se repite una especie en un muestreo específico. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Frecuencia Relativa (FR)} = \frac{\text{Nº de parcelas en el que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} * 100$$

2.10.1.5. Índice de valor de importancia (*IVI*)

Este índice señala la importancia de una especie en una comunidad vegetal. Cuando una especie tiene el índice de valor de importancia (*IVI*) más alto, significa que es ecológicamente dominante. Esto indica que la especie observe una mayor cantidad de nutrientes, ocupa un mayor espacio físico más extenso y ejerce un control considerable que ingresa este sistema.

$$\text{Índice de Valor de Importancia (IVI)\%} = \frac{\text{Dr} + \text{DmR} + \text{FR}}{3}$$

2.11. Índice de Simpson (*ISD*)

Mide la posibilidad de que dos individuos elegidos al azar dentro de población pertenezcan a diferentes especies, lo que significa que es una medida de la distribución de igual o de homogeneidad o heterogeneidad de especies o su poblacional. Valores bajos de este índice indican que una especie domina sobre las demás. Incrementa la cantidad de especies presenta porque refleja la proporción en que estas especies se distribuyen (Pujos, 2013, pág. 19).

$$ISD = 1 - \sum (P_i)^2$$

En el cual:

ISD = Índice de Simpson

Pi = Proporción del número de individuos que corresponde a la especie.

Tabla 2-1: Escala de interpretación de la diversidad de Simpson

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad baja
0,36 – 0,75	Diversidad mediana
0,76 – 1,00	Diversidad alta

Fuente: Pujos, 2013.

2.12. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Es el índice más utilizado, permite exponer la uniformidad de los niveles de importancia por medio de todas las especies de tomadas como muestra. Evalúa el nivel promedio de incertidumbre a que especie corresponde un individuo elegido al azar de una colección. Asume que los individuos son elegidos al azar y todas las especies de una población están presentes en la muestra (Zurita, et al., 2020, pág. 91).

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_n P_i)$$

En el cual:

H = Índice de Shannon

S = Número de especies

Pi = Proporción del número de individuos que corresponde a la especie.

Log = Logaritmo natural

Tabla 2-2: Escala de interpretación de la diversidad de Shannon

Valores	Interpretación
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
Mayores a 3,5	Diversidad alta

Fuente: Zurita, et al., 2020

2.13. Índice de diversidad de Margalef

Convierte el número de especies por muestra a una proporción que refleje como se agregan especies mediante la expansión de las muestras. Esta aproximación se basa en la suposición de una relación funcional entre el número de especies y el total de individuos. Toma en consideración exclusivamente la riqueza de especies, pero de manera que no se incremente al aumentar el tamaño de la muestra (Valdez, et al, 2018, pág. 1677).

$$D_{MG} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

En el cual:

S = Número total de especies

N = Número total de individuos

Tabla 2-3: Escala de interpretación de la diversidad de Margalef

Valores	Interpretación
< 2	Diversidad baja
2,1 – 5,0	Diversidad media
> 5,1	Diversidad alta

Fuente: Zurita, et al., 2020

2.14. Índice de equitatividad de Pielow (E)

Cuando la totalidad de las especies en una muestra exhiben la misma abundancia, el índice utilizado para evaluar la equitatividad correspondería alcanzar el valor máximo, por ello debería disminuir paulatinamente a cero a medida que las proporciones relativas de abundancia se tornen menos equitativas (Aguirre, 2013, pág. 38).

$$E = \frac{H'}{H \max}$$

En el cual:

E = Equitatividad

H' = Índice de Shannon

H max = Ln del total de especies

Para analizar los resultados se tomó en cuenta la siguiente escala.

Tabla 2-4: Nivel de significancia para medir la equitatividad.

Valores	Significancia
0,00 – 0,35	Heterogéneo en abundancia Diversidad baja
0,36 – 0,75	Ligeramente heterogéneo en abundancia Diversidad mediana
0,76 – 1,00	Homogéneo en abundancia Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2013, pág. 38

2.15. Tipos de diversidad

2.15.1. *Diversidad alfa*

Se refiere a la riqueza de las especies de una comunidad, hábitat o lugares concretos, expresada mediante el índice de riqueza de una zona determinada. Es una forma de medir la diversidad considerando los grupos taxonómicos, número colectivo de especie y estratos presentes (Aguirre, 2013, pág. 34).

2.15.2. *Diversidad gamma*

Es la variedad de especies presentes en el conjunto de comunidades que forman parte de un ecosistema, siendo el resultado de la combinación de las diversidades alfa y beta. En resumen, la diversidad alfa, que representa la variedad en un lugar en específico, está determinada por el número de especies presentes en un mismo hábitat, constituyendo el elemento más relevante de la diversidad. Por otra parte, la diversidad beta que manifiesta la heterogeneidad espacial, evalúa el nivel de influencia del entorno mosaicos biológicos, es decir mide la contigüidad de hábitats distintos en el espacio (Aguirre, 2013, pág. 34).

2.16. Proyecto Gloria

GLORIA, proviene de las siglas en inglés “Global Observation Research Initiative in Alpine Environments” en español, (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los ambientes Alpinos) constituye un proyecto internacional de observación a largo plazo con el fin de evaluar los efectos del cambio climático en la biodiversidad de las regiones de alta montaña del planeta. Como requisito indispensable, se inició este proceso con la elaboración de un diseño de muestreo que fuese aplicable en cualquier zona montañosa, permitiendo así la comparación entre diversas regiones montañosas del mundo (Pauli, et al., 2015, pág. 11).

2.16.1. Selección de las zonas piloto para el estudio de las cimas de GLORIA

Una zona o área piloto para el proyecto GLORIA comprende un conjunto de cuatro cimas que representan el gradiente altitudinal, a partir del ecotono del límite superior de los árboles (donde exista), hasta los límites de la vida vegetal vascular. En aquellas áreas donde estos límites no se alcanzan, se extienden hasta el piso de vegetación más elevado, entendemos a esta área experimental como zona piloto en el que, el área montañosa se localizan estas cuatro cimas, como se pueden apreciar en la Figura 2-2 (Pauli, et al., 2015, pág. 23).

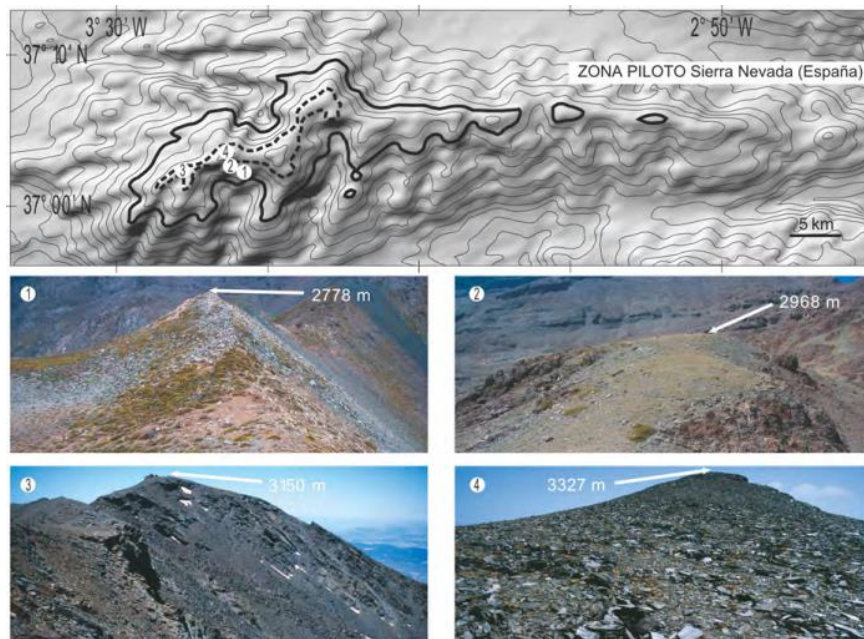


Ilustración 2-2: Zona piloto seleccionadas en los diferentes pisos altitudinales.

Fuente: (Pauli, et al., 2015, pág. 24).

2.17. Metodologías participativas

El método Delphi es una técnica de recopilación de información que permite conocer la opinión de un grupo de expertos mediante consultas frecuentes. Es una técnica cualitativa, por ende, se sugiere su aplicación en situaciones donde no se tiene información para la toma de decisiones o es fundamental la investigación en curso (Folleco, 2018, pág. 501).

Así mismo, (Reguant & Torrado, 2016, pág. 87) menciona, que el método Delphi consiste en una técnica que permite recopilar información recogida de la opinión de un grupo de expertos por medio de consultas frecuentes, recomendable en situaciones donde la cantidad de información disponible no es adecuada para la toma de decisiones o es indispensable para la presente investigación, levantar criterios consensuados y propias de un grupo de personas.

2.18. Procesos amenazantes

2.18.1. Objeto de conservación

Elementos, cualidades o principios que deseamos preservar en un espacio determinado: incluyendo especies, hábitats y otros elementos significativos de la biodiversidad (Granizo & et al., 2006, pág. 15).

2.18.2. Amenazas Antrópicas

Las acciones realizadas por los seres humanos que están impactando nuestros entornos. Los cambios causados por la actividad humana son más perjudiciales que aquellos de origen natural, especialmente si persisten durante períodos prolongados. Cuando ocurren a gran escala geográfica, pueden volverse irreversibles y resultar en la extinción de especies (Granizo & et al., 2006, pág. 64).

2.18.3. Factores ecológicos clave

Son aquellos atributos naturales y culturales característicos del objeto, los cuales deben conservar en buenas condiciones para que éste permanezca adecuadamente (Granizo & et al., 2006, pág. 57).

2.18.4. Presiones

Las presiones son deterioros o perturbaciones que afectan a los sistemas naturales. Representan daños funcionales o degradación de las características más importantes de los objetos de conservación (Granizo & et al., 2006, pág. 57).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen las características geográficas del área de estudio correspondiente al páramo del Igualata, igualmente se especifican los materiales y metodologías empleadas para el cumplimiento de los objetivos establecidos en este estudio.

3.1. Nivel de Investigación

Este estudio tuvo un nivel de investigación exploratorio, ya que se analizaron las diferentes metodologías posibles para determinar un enfoque técnico más adecuado que posteriormente se implementó para el análisis multitemporal. Así mismo este estudio presentó un carácter descriptivo ya que implicó la observación en campo, la recolección e identificación de especímenes con el propósito de inventariar la diversidad florística en el área de estudio. La información generada busca proporcionar datos precisos sobre la situación actual de las especies vegetales presentes en la zona, sirviendo de base para futuras investigaciones, así como para la actualización del PDOT del Gad Ilapo.

3.2. Tipo de estudio

El presente estudio es de carácter descriptivo, ya que busca identificar a detalle los principales cambios de uso y cobertura del suelo y su incidencia en la diversidad florística en donde la hipótesis serán respondidas por medio del análisis multitemporal y el cálculo de los índices de diversidad alfa y beta e índices de valor de importancia.

3.3. Delimitación de la zona

Para el análisis multitemporal se estableció la zona de interés por medio de la cartografía, en donde se logró instaurar el área de estudio relacionada con el ecosistema herbazal del páramo. Desde una perspectiva limítrofe para el estudio de la composición florística se consideró un área de estudio que abarcan las parroquias; Ilapo, Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú pertenecientes al cantón Guano, de la provincia de Chimborazo. De acuerdo de la Ilustración 3-1 los puntos de muestreo se encuentran dentro del Páramo del Igualata.

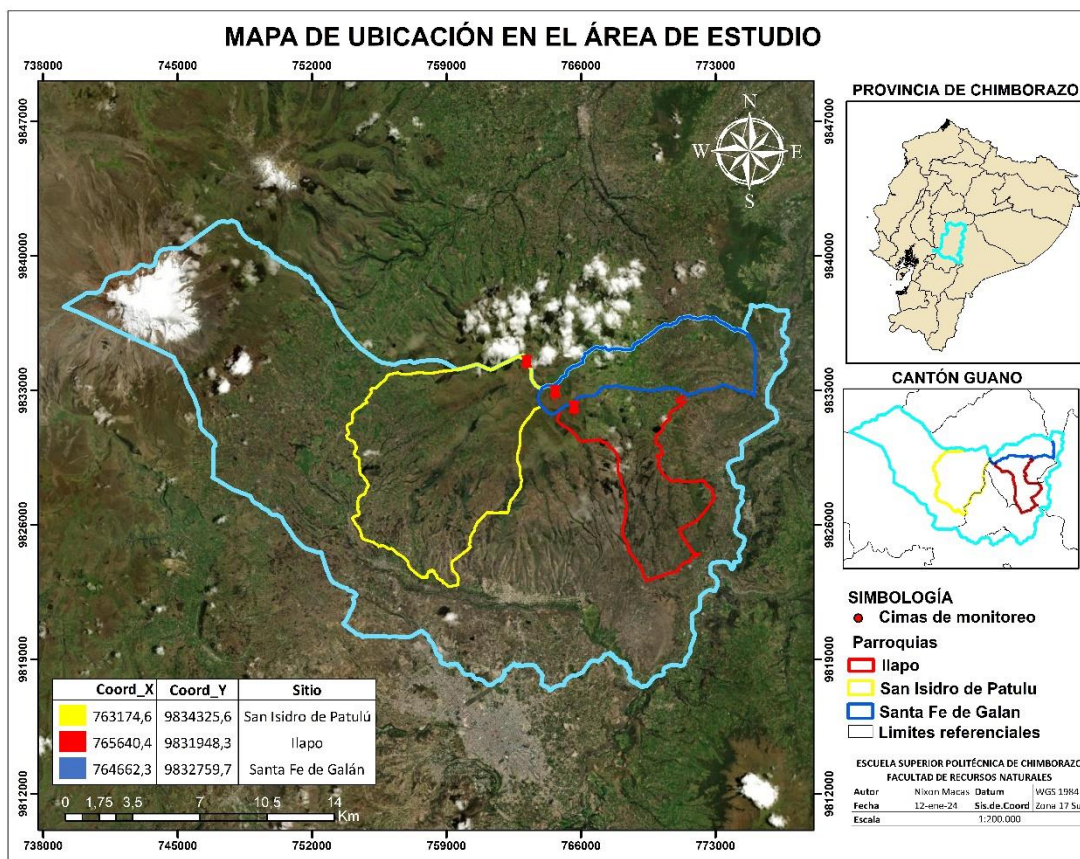


Ilustración 3-1: Zonas del área de estudio

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

3.4. Localización

Esta investigación se desarrolló en el páramo del Igualata, bajo la jurisdicción del Gad Parroquial de Ilapo, Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú del cantón Guano, provincia de Chimborazo, localizada en el centro del Ecuador en la Zona 17S. Tiene una superficie de 11938,38 ha, ubicada en las coordenadas (765985; 9832166) UTM WGS84. Se localiza a 35 minutos de la ciudad de Riobamba, limita al norte, este, oeste con el cantón Quero de la provincia de Tungurahua y al sur con el cantón Guano de la provincia de Chimborazo (Haro, 2012, pág. 41). En el área de estudio se pudo identificar 2 tipos de ecosistemas: Matorral húmedo y Herbazal del páramo, situados entre los 3800 – 4200 msnm.

3.5. Tamaño de la muestra

Una vez ya determinada nuestra zona de estudio, se utilizó el criterio planteado por De la Hoz et al., (2004); citado en (Shucad, 2022, pág. 17), para determinar el número de unidades muestrales se trabajó con un error del 5 % y el 95 % de certeza, como se detalla en la tabla 3-1.

Para determinar el número de parcelas se utilizó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N(p * q)}{(N - 1) \left(\frac{e}{z}\right)^2 + (p * q)}$$

Tabla 3-1: Cálculos del número de unidades muestrales

n = tamaño de la muestra	
N = universo	173
q = ocurrencia	0,5
q = no ocurrencia	0,5
e = error	0,05
z = confianza	1,96
Valor	119,5

Realizado por: Macas, N. 2024.

3.6. MATERIALES Y MÉTODOS

3.6.1. 3.6.1 *Materiales y Equipos*

3.6.1.1. *Campo*

Flexómetro, piola, estacas, pico, esfero, tijera de poda, fundas ziploc grandes, libreta de campo, GPS, papel periódico, tablero con vincha, etiquetas, láminas de cartón, malla de frecuencia con 100 celdillas, cámara fotográfica.

3.6.1.2. *Oficina*

- ✓ Laptop
- ✓ Paquete office
- ✓ Software ArcGis 10.8

3.7. Metodología

3.7.1. *Procedimiento para la generación de mapas de los cambios de uso y cobertura del suelo*

3.7.1.1. Obtención de las imágenes satelitales

Para determinar los cambios de uso y cobertura del suelo entre el periodo del 2001 al 2021 se utilizaron las imágenes satelitales LandSat 7. Las mismas fueron obtenidas de la plataforma del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) de las siglas en inglés, donde se consideró los estándares de calidad de las mismas y tomando en cuenta principalmente la cantidad de nubosidad del 20%. Se seleccionaron las imágenes correspondientes al 01 de enero y 31 de diciembre para los años de 2001, 2011 y 2021, las mismas que poseen una resolución de 30 x 30 m.

3.7.1.2. Procesamiento de imágenes satelitales y clasificación supervisada

La ilustración 3-2 representa la metodología utilizada para la presente investigación donde nos permite observar las diversas herramientas que se utilizaron en el software ArcGis 10,8 para llevar a cabo la clasificación supervisada.

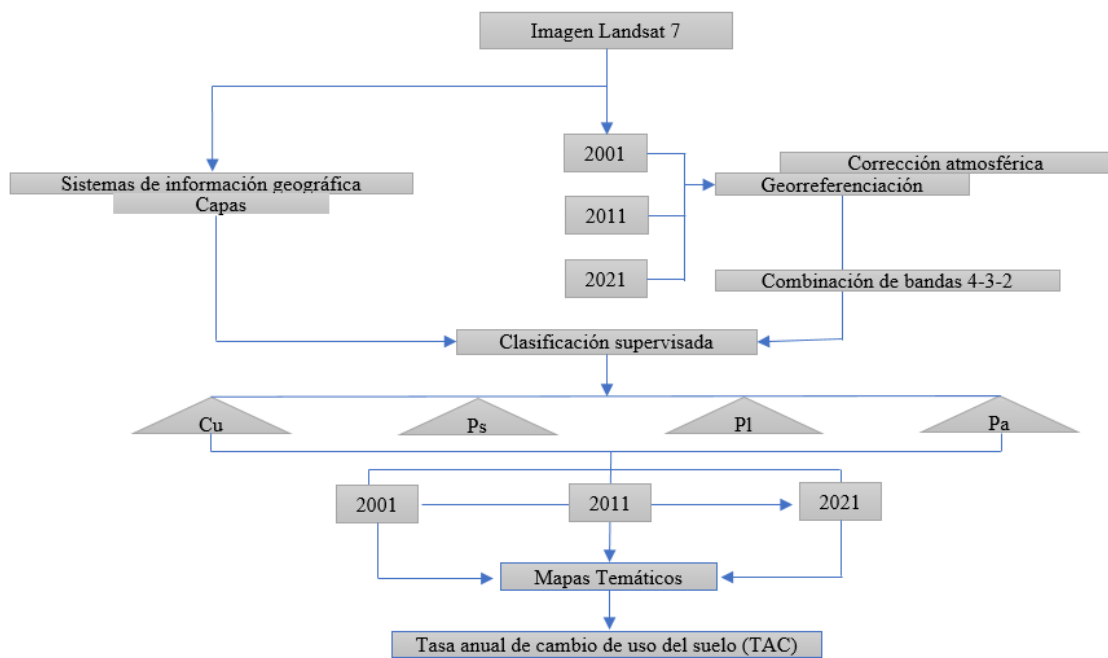


Ilustración 3-2: Métodos para la elaboración de mapas temáticos

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Las imágenes satelitales Landsat 7, ya vienen georreferenciadas por lo que no fue necesario realizar la corrección geométrica. Pero, sin embargo, si se realizó la corrección atmosférica utilizando el método de Chávez (2008), para este procedimiento se usó el software ArcMap 10,8 con la herramienta *Reflectance with atmospheric correction*, Posteriormente se realizó la combinación de bandas espectrales usando la herramienta *Composite bands* generando así los colores RGB mediante la combinación de bandas 4, 3 y 2 las cuales corresponden al color natural.

Así mismo, se procedió a delimitar el área de estudio empleando la herramienta de geoprocésamiento cortar (*Clip*) del software ArcMap 10.8, utilizando como referencia el mapa base y la cartografía de la zona de interés proporcionado por el grupo de investigación “GIDAC”. Empleando la metodología de propuesta por Chuvieco (1991); citado en (Medina, 2021, pág. 21), en la que indica que se deben establecer como mínimo 50 píxeles de muestreo por categoría, en este caso se optó por realizar. A continuación, se extrajeron las firmas espectrales utilizando la herramienta *create signatures*, Durante este procedimiento se identificó cuatro categorías entre ellas cultivos (Cu), pastizales (Ps), plantaciones forestales exóticas (Pl) y páramo (Pa).

Posteriormente, se ejecutó la clasificación supervisada utilizando el método de máxima verosimilitud con la herramienta *Maximum Likelihood Classification*. Este proceso se aplicó para cada año (2001, 2011 y 2021) obteniendo un archivo ráster clasificado con las categorías establecidas, para finalmente obtener los mapas temáticos en formato vectorial donde se estableció la extensión en hectáreas que ocupa cada tipo de categoría. Consecutivamente se llevó a cabo la simplificación de información mediante la fusión de polígonos cuyos valores son idénticos para cada una de las capas usando la herramienta *dissolve* los que posibilitó la simplificación de los atributos del mismo tipo. Después se procedió a realizar la intersección de capas correspondientes a cada año utilizando para este procedimiento la herramienta *Intersect* para posteriormente los datos obtenidos ingresar a la matriz de transición lo que permitió determinar los cambios de cobertura ocurridos a lo largo del tiempo.

3.7.2. Procedimiento para caracterizar la composición florística utilizando la metodología GLORIA modificada.

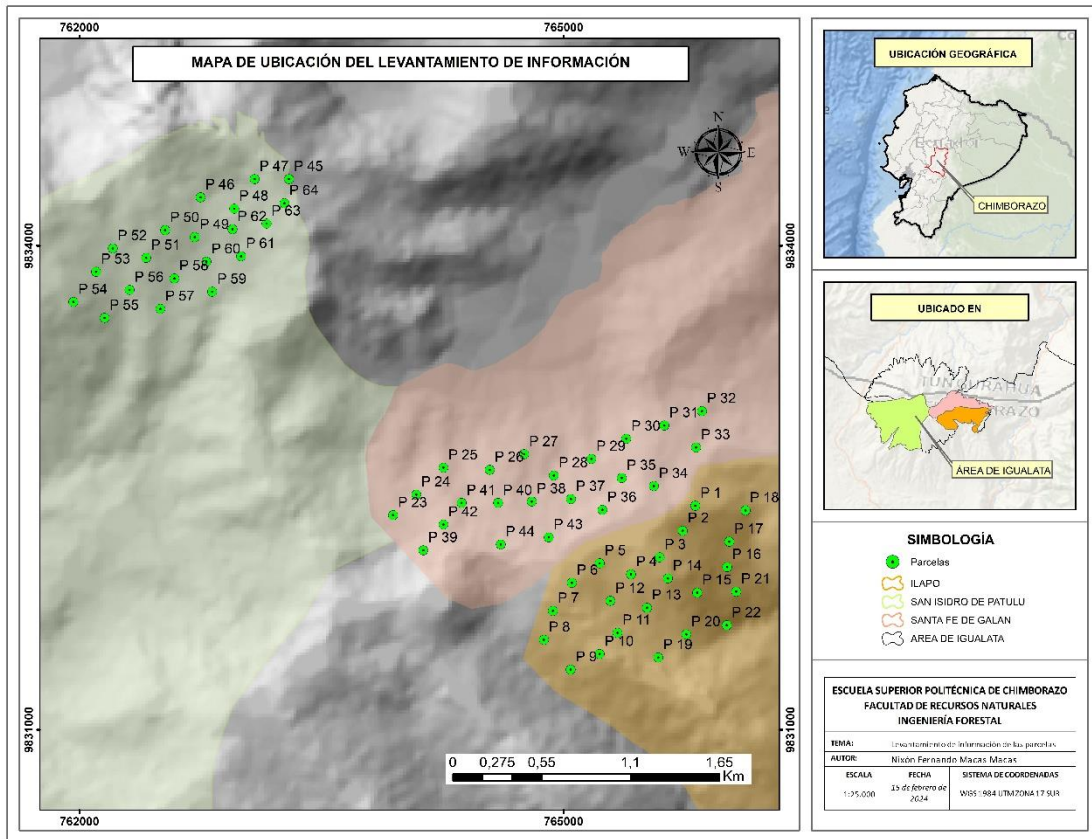


Ilustración 3-3: Ubicación de parcelas

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Se identificaron cuatro cimas de diferente gradiente altitudinal en la zona de estudio, seguidamente las parcelas fueron ubicadas en diferentes rangos altitudinales en un rango de 3800 a 4200 msnm, considerando que el área de estudio se encuentra en un periodo de regeneración debido a las actividades antrópicas.

3.7.2.1. Diseño de parcelas

Para el diseño de parcelas se utilizó una parte de la metodología GLORIA, que consistió en colocar parcelas de una superficie de 9 m^2 las mismas que fueron establecidas en un cuadro de $3\text{ m} \times 3\text{ m}$. Para iniciar el trazado de las parcelas, se estableció un punto de inicio teórico con la ayuda del programa Gaia GPS.



Ilustración 3-4: Diseño de parcelas

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

3.7.2.2. *Instalación de cuadrantes y levantamiento de información*

Se utilizó la metodología GLORIA, propuesta por Pauli, et al., (2015) adaptada para los páramos andinos por Eguiguren & Ojeda, (2010, pág. 49), donde se establecieron algunas modificaciones. Se instalaron parcelas de 3m x 3m, destinados para la toma de muestras de vegetación, cada cuadrante se dividía en parcelas de 1m x 1m en cada extremo, las observaciones de la vegetación se realizaron exclusivamente en las cuatro parcelas ubicadas en las esquinas.

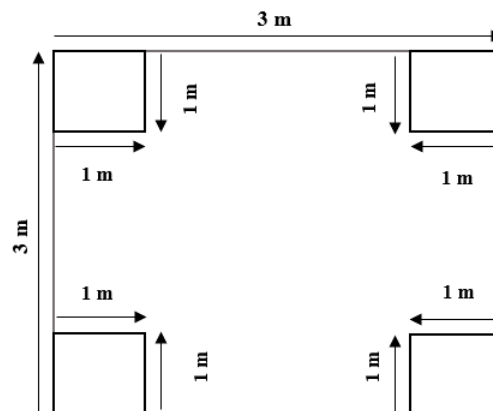


Ilustración 3-5: División de parcelas

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Se muestrearon 4 m^2 (esquinas) en total de los cuadrantes dentro de las parcelas se colocó una malla de frecuencia de 1×1 m, dividida en celdas de 0,10×0,10 m lo que permitió obtener 100 celdillas de 0,1 x 0,1 m, en los cuatro puntos cardinales, con el objetivo de recopilar la máxima cantidad de información para su análisis posterior.

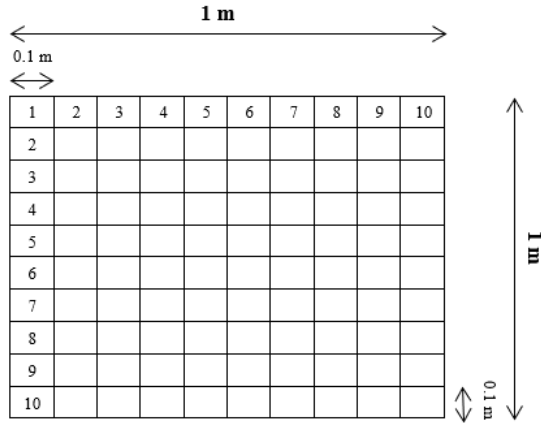


Ilustración 3-6: Diseño de celdillas

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Se levantaron datos de vegetación de los 128 cuadrantes de 1 m x 1 m, con el propósito de alcanzar una superficie mínima de muestreo de 1000 m^2 (Pauli, et al., 2015, pág. 56).

3.7.2.3. Levantamiento de información

Se tomaron datos de cada zona de estudio, donde se registraros en la ficha de inventario de flora (Tabla 5-6). En la que se registraron los siguientes campos: localidad, fecha, georreferenciación (Gaia GPS), nombre de la especie (nombre común o científico), familia, porcentaje de cobertura de especies dentro de la parcela de 1 m x 1 m; número de individuos de cada especie determinada por una de las 100 celdillas seleccionadas y código para el registro fotográfico.

Tabla 3-2: Ficha de levantamiento de información en campo

Sector:		Clima:	
Ecosistema:		Fecha:	
Parcela N°:		Altitud:	
COORDENADAS:		Zona	Norte (y)
		Este (x)	
N°	Especie	N° Individuos	Cobertura (%)
1			
2			
3			
n			

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

3.7.2.4. *Recolección de muestras*

Las muestras fueron recolectadas en el páramo del Igualata, entre un rango altitudinal de 3800 a 4200 msnm. Se colectaron ejemplares con hojas, flores y frutos, posteriormente se etiquetaron y se guardaron en una prensa de cartón con periódico para su transporte al herbario ESPOCH para una eficaz herborización.

3.7.2.5. *Herborización de muestras*

- *Prensado*

Este procedimiento implica la creación de una estructura donde se apilan las muestras que se colocan dentro de hojas de papel periódico, seguidas de un papel secante y sobre estas un cartón. Se colocan unas sobre otras de forma ordenada y la pila resultante no debe superar el medio metro de altura. Una vez formada la pila debe ser prensada, para esto se utilizó dos prensas de madera colocando una en la parte superior y otra en la parte inferior de las muestras apiladas asegurándolos con sogas.

- *Secado*

El proceso de secado de las muestras tiene como objetivo eliminar la humedad presente en ellas. Este paso inicial es primordial para evitar su descomposición y protegerlas contra los posibles daños causados por agentes infecciosos, tales como insectos, mohos o bacterias.

- *Identificación*

Este procedimiento se realizó por medio de la comparación con muestras de diferentes colecciones realizadas por los estudiantes de la ESPOCH que se encuentran almacenadas en el herbario. En el que se llevó a cabo una verificación de los nombres de las especies taxonómicas encontradas utilizando el catálogo de plantas vasculares del Ecuador, al igual la identificación se lo realizó por el encargado del herbario. La identificación de los musgos se llevó a cabo mediante la utilización de un microscopio.



Ilustración 3-7: Identificación de especies

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

- *Tabulación de datos*

Se llevó a cabo mediante el conteo de los datos levantados que fueron registrados en la libreta de campo; número de parcela, cuadrante, especie, número de individuos y cobertura correspondientes a cada una. Esto con la finalidad de obtener datos cuantitativos sobre la vegetación, las especies fueron registradas mediante códigos para su identificación en el herbario ESPOCH. Posteriormente, una vez ya identificadas las especies se elaboró un listado con sus respectivos datos, facilitando así la realización de los cálculos preestablecidos.

3.7.3. *Establecer una propuesta de conservación mediante la participación de actores locales.*

En este estudio se utilizó la metodología Delphi en donde fue necesario trabajar con un panel de expertos de acuerdo con la metodología Delphi planteada por (Astigarraga, 2003, pág. 4), la misma permitió un acercamiento a la población local para proponer medidas de concientización y uso adecuado del suelo para la conservación de la integridad del ecosistema páramo.

3.7.4. *Identificación de problemas amenazantes*

Para identificar los procesos amenazantes en el páramo del Igualata, se utilizó la técnica de observación directa in situ, en las parroquias Ilapo, Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú, siguiendo la metodología propuesta por (Puente, 2000, pág 4). Esta consistió en recorridos de campo por las zonas de interés para detectar visualmente posibles actividades o fenómenos que constituyan una amenaza actual o potencial para la conservación del ecosistema. Todas las afectaciones observadas fueron registradas en una ficha de campo diseñada específicamente para

caracterizar las amenazas antrópicas que enfrenta el páramo. De esta manera, la aplicación de la observación directa permitió identificar y documentar aquellos procesos que ponen en riesgo la integridad ecológica del área estudiada, esencial para la implementación de estrategias de conservación sostenible del territorio. Las afectaciones fueron registradas en la ficha de registro de amenazas (ANEXO A).



Ilustración 3-8: Fuentes de presión (apertura de vías, pastizales)

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

3.7.5. Etapa de evaluación de presiones y fuentes de presión

Con la información recopilada en campo se aplicó la metodología de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA) para determinar las presiones y fuentes de presión propuesta por (Granizo, et al., 2006, págs. 55-67). Sin embargo, cabe mencionar que previa la aplicación de dicha metodología, fue necesario considerar el método (Astigarraga, 2003, pág. 4), que se desarrolla como un método de predicción sistemático interactivo basado en un panel de expertos. Para la aplicación de este método se diseñó una herramienta de evaluación de amenazas antrópicas (ANEXO B) que evalúa dos criterios:

1. Las presiones, donde se analiza la severidad y alcance.
2. Las fuentes de presión, que determina la contribución e irreversibilidad.

Cada subcriterio fue evaluado a partir de cuatro parámetros: bajo, medio, alto y muy alto, calificados con una puntuación del 0 al 4 de la siguiente manera: Bajo (0,1-1), medio (1,1-2), alto (2,1-3), y muy alto (3,1-4).

El panel de expertos considerado para la evaluación fue conformado por representantes de GAD Parroquial de Ilapo, MAG, docentes y técnicos investigadores de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, quienes, con sus conocimientos y experiencia, aportaron a la evaluación de las amenazas. La aplicación de dicha herramienta fue lograda mediante talleres con cada grupo

de expertos. Finalmente se reunieron los resultados desarrollados por cada uno de los expertos (ANEXO C) para plantear un escenario general de los procesos amenazantes sobre todo el ecosistema.

3.7.6. Descripción de la severidad y alcance de las amenazas e integración de amenazas

Para la descripción del valor global de severidad y alcance de amenazas se tomaron en cuenta las presiones o efectos que se derivarán de las actividades antrópicas que se desarrollan sobre este ecosistema, asignándole a cada valor el equivalente cualitativo de la escala propuesta por (Granizo, et al., 2006, págs. 55-67).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación del cambio de uso y cobertura del suelo

Con base a la identificación y cuantificación del cambio de uso y cobertura del suelo en el páramo del Igualata se evidenció los siguientes resultados que a continuación se detallan:

En la (Tabla 4-1) muestra la cobertura vegetal en cultivos en el periodo 2001, 2011 y 2021. En el año 2001 la extensión de tierra dedicada a cultivos era de 2658 hectáreas, mientras en que el 2011 aumentó a 2778,02 hectáreas lo que representa un incremento moderado en comparación con el año 2001. En el año 2021, la extensión de tierra dedicada a cultivos aumento significativamente a 6670,51 hectáreas, más del doble de extensión registrada en el 2011.

Tabla 4-1: Cobertura vegetal en cultivos en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

COBERTURA VEGETAL	ÁREA (HA)
CULTIVOS 2001	2658
Cultivos 2011	2778,02
Cultivos 2021	6670,51

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La Ilustración 4-1 muestra la distribución porcentual en cuanto a la cobertura vegetal en los cultivos. En el año 2001, el porcentaje fue del 21 %, mientras en el 2011 el porcentaje aumento levemente a 23 %. Finalmente, en el año 2021 se observa un aumento considerable alcanzando el 56 %.

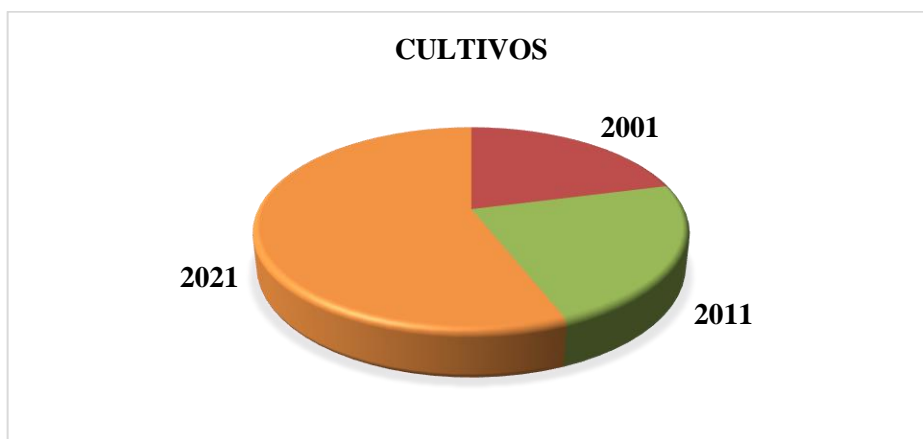


Ilustración 4-1: Uso del suelo en cultivos en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

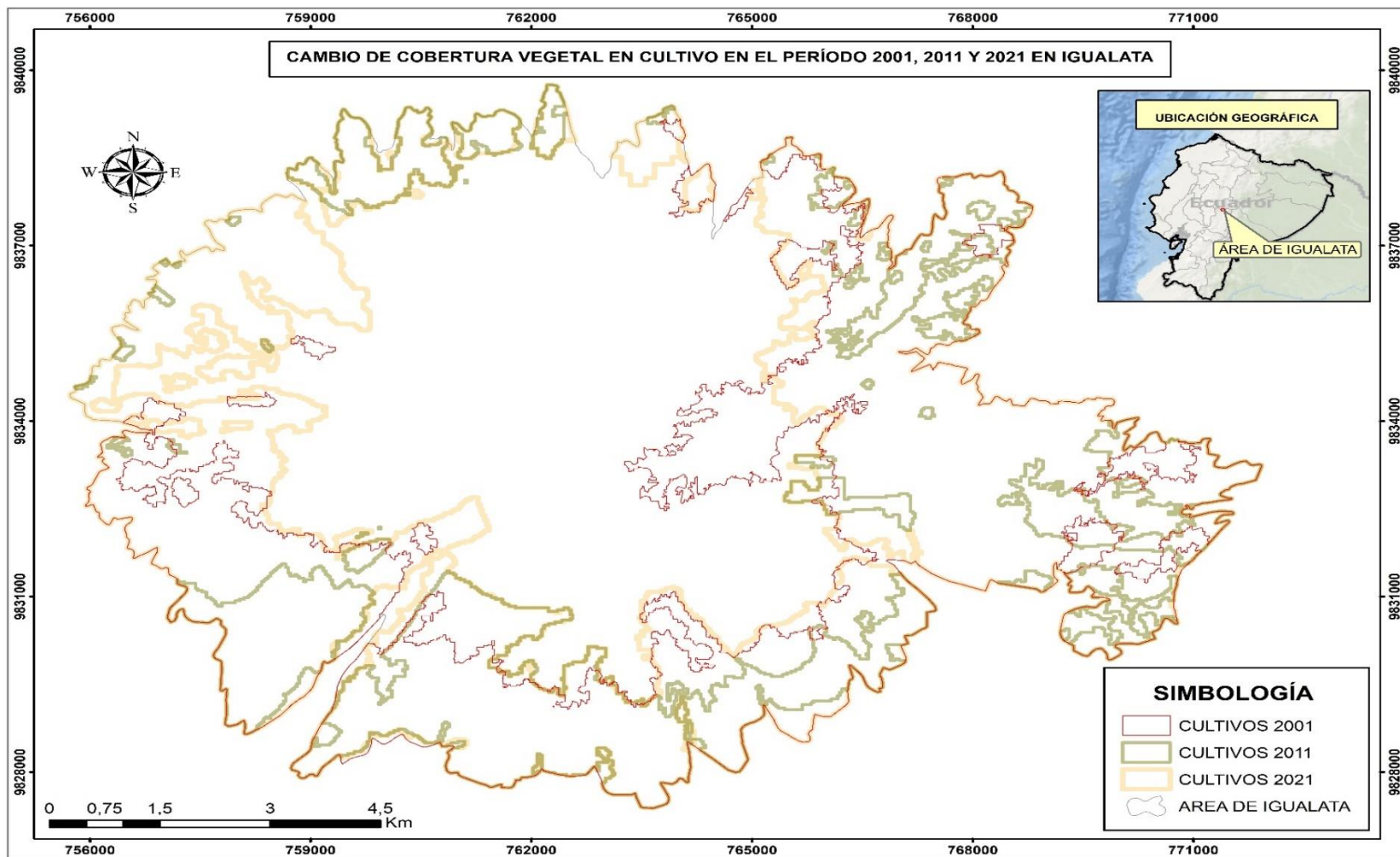


Ilustración 4-2: Mapa de cobertura vegetal en cultivo en el periodo 2001, 2011 y 2021

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la (Tabla 4-2) muestra la cobertura vegetal en pastizales en el periodo 2001, 2011 y 2021. En el año 2001 la extensión de tierra dedicada a pastizales era de 4165,13 hectáreas, mientras en que el 2011 disminuyó ligeramente a 3969,05 hectáreas. En el año 2021, la extensión de tierra dedicada a Pastizales se redujo drásticamente a 137,41, lo que representa una disminución significativa en comparación con los años anteriores.

Tabla 4-2: Cobertura vegetal en pastizales en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

COBERTURA VEGETAL	ÁREA (HA)
PASTIZALES 2001	4165,13
Pastizales 2011	3969,05
Pastizales 2021	137,41

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La Ilustración 4-2 muestra la distribución porcentual en cuanto a la cobertura vegetal en los pastizales. En el año 2001, el porcentaje fue del 35 %, mientras en el 2011 el porcentaje disminuyó levemente al 33 %. Finalmente, en el año 2021 se observa una disminución considerable alcanzando el 1 %.



Ilustración 4-3: Uso del suelo en pastizales en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

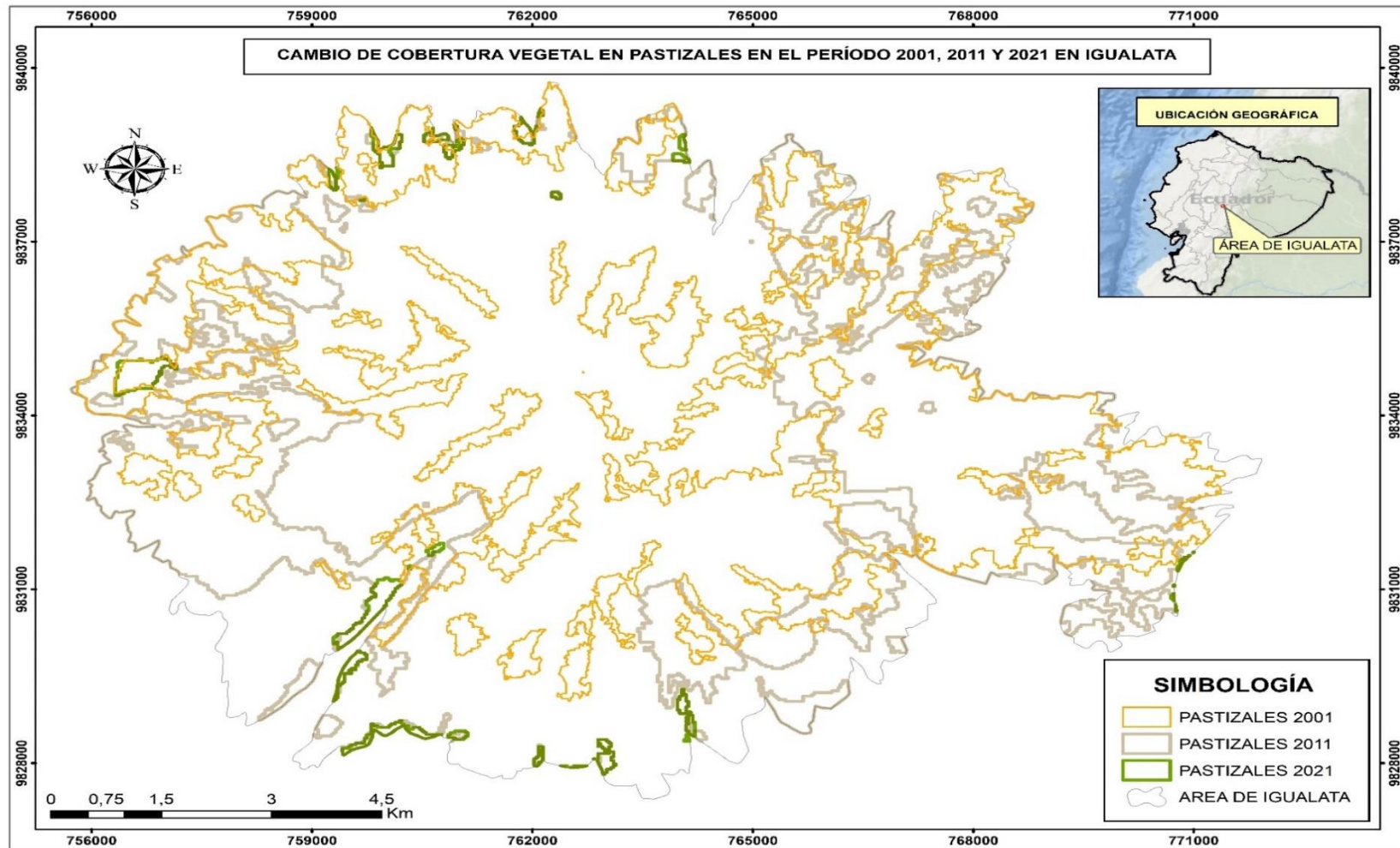


Ilustración 4-4: Mapa de cobertura vegetal en pastizales en el periodo 2001, 2011 y 2021

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la (Tabla 4-3) muestra la cobertura vegetal en páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021. En el año 2001 la extensión de tierra dedicada a páramo era de 5032,98 hectáreas, mientras en que el 2011 se extensión disminuyó ligeramente a 4908,01 hectáreas. Consecuentemente en el año 2021, su extensión continuó disminuyendo, alcanzando las 4786,5 hectáreas.

Tabla 4-3: Cobertura vegetal en páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

COBERTURA VEGETAL	ÁREA (HA)
PÁRAMO 2001	5032,98
Páramo 2011	4908,01
Páramo 2021	4786,5

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La Ilustración 4-3 muestra la distribución porcentual en cuanto a la cobertura vegetal en los páramos. En el año 2001, el porcentaje fue del 42 %, mientras en el 2011 el porcentaje disminuyó ligeramente a un 41 %. Finalmente, en el año 2021 se observa una disminución aún más alcanzando el 40%.

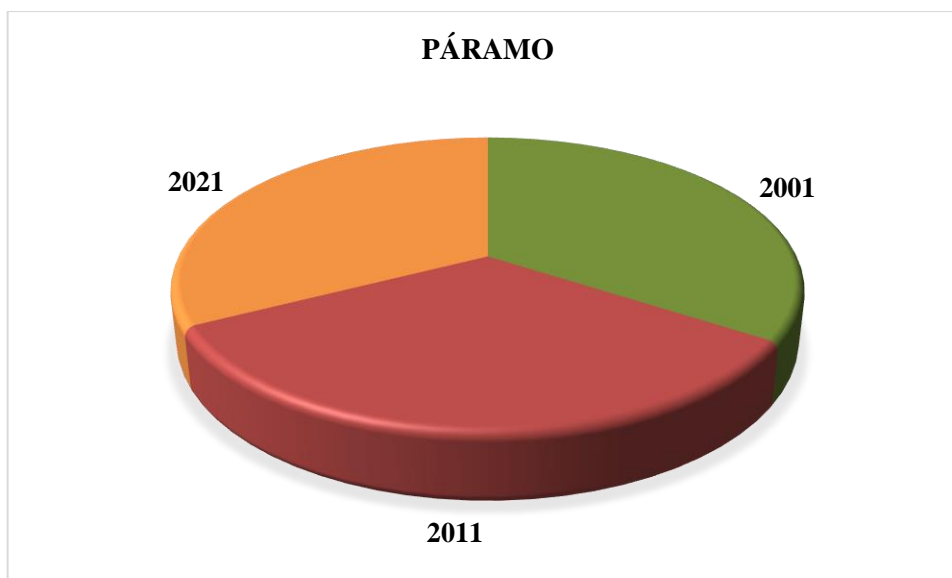


Ilustración 4-5: Uso del suelo en páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

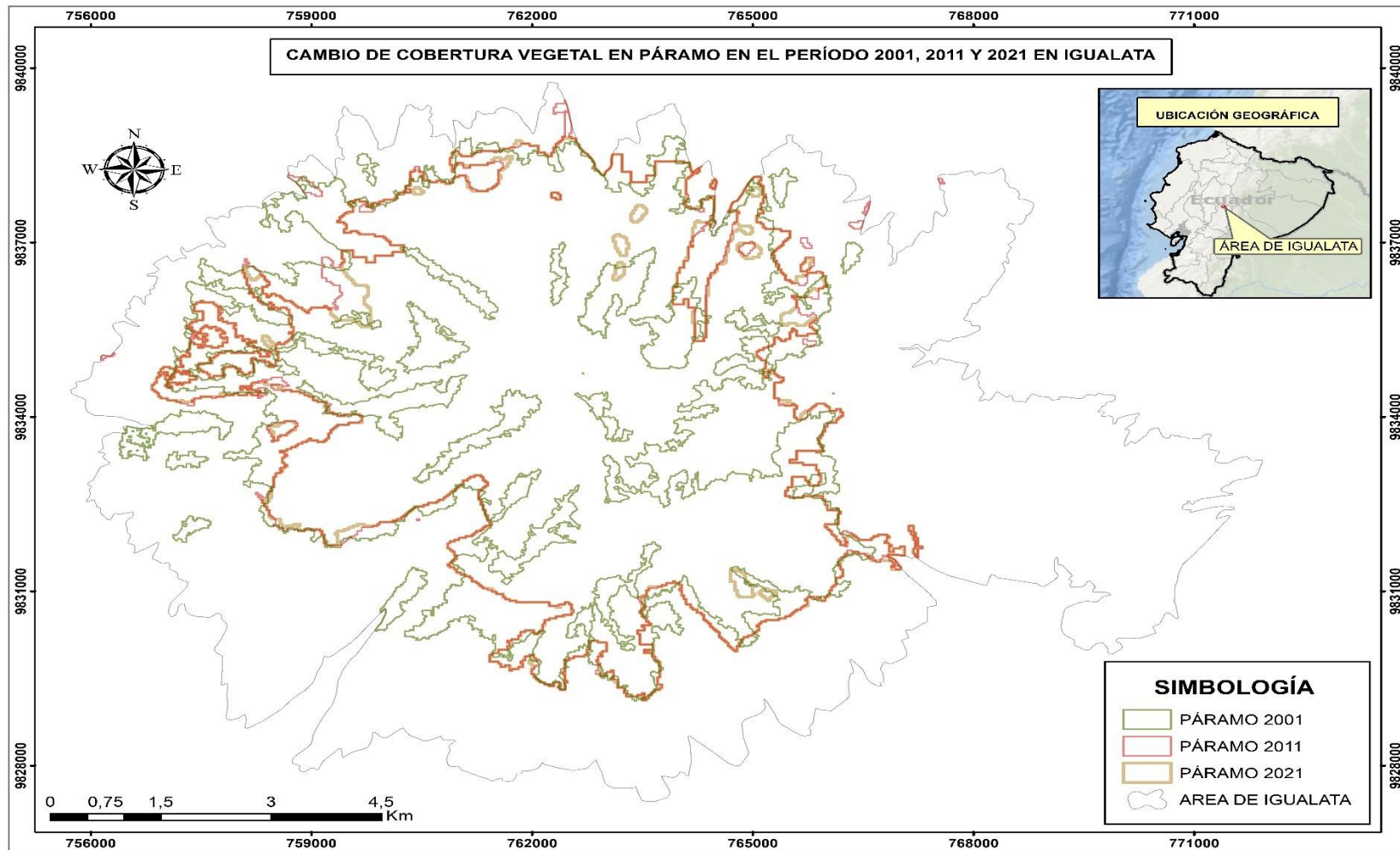


Ilustración 4-6: Mapa de cobertura vegetal en páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la (Tabla 4-4) muestra el área en plantaciones forestales en el periodo 2001, 2011 y 2021. En el año 2001 la extensión de tierra dedicada a plantaciones forestales era de 68,85 hectáreas, mientras en que el 2011 el área dedicada a plantaciones forestales aumento significativamente a 2338,3 hectáreas, lo que representa un incremento de 214,45 hectáreas en comparación con el año 2001. Finalmente, el área dedicada a plantaciones forestales en el año 2021 aumentando significativamente a 343,95 hectáreas

Tabla 4-4: Cobertura vegetal en plantaciones en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

COBERTURA VEGETAL	ÁREA (HA)
PLANTACIONES FORESTALES 2001	68,85
Plantaciones forestales 2011	283,3
Plantaciones forestales 2021	343,95

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La Ilustración 4- muestra la distribución porcentual en cuanto a la cobertura vegetal en las plantaciones forestales. En el año 2001, el porcentaje fue del 42 %, mientras en el 2011 el porcentaje disminuyó ligeramente a un 41 %. Finalmente, en el año 2021 se observa una disminución aún más alcanzando el 40%.

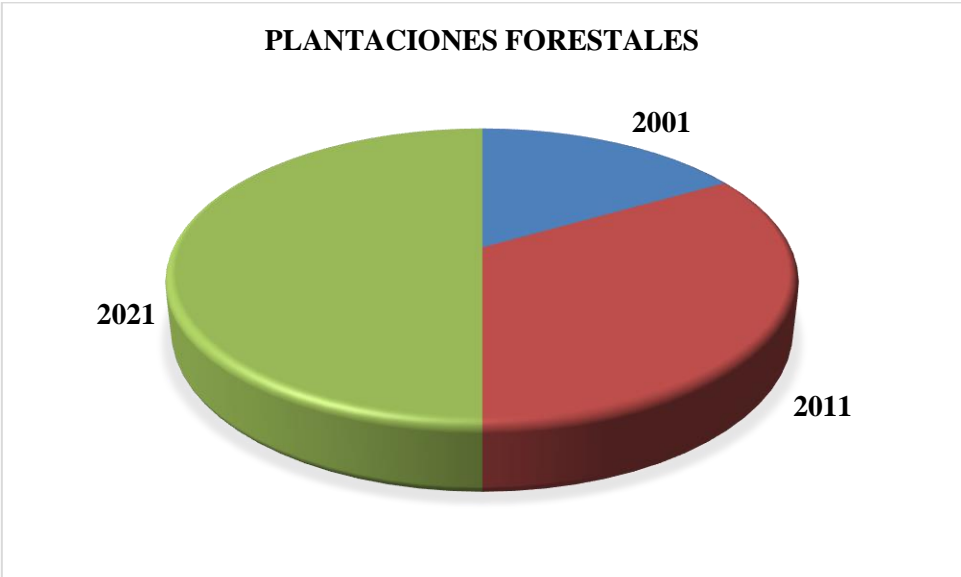


Ilustración 4-7: Uso del suelo en el páramo en el periodo 2001, 2011 y 2021 en el Igualta

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

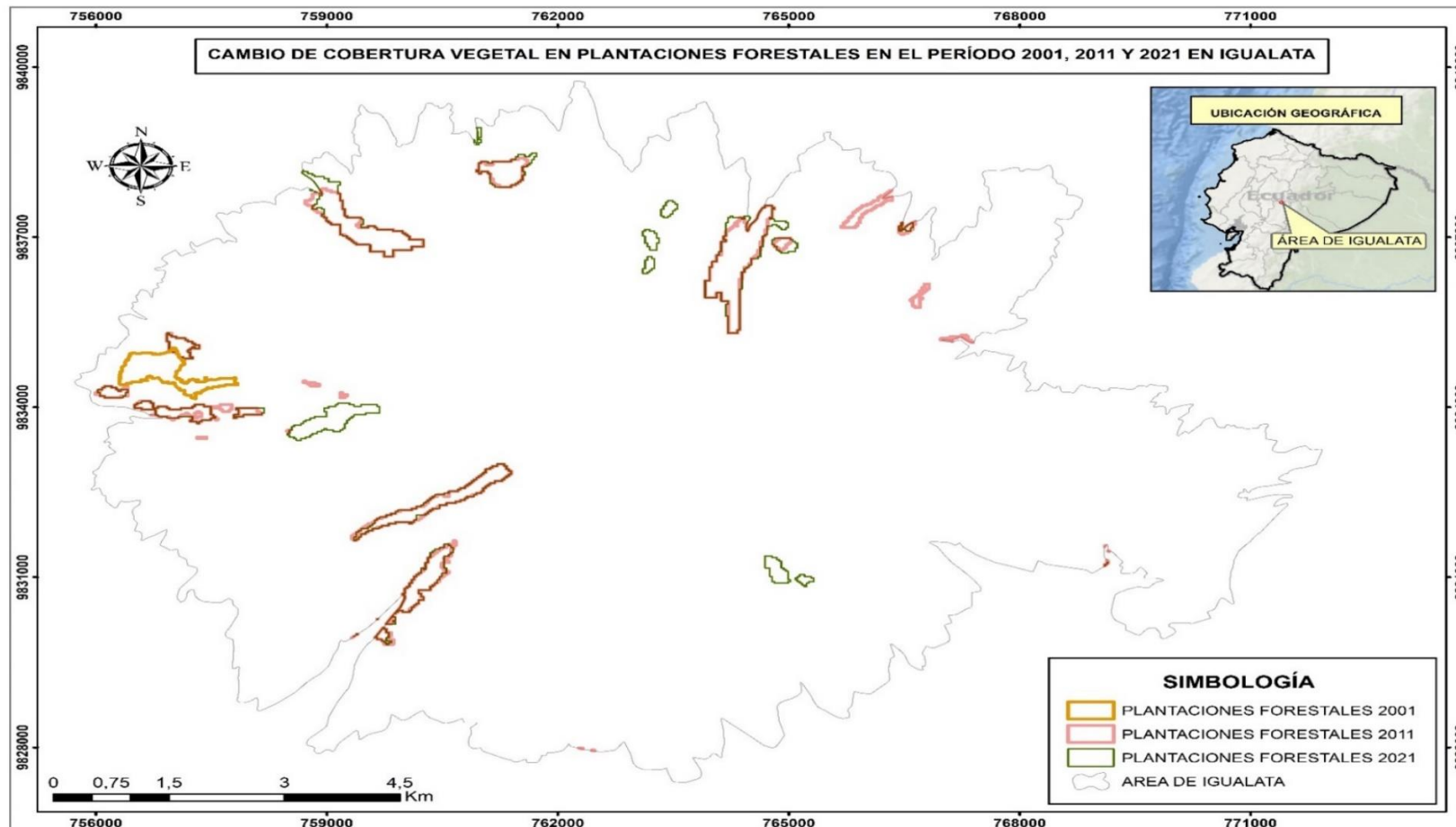


Ilustración 4-8: Mapa de cobertura vegetal en plantaciones forestales en el periodo 2001, 2011 y 2021

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

4.2. Tasa anual del cambio de cobertura del suelo (TAC)

Para calcular la tasa de cambio anual en la cobertura del suelo, se empleó la ecuación (1) planteada por (Puyravaud, 2002, pág. 594), esta ecuación asume que la tasa de cambio con el tiempo es proporcional al área ocupada. De este modo, durante dos tiempos, observamos que:

$$TAC = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \left(\frac{A_2}{A_1} \right) * 100 \quad (1)$$

En el que, los términos se definen de la siguiente manera:

A_1 ; A_2 = área de cobertura en el tiempo 1 y 2.

t_1 ; t_2 = año inicial final del periodo de análisis

Tabla 4-4: Cambios de la cobertura y uso entre en 2001-2021

Cat.	2001	2011	Cambio	2011	2021	Cambio	2001	2021	Cambio
	ha	ha	(ha)	ha	ha	(ha)	ha	ha	(ha)
Cu	2658,10	2778,02	+119,92	2778,02	6670,51	+3892,49	2658,10	6670,51	+4012,41
Ps	4169,12	3969,05	-200,07	3969,05	137,41	-3831,64	4169,12	137,41	-4031,71
Pa	5042,38	4908,01	-134,37	4908,01	4786,50	-121,51	5042,38	4786,50	-255,88
Pl	68,78	283,30	+214,52	283,30	343,96	+60,66	68,78	343,96	275,18

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la Tabla 4-4, se observa que en el periodo 2001 a 2011 Cu de 2658,1 ha aumentó a 2778,02 ha con una tasa anual de cambio (TAC) de 0,44 ha/año; el Ps de 4169,12 ha se redujo a 3969,05 ha con una TAC de -0,49 ha/año; el Pa decreció de 5042,38 ha a 4908,01 con una TAC de 0,27 ha/año resultando en una pérdida de vegetación herbácea de 134,37 ha y las Pl incrementaron de 68,78 ha a 283,30 ha con una TAC de 14,16 ha/año. También se puede observar que entre los años 2011 al 2021 Cu aumentó de 2778,02 ha a 6670,51 ha con una TAC de 0,41 ha/año; el Ps de 3969,05 ha se redujo 137,41 ha con una TAC de -33,63 ha/año; el Pa disminuyó de 4908,01 ha a 4786,5 con una TAC de - 0,25 ha/año resultando en una pérdida de vegetación herbácea de -121,51 ha y las Pl incrementaron de 283,3 ha a 343,96 ha con una TAC de 1,94 ha/año.

Finalmente, entre los años 2001 al 2021 Cu aumentó de 2658,1 ha a 6670,51 ha con una TAC de 4,6 ha/año; el Ps de 4169,12 ha se redujo 137,41 ha con una TAC de -17,06 ha/año; el Pa disminuyó de 5042,38 ha a 4786,5 con una TAC de - 0,25 ha/año resultando en una pérdida de vegetación herbácea de -255,88 ha y las Pl incrementaron de 68,78 ha a 343,96 ha con una TAC de 8,04 ha/año.

4.3. Especies registradas en la zona de estudio.

En este estudio se realizó el levantamiento de 64 parcelas correspondientes a 128 cuadrantes de un 1 m² cada uno, los cuadrantes fueron ubicados dentro de parcelas en 3 m x 3m distribuidas al azar de acuerdo al método GLORIA. Estas parcelas fueron establecidas dentro de nuestra zona de estudio entre un rango altitudinal de 3800 a 4200 msnm. Se recolectaron muestras de plantas herbáceas, pertenecientes a 18 familias botánicas, 31 especies, como se detallan en la tabla 4-5.

Tabla 4-5: Especies identificadas en el páramo del Igualata

Nro.	Orden	Familia	Especie
1	Apiales	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance
2			<i>Eryngium humile</i> Cav.
3	Asterales	Asteraceae	<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey
4			<i>Lasiocephalus patens</i> (Kunth) Cuatrec.
5			<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass
6			<i>Diplostephium glandulosum</i> Hieron.
7	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.
8	Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth
9			<i>Valeriana rígida</i> Ruiz & Pav.
10			<i>Valeriana plantaginea</i> Humboldt, Bonpland & Knuth
11	Equisetales	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth
12	Ericales	Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
13			<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.
14			<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude
15	Geraniales	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i> R. Knuth
16	Hypnales	Prionodontaceae	<i>Prionodon</i> sp
17	Lamiales	Calceolariaceae	<i>Calceolaria ericoides</i> Juss. ex Vahl
18	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Rothm.
19	Malpighiales	Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp
20	Myrtales	Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana
21	Poales	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.
22			<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.
23			<i>Cortadeira jubata</i> (Lemoine) Stapf
24			<i>Cortaderia nítida</i> (Kunth) Pilg.
25	Polypodiales	Dryopteridaceae	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh
26	Polytrichales	Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i> sp
27	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.
28			<i>Acaena elongata</i> L.
29			<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.
30	Saxifragales	Grossulariaceae	<i>Ribes ecuadoreense</i> Jancz.
31		Pteridophyta	Indeterminada

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Las muestras botánicas colectadas en campo fueron sometidas a un proceso de identificación taxonómica en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), donde se caracterizaron por orden, familia, y especies. Como se detalla en la tabla 4-5.

4.4. Índices de diversidad por parroquias

4.4.1. Densidad de flora registradas en la parroquia Ilapo

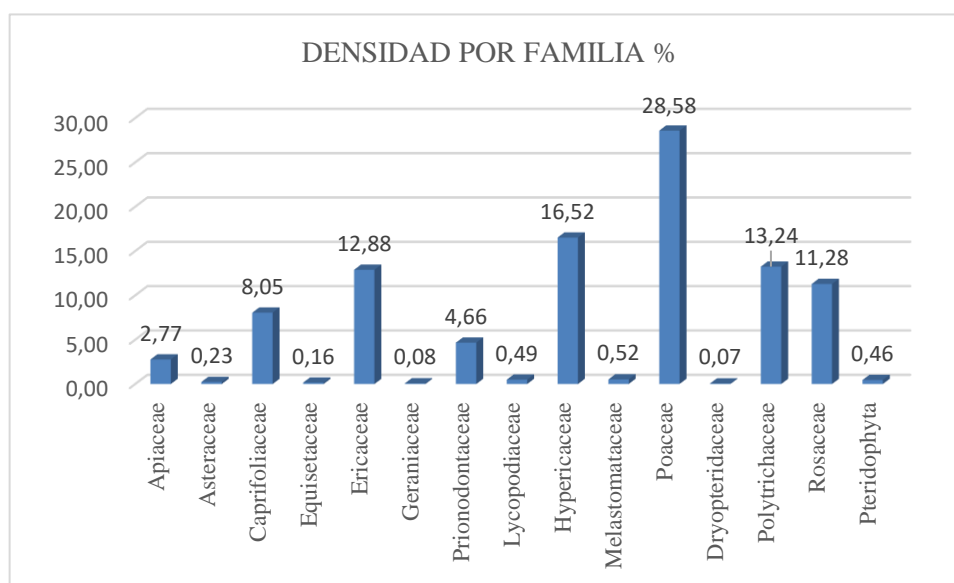


Ilustración 4-9: Densidad de flora por familia, parroquia Ilapo.

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Con la identificación de las muestras colectadas en la parroquia Ilapo se registraron las siguientes familias; Poaceae (28,58%) tienen mayor presencia de individuos con 4 especies, seguidos por Asteraceae (0,23%), Ericaceae (12,88%), con 3 especies. Por otra parte, Apiaceae (2,77%), Caprifoliaceae (8,05%), con 2 especies. Finalmente, Equisetaceae (0,16%), Geraniaceae (0,08%), Prionodontaceae (4,66%), Lycopodiaceae (0,49%), Hypericaceae (16,52%), Melastomataceae (0,52%), Dryopteridaceae (0,07%), Polytrichaceae (13,24%), Rosaceae (11,28%) y Briophyta (0,46%) tienen menor presencia de individuos con 1 especie cada una. Como se observa en la Ilustración 4.6.

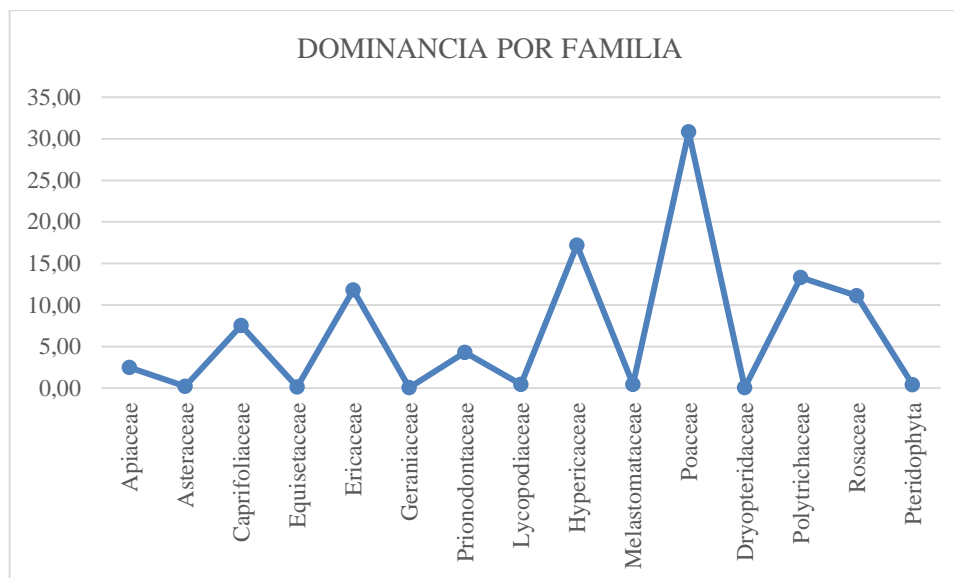


Ilustración 4-10: Dominancia de flora por familia, parroquia Ilapo

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Según la Ilustración 4-7, se registraron 15 familias, en donde se observa un claro predominio de las Poaceae, con el 30,82 % seguido de las Hypericaceae con el 17,22 %. Adicionalmente, destacan las Ericaceae con un 11,82 %, al igual que las Rosaceae con similar proporción del 11,10 %. Finalmente, las Caprifoliaceae representa el 7,55 de flora.

4.4.2. Índice de valor de importancia

A continuación, se describe la frecuencia relativa, densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia obtenido por especie a partir de las fórmulas propuestas por (Aguirre, 2013, pág. 32).

Tabla 4-6: Índice de valor de importancia de especies, en la parroquia Ilapo

Especie	DR%	FR%	Dominancia	IVI
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance	2,58	5,39	2,32	3,43
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0,20	1,66	0,17	0,68
<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	0,08	0,83	0,07	0,33
<i>Lasiocephalus patens</i> (Kunth) Cuatrec.	0,08	0,83	0,07	0,33
<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass	0,07	1,66	0,06	0,59
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	7,30	10,37	6,89	8,19

<i>Valeriana rígida</i> Ruiz & Pav.	0,75	3,32	0,66	1,58
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	0,16	1,66	0,14	0,66
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	3,68	7,05	3,35	4,70
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	5,94	6,64	5,52	6,03
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	3,26	3,32	2,95	3,18
<i>Geranium laxicaule</i> R. Knuth	0,08	1,66	0,07	0,60
<i>Prionodon</i> sp	4,66	4,56	4,28	4,50
<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Rothm.	0,49	1,66	0,43	0,86
<i>Hypericum</i> sp	16,52	12,86	17,22	15,53
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	0,52	1,24	0,46	0,74
<i>Pennisetum Clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	0,24	0,83	0,21	0,43
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	22,76	10,37	25,57	19,57
<i>Cortadeira jubata</i> (Lemoine) Stapf	3,78	2,49	3,44	3,24
<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth) Pilg.	1,79	2,07	1,60	1,82
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh	0,07	0,83	0,06	0,32
<i>Polytrichum</i> sp	13,24	4,98	13,31	10,51
<i>Lachemilia orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	11,28	11,20	11,10	11,20
Indeterminada (Liquen)	0,46	2,49	0,40	1,12
TOTAL	100	100	100	100

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la parroquia Ilapo de las 24 especies inventariadas, cuatro especies poseen un mayor índice de valor de importancia ecológica, acumulando el 56,81 % del total del índice de valor de importancia. En este sentido, las especies más representativas y que contribuyen a la composición florística de nuestra área de estudio son; *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud con 19.57 %, que pertenece a la familia Poaceae, *Hypericum* sp (15,53 %), *Lachemilia orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb (11,20 %) y *Polytrichum* sp con (10,51 %).

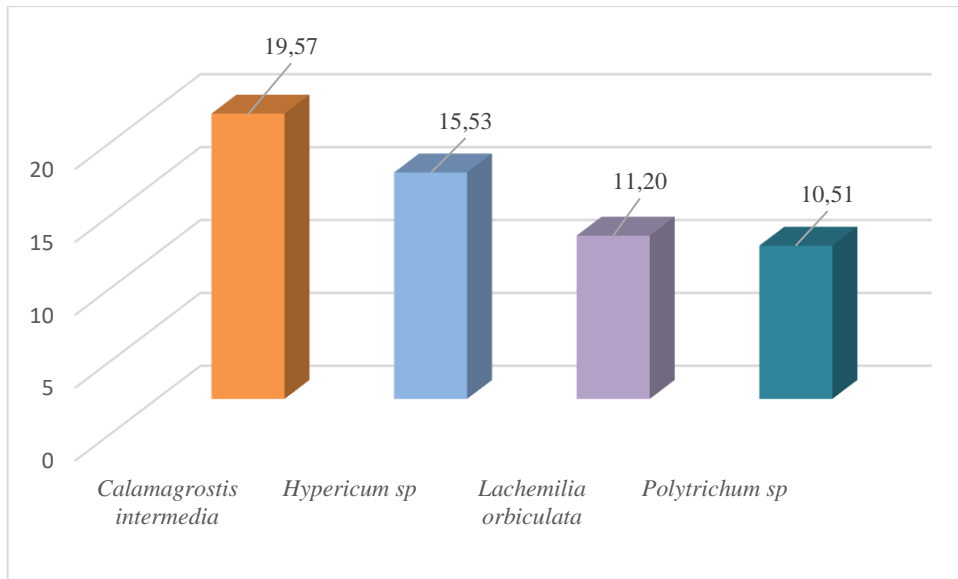


Ilustración 4-11: Especies con un alto índice de valor de importancia, parroquia Ilapo

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Los valores de los índices de importancia para cada especie se basan en si estas especies están presentes o aparecen en la mayoría de las zonas de estudio. Es decir, las especies que muestran un valor alto en el índice son aquellas que tienen un patrón de distribución regular en las áreas de estudio. En cambio, las especies con un valor bajo en el índice presentan patrones de distribución irregulares o dispersos.

4.4.3. Densidad de flora registradas en la parroquia Santa Fe de Galán.

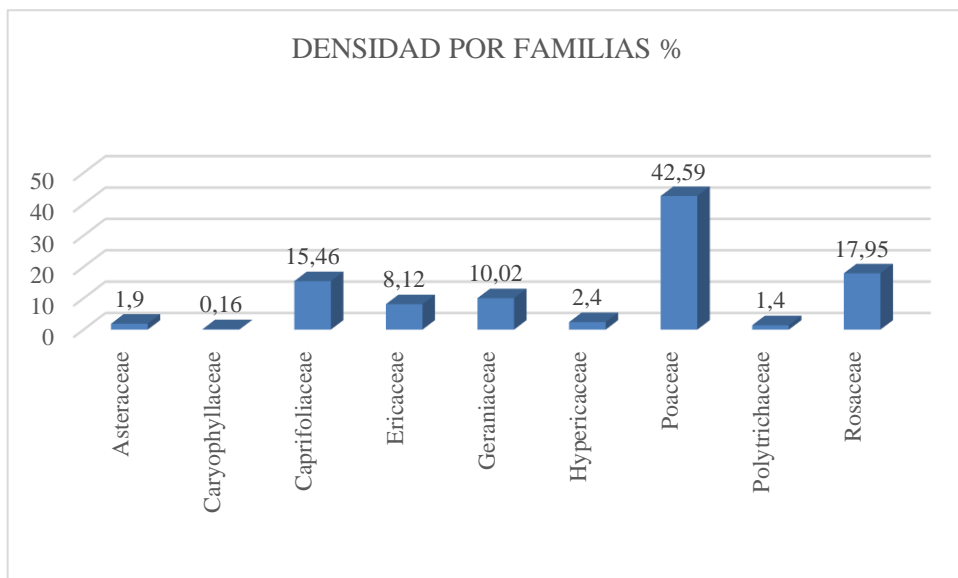


Ilustración 4-12: Densidad de flora por familia, parroquia Santa Fe de Galán

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Con la identificación de las muestras colectadas en la parroquia Santa Fe de Galán se registraron las siguientes familias; Poaceae (42,59%), Caprifoliaceae (15,46%), Ericaceae (8,12%), tienen mayor presencia de individuos con 2 especies cada uno. Por otra parte, Asteraceae (1,9%), Caryophyllaceae (0,16%), Geraniaceae (10,02%), Hypericaceae (2,4%), Polytrichaceae (1,4%) y Rosaceae (17,95%) tienen menor presencia de individuos con 1 especie cada una. Como se observa en la Ilustración 4.9.

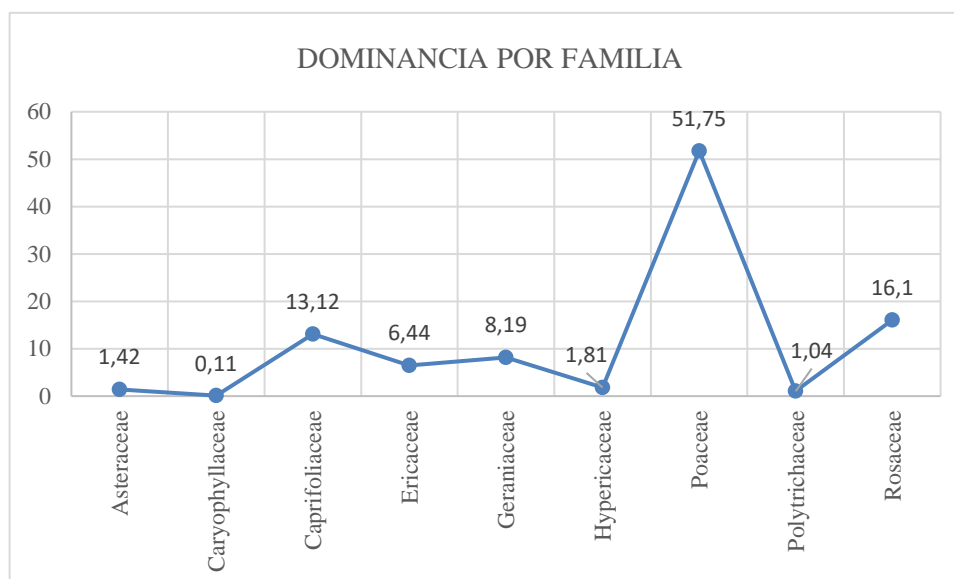


Ilustración 4-13: Dominancia de flora por familia, parroquia Santa Fe de Galán

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Según la Ilustración 4-10, se registraron 9 familias, en donde se observa un claro predominio de las Poaceae, con el 51,75 %, seguido de las Rosaceae con el 16,1 %. Adicionalmente, destacan las Caprifoliaceae con un 13,12 %, con similar proporción se encuentran las Geraniaceae con 8,19 % y Ericaceae con 6,44 % de flora.

4.4.4. Índice de valor de importancia

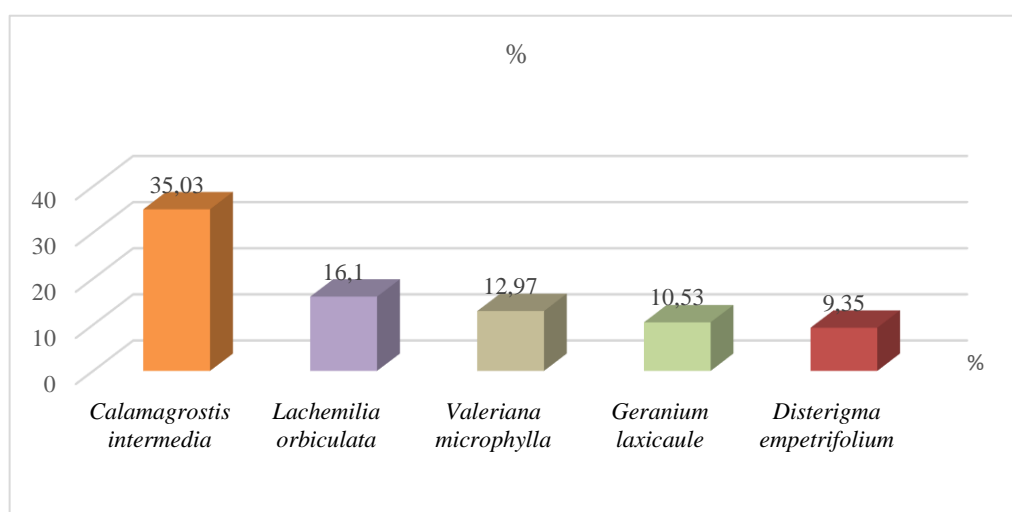
A continuación, se describen la frecuencia relativa, densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia obtenido por especie a partir de las fórmulas propuestas por (Aguirre, 2013, pág. 32).

Tabla 4-7: Índice de valor de importancia de especies, en la parroquia Santa Fe de Galán

Especie	DR%	FR%	Dominancia	IVI
<i>Diplostephium glandulosum</i> Hieron.	1,90	7,14	1,42	3,49
<i>Drymaria ovata</i> Humb. & Bonpl. ex Schult	0,16	0,89	0,11	0,39
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	14,22	12,50	12,20	12,97
<i>Valeriana rígida</i> Ruiz & Pav.	1,24	2,68	0,93	1,62
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	0,47	0,89	0,35	0,57
<i>Disterigma empetrifolium</i> Kunth	7,65	14,29	6,10	9,35
<i>Geranium laxicaule</i> R. Knuth	10,02	13,39	8,19	10,53
<i>Hypericum sp</i>	2,40	8,04	1,81	4,08
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	40,57	14,29	50,23	35,03
<i>Cortadeira jubata</i> (Lemoine) Stapf	2,02	5,36	1,52	2,97
<i>Polytrichum sp</i>	1,40	6,25	1,04	2,90
<i>Lachemilia orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	17,95	14,29	16,10	16,1
TOTAL	100	100	100	100

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la parroquia Santa Fe de Galán, de las 12 especies inventariadas, cinco especies poseen un mayor índice de valor de importancia ecológica, acumulando el 83,98 % del total del índice de valor de importancia. En este sentido, las especies más representativas y que contribuyen a la composición florística de nuestra área de estudio son; *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud con 35,03 %, que pertenece a la familia Poaceae, *Lachemilia orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb con 16,1 %, *Valeriana microphylla* con 12,97 %, *Geranium laxicaule* R. Knuth con 10,53% y *Disterigma empetrifolium* Kunth con 9,35 %.

**Ilustración 4-14:** Especies con índice de valor de importancia, parroquia Santa Fe de Galán

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

El índice de valor de importancia para cada especie se determina a partir de la presencia o aparición de dichas especies en la mayoría de las áreas en el estudio. En otras palabras, las especies con porcentajes altos en este índice son aquellas que muestran un patrón de distribución homogéneo en las zonas analizadas. Por el contrario, las especies con valores bajos tienen patrones de distribución desiguales o esparcidos en los sitios de estudio.

4.4.5. Densidad de flora registradas en la parroquia San Isidro de Patulú.

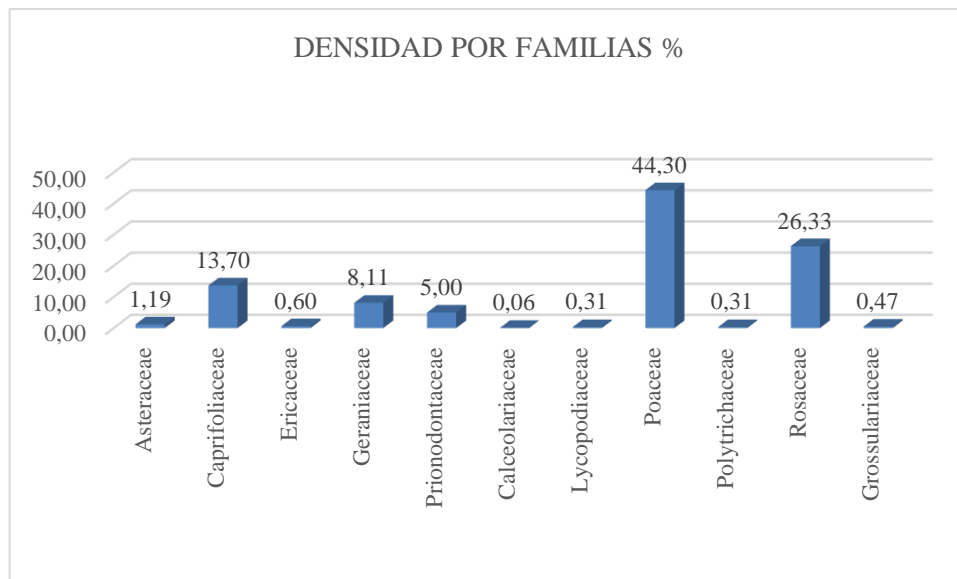


Ilustración 4-15: Densidad de flora por familia, parroquia San Isidro de Patulú

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Con la identificación de las muestras colectadas en la parroquia San Isidro de Patulú se registraron las siguientes familias; Poaceae (44,30%), Rosaceae (26,33%), Caprifoliaceae (13,70%), tienen mayor presencia de individuos con 3 especies cada uno. Por otra parte, Asteraceae (1,19%), Ericaceae (0,06%) con 2 individuos presentes. Seguidamente, Geraniaceae (8,11%), Prionodontaceae (5,00%), Calceolariaceae (0,06%), Lycopodiaceae (0,31%), Polytrichaceae (0,31%) y Grossulariaceae (3,75%) tienen menor presencia de individuos con 1 especie cada una. Como se observa en la Ilustración 4.12.

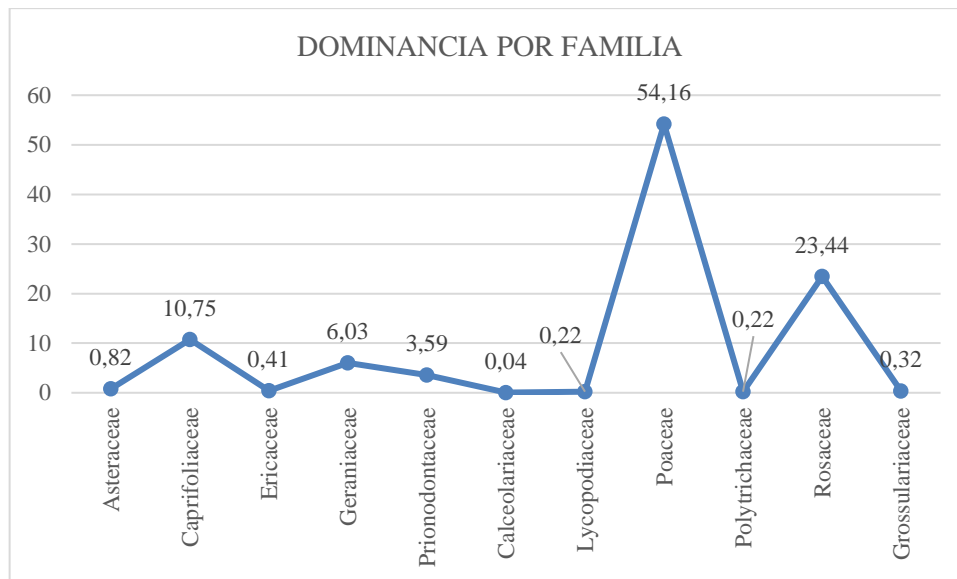


Ilustración 4-16: Densidad de flora por familia, parroquia San Isidro de Patulú

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Según la Ilustración 4-13, se registraron 11 familias, en donde se observa un claro predominio de las Poaceae, con el 54,16 %, seguido de las Rosaceae con el 23,44 %. Adicionalmente, destacan las Caprifoliaceae con un 10,75 %, y Geraniaceae con 6,03 %.

4.4.6. Índice de valor de importancia

A continuación, se describen la frecuencia relativa, densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia obtenido por especie a partir de las fórmulas propuestas por (Aguirre, 2013, pág. 32).

Tabla 4-8: Índice de valor de importancia de especies, en la parroquia San Isidro de Patulú

Especie	DR%	FR%	Dominancia	IVI
<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass	1,01	2,04	0,69	1,25
<i>Diplostephium glandulosum</i> Hieron.	0,19	3,06	0,13	1,13
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	13,23	14,29	10,42	12,64
<i>Valeriana rígida</i> Ruiz & Pav.	0,16	2,04	0,11	0,77
<i>Valeriana plantaginea</i> Humboldt, Bonpland & Knuth	0,31	1,02	0,22	0,52
<i>Vaccinium floribundum</i>	0,50	3,06	0,35	1,30
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	0,09	1,02	0,06	0,39
<i>Geranium laxicaule</i> R. Knuth	8,11	16,33	6,03	10,15

<i>Prionodon</i> sp	5,00	11,22	3,59	6,60
<i>Calceolaria ericoides</i> Juss. ex Vahl	0,06	2,04	0,04	0,72
<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Rothm.	0,31	2,04	0,22	0,86
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	44,30	16,33	54,16	38,26
<i>Polytrichum</i> sp	0,31	2,04	0,22	0,86
<i>Lachemilia orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	25,07	16,33	22,84	21,41
<i>Acaena elongata</i> L.	0,79	2,04	0,54	1,12
<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,09	2,04	0,06	0,73
<i>Ribes ecuadorensis</i> Jancz.	0,47	3,06	0,32	1,29
TOTAL	100	100	100	100

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En la parroquia San Isidro de Patulú, de las 17 especies inventariadas, cuatro especies poseen un mayor índice de valor de importancia ecológica, acumulando el 82,46 % del total del índice de valor de importancia. En este sentido, las especies más representativas y que contribuyen a la composición florística de nuestra área de estudio son; *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud con 38,26 %, que pertenece a la familia Poaceae, *Lachemilia orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb con 21,41 %, *Valeriana microphylla* con 12,64 y %, *Geranium laxicaule* R. Knuth con 10,15 %.

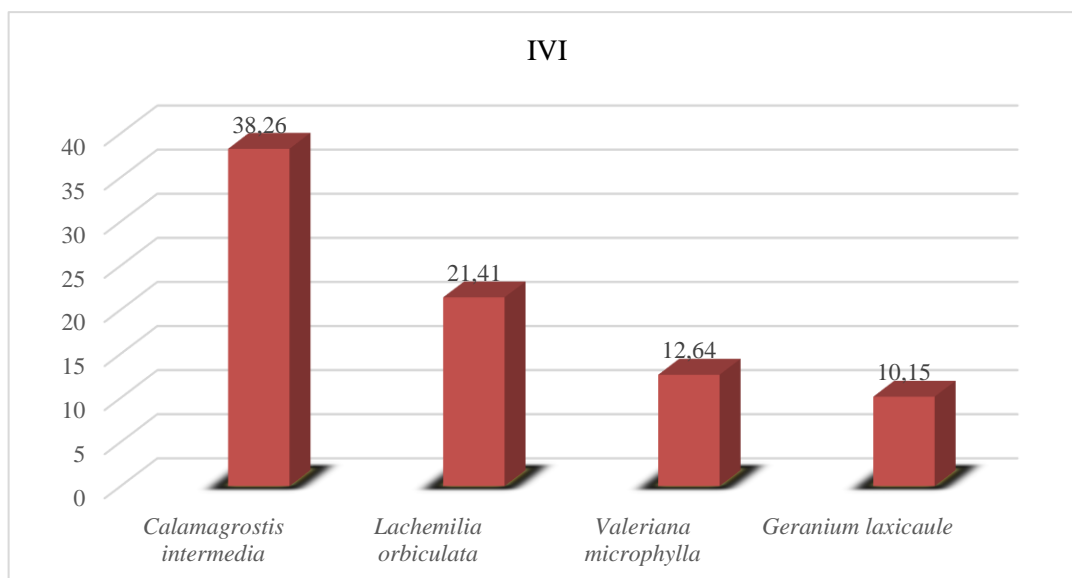


Ilustración 4-17: Especies con índice de valor de importancia, parroquia San Isidro de Patulú

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Las especies con porcentajes altos en este índice son aquellas que muestran un patrón de distribución homogéneo en las zonas analizadas. Por el contrario, las especies con valores bajos tienen patrones de distribución desiguales o esparcidos en los sitios de estudio.

4.5. Índices de diversidad alfa y beta

4.5.1. Índice de dominancia de Simpson

Interpretación del índice de diversidad de Simpson

Tabla 4-9: Resultados del índice de Simpson

Parroquia	Valor calculado	Valor referencial	Interpretación
Ilapo	0,74	0,36 - 0,75	Dominancia media
Santa Fe de Galán	0,79	0,76 - 1,00	Dominancia alta
San Isidro de Patulú	0,77	0,76 - 1,00	Dominancia alta

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

De acuerdo con el índice de Simpson, el cual permite cuantificar la diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en un hábitat pertenezcan a la misma especie. Según la (Tabla 4-8), el índice de diversidad de Simpson en la parroquia Ilapo posee una diversidad media, mientras que en la parroquia Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú tienen una diversidad alta, lo que indica que mientras mayor sea el valor referencial mayor riqueza tendrá dentro del área de estudio.

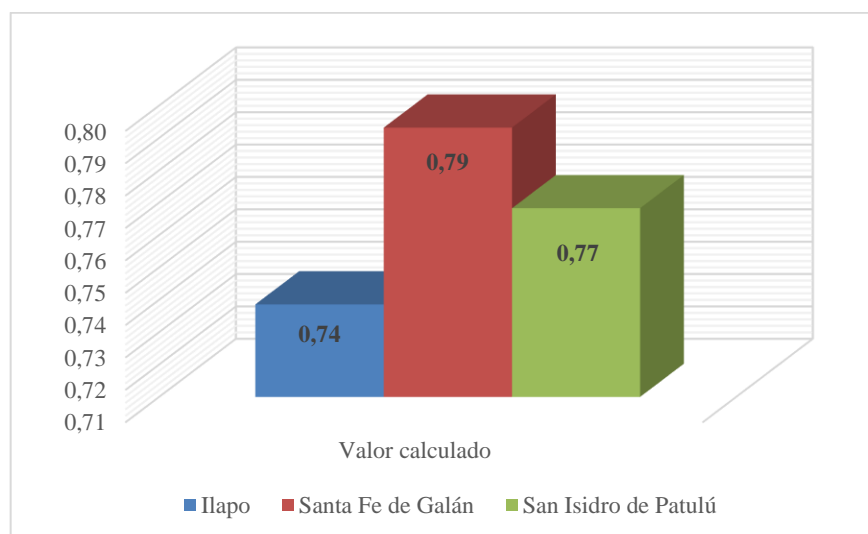


Ilustración 4-18: Resultados del índice de Simpson

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

En las tres localidades presentan una alta dominancia, siendo Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú las que muestran ligeramente una mayor riqueza de especies entre las tres parroquias según el índice de diversidad índice de diversidad de Simpson.

4.5.2. Índice de equidad Shannon

Interpretación del índice de diversidad de Shannon

Tabla 4-10: Resultados del índice de Shannon

Parroquia	Valor calculado	Valor referencial	Interpretación
Ilapo	2,45	1,36 - 3,5	Diversidad media
Santa Fe de Galán	1,81	1,36 - 3,5	Diversidad media
San Isidro de Patulú	1,75	1,36 - 3,5	Diversidad media

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Como de detalla en (Tabla 4-9), el índice de diversidad de Shannon en las tres parroquias posee una diversidad media, lo que significa que hay una diversidad reducida con abundancia de algunas especies y escasa presencia de otras. En ninguna de las tres parroquias de nuestra zona de estudio se presentó una diversidad alta, lo que indica que mientras menor sea el valor referencial menor la riqueza tendrá dentro del área de estudio.

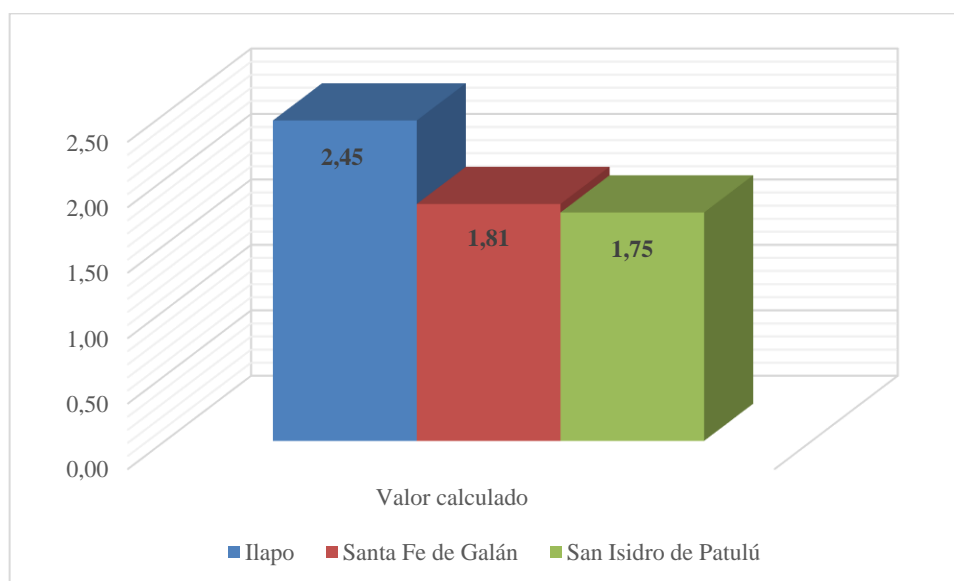


Ilustración 4-19: Resultados del índice de Shannon

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Las tres localidades presentan una diversidad media, siendo Ilapo la que muestran ligeramente una mayor riqueza. Mientras que, Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú posees un índice de diversidad más bajo lo que significa que hay una diversidad escasa, con una distribución bastante uniforme en cuanto a la abundancia de individuos de cada especie.

4.5.3. Índice de diversidad de Margalef

Interpretación del índice de diversidad de Margalef

Tabla 4-11: Resultados del índice de Margalef

Parroquia	Valor calculado	Valor referencial	Interpretación
Ilapo	3,34	3,10 - 5,00	Diversidad alta
Santa Fe de Galán	1,63	0,00 - 2,00	Diversidad baja
San Isidro de Patulú	2,40	2,10 - 3,00	Diversidad media

Realizado por: Macas, Nixon, 2024

De acuerdo a los índices de Margalef (Tabla 4-10) la parroquia Ilapo presenta un índice diversidad alta, esto indica que esta localidad posee una mayor riqueza de especies de las en cuanto a las otras parroquias. Por otra parte, la parroquia Santa Fe de Galán presenta un índice de diversidad bajo, lo que significa que tiene la menor diversidad de especies con respecto a las otras dos localidades. Finalmente, la parroquia San Isidro de Patulú muestra un índice de diversidad media de 2,40. Por lo tanto, presenta una diversidad moderada de especies, mayor que Santa Fe de Galán, pero menor que la encontrada en Ilapo.

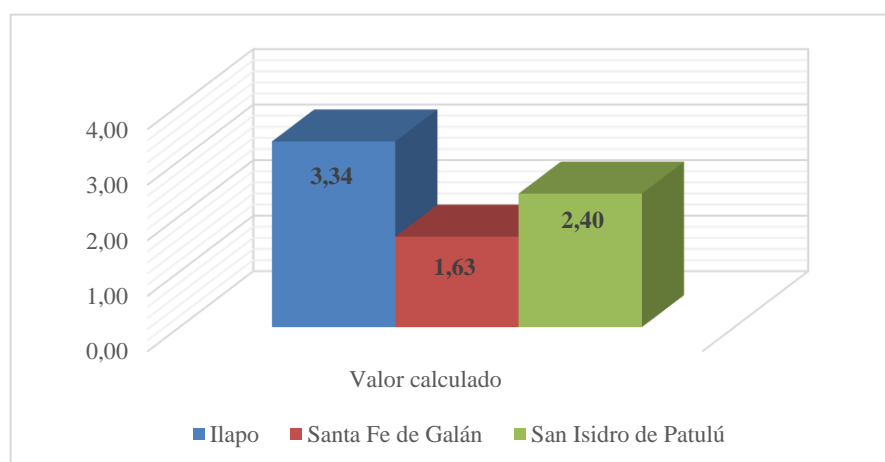


Ilustración 4-20: Resultados del índice de Margalef

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La parroquia Ilapo cuenta con la mayor diversidad y riqueza de especies, mientras que San Isidro de Patulú tiene una diversidad media. Por el contrario, Santa Fe de Galán presenta la menor diversidad comparadas con las otras parroquias.

4.5.4. Índice de diversidad de Pielow

Tabla 4-12: Resultados del índice de Pielow (equitatividad)

Parroquia	Valor calculado	Valor referencial	Interpretación
Ilapo	0,78	0,76 - 1,00	Diversidad alta
Santa Fe de Galán	0,79	0,76 - 1,00	Diversidad alta
San Isidro de Patulú	0,64	0,36 - 0,75	Diversidad media

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

De acuerdo al índice de equitatividad de Pielow la parroquia Ilapo y Santa Fe de Galán presenta un índice de diversidad alto lo que significa que hay una distribución uniforme en cuanto a la abundancia de las diferentes especies, mientras que San Isidro de Patulú posee un índice de diversidad media lo que señala una equitatividad moderada.

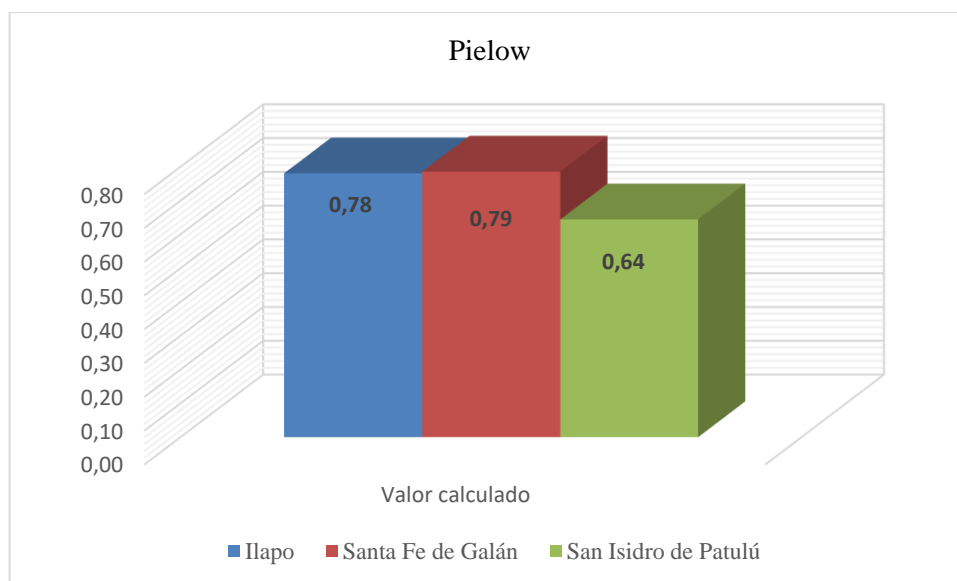


Ilustración 4-21: Resultados del índice de Pielow

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Santa Fe de Galán e Ilapo presenta una similitud en cuanto a su índice de diversidad con 0.78 y 0.79 respectivamente, lo que indica que poseen una diversidad alta comparada con la parroquia San Isidro de Patulú que refleja un índice de diversidad media.

De acuerdo con los índices de diversidad calculados para las tres parroquias, se ha determinado que la parroquia Ilapo posee alta diversidad (3,34) según al índice de Margalef, a diferencia de la parroquia Santa Fe de Galán que presentó una diversidad baja (1,63), mientras que en la parroquia San Isidro de Patulú presentó una diversidad media con un valor de (2,4). Según los índices de diversidad, mientras exista menor dominancia de especies como nos indica Simpson (Tabla 4-8) mayor diversidad debe existir en Margalef, puesto que Simpson nos indica un valor calculado de 0,74 y Margalef 3,34 (Tabla 4-10).

4.5.5. Índices de diversidad por zonas regenerada y no intervenida

	S	N	d	J'	H'(loge)	1-Lambda'
Ilapo NI	10	137	1.8293	0.85819	1.976	0.84425
Ilapo REG	9	258	1.4407	0.91666	2.0141	0.86366
San Isidro de Patulú NI	9	118	1.6769	0.72036	1.5828	0.75706
San Isidro de Patulú REG	4	78	0.68859	0.89188	1.2364	0.68898
Santa Fe de Galán NI	8	91	1.5518	0.86958	1.8082	0.82076
Santa Fe de Galán REG	7	73	1.3985	0.79971	1.5562	0.76826

Ilustración 4-22: Índices de diversidad

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

S = Especies

N = Número de individuos

NI = No intervenida

REG = Regenerada

1-Lambda = Simpson

H (loge) = Shannon

d = Margalef

J = Pielow

Índice Simpson muestra que en Ilapo tanto zona no intervenida como regenerada ambos valores son relativamente altos y muy similares, 0,84 y 0,86 respectivamente, lo que indica que las dos zonas tienen una dominancia alta. A sí mismo, en San Isidro de Patulú la zona no intervenida posee una dominancia de 0,75 significa una dominancia media, al igual que la zona regenerada con de 0,68. Por otra parte, Santa Fe de Galán en la zona no intervenida y regenerada tienen una dominancia alta de 0,82 y 0,76. En el índice de dominancia de Shannon resultados muestran que en las tres parroquias existen una diversidad media tanto en la zona no intervenida como la zona regenera a diferencia de la parroquia San Isidro de Patulú posee una diversidad baja con 1,23 en la zona regenerada. Con respecto al índice de Margalef las tres parroquias tienen una diversidad bajo en las dos zonas de estudio los valores fluctúan entre 0,68 y 1,82. Finalmente, con el Índice

de equidad de Pielow se determina que las tres parroquias presentan una diversidad alta, tanto en la zona no intervenida como la zona regenera a diferencia de la parroquia San Isidro de Patulú la cual posee una diversidad media con 0,72 en la zona no intervenida.

4.5.6. Índice de similitud de Bray-Curtis

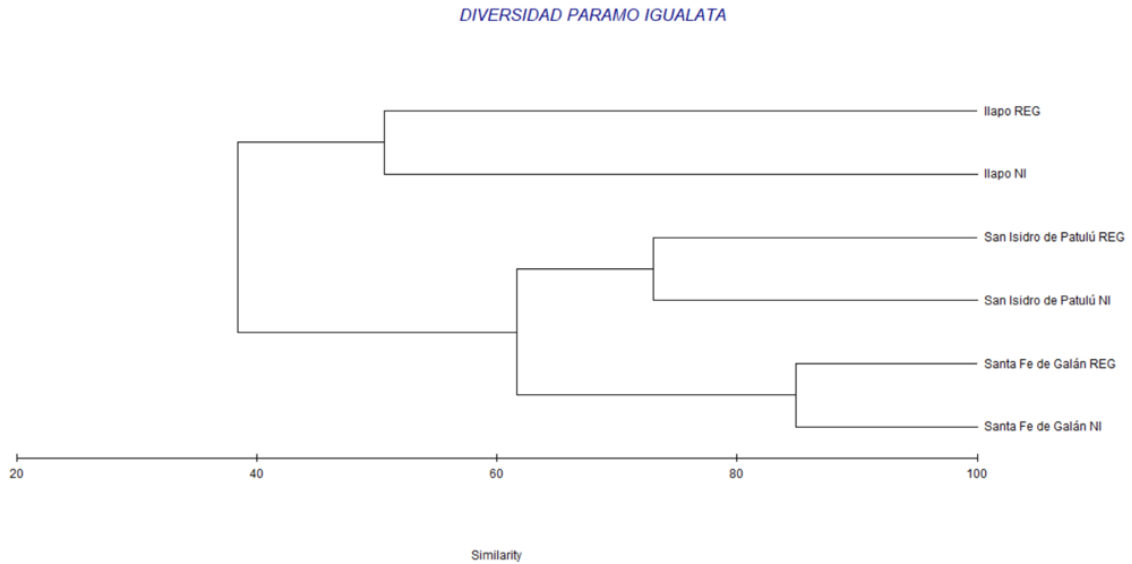


Ilustración 4-23: Damerograma de similitud de especies registradas por parroquias

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Dentro de cada parroquia se consideró dos zonas; regenerada (REG) y no intervenida (NI). De acuerdo con la (Ilustración 4-20), muestra que las parroquias San Isidro de Patulú y Santa Fe de Galán existe mayor similitud en cuanto a especies con el 62 % en estos dos ecosistemas. Por otra parte, la parroquia Ilapo es el que difiere de las otras dos parroquias, se encuentra más aislado con el 38 % de similitud con respecto a las otras dos parroquias. Esto evidencia que Ilapo se aglomera mayor diversidad en cuanto a especies posee una similitud de 50 % de las especies, es decir hubo un cambio de uso del suelo significativo debido a las actividades antrópicas. Según el (PDOT ILAPO, 2019, pág. 46) a través del GAD Municipal de Guano y la Fundación Ayuda en Acción y Juntas Administradoras de Agua, actualmente existe una adquisición de los páramos para regeneración natural.

4.5.7. Curva de rarefacción

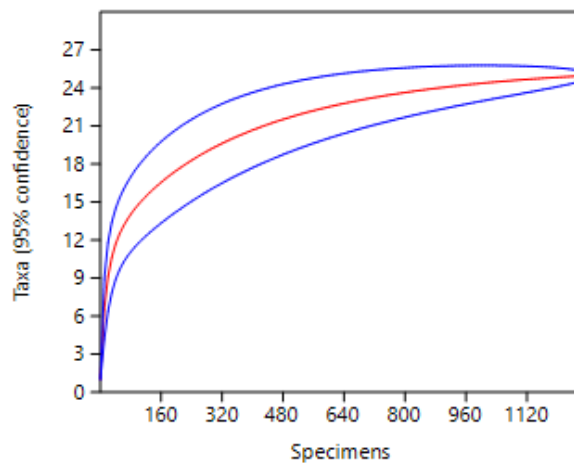


Ilustración 4-24: Curva de rarefacción de especies

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La curva de rarefacción de especies muestra la relación entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies encontradas. En el eje X muestra el esfuerzo de muestreo realizado, es decir, el número de individuos registrados. Mientras que en el eje Y representa en número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado. Esto nos indica que esfuerzo de muestreo fue el suficiente para el área delimitada.

4.6. Propuesta de conservación paramo del Igualata

4.6.1. Identificación de las presiones y fuentes de presión

El páramo del Igualata se ve amenazados por diversos factores, principalmente de origen antrópico, lo cual contribuye a la afectación tanto directa como indirecta a la integridad de este ecosistema. Los resultados presentados corresponden al análisis realizado mediante la recopilación de información in situ con las comunidades pertenecientes a la parroquia Ilapo.

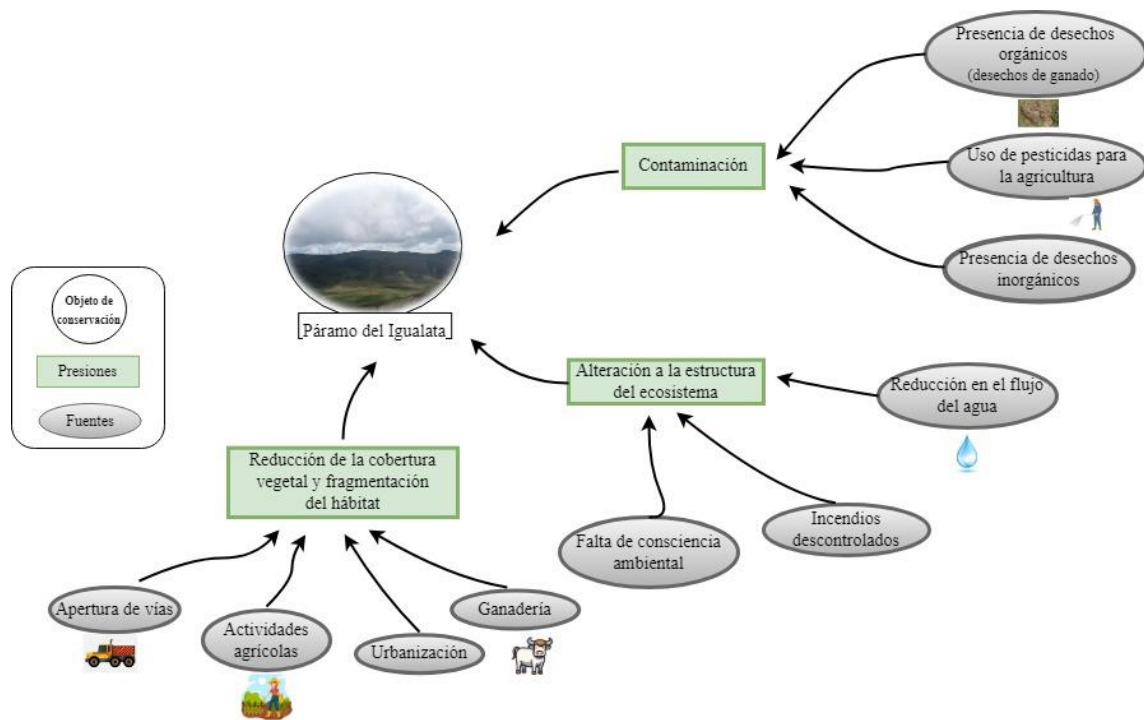


Ilustración 4-25: Identificación de las presiones del objeto en el páramo del Igualata

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Mediante la socialización con grupos focales permitieron la interacción con expertos en el tema validar la información obtenida, a través de encuestas (ANEXO C). Los profesionales seleccionados (Tabla 4-12) determinaron de manera directa cuales eran las principales causas que afectan al ecosistema páramo, donde sus criterios y experiencia fue importante. Para ello se seleccionaron los siguientes perfiles.

Tabla 4-13: Panel de expertos seleccionados para validar presiones y fuentes de presión

Perfil del experto seleccionado			
Nombres y Apellidos	Profesión	Estudios	Años de experiencia
Catherine Gabriela Frey Erazo	Docente ESPOCH	Mgs. en Biodiversidad	2
Víctor Manuel Espinoza	Docente ESPOCH	Mgs. en Proyectos para el Desarrollo	25
Jorge Caranqui	Técnico Docente	PhD. en Biodiversidad	20
Norma Ximena Lara	Docente ESPOCH	Mgs. en Manejo Forestal y Ecología	15

	Unidad Forestal MAG			
Mauricio Sinche Freire	Chimborazo- Tungurahua	Ingeniero Forestal		12
Henry Peñafiel Hidalgo	Vocal GAD Ilapo	Ingeniero Zootecnista		5
Ángel Manuel Pacalla Llongo	Presidente GAD Ilapo	Dirigente comunitario		20
Lidia Cuadrado	Técnica de la Unidad de Planificación y Proyectos GAD Ilapo	Ingeniera Zootecnista		11
Diego Francisco Cushquicullma	Técnico Investigador ESPOCH	Ingeniero Ecoturismo	en	13

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Con la información obtenida, se aplicó la metodología de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA) a través del método Delphi (Astigarraga, 2003, pág. 4), en el cual expertos de la ESPOCH, expertos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, líderes comunitarios y vocales de la junta parroquial de Ilapo. Los expertos evaluaron mediante talleres la presiones y fuentes de presión de acuerdo con la siguiente escala 0 -1: baja; 1,1-2: media; 2,1-3: alta; y 3,1-4 muy alta. (Granizo, et al., 2006, págs. 55-67).

Tabla 4-14: Valoración de amenazas

Páramo del Igualata			
Nombre del experto	Presiones	Fuentes de presión	Valor global
Catherine Gabriela Frey Erazo	3,6	3,6	3,6
Víctor Manuel Espinoza	3,0	2,7	2,8
Jorge Caranqui	3,6	3,6	3,6
Norma Ximena Lara	3,0	2,3	2,6
Mauricio Sinche Freire	3,0	3,0	3,0
Henry Peñafiel Hidalgo	2,6	3,0	2,8
Ángel Manuel Pacalla Llongo	2,6	2,6	2,6
Lidia Cuadrado	2,6	2,0	2,3
Diego Francisco Cushquicullma	2,3	2,0	2,1
TOTAL			2,8

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

Como resultado general por parte de los expertos en la parroquia Ilapo, se obtuvo que las valoraciones de las amenazas fluctúan entre 2 y 3,6 con un valor global de 2,8. Este valor corresponde a un nivel “Alto” de amenazas, de acuerdo con la metodología PCA. Dicho resultado se obtuvo a partir del análisis tanto de las presiones sobre el objeto de conservación, como de las fuentes de presión.

Tabla 4-15: Escala de amenazas

Páramo del Igulata			
Nombre del experto	Severidad	Alcance	Valor global
Catherine Gabriela Frey Erazo	Muy Alto	Muy alto	Muy Alto
Víctor Manuel Espinoza	Alto	Medio	Medio
Jorge Caranqui	Muy Alto	Muy alto	Muy Alto
Norma Ximena Lara	Alto	Medio	Medio
Mauricio Sinche Freire	Alto	Alto	Alto
Henry Peñafiel Hidalgo	Medio	Alto	Medio
Ángel Manuel Pacalla Llongo	Medio	Medio	Medio
Lidia Cuadrado	Medio	Medio	Medio
Diego Francisco Cushquicullma	Medio	Medio	Medio

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La severidad se califica de acuerdo con el nivel de daño que está actualmente produciendo en el páramo. La calificación se determina según los siguientes estándares: 0, 1-1 bajo; 1, 1-2 medio; 2, 1-3 alto y 3, 1-4 muy alto. El alcance igualmente es calificado considerando la extensión geográfica de la presión sobre el objeto de conservación; 0, 1-1 (menos del 25%) bajo; 1, 1-2 (25-50%) medio; 2, 1-3 alto (50-75%) y 3, 1-4 (más del 50%) muy alto (Granizo, et al., 2006, págs. 55-67).

Tabla 4-16: Integración de amenazas en el páramo del Igualata

Amenazas Expertos	Apertura de Vías	Actividades agrícolas	Urbanización	Ganadería	Falta de conciencia ambiental	Incendios descontrolados	Reducción del flujo de agua	Presencia de desechos inorgánicos	Uso de pesticidas para la agricultura	Presencia de desechos orgánicos
Catherine Gabriela Frey	Alto	Muy Alto	Medio	Muy Alto	Alto	Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Medio
Víctor Manuel Espinoza	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo
Jorge Caranqui	Muy Alto	Muy Alto	Medio	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Medio
Norma Ximena Lara	Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo
Mauricio Sinche Freire	Medio	Muy Alto	Medio	Alto	Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo
Henry Peñafiel Hidalgo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo
Ángel Manuel Pacalla Llongo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Bajo	Medio	Medio
Lidia Cuadrado	Medio	Alto	Bajo	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Bajo
Diego Francisco Cushquicullma	Medio	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto	Bajo

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

La integración de las amenazas en el páramo del Igualata se realizó mediante los resultados del valor global de las evaluaciones individuales por cada experto. Se consideraron las actividades antrópicas (fuentes de presión) debido a que son las causas directas de las presiones identificadas en este ecosistema. A cada valor se le asignó un equivalente cualitativo según la escala PCA propuesto por (Granizo, et al., 2006, págs. 55-67).

4.6.2. Matriz de propuesta para la conservación del páramo del Igualata

Tabla 4-17: Matriz de propuesta de conservación

Objetivo 1: Involucrar a las comunidades locales en la conservación de los páramos.					
ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS	RESPONSABLES	ACTORES	INDICADORES	OBSERVACIONES
1.1 Campañas de concientización con los actores involucrados (comunidad, Gad Parroquial Ilapo).	1.1.1 Convocatoria con los grupos de interés, con el objetivo de compartir información y establecer vínculos.	- GAD Parroquial de Ilapo. - Comunidad	- Técnicos del GAD Parroquial Ilapo. - Líder comunitario. - Comunidad.	- Número de asistentes.	- Actores involucrados (comunidades, autoridades, ONG)
	1.1.2 Talleres y eventos comunitarios sobre la conservación y protección del páramo.	- GAD Parroquial de Ilapo. - Comunidad - Investigadores	- Técnicos del GAD Parroquial Ilapo. - Líder comunitario. - Comunidad.	- Número de personas que asisten al taller. - Registro de firmas.	
Objetivo 2: Reducir los procesos que generen cambios, degraden o destruyan el páramo.					
2.1 Fomentar la cooperación con la comunidad sobre el cuidado ambiental.	2.1.1 Delimitar áreas exclusivas para cultivos, pasto y recarga hídrica.	- GADPCH. - Ministerio del Ambiente - Ministerio de Agricultura y ganadería.	- Técnico del GADPCH - Investigadores - Comunidad	- Mingas para realizar alambrados	- Mingas en las zonas de interés.
	2.1.2 Taller sobre el uso del suelo y sus efectos que causan en los páramos.	- GAD Parroquial de Ilapo. - Comunidad - Investigadores	- GAD Parroquial de Ilapo. - Comunidad	- Archivos fotográficos - Observación directa	

	2.1.3 Taller participativo sobre el uso de adecuado de pesticidas en la agricultura.	<ul style="list-style-type: none"> - GADPCH. - Ministerio de Agricultura y Ganadería. - Investigadores. - Comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Técnico del GADPCH. - Comunidad - Técnico del MAG. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de asistentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinadores
Objetivo 3: Promover el cuidado ambiental y manejo sostenible del ecosistema páramo-					
3.1 Plan de conservación y restauración del páramo con especies nativas.	3.1.1 Incentivos a la comunidad por parte de las autoridades ambientales locales por la conservación de páramo.	<ul style="list-style-type: none"> - GADPCH - Ministerio del Ambiente. - Comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Técnico del GAD Parroquial. - ONG - Técnico del Ministerio del Ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de personas beneficiarias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinadores
	3.1.2 Taller de servicios ecosistémicos del páramo.	<ul style="list-style-type: none"> - Comunidad - GADP Ilapo 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigadores - Técnicos GADPCH 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de asistencia 	
	3.1.3 Entrega de propuesta de conservación del páramo a las autoridades gubernamentales.	<ul style="list-style-type: none"> - GADPCH - Gad Parroquial Ilapo 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigadores - Líderes comunitarios - Técnico del MAE - Técnico del GADPCH 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de asistencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de la propuesta de conservación.

Realizado por: Macas, Nixon, 2024.

4.6.3. Estrategias para la conservación del páramo del Igualata

- Aplicar leyes existentes dentro del COA.
- A través de la participación comunitaria continua y la vinculación con entes reguladores.
- Promover la reforestación con especies nativas del páramo
- Parcelas demostrativas en los hogares mejorando la calidad alimentaria de la comunidad.
- Rotación de cultivos para mantener la productividad de los suelos.
- Promover el uso de abonos orgánicos; humus de lombrices, compost, estiércol de ganado y desechos orgánicos de origen natural (cascara de frutas o verduras, residuos de comida).
- Cercas vivas: este proceso implica plantar árboles alrededor de los cultivos con la finalidad de proteger los cultivos contra plagas y enfermedades.
- Promover en la población local mayor conocimiento, valoración y compromiso frente a la necesidad de proteger la biodiversidad.
- Construcción de pozos con el propósito de captar aguas lluvias para el riego de cultivos.

4.7. DISCUSIÓN

El páramo del Igualata ha sufrido una transformación significativa en el uso del suelo debido a las actividades antrópicas, al igual que en otros ecosistemas altoandinos como lo contrasta (Hofstede, et al., 2014, pág. 36). Históricamente, estos páramos han estado dominados por vegetación herbácea, y arbustiva, sin embargo, en los últimos años se han visto amenazados por el continuo crecimiento de los cultivos que han acelerado la reducción del páramo producido una transformación de estos ecosistemas tal como determina (GAD ILAPO, 2019, pág. 36) en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. El uso de suelo representado como zonas del cultivo en los años de estudio presentó un aumento significativo del 56 % con una extensión de 4012,41 hectáreas y una tasa anual de cambio de 4,6 ha/año que concuerda con un estudio realizado por (Pichizaca, 2021, pág. 50) donde menciona que los cultivos representan el 69 % siendo esta la cobertura de mayor porcentaje en el 2020. Este alto porcentaje probablemente se deben a diversos factores como por ejemplo la Ley de Reforma Agraria implementada en 1973 que fue más radical que la de 1964, esencialmente requería la explotación eficaz de más del 80 % del previo para no ser sujeto a expropiación (Jordán, 2003, pág.190). Desde el estado proyectos que intervinieron en la ampliación de las zonas agrícolas y forestales, dando impulso a proyectos de plantación forestal y créditos agrícolas (MAG, 2020, págs. 1-2).

De manera que, los cambios presentados en el año 2001 al 2021 de la presente investigación indican que en la zona de páramo hubo un descenso en la cobertura, pasando del 42 % al 40 % lo cual representa 255,88 hectáreas del área total, mientras que en la zona de plantaciones se produjo un aumento del 1% al 3% que representa 275, 88 hectáreas, lo cual coincide con investigación de (Robalino, 2021, pág. 34) donde alude que el 4,45% correspondiente a plantaciones forestales. Es decir, la introducción de especies forestales exóticas, como las plantaciones con fines comerciales, así mismo la ampliación de las zonas de pastoreo destinadas a la ganadería han disminuido la flora natural de estos ecosistemas como indica (GAD CHIMBORAZO, 2020, pág. 40) en su estudio realizado a nivel provincial.

Todos estos acontecimientos pueden deberse a múltiples factores socioeconómicos, dado que los habitantes no tienen otras fuentes de ingresos y esto los impulsa a ampliar los cambios de uso de suelo para obtener mayor rentabilidad económica y mejorar sus condiciones de vida, sin considerar los efectos a largo plazo que se generan en el ecosistema altoandino. A esto se suma la deficiente planificación y asesoría por parte de las autoridades y personal técnico en relación con el uso sustentable de estos frágiles ecosistemas andinos.

Por otra parte, el estudio de la composición florística determinó que las familias con mayor número de especies son Asteraceae y Poaceae, siendo las más diversas en nuestra área de estudio. La familia Poaceae posee un alto porcentaje del 54,16 %, la especie *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud presenta un índice de valor de importancia de 36,36 %; (Caranqui, et al., 20015, pág. 3) en su estudio menciona que *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud, es la especie que más sobresale y la cobertura supera el 50 %, lo que concuerda con esta investigación. Se afirma que la mayoría de los páramos corresponden a la formación vegetal de páramo herbáceo o pajonal, ya que, en casi todas las parcelas, la especie *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud, perteneciente a la familia Poaceae es la dominante.

Conforme a los datos recolectados en el campo, se realizaron cálculos de valores relativos de densidad, frecuencia relativa e índice de valor de importancia (IVI). Estos resultados son consistentes con lo señalado por (Izco, et al., 2007, pág. 242), quienes determinaron que, en los páramos de pajonal meridionales de Ecuador, la familia Poaceae es la más diversa en cuanto a géneros, seguida por grupos de familias como, Rosaceae, Caprifoliaceae, Asteraceae y Ericaceae, las cuales también sobresalen en otras zonas que comprenden los páramos.

De acuerdo con (Beltrán, et al., 2009, pág. 17), nuestro estudio concuerda en cuanto a la cobertura, dado que en la zona del Carihuayrazo estudiada dentro del rango altitudinal entre 3.200 y 4.200 msnm, y que en nuestra investigación corresponde a la altitud de 3.800 a 4200 msnm, el valor más representativo a la cobertura corresponde a *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud, la cual forma parte de la formación vegetal del páramo herbáceo.

En este rango altitudinal, la mayor frecuencia relativa la presentó *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb con un 16,33 %, lo cual concuerda con la investigación realizada por (Pujos, 2013, pág. 33), donde la mayor frecuencia en este rango la presentó *Geranium reptans* con un 33,33%, seguida de *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb con un 25%. Esto significa que los valores de frecuencia relativa obtenidos en nuestro estudio se encuentran dentro de los rangos reportados anteriormente por Pujos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionó información valiosa que permitieron identificar los cambios de uso y cobertura de suelo entre los años 2001 y 2021 donde revelaron un aumento significativo de la frontera agrícola, esto debido a los cultivos (Cu) que han incrementado considerablemente de 2658,1 ha a 6670,51 ha con una TAC de 4,6 ha/año. Por el contrario, la zona de pastizales (Ps) disminuyó de 416,12 ha a 137,41 ha con un TAC de -17,06 ha/año. Así mismo el páramo (Pa) redujo considerablemente de 5042,38 ha a 4786,5 con un TAC de -0,25 ha/año resultando en una pérdida de vegetación herbácea de -255,88. A esto se suma la categoría de plantaciones (Pl) incrementaron de 68,78 ha a 343,96 ha con una TAC DE 8,04 ha/año. Con base a lo antes detallado, se acepta la hipótesis alternativa planteada, el cual menciona que los cambios del uso del suelo alteran la diversidad florística en el ecosistema herbazal del páramo del Igualata.

El páramo del Igualata alberga una amplia variedad de flora distribuida entre los 3800 a 4200 msnm. Se identificaron 18 familias botánicas, 31 especies las cuales fueron identificadas en el Herbario de la ESPOCH, así mismo se colectó dos musgos y un líquen de familia, orden y especie no identificada. Las especies más representativas fue *Calamagrostis intermedia* y *Lachemilia orbiculata*, pertenecientes a la familia Poaceae y Rosaceae respectivamente, siendo las especies que representan mayor valor de dominancia relativa (DR%), frecuencia relativa (FR%) e índice de valor de importancia (IVI). Le siguen *Hypericum* sp familia Hypericaceae, *Valeriana microphylla* familia Caprifoliaceae, *Geranium laxicaule* familia Geraniaceae y *Disterigma empetrifolium* que pertenece a la familia Ericaceae con altos porcentajes. En cuanto a la índice diversidad beta, el índice de Simpson en la parroquia Ilapo tuvo una diversidad media (0,74), en cambio, la parroquia Santa Fe de Galán presentó una diversidad alta (0,79) al igual que la parroquia San Isidro de Patulú con una diversidad alta (0,77). En el área muestreada se constató que es un ecosistema con mayor cobertura de herbazales y menor de arbustales. Actualmente no existe estudios relacionados con la composición florística del páramo de Igualata, por lo cual se considera que estos datos pueden contribuir a la actualización del PDOT a distintos niveles de organizaciones en cuanto a la toma de decisiones. Por lo cual también se ha considerado la participación de expertos que determinen las presiones que prevalecen o afectan al ecosistema y

medidas que sigan contribuyendo a la conservación de las especies propias del ecosistema herbazal del páramo.

La propuesta de conservación planteada para el ecosistema páramo se establece bajo los criterios de expertos de acuerdo con la metodología Delphi, lo que permitió un acercamiento con la población local para proponer medidas de concientización y uso adecuado del suelo para la conservación de la integridad del ecosistema páramo. El plan consta de objetivos, actividades y estrategias dirigidas a la conservación del páramo.

5.2. Recomendaciones

Dada la presencia frecuente de nubosidad en la zona de estudio, se recomienda procesar imágenes satelitales correspondientes a períodos en los que el porcentaje de nubes no supere el 20%.

Se recomienda la actualización periódica de los datos y oportuno monitoreo de la composición florística que proporcionan información valiosa sobre el estado de cobertura vegetal de los ecosistemas para la toma de decisiones.

Difundir la información obtenida en este estudio a las comunidades e instituciones pertinentes, con el propósito de dar a conocer la situación actual del ecosistema herbazal del páramo del Igualata. Se considera que, de este modo, se podría lograr una mayor participación de los diferentes actores en los procesos de conservación de este importante ecosistema.

Se sugiere que se realicen talleres continuos o periódicos con la participación de actores locales que generen herramientas para la toma adecuada de decisiones sobre las posibles nuevas presiones que afecten a la integridad del ecosistema páramo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUIRRE, Zhofre.** GUIA DE METODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD. [En línea] 2013, pág. 29. [Citado el: 10 de 11 de 2023.] <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medidic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>.
2. **ALVAREZ, Pablo.** Estudio de los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en el páramos del Igualata, regionalHualcanga, cantón Quero, provincia de Tungurahua. [En línea] 17 de 07 de 2019, pág. 2. [Citado el: 31 de 10 de 2023.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/12404/1/33T0224.pdf>.
3. **ANDRADE, José.** DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA. [En línea] 27 de 07 de 2016, pág. 5. [Citado el: 18 de 11 de 2023.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/5163/1/Tesis%20Jos%C3%A9%20Andrade.pdf>.
4. **ARANGO, Mauricio et al.** Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: "Landsat - ETM+". [En línea] 01 de 06 de 2005, pág. 2616. [Citado el: 17 de 10 de 2023.] <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914238003.pdf>.
5. **ASTIGARRAGA, Eneko.** El método delphi. [En línea] 2003, pág. 4. [Citado el: 02 de 02 de 2024.] https://www.academia.edu/1778723/El_m%C3%A9todo_delphi.
6. **BARBA, Pedro et al.** Uso de microorganismos nativos como estrategia de restauración de suelos de páramo afectados por incendios. [En línea] 12 de 2022, pág. 36. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] https://www.catalisise.com/_files/ugd/780a0c_aaefa1f9205b448592e9f1fdd7f1ad06.pdf.
7. **BELTRÁN, Karla et al.** Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador. [En línea] 2009, pág. 17. [Citado el: 14 de 02 de 2024.] https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Salgado/publication/267964616_Distribucion_espacial_sistemas_ecologicos_y_caracterizacion_floristica_de_los_paramos_en_el_Ecuador/links/548867450cf2ef344790969a/Distribucion-espacial-sistemas-ecologicos-y-cara.

8. **BRAVO, Nino.** Teoría - Teledetección espacial Landsat, Sentinel-2, Aster L1T y Modis. [En línea] 2017, pág. 7. [Citado el: 13 de 10 de 2023.] https://acolita.com/wp-content/uploads/2018/01/Teledeteccion_espacial_ArcGeek.pdf.
9. **BUSTAMANTE, Macarena, ALBÁN, Montserrat & ARGUELLO, María.** 2011. Los páramos del Chimborazo. Un estudio socioambiental para la toma de decisiones. [En línea] 2011, pág. 15. [Citado el: 30 de 10 de 2023.] <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56619.pdf>.
10. **CAMACHO, Miguel.** 2013. Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. [En línea] 21 de 12 de 2013, pág. 79. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/1241/1227>.
11. **CAMACHO, Raul et al.** Cambios de cobertura y uso de suelo: estudio de caso en Progreso Hidalgo, Estado de Mexico. [En línea] 2017, pág. 40. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] <https://www.redalyc.org/pdf/617/61753521004.pdf>.
12. **CARRASCO, Miguel & PADILLA, Alex.** "Propuesta de conservación del páramo de la comunidad Pichán Central, Parroquia San Isidro, cantón Guano 20015". [En línea] 16 de 02 de 2016, pág. 1. [Citado el: 25 de 10 de 2023.] <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/4933/1/236T0196.pdf>.
13. **CARVAJAL, Andrés & PABÓN, José.** Transformación de la superficie terrestre por la actividad humana y su relación con el cambio climático. [En línea] 08 de 2016, pág. 186. [Citado el: 20 de 10 de 2023.] <https://www.scielo.br/j/sn/a/BG37bRSVCQLFZQSqZjQ7vhS/?lang=es>.
14. **CHÁVEZ, Dorys & CHIZA, Luis.** Sistema de información geográfica (SIG) aplicada al catastro de áreas atendidas por el Instituto de Autosuficiencia agrícola (TIFSRA), en la provincia de Imbabura. [En línea] 30 de 05 de 2014, pág. 6. [Citado el: 15 de 10 de 2023.] <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3446>.
15. **FAO.** 2020. El estado de los bosques en el mundo. [En línea] 2020, pág. xvii. [Citado el: 28 de 10 de 2023.] <https://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>.

16. **FERNÁNDEZ, Alex.** "Evaluación multitemporal del cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca baja del río Chambo". [En línea] 19 de 06 de 2019, pág. 24. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11161/1/236T0445.pdf>.
17. **FLORES, Andrea.** Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal e influencia del programa socio bosque, en la parroquia Nono, periodo 1990 - 2016. [En línea] 2018, pág. 10. [Citado el: 16 de 10 de 2023.] <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15890/AN%c3%81LISIS%20MULTI%20TEMPORAL%20DE%20CAMBIO%20DE%20USO%20DEL%20SUELO%20Y%20COBERTURA%20VEGETAL%20E%20INFLUENCIA%20DEL%20PROGRAMA%20S.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
18. **FOLLECO, Carla.** EL MÉTODO DELPHI, PROSPECTIVA EN CIENCIAS SOCIALES A TRAVÉS DE VARIOS CASOS PRÁCTICOS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS. [En línea] 12 de 2018, pág. 501. [Citado el: 14 de 12 de 2023.] https://tambara.org/wp-content/uploads/2019/09/1.Met_Delphi_folleco_FINAL.pdf.
19. **GAD CHIMBORAZO.** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. [En línea] 2020, pág. 40. [Citado el: 12 de 02 de 2024.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17922/1/33T00396.pdf>.
20. **GAD ILAPO.** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Ilapo. [En línea] 12 de 2019, pág. 36. [Citado el: 11 de 02 de 2014.] <https://www.gadp-ilapo.gob.ec/index.php/gad-parroquial/plan-de-desarrollo/984-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2019-2023/file>.
21. **GONZALES, Gilmer.** Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de la cobertura boscosa en la provincia de Manu, 2000 - 2016. [En línea] 2018, pág. 23. [Citado el: 17 de 10 de 2023.] <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/2277/GONZALES%20ALARCÓN%20GILMER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
22. **GRANIZO, Tarsicio et al.** Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. [En línea] 2006, págs. 55-67. [Citado el: 02 de 02 de 2024.] https://www.conservationgateway.org/documents/manual_pca_spanish_1.pdf.

23. **GUTIÉRREZ, Edgar.** INVENTARIO FORESTAL EN EL BOSQUE DE VEGETACIÓN PROTECTORA “CORDILLERA DE LOS LLANGANATES” PERTENECIENTE A LOS CANTONES PATATE Y PILLARO. [En línea] 29 de 05 de 2019, pág. 15. [Citado el: 17 de 11 de 2023.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/12412/1/33T0232.pdf>.
24. **HARO, Francisco.** Determinación de carbono orgánico en la biomasa y suelo del páramo de la comunidad Pichán Central - San Isidro. [En línea] 12 de 2012, pág. 41. [Citado el: 14 de 02 de 2024.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2495/1/236T0076.pdf>.
25. **HOFSTEDDE, Robert , SEGARRA , Pool & MENA, Patricio.** Los Páramos del Mundo. [En línea] 2003, pág. 150. [Citado el: 25 de 02 de 12.] <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56486.pdf>.
26. **HOFSTEDDE, Robert et al.** Los Páramos Andinos. ¿Qué sabemos? [En línea] 2014, pág. 36. [Citado el: 11 de 02 de 2024.] <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-025.pdf>.
27. **IZCO, Jesús et al.** Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. [En línea] 12 de 2007, pág. 242. [Citado el: 13 de 02 de 2024.] <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v14n2/a10v14n02.pdf>.
28. **JORDÁN, Fausto.** Reforma agraria en el Ecuador. [En línea] 2003, pág.190. [Citado el: 05 de 03 de 2024.] <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/cides-umsa/20120904031218/13reforma.pdf>.
29. **LANDERO, Adriana et al.** Sistemas de Información Geográfica. [En línea] 10 de 12 de 2012. [Citado el: 15 de 10 de 2023.] <https://tecamb-sig.blogspot.com/2012/12/primer-unidad.html>.
30. **LEIVA, Enmanuel de Jesus.** E. *Efecto de las obras de cosecha de agua en la riqueza, diversidad y abundancia de aves en ecosistemas antropizados.* [En línea] 28 de 02 de 2022, pág. 23. [Citado el: 10 de 11 de 2023.] <https://core.ac.uk/download/pdf/533910128.pdf>.
31. **LEÓN, Helen.** Inventario florístico del sector de Buga Bajo del bosque de paquiestancia Cayambe - Ecuador. [En línea] 13 de 02 de 2010, pág. 19. [Citado el: 05 de 11 de 2023.] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6810/1/UPS-YT00051.pdf>.

32. **LOZADA, Ericson.** Componentes de un SIG. [En línea] 04 de 10 de 2017, pág. 5. [Citado el: 14 de 02 de 2024.] <https://geopaisa.wordpress.com/2017/10/04/componentes-de-un-sig/>.
33. **LUDEÑA, Hernán & VALAREZO, Francisco.** Aplicación SIG (Sistema de Información Geográfico) para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del río Zamora (Hoya de Loja). [En línea] 2008, pág. 20. [Citado el: 14 de 10 de 2023.] <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14529>.
34. **MAG.** MAG impulsa plantaciones forestales comerciales para evitar la deforestación. [En línea] 12 de 08 de 2020, págs. 1-2. [Citado el: 03 de 03 de 2024.] <https://www.agricultura.gob.ec/mag-impulsa-plantaciones-forestales-comerciales-para-evitar-la-deforestacion/>.
35. **MAS, Jean & FLAMENCO, Alejandro.** Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de Mexico. [En línea] 18 de 01 de 2011, pág. 1. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/NS_5_1_Mas-Flamenco.pdf.
36. **MEDINA, Klever.** Análisis multitemporal de la cobertura boscosa empleando imágenes satelitales en la parroquia La Paz, Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe, en el periodo 2015-2020. [En línea] 2021, pág. 21. [Citado el: 12 de 01 de 2024.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/17922/1/33T00396.pdf>.
37. **MENA, Patricio.** Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador. [En línea] 09 de 2006, pág. 24. [Citado el: 26 de 10 de 2023.] <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49243.pdf>.
38. **MONTERROSO, Mario.** Guía practica: Clasificacion de imágenes satelitales. [En línea] 16 de 03 de 2013, pág. 1. [Citado el: 17 de 10 de 2023.] <https://arcgeek.com/descargas/ClasImMF.pdf>.
39. **ÑIQUE, Manuel.** BIODIVERSIDAD: Clasificación y Cuantificación. [En línea] 01 de 2010, pág. 4. [Citado el: 16 de 11 de 2023.] https://www.researchgate.net/publication/298950055_BIODIVERSIDAD_Clasificacion_y_Cuantificacion.

40. **OLAYA, Victor.** Sistemas de Información Geográfica. [En línea] 16 de 10 de 2014, pág. 15. [Citado el: 16 de 10 de 2023.] <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25452>.
41. **PAULA, Pamela, ZAMBRANO, Luis & PAULA, Paulina. 2018.** Análisis Multitemporal de los cambios de la vegetación, en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo como consecuencia del cambio climático. [En línea] 15 de 06 de 2018, pág. 126. [Citado el: 24 de 10 de 2013.] <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00125.pdf>.
42. **PAULI, Harald et al.** MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA. [En línea] 06 de 20015. [Citado el: 13 de 12 de 2023.] https://www.gloria.ac.at/downloads/Manual_5thEd_ESP_baja.pdf.
43. **PDOT ILAPO.** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Ilapo. [En línea] 2019, pág. 46. [Citado el: 24 de 04 de 2024.] <https://gadp-ilapo.gob.ec/index.php/gad-parroquial/plan-de-desarrollo/984-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2019-2023/file>.
44. **PEÑA, Juan.** Sistema de Información Geográfica Aplicados a la Gestión de Territorio. [En línea] 2006, pág. 3. [Citado el: 14 de 10 de 2023.] <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BFDuDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Si+stema+de+Informaci%C3%B3n+Geogr%C3%A1fica+Aplicados+a+la+Gesti%C3%B3n+de+Territorio&ots=fGG6MLgud&sig=8a07cXwQACXD935V9j3fdXC1SWU#v=onepage&q&f=false>.
45. **PÉREZ, Carlos & MUÑOZ, Carlos.** Teledetección: Nociones y Aplicaciones. [En línea] 07 de 2006, pág. 1. [Citado el: 13 de 10 de 2023.] <https://mundocartogeo.files.wordpress.com/2015/03/teledeteccion-nocionesaplicaciones-2006publico.pdf>.
46. **PICHIZACA, Jose.** Análisis multitemporal del cambio de cobertura y uso del suelo en el área de estudio localizada en la microcuenca del Río Capulí, provincia del Cañar. [En línea] 26 de 10 de 2021, pág. 50. [Citado el: 12 de 02 de 2024.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15927/1/33T00308.pdf>.

47. **PINEDA , Noel et al.** Análisis de los factores inductores de los cambio ocurridos en la superficie forestal del estado de Mexico en el periodo 1993 - 2000. [En línea] 05 de 2011, p. 10. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] <https://www.bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1342/1265>.
48. **PINOS, Nancy.** Prospectiva del uso del suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial. Caso cantón Cuenca. [En línea] 11 de 11 de 2015, pág. 8. [Citado el: 21 de 10 de 2023.] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23092>.
49. **PUENTE, Wilson.** Técnicas de investigación. Técnica de observación directa. [En línea] 2000, pág. 4. [Citado el: 02 de 02 de 2024.] <https://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>.
50. **PUJOS, Lucía.** Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del pueblo Chibuleo. [En línea] 07 de 2013, pág. 33. [Citado el: 14 de 02 de 2024.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2792/1/33T0114%20.pdf>.
51. **PUYRAVAUD, Jean-Philippe.** Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. [En línea] 10 de 05 de 2002, pág. 594. [Citado el: 02 de 02 de 2024.] <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/2160/Puyravaud2.pdf?sequence=1>.
52. **REGUANT, Mercedes & TORRADO, Mercedes.** El método Delphi. [En línea] 01 de 2016, pág. 87. [Citado el: 14 de 12 de 2023.] https://www.researchgate.net/publication/304674496_El_metodo_Delphi-.
53. **ROBALINO, Ofre.** Análisis multitemporal de la evolución de las plantaciones de pino establecidas en la parroquia Palmira, cantón Guamote, mediante la aplicación de tecnologías geoespaciales . [En línea] 2021, pág. 34. [Citado el: 13 de 02 de 2024.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/15878/1/33T00286.pdf>.
54. **ROSERO, Manuel.** “Análisis Multitemporal del Uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Tahuando y Proyección de Cambios al Año 2031, en el Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura”. [En línea] 02 de 10 de 2017, pág. 13. [Citado el: 19 de 10 de 2023.] <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7745/1/PG%20592%20TESIS.pdf>.

55. **RUIZ, V, SAVÉ, R & HERRERA, A.** Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011. [En línea] 05 de 11 de 2013, pág. 117. [Citado el: 24 de 10 de 2023.] <https://www.redalyc.org/pdf/540/54029508016.pdf>.
56. **SHUCAD, Josselyn.** Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo del área protegida Ichubamba Yasepan cantón Guamote, provincia de Chimborazo. [En línea] 02 de 12 de 2022, pág. 17. [Citado el: 18 de 02 de 2024.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18405/1/33T00430.pdf>.
57. **SORIA, María & MATAR DE SAQUIS, María.** Nociones sobre teledetección. [En línea] 2016, pág. 4. [Citado el: 13 de 10 de 2023.] <http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/cartografiaaplicadaminas/wp-content/uploads/2016/10/Apuntes-de-c%C3%A1tedra-para-Cartograf%C3%ADa-Aplicada.pdf>.
58. **SOSA, Jorge & MARTÍNEZ, Fabiola.** Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. [En línea] 03 de 10 de 2008, pág. 3. [Citado el: 14 de 10 de 2023.] <https://www.redalyc.org/pdf/614/61412184005.pdf>.
59. **VALDEZ, Carlos et al.** Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. [En línea] 12 de 11 de 2018, pág. 1677. [Citado el: 13 de 12 de 2023.] <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n4/0034-7744-rbt-66-04-1674.pdf>.
60. **VILLALTA, Darwin & PACHACUTIK, Yumbay.** 2020. "Determinación de la influencia de cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de las zonas alta, media y baja de las microcuencas de los ríos Guallicanga y San Antonio del cantón Cañar y el Tambo, 1990 - 2018". [En línea] 03 de 2020, pág. 29. [Citado el: 18 de 10 de 2013.] <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18656>.
61. **ZAMBRANO, Edinson.** Análisis espacio temporal de la cobertura vegetal y uso del suelo, y su fragmentación del paisaje en el cantón Piñas, provincia de El Oro. [En línea] 21 de 03 de 2021, pág. 7. [Citado el: 18 de 10 de 2023.] https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24279/1/EdinsonGabrie_%20ZambranoFeijoo.pdf.

62. **ZURITA, Susana, VELASCO, Marco & GUZMÁN, Katherin.** Análisis diversidad florística del ecosistema herbazal inundable del páramo comunidad río colorado alto, Pilahuin – Tungurahua. [En línea] 05 de 11 de 2020, pág. 91. [Citado el: 29 de 11 de 2023.] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016990>.



ANEXOS

ANEXO B: REGISTRO DE PRESIONES Y FUENTES DE PRESIÓN.

Presiones			
Presión	Severidad	Alcance	valor global
Reducción de la cobertura vegetal y fragmentación de hábitat			
Alteración a la estructura del ecosistema			
Contaminación			
TOTAL			
Fuentes de presión			
Apertura de vías			
Actividades agrícolas			
Urbanización			
Ganadería			
Falta de conciencia ambiental			
Incendios descontrolados			
Reducción en el flujo de agua			
Presencia de desechos inorgánicos			
Uso de pesticidas para la agricultura			
Presencia de desechos orgánicos			
TOTAL			

ANEXO C: ESCALA DE PRESIONES Y FUENTES DE PRESIÓN

PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS	1. PRESIONES	2. FUENTES DE PRESIÓN
		1.1. Severidad La severidad es calificada de acuerdo al nivel de daño que está produciendo actualmente al páramo. La calificación se determina según los siguientes criterios. 3, 1-4: es posible que la presión ejercida por la amenaza elimine una parte del objeto de conservación. "Muy Alto" 2, 1-3: es posible que la presión ejercida por la amenaza deteriore una parte del objeto de conservación. "Alto" 1, 1-2: es posible que la presión ejercida por la amenaza deteriore de forma moderada parte del objeto de conservación. 0, 1-1: es posible que la presión ejercida por la amenaza deteriore levemente una parte del objeto de conservación. "Medio"
	1.2 Alcance El alcance es calificado utilizando como parámetro la extensión geográfica de la presión sobre el páramo, en el presente o en plazo futuro fijado durante nuestro ejercicio de planificación. La calificación para el alcance son las siguientes: 3, 1-4: es probable que la presión esté ampliamente distribuida y afecte a todas las localizaciones (u ocurrencias) del objeto de conservación (más del 75%) "Muy Alto" 2, 1-3: es probable que la presión tenga amplio alcance y afecte muchas localizaciones (50-75%) "Alto" 1, 1-2: es probable que la presión tenga un alcance local y afecte algunas localizaciones (25-50%) "Medio" 0, 1-1: es probable que la presión tenga un alcance limitado y afecte pocas localizaciones (menos de 25%) "Bajo"	2.2. Irreversibilidad La irreversibilidad pretende responder a la siguiente pregunta: ¿Cuán irreversible es el impacto de la presión que causa nuestra fuente? 3, 1-4: cuando los impactos son permanentes, o cuando las dificultades (tiempo, logística, capacidades técnicas, etc) o los costos para revertirlos son demasiados altos. "Muy Alto" 2, 1-3: cuando la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una inversión de tiempo. "Alto" 1, 1-2: cuando las dificultades, costos y tiempo para revertir los impactos son moderadas "Medio" 0, 1-1: cuando las dificultades, costos y tiempo permiten una fácil reversión de los impactos de la presión. "Bajo"

ANEXO D: ENCUETA REALIZADO A LOS EXPERTOS

Anexo C: Ficha de campo para registro de criterios a evaluarse			
CUESTIONARIO PARA PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN PARA EL PÁRAMO DEL IGUALATA			
Datos generales			
Nombre del experto:			
Ocupación:			
Estudios profesionales:		Años de experiencia:	
Institución:		Fecha:	
Ficha de campo			
El presente taller tiene como finalidad recopilar información sobre las posibles actividades o fenómenos que instituyan una amenaza actual o potencial para la conservación del ecosistema herbazal el páramo.			
1. ¿Cuáles son las principales amenazas que afectan la integridad del ecosistema páramo del Igualata en la actualidad?			
1. Apertura de Vías		5. Ganadería	
2. Actividades agrícolas		6. Incendios descontrolados	
3. Urbanización (presencia de construcciones)		7. Falta de conciencia ambiental	
4. Contaminación ambiental (recurso suelo, agua y aire)			
Otros:			
2. ¿Qué medidas podemos tomar para mitigar estas amenazas?			
1. Políticas de conservación		5. Control y prevención de incendios	
2. Participación comunitaria		6. Restauración de ecosistemas	
3. Educación ambiental		7. Prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles	
4. Monitoreo e investigaciones			
Otros:			
3. ¿Cuál es la importancia de los páramos n términos de suministros de agua?			
1. Calidad de agua para consumo			
2. Flujo de agua			
3. Abastecimiento de las cuencas hidrográficas			
Otros:			
4. ¿Cómo podemos garantizar su sostenibilidad?			

5. ¿Cuáles son las prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que podríamos promover para conservar los páramos?	
Prácticas agrícolas sostenibles	Prácticas ganaderas sostenibles
1. Rotación de cultivos	1. Cercas
2. Turismo comunitario/agroturismo	2. Pastoreo controlado
3. Uso eficiente de insumos para la producción agrícola	3. Delimitación de áreas exclusivas para la ganadería y zonas de cultivos
Otros:	
6. ¿Existen políticas gubernamentales actuales que respalden la conservación de los páramos, y qué cambios podrían implementarse para fortalecer estas medidas?	
Si	No
¿Cuáles son las medidas que se podrían implementarse?	
7. ¿Cómo podemos promover la educación ambiental para sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de la conservación de los páramos?	
1. Campañas de concientización	
2. Talleres y eventos comunitarios	
3. Programas educativos en escuelas	
4. Material didáctico-educativo	
5. Catálogos físicos y digitales para la conservación	
Otros:	

ANEXO E: REGISTRO DE LOS EXPERTOS SELECCIONADOS

Registro de expertos seleccionados

#	Nombres y Apellidos	Fecha	Firma	No de teléfono
1	Catherine Gabriela Frey E.	23/02/2024		0962256262
2	VICTOR ESPINOZA	23/02/2024		0994208169
3	Jorge Carangui	23/02/2024		0973206965
4	Norma Ximena Laca	23/02/2024		0948721587
5	Mauricio Sinche Freire	23/02/2024		0979469474
6	Henry Rincón Hidalgo	23/02/2024		0988007709
7	Angel Manuel Pacalla Largo	23/02/2024		0962398101
8	Lidia Cuadros	23/02/2024		0931485363
9	Diego Coshquisullana Colchu	23/02/2024		0935036503

ANEXO F: SOCIALIZACIÓN CON LA JUNTA PARROQUIAL DE ILAPO



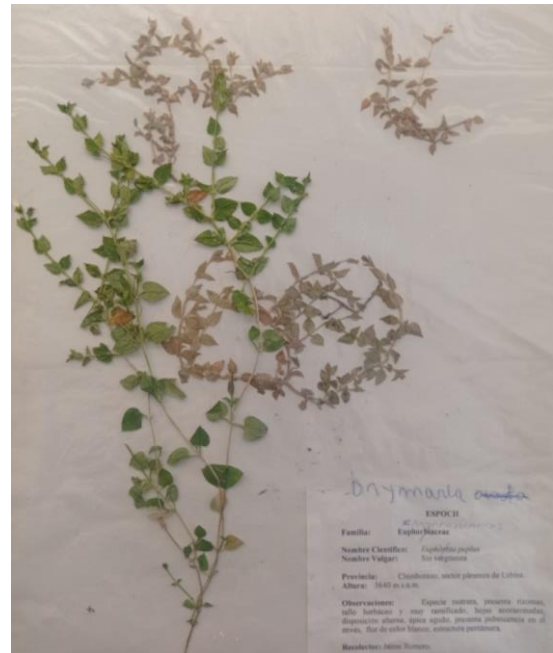
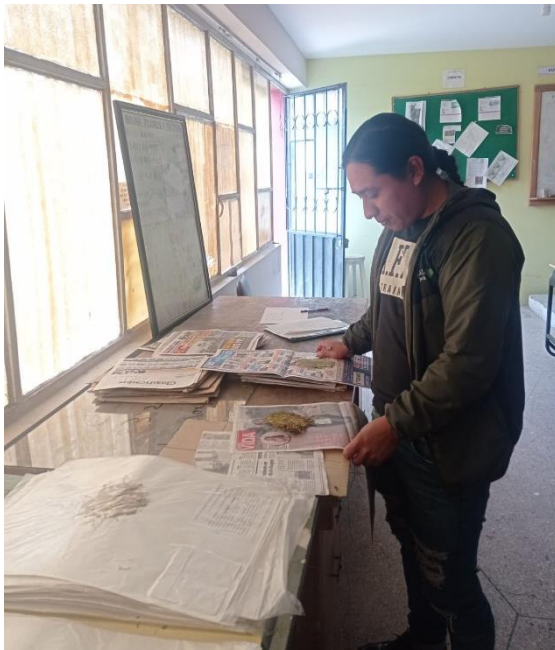
ANEXO G: INSTALACIÓN DE PARCELAS



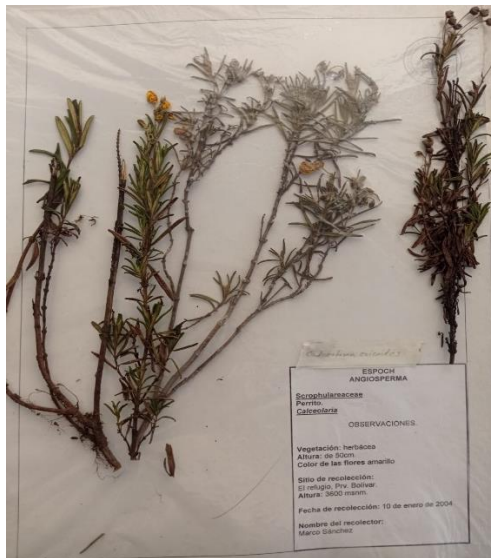
ANEXO H: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN



ANEXO I: IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES



ANEXO J: MUESTRAS FERTILES



ANEXO K: CERTIFICADO EMITIDO POR EL HERBARIO ESPOCH



Ofc.No.003.CHEP.2024

Ing. Marcelo Patricio Pino Cáceres
 Responsable de la Unidad de Bosques y Vida Silvestre
 Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Riobamba, 29 de enero del 2024

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que el señor Nixon Fernando Macas Macas con CI: 1900594845, entregó: 6 muestras fértiles ,25 muestras botánicas infértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador, según Proyecto: ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA, EN EL PÁRAMO DE IGUALATA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, autorización de Investigación N° 003-2023-RVS-FAU-OTAM-MAATE. Las muestras infértiles se archivarán por el lapso de un año, para los fines correspondientes.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTADO
Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance	Infertil
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Infertil
Asteraceae	<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	Infertil
Asteraceae	<i>Lasiocephalus patens</i> (Kunth) Cuatrec.	Infertil
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass	Infertil
Asteraceae	<i>Diplostephium glandulosum</i> Hieron.	Fertil
Liquen		Infertil
Calceolariaceae	<i>Calceolaria ericoides</i> Juss. ex Vahl	Fertil
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	Infertil
Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida</i> Ruiz & Pav.	Infertil
Caprifoliaceae	<i>Valeriana plantaginea</i> Humboldt, Bonpland & Knuth	Fertil
Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Infertil
Pteridophyta		Infertil
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	Infertil
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Fertil
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	Fertil
Ericaceae	<i>Distarigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	Infertil
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i> R. Knuth	Infertil
Grossulariaceae	<i>Ribes ecuadorensis</i> Jancz.	Infertil
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	Fertil
Lycopodiaceae	<i>Hyperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Rothm.	Infertil
Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	Infertil
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiav.	Infertil
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	Infertil
Poaceae	<i>Cortadeira jubata</i> (Lemoine) Stapf	Infertil



HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO
Panamericana sur Km 1, fono: (03) 2 998-200 ext. 700123, jcaranqui@yahoo.com
Riobamba Ecuador

Poaceae	<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth) Pilg.	Infertil
Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i> sp.	Infertil
Prionodontaceae	<i>Prionodon</i> sp.	Infertil
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	Infertil
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.	Infertil
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	Infertil

Me despido, atentamente



Facultad de Recursos Naturales
Jorge Marcelo
Caranqui Aldaz

Ing. Jorge Caranqui A.
RESPONSABLE HERBARIO



ANEXO L: PUNTOS DE MUESTREO

Código de parcelas	COORDENADAS UTM		Código de parcelas	COORDENADAS UTM	
	X	Y		X	Y
Parcela 1	765777	9832311	Parcela 33	765821	9832750
Parcela 2	765698	9832155	Parcela 34	765559	9832511
Parcela 3	765595	9832069	Parcela 35	765361	9832561
Parcela 4	765417	9831964	Parcela 36	765241	9832363
Parcela 5	765224	9832032	Parcela 37	765046	9832431
Parcela 6	765115	9831902	Parcela 38	764803	9832415
Parcela 7	765007	9831747	Parcela 39	764131	9832113
Parcela 8	764879	9831558	Parcela 40	764595	9832406
Parcela 9	765044	9831373	Parcela 41	764368	9832406
Parcela 10	765224	9831470	Parcela 42	764256	9832272
Parcela 11	765334	9831601	Parcela 43	764908	9832193
Parcela 12	765290	9831799	Parcela 44	764611	9832149
Parcela 13	765516	9831757	Parcela 45	763167	9834335
Parcela 14	765646	9831939	Parcela 46	762751	9834300
Parcela 15	765789	9831923	Parcela 47	763017	9834394
Parcela 16	765838	9832043	Parcela 48	762916	9834288
Parcela 17	765919	9832152	Parcela 49	762739	9834160
Parcela 18	766040	9832282	Parcela 50	762570	9834038
Parcela 19	765572	9831526	Parcela 51	762457	9833950
Parcela 20	765745	9831669	Parcela 52	762300	9833983
Parcela 21	765977	9831988	Parcela 53	762147	9833887
Parcela 22	765918	9831779	Parcela 54	762080	9833749
Parcela 23	763944	9832330	Parcela 55	762210	9833626
Parcela 24	764088	9832458	Parcela 56	762311	9833726
Parcela 25	764256	9832625	Parcela 57	762488	9833691
Parcela 26	764543	9832611	Parcela 58	762589	9833797
Parcela 27	764756	9832708	Parcela 59	762770	9833778
Parcela 28	764939	9832576	Parcela 60	762787	9833901
Parcela 29	765172	9832679	Parcela 61	762929	9833983
Parcela 30	765389	9832803	Parcela 62	763022	9834107
Parcela 31	765624	9832886	Parcela 63	763106	9834200
Parcela 32	765857	9832975	Parcela 64	763241	9834195



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 11 / 06 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR

Nombres – Apellidos: Nixon Fernando Macas Macas

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Recursos Naturales

Carrera: Ingeniería Forestal

Título a optar: Ingeniero Forestal

Ing. Catherine Gabriela Frey Erazo
Directora del Trabajo de Titulación

Ing. José Fernando Esparza Parra
Asesor del Trabajo de Titulación

