

## Diagnóstico de la Salud del Ecosistema Páramo en el GAD de San Fernando, Ecuador: Implicaciones para su Conservación.

## Diagnosis of the Health of the Páramo Ecosystem in the GAD of San Fernando, Ecuador: Implications for Conservation.

## Diagnóstico da Saúde do Ecosystema Páramo no GAD de San Fernando, Equador: Implicações para a Conservação

Núñez-Castro, Marlon Oswaldo  
Universidad Estatal Amazónica

[mnunez@uea.edu.ec](mailto:mnunez@uea.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0007-0081-8944>



Tituaña-Ushiña, Erika Jhomara  
Universidad Estatal Amazónica

[erikatituaa@gmail.com](mailto:erikatituaa@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0001-5655-6521>



Landa-Suque, Mario Israel  
Universidad Estatal Amazónica

[israel.18.landa@gmail.com](mailto:israel.18.landa@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0001-1083-547X>



Herrera-Feijoo, Robinson J.  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

[rherreraf2@uteq.edu.ec](mailto:rherreraf2@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3205-2350>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/300>

### Como citar:

Núñez Castro, M. O., Tituaña Ushiña, E. J., Landa Suque, M. I., & Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Diagnóstico de la Salud del Ecosistema Páramo en el GAD de San Fernando, Ecuador: Implicaciones para su Conservación. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E3), 81–96.

**Recibido:** 04/02/2024

**Aceptado:** 15/03/2024

**Publicado:** 30/04/2024

### Resumen

Los Páramos de la parroquia San Fernando en la Provincia de Tungurahua, cuentan con planes de manejo cuyo cumplimiento está en proceso de evaluación, mediante diagnósticos de su estado de salud. El objetivo de esta investigación es aportar con el diagnóstico del páramo de la microcuenca alta del río Ambato y el embalse Chiquihurco, de tal parroquia; ubicado entre 3700 a 4150 msnm, cuyo ecosistema es Herbazal de páramo. La metodología utilizada, consistió en la aplicación de transectos y cuadrantes, en los que en base de supuestos lógicos se generan datos numéricos de fauna nativa (FN), materia orgánica (MO), actividad biológica del suelo (ABS), presencia de pastoreo (PA), degradación (De) y quemas (Qu). Datos que permiten aplicar la ecuación: Estado de Salud (ES)=  $(FN + MO + ABS - Pa - De - Qu - DH) / 2$ , cuyo resultado se coteja en la escala de 0 a 5, siendo: 0 = muy bajo; 1 = bajo; 2 = moderado; 3 = bueno; 4 = muy bueno y 5 = excelente. Se aplicaron 13 transectos lineales de 500 m de longitud y 65 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>. El resultado de la ecuación arrojó un valor de 3,8 que ubica a este páramo en el estado de "muy bueno", pudiendo afirmar que su plan de manejo se está cumpliendo, aunque puede mejorar si se aplican correctivos a las actividades de pastoreo y quemas

**Palabras clave:** Microcuenca, Ecosistema, Pajonal, Quema, Pastoreo

### Abstract

The parish of San Fernando in the Province of Tungurahua, has management plans whose compliance is in the process of evaluation, through diagnoses of their state of health. The objective of this research is to contribute with the diagnosis of the páramo of the upper micro-basin of the Ambato River and the Chiquihurco reservoir, located between 3700 and 4150 meters above sea level, whose ecosystem is páramo grassland. The methodology used consisted of the application of transects and quadrants, in which, based on logical assumptions, numerical data were generated on native fauna (FN), organic matter (MO), soil biological activity (ABS), presence of grazing (PA), degradation (De) and burning (Qu). Data that allow the application of the equation: State of Health (ES)=  $(FN + MO + ABS - Pa - De - Qu - DH) / 2$ , whose result is collated on a scale of 0 to 5, being: 0 = very low; 1 = low; 2 = moderate; 3 = good; 4 = very good and 5 = excellent. Thirteen line transects of 500 m in length and 65 quadrats of 1 m<sup>2</sup> were applied. The result of the equation yielded a value of 3.8, which places this páramo in the "very good" status, and it can be affirmed that its management plan is being complied with, although it could improve if corrective measures are applied to grazing and burning activities.

**Keywords:** Microbasin, Ecosystem, Pajonal, Burn, Pastureland, Grazing

### Resumo

A freguesia de San Fernando, na província de Tungurahua, tem planos de gestão que estão a ser avaliados através de diagnósticos do seu estado de saúde. O objetivo desta investigação é contribuir para o diagnóstico do páramo da microbacia superior do rio Ambato e da barragem de Chiquihurco nesta freguesia, localizada entre 3700 e 4150 metros acima do nível do mar, cujo ecossistema é o pasto de páramo. A metodologia utilizada consistiu na aplicação de transectos e quadrantes, nos quais, com base em pressupostos lógicos, são gerados dados numéricos sobre a fauna autóctone (FN), matéria orgânica (MO), atividade biológica do solo (ABS), presença de pastoreio (PA), degradação (De) e queimadas (Qu). Dados que permitem a aplicação da equação: Estado de Saúde (SS)=  $(FN + MO + ABS - Pa - De - Qu - DH) / 2$ , cujo resultado é cotejado numa escala de 0 a 5, sendo 0 = muito baixo; 1 = baixo; 2 = moderado; 3 = bom; 4 = muito bom e 5 = excelente. Foram aplicados 13 transectos lineares

de 500 m de comprimento e 65 quadrículas de 1 m<sup>2</sup>. O resultado da equação produziu um valor de 3,8, o que coloca esta charneca no estado "muito bom", podendo afirmar-se que o seu plano de gestão está a ser cumprido, embora possa ser melhorado se forem aplicadas medidas correctivas às actividades de pastoreio e queimadas.

**Palavras-chave:** Microbacia, Ecosistema, Matagal, Queimada, Pastoreio.

## Introducción

Ecuador destaca a nivel global por su excepcional biodiversidad, no solo en términos de la densidad de especies por unidad de área, sino también por la riqueza y variedad de sus ecosistemas (Sarango-Cobos et al., 2019). Entre estos, el ecosistema páramo resalta por su notable diversidad biológica y por proporcionar una amplia gama de servicios ecosistémicos (Ayala et al., 2014). Este ecosistema se extiende sobre aproximadamente 1'835.834 hectáreas, lo que representa cerca del 6% del territorio nacional (Medina & Mena, 2001). Se encuentra a altitudes que varían entre los 3.200 y 4.700 metros sobre el nivel del mar y experimenta un régimen de precipitaciones anuales que oscila entre los 500 y 6.000 mm (Camacho, 2014).

La regulación hídrica constituye una de las funciones más cruciales desempeñadas por el páramo, dada la estructura abierta y porosa de sus suelos, los cuales se caracterizan por una elevada conductividad hidráulica y una notable capacidad de retención (Buytaert et al., 2006). No obstante, los ecosistemas de alta montaña en Tungurahua enfrentan una alta vulnerabilidad, marcada por factores críticos de amenaza tales como la deforestación, el incremento de la frontera agrícola, el pastoreo intensivo y las prácticas de quema (Morales-Betancourt & Estévez-Varón, 2006). A pesar de que en la provincia de Tungurahua se han implementado Planes de Manejo del Páramo con el objetivo primordial de conservar estos ecosistemas, la preservación efectiva del páramo exige aún la generación y diseminación de estrategias de manejo que integren aspectos técnicos, económicos y sociales, involucrando activamente a las comunidades locales (Camacho, 2014).

La conservación de los páramos en la parroquia San Fernando, en la provincia de Tungurahua, ha avanzado gracias a iniciativas promovidas por entidades tanto públicas como privadas. Un ejemplo destacado es el “Plan de Manejo de Páramos San Fernando”, fruto de la colaboración entre el GAD Parroquial de San Fernando y el Fondo de Páramos Tungurahua y Lucha Contra la Pobreza (FMPLPT), diseñado específicamente para proteger las fuentes hídricas de la comunidad. Este compromiso por parte del GAD Parroquial de San Fernando hacia la conservación de 8735.22 ha de páramo busca, a cambio, financiación por parte del FMPLPT para proyectos productivos que permitan preservar el ecosistema sin comprometer la economía local (FMPLPT, 2018).

El estudio aquí presentado se concibió como una etapa inicial de dicho acuerdo, abarcando el levantamiento de una línea base para evaluar el estado de salud del ecosistema páramo y recabar información esencial para la implementación del acuerdo. Este enfoque inicial es crucial para evaluar, en etapas posteriores, la efectividad de las medidas de conservación adoptadas (FMPLPT, 2018).

## Metodología

### Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el área de conservación de la parroquia San Fernando, situada a 22 kilómetros de la ciudad de Ambato, en la provincia de Tungurahua. Este territorio abarca aproximadamente 8735.22 hectáreas de páramo, situándose en las coordenadas geográficas  $X= 746488$ ,  $Y= 9871414$ . La altitud del área varía entre los 3700 y 4150 metros sobre el nivel del mar. Además, este espacio reviste una importancia hídrica significativa, ya que constituye una fuente de abastecimiento de agua esencial para las comunidades de la parroquia San Fernando (Figura 1).

Figura 1.

Área de Conservación del Cerro San Fernando



Fuente: Autores (2024)

**Metodología**

La evaluación del estado de salud del páramo se efectuó a través de la aplicación de la metodología propuesta por Coppus et al. (2001) que es usada para páramos ubicados entre los 3.600 a 4.200 msnm, en áreas dominadas por pajonal. La metodología mide variables positivas como Fauna nativa (FN), Materia orgánica (MO) y la Actividad biológica del suelo (ABS) y negativas como Quemados (Qu), Pastoreo (Pa), Degradación (De) y Disturbios Humanos (DH), que se integran mediante la aplicación de una ecuación, (Ecuación 1).

$$ES = (4 + FN + 0.333 * MO + 0.333 * ABS - 0.25 * Qu - 0.25 * Pa - 0.25 * De - 0.25 * DH) / 2 \text{ (Ec 1)}$$

Los datos de las variables positivas y negativas se obtuvieron a través de la aplicación y toma de datos de transectos lineales de 500 m, sobre los que se distribuyeron cuadrantes de 1m<sup>2</sup>, se tomaron puntos GPS para la elaboración de un mapa de transectos y cuadrantes. La medición de las variables positivas y negativas se realizó mediante un proceso individual para cada una.

**Fauna Nativa.**

Para poder realizar su determinación fue necesario efectuar una observación directa, con cualquier presencia o rastro de vida silvestre a lo largo de cuadrante y cuadrante (100 m), y registrarlo en la libreta de campo, siguiendo las especificaciones de la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Especificaciones para determinar fauna nativa.

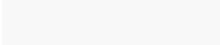
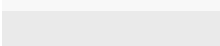
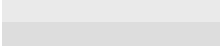

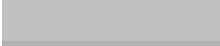


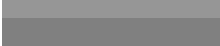



Escala	Indicador	Calificación
<b>Presencia</b>	Huellas, heces de conejo, lobo o venado, pisadas, estiércol, nidos, restos de plumaje o animales observados.	1
<b>Ausencia</b>	Sin registro	0

**Materia Orgánica.**

Se realizó un hoyo a un costado del cuadrante de aproximadamente 25 cm de profundidad y 625cm<sup>2</sup> de diámetro, en el que, en base a la tabla Munsell, se pudo determinar el contenido de materia orgánica mediante la estimación en base al color del suelo, que es debido a la mezcla de sustancias orgánicas de color oscuro y minerales de color claro (Tabla 2), los valores fueron comparados en el lugar y registrados.

**Tabla 2.**

*Especificaciones para determinar contenido de materia orgánica*

Indicador		Calificación	
Color	Valor Munsell		
	Gris claro	7	1
	Gris claro	6,5	1,5
	Gris	6	2
	Gris	5,5	2,5
	Gris	5	3
	Gris Oscuro	4,5	3,5
	Gris Oscuro	4	4
	Gris negro	3,5	4,4
	Gris negro	3	4,6
	Negro	2,5	4,8
	Negro	2	5

**Fuente:** Adaptado de Munsell (1990).

**Actividad biológica del suelo.**

Se realizó un hoyo a un costado del cuadrante de aproximadamente 25 cm de profundidad y 625 cm<sup>2</sup> de diámetro, en el que, según la (FAO, 2009), se tomó en cuenta el tamaño (diámetro) y abundancia de las raíces (mediante el uso de sorbetes calibradores), además de rasgos biológicos se clasificó la actividad biológica en el suelo muestreado (Tabla 3) y (Tabla 4), los datos encontrados fueron anotados en la libreta de campo.

**Tabla 3.**

*Especificaciones para determinar actividad biológica del suelo.*

Escala		Indicador		Calificación
Abundancia	Raíces <2 mm	Raíces >2 mm	Presencia de rasgos biológicos	
Ninguna	0	0	1 o 2	1
Muy pocas	1-20	1-2	3 o 4	2
Pocas	20-50	2-5	6 o 5	3
Común	50-200	5-20	7 o 8	4
Muchas	>200	>20	9	5

**Fuente:** Adaptado FAO, muestreo de suelos (2009).

**Tabla 4.**

*Rasgos biológicos en los suelos.*

Rasgos biológicos	Descripción
Artefactos	Presencia de restos de materia orgánica.
Madrigueras (sin especificar)	De animales desconocidos.
Madrigueras grandes abiertas	Puede ser de conejos, lechuzas, zorros o cualquier animal identificado en el páramo.
Madrigueras grandes rellenas	Madrigueras que han sido cubiertas de tierra o algún otro material.
Carbón	Manchas de color negro oscuro.
Canales de lombrices	Presencia de lombrices.
Otros insectos	Escarabajos, cien pies, alacranes entre otros.
Canales y nidos de termitas	Presencia de termitas
Hormigas	Cualquier tipo de hormigas.

**Fuente:** FAO, muestreo de suelos (2009).

**Quemas**

Fueron evaluadas en una distancia de 100 m (entre cuadrantes), de una manera visual la evidencia de cualquier tipo de quemas, en relación a la distancia (Tabla 5), se registraron cada una si se encuentran en la libreta de campo, el área con mayor quema encontrada se georreferenció, para un posterior seguimiento.

**Tabla 5.**

*Especificaciones para determinar quemas.*

Evidencia	Indicador	Área afectada %	Calificación
Cenizas recientes	Nada	0	0
Partes carbonizadas	muy poco	1-20	2
Evidencia en la estructura de la	Poco	30-50	3
vegetación	Parcialmente	50-75	4
	Totalmente	76-100	5

### Pastoreo

Se lo realizó mediante el número relativo de estiércol y pisadas, o en el caso de encontrar ganado presente también se consideró (Tabla 6), se realizó en una distancia de 100 m (entre cuadrantes), y se lo registro en la libreta de campo.

**Tabla 6.**

*Especificaciones para determinar pastoreo.*

Valoración	Calificación	Descripción
Nada	0	No se evidencia rastros de estiércol, pisadas ni ganado.
Poco	1	Presencia parcial de estiércol, pisadas y ausencia de ganado.
Moderado	3	Presencia moderada de estiércol, pisadas y ganado.
Mucho	5	Existencia de estiércol, pisadas y ganado

**Fuente:** Autores (2024)

### Degradación.

Se lo realizó en una distancia de 100 m (entre cuadrantes), mediante observación directa de erosión del suelo o destrucción de la vegetación, es decir cuántas plantas se encontraban afectadas (Tabla 7).



**Tabla 7.**

*Especificaciones para determinar degradación.*

Evidencia	Valoración	Área afectada %	Calificación
Destrucción de vegetación	Nada	0	0
	Poco	1-30	1
Cortes de paja	Moderado	30-60	3
Suelo compactado		Mucho	60-100

**Fuente:** Autores (2024)

**Disturbios humanos**

Se realizó a lo largo de cada cuadrante 100 m, en donde consideramos la presencia de suelo arado, plantas introducidas, huellas de vehículos, residuos sólidos y apertura de vías. La valoración se efectuó tomando cuenta el número de disturbios presentes (Tabla 8), y finalmente se registró toda esta información en la libreta de campo.

**Tabla 8.**

*Especificaciones para determinar los disturbios humanos.*

Disturbios	Calificación	
Suelo arado	Disturbios presentes	Valoración
Plantas introducidas	1	1
Huellas de vehículos	2	2
Presencia de motocicletas	3	3
Residuos sólidos	4	4
Aperturas de vías	> 5	5

**Fuente:** Autores (2024)

De acuerdo con la metodología anotada, las variables positivas y negativas consideran las siguientes especificaciones que se miden en la escala de 0 a 5 (Tabla 9).

**Tabla 9.**

*Especificaciones para determinar el estado de salud del ecosistema páramo.*

Parámetro	Escala	Indicador	Equivalencia
<b>FN</b>	1- 0	Presencia/ Ausencia	Positivo
<b>MO</b>	0 - 5	Gris claro, gris, gris oscuro, gris negro, negro	Positivo
<b>ABS</b>	0 - 5	Diámetro de las raíces, abundancia de rasgos biológicos	Positivo
<b>Qu</b>	0 - 5	Nada, muy poco, poco, parcialmente,	Negativo

		totalmente	
<b>Pa</b>	0 - 5	Excremento, pisadas, presencia de animales	Negativo
<b>De</b>	0 - 5	Cortes, fragmentación, destrucción de la vegetación.	Negativo
<b>DH</b>	0 - 5	Suelo arado, plantas introducidas, huellas de vehículos	Negativo

**Fuente:** Autores (2024)

Se realizó una suma promedio de los valores obtenidos por los indicadores con equivalencia positiva y negativa, por cada transecto; y se aplicó la Ecuación 1.

El valor del estado de Salud del Páramo de San Fernando se determinó mediante la siguiente escala: estado de salud **Muy bajo** de 0 a 0,5; **Bajo** de 0,6 a 1,5; **Moderado** de 1,6 a 2,5; **Bueno** de 2,6 a 3,5, **Muy Bueno** de 3,6 a 4,5 y **Excelente** de 4,6 a 5. (Coppus et al., 2001).

Adicionalmente se realizó una colección botánica para determinar las especies características e indicadoras del estado del ecosistema, así como su frecuencia y abundancia relativas, mediante el uso de las ecuaciones (Ecuación 2 y Ecuación 3).

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\# \text{ de individuos por especie}}{\# \text{ total de individuos muestreados}} \times 100 \quad (\text{Ec 2})$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\# \text{ frecuencia absoluta por especie}}{\Sigma \text{ frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100 \quad (\text{Ec 3})$$

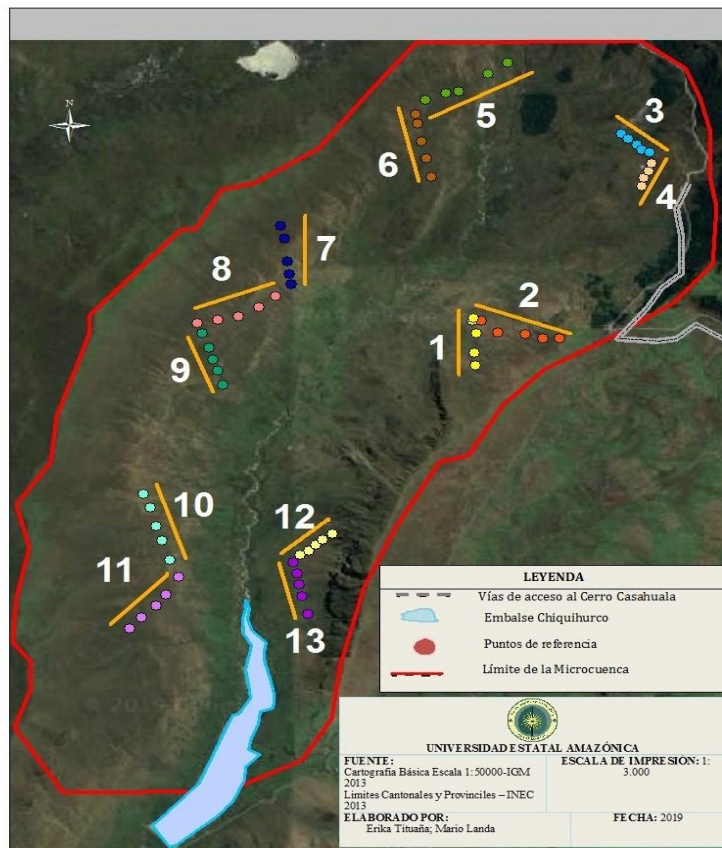
## Resultados

### Selección del sitio

El sitio seleccionado fue la microcuenca alta del río Ambato en la que se encuentra el embalse Chiquihurco, que almacena 3'250.000 m<sup>3</sup> de agua, despachando un caudal aproximado de 850 l/seg, que cubren parte de las necesidades de agua para consumo humano, riego y caudal ecológico en la parroquia San Fernando. Durante el trabajo de campo se aplicaron 13 transectos y 65 cuadrantes de 1m<sup>2</sup>, en los que se tomó información de los 7 parámetros anotados en la metodología y se realizaron las colecciones botánicas, para su posterior proceso de secado e identificación (Figura 2).

**Figura 2.**

*Ubicación de los transectos y cuadrantes, dentro del área de estudio.*



Fuente: Autores (2024)

**Estado de salud del páramo**

Como resultado de la aplicación de la Ecuación 1, se encontró que el ecosistema páramo de la parroquia de San Fernando, obtuvo el valor de 3,8 que equivale a un estado de salud Muy bueno de acuerdo con la escala de valoración aplicada (Tabla 10).

**Tabla 10.**

Resultado de la aplicación de la escala de valor de la Salud del Páramo

Transecto	Fauna nativa	Materia Orgánica	Actividad Biológica del Suelo	Quema	Pastoreo	Degradación	Disturbios Humanos
1	1	5	4,4	0	1,6	1,2	1,8
2	1	4,4	4,3	0	1,4	0	1,4
3	1	4,7	4,4	0	0	0	0
4	1	4,7	4,6	0	0	0	0
5	1	4,9	4,4	0	0	0	0
6	1	4,9	4	0	0	0	0

7	1	4	3	1	0	1	1
8	1	3,6	3	0,4	1,8	2,2	1,8
9	1	3,8	3,6	0	0	0,6	0,6
10	1	4	4	0	0	0	0
11	1	4	4	0	0	0	0
12	0,6	3	3,8	0	1,2	1	1,6
13	0,6	2,4	1,8	3,4	1,2	1	1,6
<b>Subtotal</b>	<b>0,9</b>	<b>4,1</b>	<b>3,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3,8</b>			

Fuente: Autores (2024)

### Colección botánica

Se colectaron 2405 individuos pertenecientes a 22 familias, 45 géneros y 48 especies. El mayor número de individuos presentó la familia Rosaceae con 448, mientras que el menor número presentó la familia Orchidiaceae con 1 solo individuo. La familia con mayor cantidad de géneros fue Asteraceae con 12 mientras que existen gran cantidad de familias con un solo género. La familia con mayor número de especies fue Asteraceae con 13, mientras que existe gran cantidad de familias con una sola especie (Tabla 11).

### Tabla 11.

Flora registrada en el área de estudio.

Nº	Familia	Géneros	Especies	Nº de individuos
1	Apiaceae	2	3	226
2	Asteraceae	12	13	270
3	Blechnaceae	1	1	19
4	Bromeliaceae	1	1	6
5	Caryophylliaceae	1	1	15
6	Clusiaceae	1	1	3
7	Cyperaceae	2	2	293
8	Ericaceae	1	1	20
9	Fabaceae	1	1	3
10	Gentianaceae	3	3	77
11	Lamiaceae	2	3	95
12	Lycopodiaceae	1	1	29
13	Melastomastaceae	1	1	3
14	Orchidaceae	1	1	1
15	Plantaginaceae	2	2	151
16	Poaceae	5	5	383
17	Ranunculaceae	2	2	23
18	Rigodiaceae	1	1	301
19	Rosaceae	2	2	448
20	Rubiaceae	1	1	4

21	Solanaceae	1	1	2
22	Valerianaceae	1	1	33
	<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>2405</b>

Fuente: Autores (2024)

## Discusión

El estado "Muy bueno" de salud del ecosistema páramo en el área de estudio se atribuye fundamentalmente a la implementación del Plan de Manejo, integrado en el Plan Operativo Anual del GAD Parroquial de San Fernando. Este plan prioriza la conservación del ecosistema, destacándose por la efectiva mitigación de factores adversos, como la presencia de ganado de lidia, cuya casi total erradicación ha propiciado una regeneración natural del páramo. Sin embargo, persisten desafíos significativos, tales como las prácticas de quema y pastoreo, que obstaculizan alcanzar un estado de salud "excelente". Estas prácticas, junto con la creciente demanda de recursos hídricos y terrenos para la producción, subrayan la necesidad imperiosa de continuar aplicando y perfeccionando los planes de manejo. Estos no solo buscan recuperar y conservar los ecosistemas, sino que también promueven una gestión integrada del territorio y adoptan modelos de gobernanza colectiva (Terán et al., 2019).

Los resultados alentadores obtenidos mediante la aplicación de estos planes de manejo resaltan su valor como herramientas de gestión ambiental, capaces de fomentar tanto la conservación local como la restauración de áreas degradadas (Hofstede, 2019). La metodología empleada para evaluar el estado de salud de los páramos, basada en el trabajo de Coppus et al. (2001), demuestra su eficacia al comparar nuestros hallazgos con los de otros páramos gestionados bajo esquemas similares, como los de UNOPUCH, FECOPA, UOCAIP y COCAP. La consistencia de los estados de salud "buenos" observados en estos ecosistemas refuerza la validez de nuestra aproximación metodológica y subraya el impacto positivo de las acciones de conservación y restauración delineadas en cada plan.

Además, la identificación de especies indicadoras de la flora de páramos, que señalan tanto la presencia del ecosistema como la influencia de factores degradantes como el pastoreo, evidencia la eficacia de las medidas adoptadas en el marco del plan de manejo para superar estos retos. Especies como *Lachemilla orbiculata* y *Calamagrostis intermedia* no solo son abundantes, sino que su presencia y condición sugieren un proceso de recuperación y mantenimiento ecosistémico. En particular, la alta estatura y la acumulación de material orgánico muerto en especímenes de *Calamagrostis intermedia* indican una ausencia prolongada de perturbaciones antropogénicas, como la quema, lo que apunta a un estado de conservación favorable.

Finalmente, el reconocimiento de especies como *Gynoxys*, *Lycopodium* y *Puya* como indicadoras de un estado de salud moderado o bueno en el páramo, refleja un panorama esperanzador para el Páramo de San Fernando. La presencia y diversidad de estas especies en nuestro estudio corroboran la hipótesis de que, a pesar de las amenazas existentes, las estrategias de manejo implementadas están contribuyendo significativamente a la conservación y recuperación del ecosistema páramo.

## Conclusión

El estado de salud del ecosistema páramo en San Fernando se calificó como muy bueno, con un valor de 3,8. Este resultado refleja la efectividad de las medidas de conservación implementadas frente a amenazas como la deforestación, la ganadería no sostenible, la expansión urbana, y la contaminación, las cuales pueden comprometer la biodiversidad, la calidad del suelo, los servicios ecosistémicos, y la capacidad de los páramos para almacenar y suministrar agua.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de continuar con la implementación efectiva de estrategias de conservación y la sensibilización sobre el rol vital de los páramos

para el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad. A pesar de ciertas limitaciones como el avance de la frontera agrícola, las quemas y el sobrepastoreo que han degradado el ecosistema, los páramos de San Fernando presentan un buen estado de salud.

Los Planes de Manejo de Páramo son cruciales para la conservación de estos ecosistemas, destacando la necesidad de involucrar y fomentar la participación comunitaria ante la presencia de actividades perjudiciales como el ganado, las quemas y los disturbios humanos.

### Referencias bibliográficas

- Aguilar, D. (2017). Ecuador: Tungurahua y las iniciativas indígenas para la conservación del páramo. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2017/12/ecuador-tungurahua-las-iniciativas-indigenas-la-conservacion-del-paramo/>
- Ayala, L., Villa, M., Mendoza, Z. A., & Mendoza, N. A. (2014). Cuantificación del carbono en los páramos del parque nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador. In Cedamaz (Vol. 4, Issue 1).
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., & Cisneros, F. (2006). Hidrología del páramo andino: propiedades, importancia y vulnerabilidad. <https://paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/ES/Hidroparamo2.pdf>
- Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. In Revista Anales (Vol. 1, Issue 372).
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2023a). Guía de Biotecnología Ambiental. In *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.16>
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2023b). Prácticas de laboratorio y cuestionario sobre biotecnología ambiental. In *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.18>
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2023). Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias. In *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias*. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.25>
- Coppus, R., Lorena Endara, A., Nomhebel, M., & Wolf, J. (2001). El Estado de Salud en algunos Páramos en el Ecuador: Una metodología de campo.
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos.
- FMPLPT. (2018). Plan de Manejo de Páramos San Fernando.
- Guamán-Rivera, S. A., Herrera-Feijoo, R. J., Paredes-Peralta, A. V., & Ruiz-Sánchez, C. I. (2023). Respuestas productivas de cuyes (*Cavia porcellus*) a la suplementación con harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y curcuma (*Curcuma longa*): Un enfoque innovador para la cuyicultura sostenible. In *Sinergia Científica: Integrando las Ciencias desde una Perspectiva Multidisciplinaria*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.20>
- Guamán-Rivera, S. A., Herrera-Feijoo, R. J., Paredes-Peralta, A. V., Ruiz-Sánchez, C. I., Bonilla-Morejón, D. M., Samaniego-Quiguiri, D. P., Paredes-Fierro, E. J., Fernández-Vélez, C. V., Almeida-Blacio, J. H., & Rivadeneira-Moreira, J. C. (2023). Sinergia

- Científica: Integrando las Ciencias desde una Perspectiva Multidisciplinaria. In *Sinergia Científica: Integrando las Ciencias desde una Perspectiva Multidisciplinaria*. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.33>
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33–56. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>
- Herrera-Feijoo, R. J., Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., & Andrade, J. C. (2023). Análisis bibliométrico como una herramienta en la biotecnología ambiental. In *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.17>
- Hofstede, R. (2019). Terminal Evaluation: Multiplying Environmental and Carbon Benefits in High Andean Ecosystems.
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., & Cerra, M. (2014). Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de Conocimiento Sobre el Impacto del Cambio Climático en el Ecosistema Páramo. UICN.
- Medina, G., & Mena, P. (2001). Los páramos en el Ecuador. In *Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas*. Proyecto Páramo. Quito. Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos.
- Morales-Betancourt, J. A., & Estévez-Varón, J. V. (2006). El páramo: ecosistema en vía de extinción? In *Luna Azul* (Vol. 22).
- Munsell. (1990). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Munsell*, 3(1), 141–155.
- Ruiz Sánchez, C. I., Herrera Feijoo, R. J., Correa Salgado, M. de L., & Peñafiel Arcos, P. A. (2023). Fundamentos Teóricos de Química Inorgánica. In *Fundamentos Teóricos de Química Inorgánica*. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.19>
- Ruiz Zambrano, L. G., Benavidez Mendoza, M. G., Cobeña Infante, N. N., & Cheme Baque, M. G. (2022). La ética del cuidado dentro de las organizaciones sociales. In *Resultados Científicos de la Investigación Multidisciplinaria desde la Perspectiva Ética*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.14>
- Ruiz-Sánchez, C. I., Herrera-Feijoo, R. J., Correa-Salgado, M. de L., & Hidalgo-Hugo, L. D. (2023). Principios Básicos de Bioquímica para Agroecología. In *Principios Básicos de Bioquímica para Agroecología*. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.23>
- Ruiz-Sanchez, C. I., Herrera-Feijoo, R. J., Guamán-Rivera, S. A., & Fernández-Vélez, C. V. (2023). Enfoque innovador en el diseño de revestimientos para cunetas: material compuesto de polímeros reciclados. In *Sinergia Científica: Integrando las Ciencias desde una Perspectiva Multidisciplinaria*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.22>
- Sarango-Cobos, J., Muñoz, J., Muñoz, L., & Aguirre, Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 101–114.
- Terán, A., Pinto, E., Salazar, E., & Cuesta, F. (2019). Monitoreo de Páramos: Tungurahua. In *Revista Conservación y uso sostenible de los páramos de Tungurahua. Conocer para manejar*. ECOANDES.
- Velasco, M. (2016). La participación del sector industrial privado de la ciudad de Ambato, en el Fondo de Páramos Tungurahua y Lucha Contra la Pobreza, para la conservación del ecosistema páramo como fuente de agua en la provincia de Tungurahua. <https://es.mongabay.com/2017/12/ecuador-tungurahua-lasiniciativas-indigenas-la-conservacion-del-paramo/>