

ÁREA PROTEGIDA AUTÓNOMA DESCENTRALIZADA "TAITA IMBABURA"

Condiciones naturales de páramo

DIAGNÓSTICO



DICIEMBRE 2024 |

Consortio para la Gestión del Área Ecológica para la Conservación “Taita Imbabura” (CTI)

Oficinas en la fabrica Imbabura, cantón Antonio Ante
Imbabura, Ecuador

<https://www.consorciotaitaimbabura.gob.ec/>

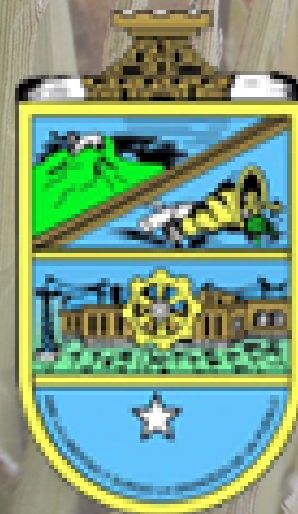
Miembros del Consorcio:



GAD Provincial de Imbabura



GAD Municipal de Ibarra



GAD Municipal de Antonio Ante



GAD Municipal de Otavalo

Generalidades

El año 2012 mediante las ordenanzas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Antonio Ante, Ibarra y Otavalo (ACUERDO MINISTERIAL Nro.33, 2021) se da la declaratoria del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura Sin embargo, durante estos años no se ha visibilizado medidas de gestión pero la declaratoria fue un paso crucial para reconocer formalmente la importancia ecológica de la región y marcó el comienzo de esfuerzos significativos para la protección ambiental del Taita Imbabura.

En 2018, comenzó la administración por parte del Consorcio para la Gestión del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura (CTI) y las actividades basadas en el fortaleciendo la gestión integrada y colaborativa del área (ECOLEX, 2021). En 2021 esta Área Ecológica de Conservación fue reconocida como parte del Subsistema Autónomo Descentralizado del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, abarcando 3,717.48 hectáreas, nombrándose hoy en día como Área Protegida Autónoma Descentralizada “Taita Imbabura” (APADTI) (MAATE, 2021).

Presentación

La serie *Diagnósticos* constituye un trabajo exploratorio en el Área Protegida Taita Imbabura, diseñado para abordar la falta de información previa sobre las condiciones naturales de los ecosistemas de páramo, matorral y bosque de Polylepis. A través de un enfoque multidisciplinario que integra estudios de campo, análisis geoespacial y revisión de literatura científica, se busca proporcionar un panorama integral del estado de conservación del área protegida. El estudio pone especial énfasis en la caracterización de su biodiversidad única y en la evaluación de la salud del suelo mediante análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de metales pesados. La fase de diagnóstico proporciona una base científica para comprender el estado de conservación, identificar procesos de degradación y reconocer signos de recuperación en los ecosistemas, orientando así estrategias de manejo adaptativo, restauración ecológica y fortalecimiento de la gobernanza.

Debido a las pronunciadas pendientes del volcán Imbabura, el acceso a ciertas áreas resulta complicado. Por ello, esta fase se centró en las zonas más accesibles, particularmente en el flanco sureste, donde se encuentra el edificio Warmi Imbabura, y en dirección al flanco noreste del edificio principal Taita Imbabura. Como parte del estudio, se tomaron muestras de suelo en una plantación y una explantación de pino localizadas en la zona de amortiguamiento, áreas que históricamente fueron matorrales. Estas muestras permitieron comparar y evaluar la calidad del suelo respecto a suelos conservados de matorral. Asimismo, se realizó un análisis comparativo entre suelos conservados y suelos de pajonal afectado por el incendio ocurrido en octubre de 2023.

Esta serie de diagnósticos se complementa con información obtenida durante el primer muestreo de vertientes de agua y de la laguna Yakumama, ubicada en Warmi Imbabura.



*Vista del volcán Cayambe desde el
Taita Imbabura*

CONCEPTOS CLAVE

PARÁMETROS QUÍMICOS: Son características medibles que describen las propiedades físicas del suelo (textura, densidad aparente, porosidad, capacidad de retención de agua, permeabilidad y temperatura), son esenciales para comprender la capacidad del suelo de soportar cultivos, almacenar agua, permitir la infiltración y el drenaje, y facilitar el intercambio de gases (Schoenholtz et al., 2000).

1.- Humedad relativa: Es el porcentaje de agua presente en el suelo en relación con su capacidad total de retención, considerando factores como la textura y la estructura del suelo, es un indicador clave en su conservación y la gestión de recursos hídricos (Susha. et al., 2014).

2.- Conductividad eléctrica (ce): Mide la capacidad del suelo para conducir electricidad, lo que está relacionado con la cantidad de sales disueltas, como nitratos, sulfatos y cloruros, permite gestionar mejor el uso de fertilizantes, prevenir problemas de salinización y optimizar las condiciones para cultivos (Friedman, 2005).

3.- Textura: Se refiere a la proporción relativa de partículas minerales de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla), que influye en la retención de agua, la infiltración, la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la facilidad de manejo del suelo (Li et al., 2014).

4.- Densidad real: Es la masa de las partículas sólidas del suelo por unidad de volumen, excluyendo los poros, y generalmente se expresa en g/cm³, permite estimar la composición mineral del suelo, evaluar su compactación y relacionarlo con otras propiedades físicas (Reynolds et al., 2002).

5.- Densidad aparente: Es la relación entre la masa del suelo seco y su volumen total, incluyendo los poros, y se expresa en g/cm³, Es un indicador clave de la compactación y la porosidad del suelo, afectando la infiltración de agua, la aireación y el desarrollo de las raíces (Al-shammary et al., 2018).

PARÁMETROS QUÍMICOS: Son las propiedades relacionadas con su composición química (pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de nutrientes, salinidad y materia orgánica), determinan la fertilidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes para las plantas y su capacidad para sostener cultivos (Schoenholtz et al., 2000).

6.- Fósforo: Es un macronutriente esencial presente en formas inorgánicas y orgánicas, necesario para el desarrollo de las plantas y procesos como la fotosíntesis y la formación de raíces (Holtan et al., 1988).

7.- Potasio: Es un macronutriente esencial para las plantas, presente en formas disponibles (intercambiables) y no disponibles (minerales) que interviene en funciones metabólicas (Reitemeier, 1951).

CONCEPTOS CLAVE

8.- **Materia orgánica:** Es el material compuesto por restos vegetales, animales y microorganismos en diferentes etapas de descomposición, Su presencia contribuye a la sostenibilidad agrícola y la mitigación del cambio climático mediante el almacenamiento de carbono (Lehmann & Kleber, 2015).

9.- **Nitrógeno:** Es un nutriente esencial para las plantas, presente principalmente en forma de nitratos y amonio, que son utilizados para la síntesis de proteínas y el crecimiento, la gestión adecuada del nitrógeno es esencial para optimizar la fertilidad del suelo, aumentar la productividad agrícola y evitar la contaminación por lixiviación (Chen et al., 2014).

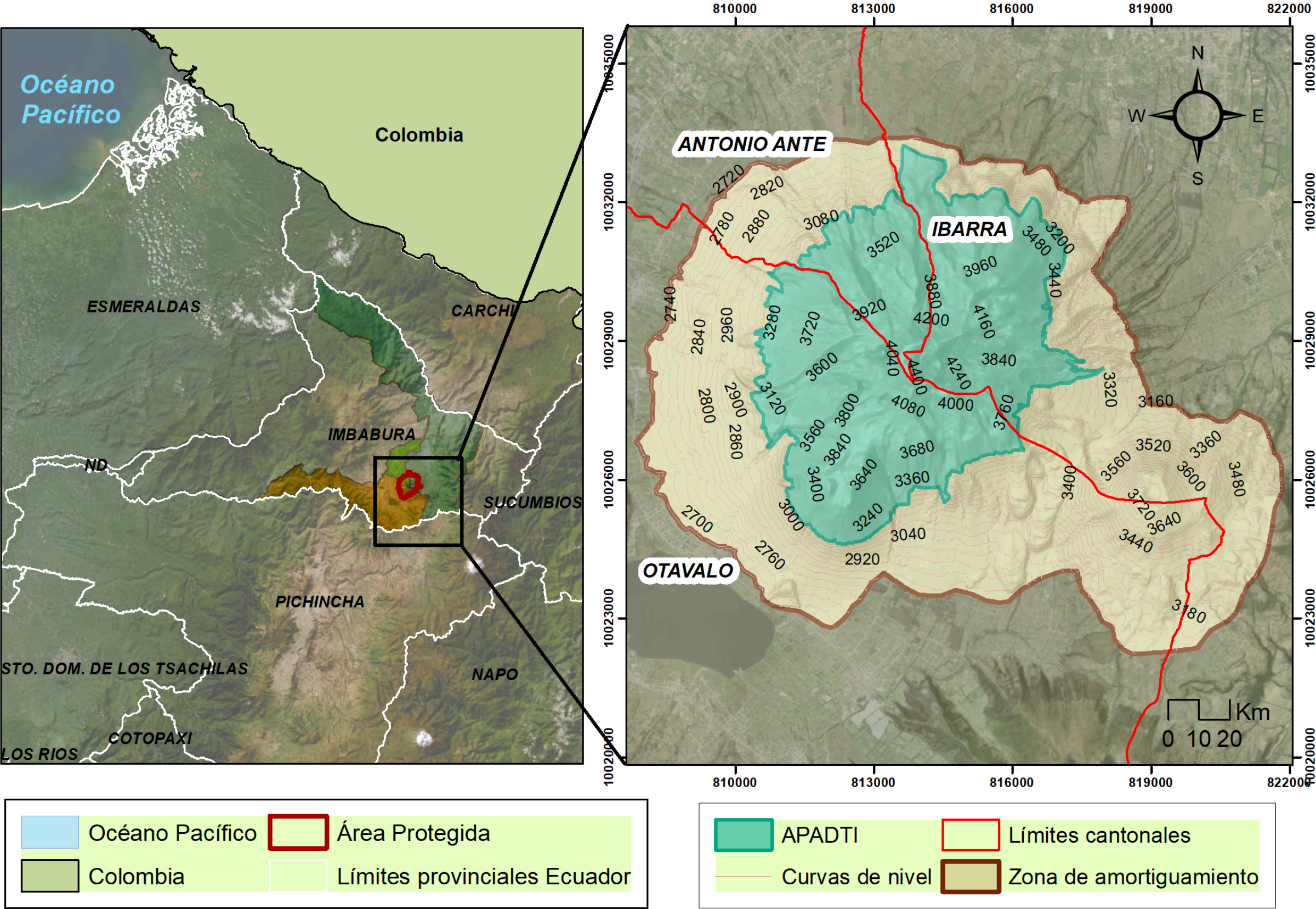
10.- **pH:** Mide la acidez o alcalinidad del suelo, influye en la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana en el suelo. Un pH adecuado es esencial para un crecimiento óptimo de las plantas, ya que afecta la solubilidad de los nutrientes y la salud general del suelo (Neina, 2019).

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS: Son las propiedades que se refieren a la presencia y actividad de microorganismos, como bacterias, hongos y actinobacterias, que son esenciales para evaluar la salud del suelo, ya que los microorganismos juegan un papel clave en la descomposición de materia orgánica, la fijación de nutrientes y la mejora de la fertilidad (Paul & Frey, 2023).

11.- **Bacterias aerobias:** Son microorganismos que requieren oxígeno para llevar a cabo sus procesos metabólicos y de crecimiento, son esenciales para la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes y la fijación de nitrógeno (Abramowicz, 1990).

12.- **Mohos y levaduras:** Son hongos microscópicos que se encuentran en el suelo y juegan un papel importante en la descomposición de materia orgánica y la transformación de nutrientes, mejoran la estructura del suelo y pueden influir en la salud de las plantas al protegerlas de patógenos (Hernández-Fernández et al., 2021)

Figura 1, Mapa de ubicación del Área Protegida Autónoma Descentralizada “Taita Imbabura”



SOBRE EL TAITA IMBABURA

El Área Protegida se localiza en la provincia de Imbabura, al norte del Ecuador en la cuenca del Río Mira. El área de protección comprende 3717,48 hectáreas y junto a la zona de amortiguamiento tienen una extensión total de 10 518,41 hectáreas y un perímetro de 40,15 kilómetros lineales. El área abarca a los cantones Antonio Ante, Ibarra y Otavalo desde los 2700 hasta los 4621 msnm, Precipitación media anual de 750 – 1250 mm y temperatura media anual 2,4 – 13,8 °C

El cantón Antonio Ante ocupa un área de 10, 93 % con las parroquias Andrade Marín, San Francisco de Natabuela y San Roque. En el cantón Ibarra se encuentra el 40,07 % de la superficie y están las parroquias de Caranqui, San Antonio y sectores de la Esperanza y Angochagua.

Las parroquias de Peguche, San Juan de Ilumán y San Pablo del Lago del cantón Otavalo que ocupa el 49% de la superficie. Los asentamientos humanos al rededor del Área Protegida son pueblos y nacionalidades indígenas ancestrales como Kichwa Otavalo, Kichwa Kayampi, Kichwa Karanki y Kichwa Natabuela, sin embargo la mayor parte de la población es mestiza. En la cosmovisión andina el volcán Taita Imbabura representa a un guardián protector de este territorio.

En la zona de protección se encuentra el complejo volcánico Cubilche, que es una formación geológica de gran interés tanto científico como turístico (ECOLEX, 2021).



ECOSISTEMA DE PÁRAMO

En el Ecuador el páramo representa aproximadamente el 6 % del territorio nacional con 1,52 millones de hectáreas (Mena, et al., 2023). El ecosistema de páramo del área protegida “Taita Imbabura” se encuentra rodeando al estrato volcán compuesto Taita Imbabura de cumbre máxima de 4 621 msnm (IGEPN, 2024). Este ecosistema de páramo forma parte de la cordillera oriental de los Andes y según la clasificación de MAE (2012) de los 11 tipos de páramos existentes en Ecuador, el páramo del Taita Imbabura corresponde a herbazal de páramo con mayor extensión o típicamente llamado páramo de pajonal con vegetación arbustiva y herbácea que va desde los 3 400 msnm hasta los 4 300 msnm.

Los páramos de Ecuador son el origen de su sistema hídrico, el 38 % de los páramos drenan al Pacífico y el 62 % a la Amazonía (Mena et al., 2023). Es así como el páramo del Taita Imbabura desempeña un rol fundamental en la regulación del ciclo hidrológico para la provisión de agua y mitigación del cambio climático a nivel local y regional. La declaratoria ha protegido este ecosistema permitiendo la preservación de la biodiversidad y la protección de los servicios ecosistémicos para las comunidades aledañas y ciudades.

El ecosistema de páramo se interconecta con diferentes ecosistemas a la vez, pues la naturaleza no es homogénea y es así como se convierten en ecosistemas que desarrollan funciones ecológicas particulares y a la vez en conjunto. El herbazal de páramo se encuentra conectado al páramo de almohadillas y al bosque de polylepis. Esta clasificación esta basada en el Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental del año 2012 (MAE, 2012).

HERBAZAL MONTANO ALTO Y MONTANO ALTO SUPERIOR DE PÁRAMO O PÁRAMO HERBÁCEO

Se ubica entre los 3400 - 4300 m, presenta mesorelieve montañoso, planicies y colinas. Este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador. Se caracterizan por tener suelos Andisoles con un profundo horizonte, rico en materia orgánica lo que, junto con el clima húmedo, permite almacenar un 80-90% de agua por cm³, destacándose por su excepcional capacidad de regulación hídrica. Su vegetación densa dominada por gramíneas amacolladas de los géneros Calamagrostis, Agrostis, Festuca, Cortaderia bífida y Stipa. Su principal amenaza es el avance de la frontera agrícola.



ARBUSTAL SIEMPREVERDE MONTANO ALTO SUPERIOR Y SUBNIVAL DE PÁRAMO O PÁRAMO DE ALMOHADILLAS



Se encuentra desde los 4100- 4400/500 msnm. Característico de arbustal esclerófilo semipostrado con altura entre 0.5 a 1.5 metros. El mesorelieve de escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares, pendientes pronunciadas de arena. Los suelos del arbustal son andosoles húmicos bien desarrollados, con un horizonte A de 30 a 50 cm de profundidad, influenciados por el volcanismo cuaternario y el clima frío y húmedo. En laderas escarpadas y zonas con rocas recientes predominan los inceptisoles. En el superpáramo, las condiciones se vuelven más extremas con la altitud. Localmente es conocido como superpáramo, está dividido en dos tipos, superior e inferior.

BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO Y MONTANO ALTO SUPERIOR DE PÁRAMO : BOSQUE DE POLYLEPIS

Variación altitudinal: 3200 hasta 3900-4100 m, mesorelieve: laderas abruptas, fondos de valles glaciares, protegida de paredes de circos glaciares. Estos bosques siempreverdes, de 5 a 7 metros de altura, presentan troncos torcidos y ramificados debido al clima, lo que les da una apariencia distintiva. Son uno de los ecosistemas montanos neotropicales más amenazados y están cubiertos por briofitas en el suelo y los troncos. En el volcán Imbabura se encuentran principalmente tres parches de bosques de Polylepis que no han sido estudiados ni tampoco se ha identificado la especie a la que pertenecen.



HERBAZAL ULTRAHÚMEDO SUBNIVAL DE PÁRAMO



Se encuentra en la variación altitudinal de 4400/4500 - 4900 msnm, un mesorelieve de laderas abruptas con suelos geliturbados. La vegetación crece sobre sustratos estables rocosos o inestables de gravas no consolidadas.. Es uno de los ambientes más extremos de los trópicos, se caracteriza por vegetación de arbustos postrados o almohadillas dispersas, dejando aperturas del 50-90%. La dureza del ambiente aumenta con la altitud como en el herbazal húmedo subnival en estructura, fisonomía y cobertura vegetal restringida por efectos del clima extremo.



¿QUÉ ESTÁ AFECTANDO AL TAITA IMBABURA?

Las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas son áreas periféricas que rodean a las zonas núcleo de protección (Garcés Jaramillo, 2008). Estas zonas tienen un papel crucial en la conservación y en la mitigación de los impactos negativos de las actividades antrópicas que se desarrollan en los alrededores de las áreas protegidas (Moscoso, 2003).

En la zona de amortiguamiento del Área Protegida, los asentamientos humanos de los tres cantones en el piedemonte del volcán Imbabura se convierten en zonas de intensa presión ambiental por el cambio de uso de suelo de áreas naturales a áreas para pastoreo y cultivos. Principalmente se encuentra el Complejo Volcánico Cubilche (3826 msnm) que se ubica a 10 km al sur de la ciudad de Ibarra.

Estos resultados reflejan que no solo la expansión agrícola está transformando el ecosistema de páramo, sino también las plantaciones forestales de pino (*Pinus patula*) en la parroquia de San Pablo del Lago en las comunidades El Topo y Cazco Valenzuela al noreste del Cubilche y plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la zona de amortiguamiento del cantón Otavalo.



Figura 2. Mapa de ubicación del Área Protegida Autónoma Descentralizada “Taita Imbabura”

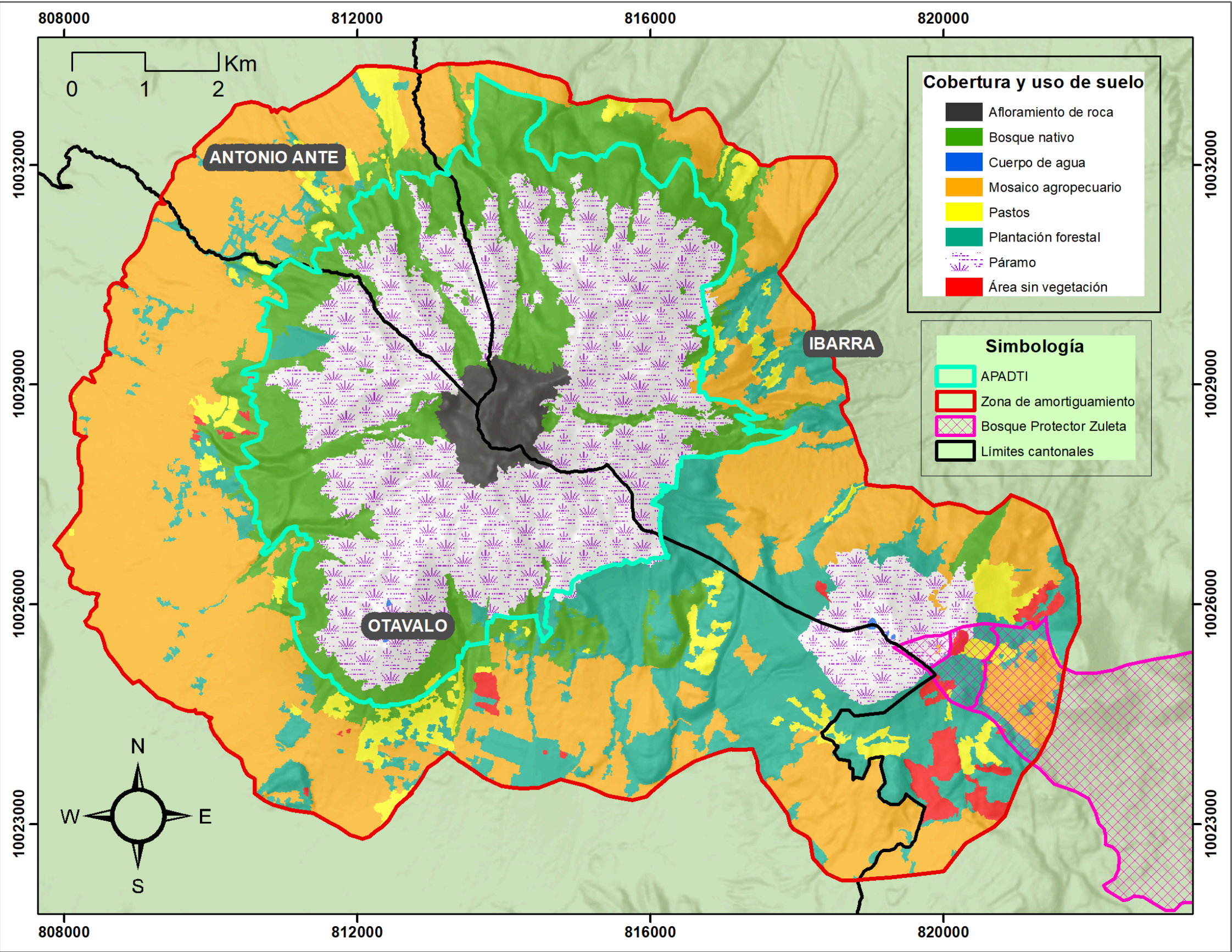


Tabla 1. Cambio de uso de suelo en el área protegida y zona de amortiguamiento período 2012 -2023

Uso actual de suelo	Superficie 2012 (ha)	Superficie 2023 (ha)	Diferencia (ha)	Tasa de cambio %	
				Aumento	Disminución
Área sin vegetación	191,715	135,803	55,912		0,53
Bosque nativo	2061,82	1866,74	195,08		1,86
Cuerpos de agua	2,747	3,35978	0,61278	0,01	
Mosaico agropecuario	3474,02	3591,94	117,92	1,11	
Páramo	2745,99	2589,48	156,51		1,49
Pastos	586,254	429,171	157,083		1,5
Afloramiento de roca	198,658	198,658	0	0	0
Plantación forestal	1254,62	1702,27	447,65	4,25	
Total	10 517,82	10 517,42			

Fuente: Tesis Análisis multitemporal del avance de la frontera agrícola hacia el Área Protegida Autónoma Descentralizada “Taita Imbabura”.

Este período de tiempo se identifica el aumento en la clase forestal de 4,45 % y en la clase mosaico agropecuario 1,11 %. Que influencia la disminución de la clase bosque nativo de 1,86%, pastos 1,5% y páramo 1,49%. Las clases restantes representan áreas menores al uno por ciento de la superficie, aquí se encuentra la clase de área sin vegetación y cuerpos de agua. Resultados similares se encontraron en el estudio para el sector Guangras en el Parque Nacional Sangay entre los años 1991 y 2016, donde se determinó la disminución de bosque nativo, páramo, cuerpos de agua y el aumento significativo de pastizal y cultivos agrícolas (Barrero et al., 2022).



Restos de basura, cenizas de fogata a
4200 metros de altura

METODOLOGÍA

En este diagnóstico lo principal es realizar la identificación taxonómica de la mayor cantidad de especies vegetales presentes en el ecosistema de páramo y evaluar la calidad de suelo mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de metales de pesados.

Los lugares fueron seleccionados por la facilidad de acceso, en esta caso en el herbazal de páramo correspondiente al flanco sur de Warmi Imbabura y en el páramo de almohadillas que corresponde al flanco norte del Taita Imbabura por el sendero de ascenso por San Antonio.

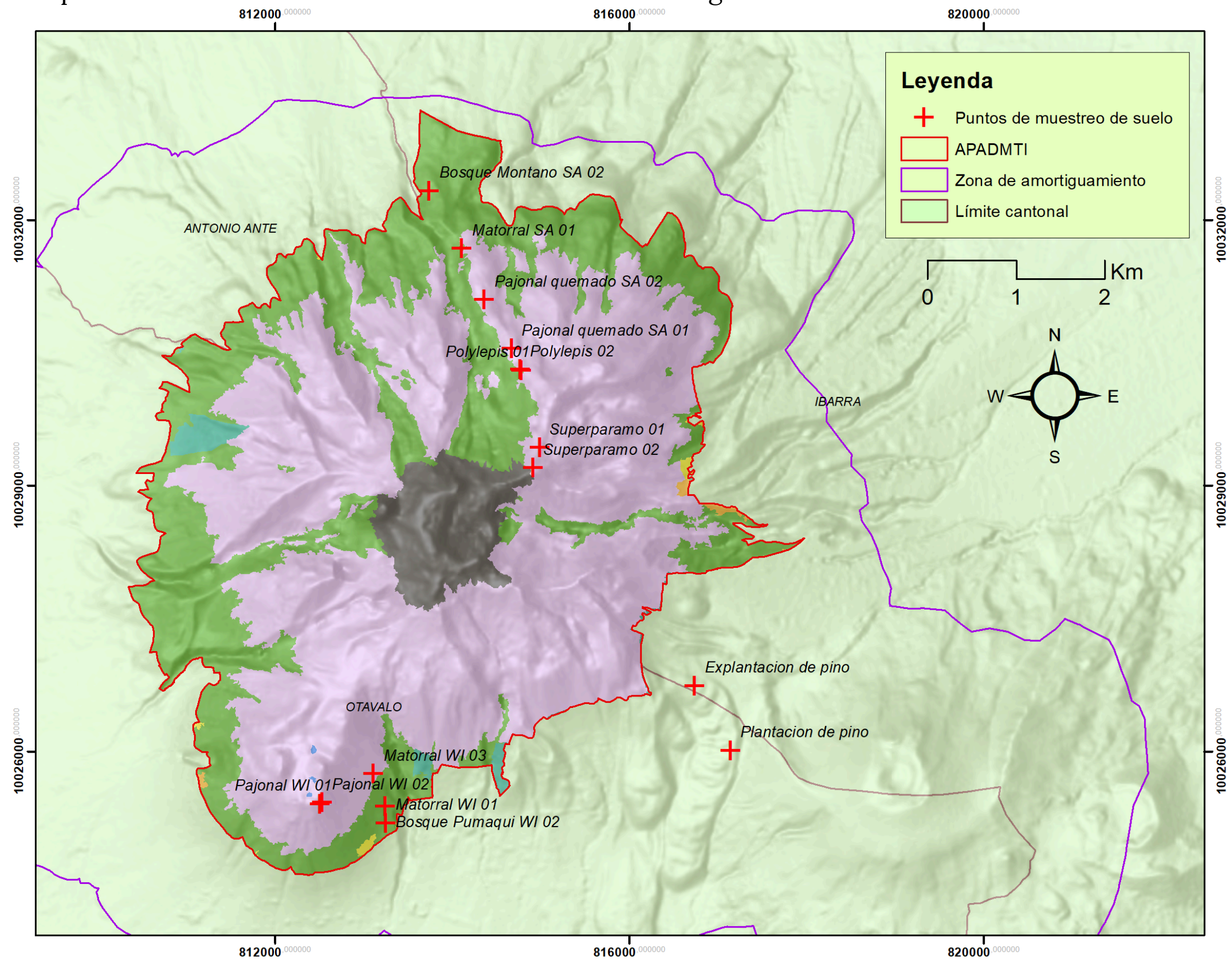
En los puntos seleccionados se procedió a la toma de muestras de suelo de páramo. A excepción de las dos muestras de suelo de pajonal quemado.

A la vez se realizaron caracterizaciones rápidas usando los senderos existentes en la zona en el superpáramo o piso nival desde los 4100 msnm hasta los 4200 de altura, empleándose la técnica de foto registro de especímenes con cámaras digitales (Cerón et al., 1993).



Chuquiraga jussieu o
flor del caminante a
4200 metros de altura

Figura 3. Mapa de puntos de muestreo de suelos en Área Protegida Autónoma Descentralizada “Taita Imbabura”



FLORA DE PÁRAMO

Los páramos son ecosistemas con gran diversidad de especies endémicas que han sido producto de adaptaciones a condiciones climáticas y edáficas (Romoleroux, et al, 2023). En el En los páramos ecuatorianos hay 659 especies endémicas, de las cuales 273 son exclusivas de este ecosistema, mientras que las demás también habitan bosques andinos y otros ambientes. Estas especies únicas pertenecen a 108 géneros distribuidos en 40 familias (León, 2024).

Las familias con el mayor número de especies endémicas son Asteraceae y Orchidaceae. En esta zona también es notorio el alto endemismo de Gentianaceae y en cuarto lugar de Poaceae. La provincia de Imbabura tiene al rededor de 35 especies endémicas de plantas.

El páramo se clasifica tradicionalmente en tres categorías: superpáramo, páramo y subpáramo, cada una con diversos tipos de vegetación adaptados a las condiciones locales y a las formas de crecimiento de su flora, como rosetas gigantes, pajonales, hierbas acaulescentes, arbustos esclerófilos y plantas en almohadillas (Romoleroux, et al, 2023).



Diplostephium rupestre

FLORA EN EL HERBAZAL DE PÁRAMO DE WARMY IMBABURA

Tabla 2. Especies de plantas vasculares presentes en el páramo de Warmy Imbabura

LISTA DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES EN EL PÁRAMO DE WARMY IMBABURA					
Familia	Nombre científico	Autor	Nombre común	Estado de conservación UICN	Importancia ecológica
Asteráceae	<i>Achyrocline alata</i>	Kunth DC	Lana de perro	N	Nativa
Asteráceae	<i>Bidens andicola</i>	Kunth	Nachak sisa	N	Nativa
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	J. Presl. Steud	Paja	N	Nativa
Orobanchaceae	<i>Castilleja ecuadorensis</i>	N. Holmgren	Lancetilla	VU	Endémica
Gentianaceae	<i>Halenia taruga-gasso</i>	Gilg; N.v.	Cacho de venado	NT	Endémica
Asteráceae	<i>Hypochaeris sonchoides</i>	Kunth	Achicoria blanca	N	Nativa
Campanulaceae	<i>Lobelia tenera</i>	Kunth	Zulia	N	Nativa
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i>	Benth.	Urku chocho	LC	Nativa
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium sp.</i>				
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Kunth, Baker	Esterilla	N	Nativa
Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i>	Flugge; N.v.	Grama".	N	Nativa
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	Kunth ex DC.	Platanillo	N	Nativa
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	Kunth; N.v.	Valeriana	N	Endémica
Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	kunth	Alverjilla de monte	N	Nativa



Barnadesia arborea

FLORA EN EL SUPERPÁRAMO Y PÁRAMO DE ALMOHADILLAS

Tabla 3. Especies de plantas vasculares presentes en el páramo del Taita Imbabura

LISTA DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES DEL PÁRAMO DEL TAITA IMBABURA					
Familia	Nombre científico	Autor	Nombre común	Estado de conservación UICN	Importancia ecológica
Fabaceae	<i>Lupinus microphyllus</i>	Desr.	Sacha chocho o chocho silvestre	N	Nativa
Polygalaceae	<i>Monnina crassifolia</i>	(Bonpl.) Kunth	Igualán	N	Nativa
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Laurel de cera o laurel de cerro	N	Nativa
Orobanchaceae	<i>Neobartsia laniflora</i>	(Benth.		N	Endémica
Malvaceae	<i>Nototriche hartwegii</i>	A. W. Hill.		EN	Endémica
Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i>	Flugge; N.v.	Grama	N	Nativa
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	(Cav.) DC.	Allpa mortiño	N	Nativa
Asteraceae	<i>Perezia pungens</i>	(Humb. & Bonpl.) Less.	Escorzonera	N	Nativa
Bromeliaceae	<i>Puya Hamata</i>	L.B. Sm	Achupalla	N	Nativa
Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i>	Kunth	Cojín	N	Nativa
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	Kunth ex DC.	Platanillo	N	Nativo
Grossulariaceae	<i>Ribes andicola</i>	Jancz	Grosella andina	N	Nativa
Asteraceae	<i>Senecio culcitioides</i>	Sch. Bip.	Senecio	N	Nativa
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	Kunth; N.v.	Valeriana	N	Endémica
Caprifoliaceae	<i>Valeriana plantaginea</i>	Kunth	Arroz desabrido	N	Nativa
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i>	Kunth; N.v.	Mortiño	N	Nativa

Tabla 4. Especies de plantas vasculares presentes en el páramo del Taita Imbabura

LISTA DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES DEL PÁRAMO DEL TAITA IMBABURA					
Familia	Nombre científico	Autor	Nombre común	Estado de conservación UICN	Importancia ecológica
Apiaceae	Azorella crenata	(Ruiz & Pav.) Pers.	Yareta	N	Nativa
Apiaceae	Azorella multifida	(Ruiz & Pav.) Pers.		N	Nativa
Alstroemeriaceae	Bomarea glaucescens	(Kunth). Baker		NT	Endémica
Melastomataceae	Brachyotum alpinum	Cogn.	Aretes o Urku Pichana	LC	Nativa
Asteraceae	Barnadesia arborea	kunth	Espino de chivo o espino rojo	N	Nativa
Poaceae	Calamagrostis intermedia	(J. Presl) Steud.; N.v.	Paja	N	Nativa
Orobanchaceae	Castilleja ecuadorensis	N. Holmgren; N.v.	Lancetilla	VU	Endémica
Asteraceae	Chuquiraga jussieui	J. F. Gmel	Flor del caminante	VU	Nativa
Asteraceae	Diplostephium hartwegii	Hieron	Contrahierba	N	Nativa
Asteraceae	Diplostephium rupestre	(Kunth) Wedd	Algodoncillo de páramo	N	Nativa
Ericaceae	Disterigma empetrifolium	(Kunth) Drude	Nigua	N	Nativa
Gentianaceae	Halenia pulchella	Gilg	Taruga sisa	N	Endémica
Rosaceae	Hesperomeles obtusifolia	(Pers.) Lindl.	Cerote o espino de páramo	N	Nativa
Hypericaceae	Hypericum decandrum	Turcz		N	Nativa
Lycopodiaceae	Huperzia crassa	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Rothm	Sacha rienda	N	Nativa
Gentianaceae	Gentiana sedifolia	Kunth	Alegria de páramo o amor sacha	N	Nativa
Geraniaceae	Geranium multipartitum	Benth.; N.v.	Aguja sacha	N	Nativa
Pteridaceae	Jamesonia boliviensis	A.F. Tryon		N	Nativa
Pteridaceae	Jamesonia goudotii	(Hieron.) C. Chr.		N	Nativa
Rosaceae	Lachemilla nivalis	(Kunth) Rothm	Trencillo	N	Nativa
Asteraceae	Lasiocephalus ovatus	Schltld	Arquitectura	EN	Nativa
Asteraceae	Loricaria sp.			N	Nativa

SUELOS DE PÁRAMO

En el páramo ecuatoriano la distribución espacial y temporal del volcanismo en el Ecuador tiene un rol importante en su desarrollo como generadora del material parental para la formación, desarrollo y rejuvenecimiento de los suelos (Calispa, 2023). Es así que, los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas depende del tipo de suelos en que se desarrollan.

En función a la actividad volcánica, la cordillera de los Andes del Ecuador se divide en tres zonas. Zona Norte, Centro y Sur. En la zona norte se encuentran las provincias de Carchi e Imbabura, donde la formación del suelo fue con materiales de erupciones del inicio del período del Holoceno (12 mil años) y registrando actividad volcánica menor (Calispa, 2023).

En esta zona el tipo de suelo presente es Andosoles , en la base de referencia mundial para recursos suelo (WRB, 2015) o Andisoles según el sistema Soil Taxonomy (Soil Survey Staff - NRCS/USDA, 2014). La zona donde se encuentra el Taita Imbabura, corresponde al subgrupo de suelos Andosoles vítricos por la edad de formación de material parental.

Suelo franco arcillo arenoso
en superpáramo



PARÁMETROS FÍSICOS: HUMEDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

La humedad del suelo esta influenciada por la temperatura y precipitación del lugar (Calispa, 2023). Los resultados arrojan que los suelos de superpáramo son de mayor humedad en comparación a los demás (47,4% y 47,9%). Lo que podría indicar mayor retención de agua en estos suelos más arcillosos. Resultado que es consistente con lo reportado por Buytaert, (2006) debido a que estos suelos pueden retener hasta 80-90% de su volumen en agua debido a su alto contenido de materia orgánica y nutrientes.

Los suelos de pajonal quemado muestran valores de humedad relativamente altos (46.5% y 42.3%), lo que podría ser consecuencia de la menor capacidad de drenaje y mayor capacidad de retención de agua que según Hofstede (2014) puede deberse a cambios en la estructura del suelo post-quema que afectan la capacidad de retención de agua. Los valores de humedad en el pajonal de páramo (37.2% y 37.9%) son menores, debido a la estructura física del suelo franco arenoso que permite mayor drenaje Según Vásconez y Hofstede (2014), esto puede explicarse por la presencia de cobertura vegetal de pajonal que puede interferir en la retención de agua en el suelo.

En los suelos de superpáramo, la conductividad eléctrica es relativamente alta (30,3 uS/cm y 34,1 uS/cm) lo que puede estar relacionado con la mayor concentración de sales o nutrientes en estos suelos debido la retención de agua por su textura franco-arcillosa y la temperatura, pues a mayor altura las temperaturas disminuyen pero aumentan significativamente el contenido de materia orgánica y arcilla (Podwojewski, et al., 2011).

Los valores de Conductividad Eléctrica (11,6 a 26,3 μ S/cm) son intermedios-bajos, es decir suelos con baja saturación de sales. De acuerdo con Lambí (2012), estos valores pueden explicarse por los niveles bajos de humedad, que se refiere a una lixiviación rápida o permanente de sales. Por lo que son suelos desaturados, lo que se relaciona con la textura franco arenosa que facilita lalixiviación de sales (Sherwood, et al., 2023).

Tabla 5. Parámetros físicos de análisis de suelo en puntos de páramo

Parámetros físicos						
Muestra	Localización	Textura	Densidad	Densidad aparente	Humedad	Conductividad eléctrica
Unidades		NA	g/cm3	g/cm3	%	uS/cm
Pajonal páramo punto 01	WGS84 8125071; 10025400	Areno franco	2,73	1,69	37,2	12
Pajonal páramo punto 02	WGS84 812529; 10025417	Franco arenoso	2,92	1,54	37,9	14,4
Pajonal quemado punto 01	WGS84 8146688; 10030543	Franco arenoso	2,49	1,43	46,5	26,3
Pajonal quemado punto 02	WGS84 8143629; 10031096	Franco arenoso	2,61	1,67	42,3	11,6
Superpáramo 01	WGS84 8149858; 100294262	Franco arcillo areno	1,32	1,3	47,9	34,1
Superpáramo 02	WGS84 814912,6; 10029198,1	Areno franco	2,68	1,42	47,4	30,3

PARÁMETROS FÍSICOS: TEXTURA, DENSIDAD REAL Y DENSIDAD APARENTE

La textura del suelo en todos los puntos muestreados es franco-arenosa. Los suelos de páramo por lo general son francos, es decir una proporción equilibrada de sólidos 50% (arena, limo, arcilla) y un 50% de espacios porosos (Vittum, 2009). Los suelos de textura areno franco o franco arenoso son más permeables (Podwojewski, et al., 2000). Lo que facilita el drenaje, pero pueden ser más propensos a la erosión y pérdida de nutrientes (Calispa, 2023).

Los valores de densidad aparente varían entre $1,30 \text{ g/cm}^3$ (en Superpáramo 01) y $1,69 \text{ g/cm}^3$ (en Pajonal páramo punto 01). Los suelos con densidad aparente más baja (como en el superpáramo) indican una mayor porosidad y mejor estructura para el desarrollo de raíces y la circulación del agua. Ya que, los suelos de páramo clasificados como Andosoles tienen baja densidad aparente, normalmente varía entre $0,9$ y $1,2 \text{ g/cm}^3$ (WRB, 2015) y una alta capacidad de retención de agua (Sherwood, et al., 2023). Mientras que los suelos con valores más altos indican mayor compactación.

Los valores de densidad real oscilan entre $1,32 \text{ g/cm}^3$ (en Superpáramo 01) y $2,92 \text{ g/cm}^3$ (en Pajonal páramo punto 02). La densidad más baja en el superpáramo sugiere suelos más porosos y con mayor capacidad de retención de agua. En cambio, los suelos con densidades más altas (como los de Pajonal páramo y Pajonal quemado) tienen relativamente mayor compactación, lo que podría dificultar el drenaje y la infiltración de agua.



Suelo en superpáramo

PARÁMETROS QUÍMICOS: FÓSFORO Y POTASIO

Los puntos de pajonal páramo tienen concentraciones de fósforo más bajas (12 y 6 mg/kg), lo que indica que el fósforo disponible en estos suelos es limitado, lo cual puede afectar la productividad biológica en estas zonas.

En el pajonal quemado, los niveles de fósforo son mayores (77 y 108 mg/kg), lo que podría ser una consecuencia del fuego que libera fósforo desde la materia orgánica quemada.

En el superpáramo, las concentraciones de fósforo son significativamente más altas (197,2 y 220,3 mg/kg), lo que indica que el fósforo disponible es mayor en estas zonas, posiblemente debido a una menor pérdida por lixiviación y mayor acumulación en suelos poco alterados.

El potasio es más alto en los puntos de pajonal páramo (233 mg/kg y 224,2 mg/kg) y pajonal quemado (177,9 mg/kg y 178,2 mg/kg), en comparación con el superpáramo (63,6 mg/kg y 163,2 mg/kg). La mayor concentración de potasio en el pajonal páramo sugiere que los suelos en estas áreas son relativamente ricos en este nutriente, lo cual es favorable para la vegetación.

Tabla 6. Parámetros químicos de análisis de suelo en puntos de páramo

Muestra	Localización	Parámetros químicos				
		Materia Orgánica	Nitrógeno Total Kjeldahl	pH	Fósforo Total	Potasio
Unidades		%	mg/kg	Unidades pH	mg/kg	mg/kg
Pajonal páramo punto 01	WGS84 8125071; 10025400	30,5	>500	5,6	12	233
Pajonal páramo punto 02	WGS84 812529; 10025417	25,2	>500	5,5	6	224,2
Pajonal quemado punto 01	WGS84 8146688; 10030543	44	300	5,1	108	177,9
Pajonal quemado punto 02	WGS84 8143629; 10031096	42,1	331,2	5,7	77	178,2
Superpáramo 01	WGS84 8149858; 100294262	49,5	44,5	4,9	197,2	63,6
Superpáramo 02	WGS84 814912,6; 10029198,1	49,7	55,5	5,7	220,3	163,2

PARÁMETROS QUÍMICOS: MATERIA ÓRGANICA Y NITRÓGENO Y PH

Los valores de materia orgánica son más altos en los puntos de superpáramo (49,5% y 49,7%). La mayor cantidad de materia orgánica en el superpáramo indica un mayor contenido de material biológico en descomposición. Mientras más disminuye la temperatura, la actividad biológica se reduce y la mineralización de la materia orgánica baja, eso permite su acumulación en grandes cantidades (Podwojewski, et al., 2000)

El pH en los puntos de pajonal páramo es ligeramente ácido (5,6 y 5,5), lo que es típico para suelos Andosoles que varían entre 4,8 y 6,0 (Shoji et al., 1993). En el pajonal quemado, los valores de pH son algo más bajos (5,1 y 5,7) lo que puede ser un resultado directo de la quema, que puede acidificar el suelo. El superpáramo tiene valores de pH más bajos en Superpáramo 01 (4,9) pero ligeramente más altos en Superpáramo 02 (5,7), lo que indica que el suelo en el superpáramo es más ácido en general, especialmente en las zonas con más elevación y condiciones extremas.

En los puntos de pajonal páramo, el nitrógeno total Kjeldahl es mayor que 500 mg/kg (indicando una alta concentración de nitrógeno) lo que sugiere una alta cantidad de materia orgánica disponible para la descomposición. En el pajonal quemado, los valores de nitrógeno total son significativamente más bajos (300 y 331,2 mg/kg), lo que indica que la quema ha reducido las concentraciones de nitrógeno en el suelo, posiblemente por volatilización durante el fuego. El superpáramo tiene concentraciones de nitrógeno mucho menores (44,5 y 55,5 mg/kg), lo que refleja un suelo más empobrecido en nitrógeno, posiblemente debido a las condiciones más extremas del superpáramo.

Los suelos en los ecosistemas de páramo suelen tener una materia orgánica bastante alta debido a la acumulación de restos vegetales y la baja tasa de descomposición en ambientes fríos y húmedos (Hofstede et al, 2003).

METALES PESADOS: CADMIO Y PLOMO

En la mayoría de los puntos de pajonal páramo y pajonal quemado, los valores de cadmio varían entre 0,4 mg/kg y 1,7 mg/kg, lo que sugiere una concentración moderada de este metal en el suelo. El pajonal quemado tiene concentraciones de cadmio algo más altas (1,3 - 1,7 mg/kg) en comparación con el pajonal páramo (0,4 - 1,4 mg/kg).

El superpáramo tiene concentraciones de cadmio intermedias, con valores de 0,5 mg/kg en Superpáramo 01 y 1,2 mg/kg en Superpáramo 02. Aunque las concentraciones no son extremadamente altas, estos niveles podrían indicar un potencial riesgo de contaminación por cadmio, ya que este metal persiste en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo.

En la mayoría de los puntos de pajonal páramo y pajonal quemado, las concentraciones de plomo son inferiores a 5,0 mg/kg, indicando que este metal está presente en concentraciones muy bajas o no es detectado en esos puntos. Sin embargo, en Superpáramo 01, la concentración de plomo es considerablemente más alta, con 10,1 mg/kg, lo que sugiere una mayor presencia de este metal en los suelos de esa zona.

Tabla 7. Metales pesados del análisis de suelo en puntos de páramo

Metales pesados			
Muestra de suelo	Localización	Cadmio	Plomo
Unidades		mg/kg	mg/kg
Pajonal páramo punto 01	WGS84 8125071; 10025400	0,4	<5,0
Pajonal de páramo punto 02	WGS84 0812529; 10025417	1,4	<5,0
Pajonal quemado punto 01	WGS84 8146688; 10030543	1,7	<5,0
Pajonal quemado punto 02	WGS84 8143629; 10031096	1,3	<5,0
Superpáramo 01	WGS84 8149858; 100294262	0,5	10,1
Superpáramo 02	WGS84 814912,6; 10029198,1	1,2	<5,0

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Las concentraciones de bacterias aerobias en ambos puntos del pajonal de páramo son muy altas (800,000 y 500,000 UFC/g) al igual que las concentraciones de mohos y levaduras son bastante altas (8,000 y 2,000 UFC/g), lo que sugiere una rica diversidad microbiana. Sugiere que estas áreas tienen un ambiente activo en términos de descomposición orgánica y actividad bacteriana.

En las muestras del superpáramo, los valores de bacterias aerobias son bajos (7,000 UFC/g y >1,000 UFC/g) la proliferación bacteriana es baja por las condiciones más extremas. En el superpáramo, las concentraciones de mohos y levaduras son moderadas (120 y 140 UFC/g), lo que podría indicar que aunque el ambiente es más extremo, todavía existe una población microbiana persistente que permite la sobrevivencia de estos organismos.

En los puntos de pajonal quemado, las concentraciones de bacterias aerobias son considerablemente menores (4,200 y 4,800 UFC/g), lo que podría ser resultado de un ambiente alterado debido al fuego, que puede haber afectado negativamente a la microbiota. En el pajonal quemado, las concentraciones de mohos y levaduras son muy bajas (100 UFC/g en ambos puntos), lo que podría ser una señal de que el fuego ha afectado la diversidad microbiológica de la zona, reduciendo la población de estos organismos.

Tabla 8. Parámetros microbiológicos de análisis de suelo en puntos de páramo

Muestra	Parámetros microbiológicos		
	Localización	Bacterias aerobias	Mohos y levaduras
	Unidades	UFC/g	UFC/g
Pajonal páramo punto 01	WGS84 8125071; 10025400	800000	8000
Pajonal de páramo punto 02	WGS84 812529; 10025417	500000	2000
Pajonal quemado punto 01	WGS84 8146688; 10030543	4200	100
Pajonal quemado punto 02	WGS84 8143629; 10031096	4800	100
Superpáramo 01	WGS84 8149858; 100294262	>1000	120
Superpáramo 02	WGS84 814912,6; 10029198,1	7000	140

CONCLUSIONES DE SUELO

Las diferencias entre las muestras indican que el pajonal de páramo es un ambiente más activo microbiológicamente, con una alta concentración tanto de bacterias aerobias como de mohosa y levaduras. En contraste, el pajonal quemado muestra una reducción significativa de la actividad microbiana debido a los efectos del fuego. El superpáramo se caracteriza por condiciones más extremas que reducen la población microbiana, aunque no tanto como en el pajonal quemado.

Estos resultados sugieren que el fuego tiene un impacto negativo considerable en la diversidad microbiológica, mientras que las condiciones extremas del superpáramo, aunque limitantes, no tienen el mismo efecto que el fuego.

El análisis muestra que los suelos en el pajonal quemado tienen un impacto evidente en la disponibilidad de nutrientes, con un aumento en fósforo y una disminución en nitrógeno, lo que sugiere que el fuego altera significativamente la dinámica de los nutrientes en el suelo.

El superpáramo tiene condiciones más extremas, que resultan en mayores concentraciones de materia orgánica y fósforo, pero con una menor disponibilidad de nitrógeno y potasio, lo que limita la productividad biológica. Comparado con el pajonal páramo, el superpáramo muestra suelos con más fósforo y menos nutrientes disponibles, lo que refleja las condiciones difíciles para los organismos en estos ambientes más altos y fríos.

Los suelos de pajonal páramo y pajonal quemado tienen concentraciones moderadas de cadmio, mientras que el superpáramo muestra concentraciones de plomo significativamente más altas, especialmente en Superpáramo 01. La presencia de cadmio en los suelos de las zonas de pajonal quemado y pajonal páramo podría ser el resultado de fuentes naturales, pero también podría indicar un posible proceso de acumulación o liberación debido a actividades humanas. Se recomienda realizar estudios adicionales para identificar las fuentes exactas de contaminación y monitorear la salud ecológica de estas áreas.

Estos suelos tienen características de suelo de carácter ándico que es el criterio base para definir un Andosol. El carácter ándico incluye baja densidad aparente, suelos relativamente ácidos entre (4,9 a 5,7) alta capacidad de retención de agua y alto contenido de materia orgánica por las altas temperaturas.

CONCLUSIONES DE FLORA

El páramo del área protegida Taita Imbabura es un ecosistema con de alta montaña con gran variedad florística. Entre los principales hallazgos se encontró a la especie *Nototriche hartwegii* a 4600 msnm en el piso nival del Área Protegida, que es una especie catalogada por la UICN en peligro de extinción, debido a su muy pequeño rango de distribución. Lo que resalta la protección del páramo por su importancia como refugio de biodiversidad.

La identificación taxonómica de especies vegetales de este diagnóstico es el primer acercamiento a la flora que posee el Área Protegida, es necesario analizar la composición florística y realizar una primera guía de flora y un listado priorizado de plantas en peligro con recomendaciones específicas para su conservación y gestión en el área protegida.

Se realizó la caracterización de 52 especies presentes en el herbazal de páramo y superpáramo del volcán Taita Imbabura. Es importante mencionar que varias especies aún no han sido identificadas. La predominancia de familias Asteracea, Astromeliaceae, Fabaceae, Poaceae, Gentianaceae,

A pesar de los avances, falta información detallada sobre la ecología, servicios ecosistémicos y dinámica de los procesos biológicos en el páramo. Se recomienda un estudio de vegetación y diversidad altitudinal por gradientes para entender cómo varían las comunidades vegetales y la biodiversidad en función de la altitud en el páramo del área protegida Taita Imbabura. Pues la heterogeneidad ambiental asociada con los gradientes altitudinales genera diferentes condiciones climáticas, edáficas y microambientales que influyen directamente en la composición y estructura de la vegetación.

Además, se hace énfasis en la fragilidad de estos ecosistemas y en la necesidad de estudiarlos de forma integral. Por ejemplo, existen vacíos con respecto a cómo estos ecosistemas reaccionarían ante un medio ambiente cambiante y con presiones antropogénicas cada vez más crecientes. Se tienen avances respecto a los impactos antropogénicos pero no como influye o que medidas de mitigación se podrían adoptar en escenarios de cambio climático. Modelo predictivo de nicho ecológico para evaluar cómo el cambio climático o la alteración del hábitat afectarán la supervivencia de las especies y sobre todo de la especie *Nototriche hartwegii*.



Nototriche hartwegii
a 4600 msnm

BIBLIOGRAFIA

- Abramowicz, D. A. (1990). Aerobic and Anaerobic Biodegradation of PCBs: A Review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 10(3), 241-251. <https://doi.org/10.3109/07388559009038210>
- Al-shammary, A. A. G., Kouzani, A. Z., Kaynak, A., Khoo, S. Y., Norton, M., & Gates, W. (2018). Soil Bulk Density Estimation Methods: A Review. *Pedosphere*, 28(4), 581-596. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60034-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60034-7)
- Chen, B., Liu, E., Tian, Q., Yan, C., & Zhang, Y. (2014). Soil nitrogen dynamics and crop residues. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 429-442. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0207-8>
- Friedman, S. P. (2005). Soil properties influencing apparent electrical conductivity: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46(1), 45-70. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2004.11.001>
- Hernández-Fernández, M., Cordero-Bueso, G., Ruiz-Muñoz, M., & Cantoral, J. M. (2021). Culturable Yeasts as Biofertilizers and Biopesticides for a Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review. *Plants*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/plants10050822>
- Holtan, H., Kamp-Nielsen, L., & Stuanes, A. O. (1988). Phosphorus in Soil, Water and Sediment: An Overview. En G. Persson & M. Jansson (Eds.), *Phosphorus in Freshwater Ecosystems* (pp. 19-34). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3109-1_3
- Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580), 60-68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>
- Li, X., Chang, S. X., & Salifu, K. F. (2014). Soil texture and layering effects on water and salt dynamics in the presence of a water table: A review. *Environmental Reviews*, 22(1), 41-50. <https://doi.org/10.1139/er-2013-0035>
- Neina, D. (2019). The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019(1), 5794869. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- Paul, E., & Frey, S. (2023). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Elsevier.
- Reitemeier, R. F. (1951). Soil Potassium. En A. G. Norman (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 3, pp. 113-164). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60368-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60368-5)
- Reynolds, W. D., Bowman, B. T., Drury, C. F., Tan, C. S., & Lu, X. (2002). Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. *Geoderma*, 110(1), 131-146. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00228-8](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00228-8)
- Schoenholtz, S. H., Miegroet, H. V., & Burger, J. A. (2000). A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, 138(1), 335-356. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00423-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00423-0)
- Susha, S. L., Singh, D. N., & Shojaei Baghini, M. (2014). A critical review of soil moisture measurement. *Measurement*, 54, 92-105. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.04.007>

BIBLIOGRAFIA

Barrero, H., Vistín, D., Bastidas, H., Muñoz, E., Zárate, Y., & Guerra, D. (2022). Dynamics of land use change in the Guangras sector of Sangay National Park, Ecuador. *CFORES*, 10(1), 44–58.

Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Kessler, M. 2006. Bosques de Polylepis. Pg. 110–120 en R. Øllgaard, L.P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (eds.), *Botánica económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés/Plural Editores, La Paz.

León, S (2024). Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador. <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/paramos/>

Romoleroux, et al., (2023). La flora de los páramos ecuatorianos: orígenes, diversidad y endemismo. R. Hofstede, P. Mena-Vásconez, & E. Suárez Robalino (Eds.), *Los páramos del Ecuador: Pasado, presente y futuro* (pp. 104–123). USFQ PRESS.

Mena, P., Hofstede, R., & Suárez, E. (2023). ¿De qué hablamos al hablar de páramos? In R. Hofstede, P. Mena-Vásconez, & E. Suárez Robalino (Eds.), *Los páramos del Ecuador: Pasado, presente y futuro* (pp. 14–33). USFQ PRESS.

Calispa, M., Vásconez, F., Santamaría, S., & Samaniego, P. (2023). Los suelos de los páramos del Ecuador. In R. Hofstede, P. Mena-Vásconez, & E. Suárez Robalino (Eds.), *Los páramos del Ecuador: Pasado, presente y futuro* (pp. 40–74). USFQ PRESS.

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) , (2024). Volcán Imbabura. <https://www.igepn.edu.ec/imbabura>

Garcés Jaramillo, S. (2008). Aprendiendo acerca de las áreas protegidas. *Letras Verdes: Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, ISSN-e 1390-6631, ISSN 1390-4280, No. 2, 2008 (Ejemplar Dedicado a: Letras Verdes 2), Págs. 6-7, 2, 6–7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5444075&info=resumen&idioma=SPA>

Moscoso, A. (2003). Desarrollos legales e institucionales sobre áreas protegidas y zonas de amortiguamiento en Bolivia, Ecuador y Perú. In J. Blanes, R. Navarro, U. Drehwald, T. Bustamante, A. Moscoso, F. Muñoz, & A. Torres (Eds.), *Las zonas de amortiguamiento: un instrumento para el manejo de la biodiversidad El caso de Ecuador, Perú y Bolivia* (FLACSO, pp. 35–105). www.flacso.org.ec

León, S. (2011). La flora de los páramos ecuatorianos. In Pc. S. F. R. H. C. J. S. L. G. M. N. O. y D. O. Mena (Ed.), *Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado* (p. 376). <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56325.pdf>

BIBLIOGRAFIA

Sherwood, S., Paredes, M., Oyarzún, P., & Borja, R. (2023). Agricultura y páramos en el centro norte del Ecuador. In R. Hofstede, P. Mena-Vásconez, & E. Suárez Robalino (Eds.), Los páramos del Ecuador: Pasado, presente y futuro (pp. 246–276). USFQ PRESS.

Podwojewski, P., Poulenard, J., (2000). En Los Suelos del Páramo. Serie Paramo 5. GTP/ Abya Yala. Quito

Hofstede, Robert et. al. (2014). Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. UICN, Quito, Ecuador.

WRB - World Reference Base for soil resources. (2015). World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Soil Survey Staff. (2014). Keys to soil taxonomy. Soil Conservation Service, 12, 410.

Vittum, P., (2009). Soil Habitats. Vincent H. Resh, Ring T. Cardé, (Eds), Encyclopedia of Insects (Second Edition) (pp. 935-939). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00247-2>.

Buytaert, W., Céleri, R., De Bièvre, B., & Cisneros, F. (2006). Hidrología del páramo andino: propiedades, importancia y vulnerabilidad. Cuenca, Ecuador.
<https://paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/ES/Hidroparamo2.pdf>

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, Quito, Ecuador.
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-025.pdf>

Llambí, L. D., Soto-W., A., Céleri, R., De Bièvre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Ecología, hidrología y suelos de páramos: Proyecto Páramo Andino. CONDESAN <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56475.pdf>

Shoji, S., Dahlgren, R. y Nanzyo, M. (1993a). Genesis of volcanic ash soils. In S. Shoji, R. Dahlgreny M. Nanzyo (Eds.), Volcanic Ash Soils: Genesis, Properties and Utilization (pp. 1-17). Elsevier

