

Degradación de la vegetación de páramo por efecto de la ganadería en el Parque Nacional Llanganates, Ecuador

Degradation of páramo vegetation due to cattle ranching in Parque Nacional Llanganates, Ecuador

Mario Giovanni Romo Rojas ¹; Estefanía Calero Romo ²

¹Magister, Fundación Conservemos Nuestros Bosques Nativos, Ambato, Ecuador; mgiovanni_romor2610@outlook.com. ²Magister, Docente Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador; leestefaniacar@gmail.com.

ARTÍCULO

Presentado: 05/07/2021
 Aceptado: 26/12/2021

Palabras Clave:

Efectos de las actividades humanas
 Ganado vacuno
 Flora
 Biodiversidad
 Área protegida

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la degradación de la vegetación de páramo por efecto de la ganadería en el Parque Nacional Llanganates. Se establecieron dos zonas de páramo con características similares en los Complejos Lacustres Antojos y Pisayambo. Con el uso del programa QGIS y shapefile a escala 1: 50000 se delimitaron los sitios con presencia y ausencia de ganado. Mediante la observación directa se contabilizó la cantidad de ganado que recorre Pisayambo, los hatos fueron registradas y georreferenciadas en una ficha de campo. El estudio vegetativo se realizó aplicando la técnica de áreas mínimas, en cada zona de estudio se tomaron tres unidades muestrales. En el instrumento de investigación se anotó el nombre de las especies, frecuencia, escala de presencia y estatus según los criterios señalados en literatura consultada. Los resultados evidencian que en los alrededores del Complejo Lacustre Pisayambo existe la presencia de 109 ejemplares de ganado vacuno y 12 de caballo. La mayor dominancia de especies vegetales se encuentra en el Complejo Lacustre Antojos, esto se refleja en el valor calculado del Índice de Diversidad de Simpson (0,901) en comparación del obtenido en Pisayambo (0,860). Las especies resistentes a la presencia de ganado son *Calamagrostis intermedia*, *Lachemilla orbiculata* y *Plantago rigida*. Se concluye que, el ganado produce un impacto negativo en la vegetación de páramo y a la vez constituye un serio problema para el manejo del Parque Nacional Llanganates.

ABSTRACT

The research aimed to determine the degradation of the paramo vegetation due to the effect of livestock in Parque Nacional Llanganates. Two paramo zones with similar characteristics were established in Antojos and Pisayambo Lake Complexes. By using the QGIS program and the shapefile at a scale of 1: 50000, sites with the presence and absence of livestock were delimited. Through direct observation, the number of cattle running through Pisayambo was counted, the herds were registered and georeferenced in a field card. The vegetative study was carried out by applying the minimum area technique, in each study area three sample units were taken. In the research instrument, the name of the species, frequency, presence scale, and status was recorded according to the criteria indicated in the literature consulted. The results show that in the surroundings of the Pisayambo Lake Complex there are 109 specimens of cattle and 12 horses. The highest dominance of plant species is found in the Antojos Lacustrine Complex, this is reflected in the calculated value of the Simpson Diversity Index (0.901) compared to that obtained in Pisayambo (0.860). Species resistant to the presence of cattle are *Calamagrostis intermedia*, *Lachemilla orbiculata* and *Plantago rigida*. In conclusion, livestock produces a negative impact on the paramo vegetation and at the same time constitutes a serious problem for the management of Parque Nacional Llanganates.

Key words:

Effects of human activities
 Cattle
 Flora
 Biodiversity
 Protected area

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera es uno de los principales factores de transformación de los ecosistemas en la actualidad (ARCINIEGAS; FLÓREZ, 2018). Según Parra et al. (2019) el principal impacto de la ganadería es la degradación y

fragmentación del hábitat lo que afecta la composición de las especies y sus procesos ecológicos. La ganadería en Sudamérica inicia con la conquista española, durante esta época las zonas montañosas fueron repartidas como tierras de pastoreo (MOLINILLO; MONASTERIO, 2002), causando la

pérdida de un porcentaje significativo de bosques andinos, páramos y punas (ROJAS et al., 2017). Esto provocó que varios grupos indígenas se resguardaron sobre los 3000 msnm ahondando más los conflictos entre la conservación y el uso de estos ecosistemas (AVELLANEDA et al., 2014). El impacto de la ganadería sobre el ecosistema de páramo depende de cuatro factores críticos como: el tipo de animal, la carga animal, el sistema de manejo y la quema de pajonal con fines de regeneración de brotes (GARAVITO et al., 2018; HOFSTEDE et al., 2003).

La degradación de los páramos ecuatorianos es un proceso continuo e incontrolable, se estima que más de tres cuartas partes del ecosistema original está modificado (HOFSTEDE et al., 2002; FARFÁN et al., 2020). En este sentido, se calcula que la tasa de pérdida del páramo es de 1384 has por año, lo que significa que aproximadamente 4 has diarias son transformadas para uso agropecuario (MALDONADO, 2005; MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013b). La ganadería extensiva desarrollada en ecosistemas paramales produce la desaparición de la diversidad florística (EJARQUE, 2017). La vegetación de páramo tiene bajo valor nutricional, por lo que, el ganado se ven obligados a consumir mucha cantidad de materia vegetal para obtener la energía necesaria y soportar el clima frío (MOLINILLO; MONASTERIO, 2002). A su vez, el ganado vacuno y ovino tienen pezuñas afiladas que penetran fácilmente la capa vegetal dejando expuesto el suelo y de esta manera favoreciendo la erosión (GARCÍA, 2014; HOFSTEDE et al., 2002). Además, el constante tránsito de los animales por diferentes ambientes provoca la introducción de especies exóticas (MARCANO; CASTILLO, 2020).

La cría de ganado vacuno, ha causado pérdidas devastadoras y no calculadas en las condiciones del páramo del Parque Nacional Llanganates (PNL) (ESTUPIÑÁN et al., 2009). El páramo del PNL se extiende desde los 3.400 msnm e incluye la parte alta de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Napo (ECOLAP; MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2007). No se tiene mayores registros de los primeros pobladores que ocuparon estos páramos, sin embargo, la mayor incursión se dio con la Ley de Reforma Agraria y Colonización de 1964 (CAÑAR et al., 1998). Con esta ley el estado ecuatoriano disponía que cualquier persona o asociación reclame derechos sobre las tierras paramales aún sin ser descendientes de habitantes ancestrales de estas zonas (BRASSEL et al., 2008). Este hecho produjo la destrucción de los páramos y la tala indiscriminada del bosque altoandino de los Llanganates (VELASTEGUÍ, 2018).

La zona altoandina del PNL sufre constante presión por la expansión de la frontera agrícola, la quema y el pastoreo de ganado en el páramo (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013a; VÁZQUEZ et al., 2000). Las comunidades indígenas y mestizas que habitan la zona se dedican tradicionalmente a la agricultura y a la ganadería extensiva como principales fuentes de ingreso (CAIZA; TAÍPE, 2021). Los espacios de pastoreo no están bien definidos ni existe un control adecuado por parte de la administración, produciendo que el ganado se desplace sin vigilancia por el interior del área protegida (MESTANZA et al., 2020). El uso de los espacios de pastoreo en el páramo es solamente normado y legitimado por los usuarios sin darle el respectivo reconocimiento de la propiedad estatal de la tierra que constituye el área protegida (CHIRIBOGA et al., 2000).

La biodiversidad que alberga los páramos ecuatorianos es alta. Según el Ministerio del Ambiente (2013b) existen 11 formaciones vegetales de páramo ocupando un área total de

14.876 km² equivalente al 7 % del territorio nacional (CARRILLO et al., 2019). Hay una marcada diferencia fitosociológica entre los páramos de la región norte y sur debido a las condiciones climáticas imperantes en cada una (MORALES, 2006). La vegetación de páramos está constituida en su mayor parte por vegetación herbácea y perenne, caracterizada por su adaptabilidad a climas extremos y suelos volcánicos ricos en materia orgánica (JOSSE et al., 2009). En cuanto a endemismo se refiere, al momento se registran 273 especies endémicas pertenecientes a 40 familias y 108 géneros. Las familias con mayor número de especies endémicas son Asteraceae, Orchidaceae, Gentianaceae y Poaceae (LEÓN et al., 2011).

La flora paramuna del Parque Nacional Llanganates está conformada por gramíneas conocidas vulgarmente como pajonal, sobresalen las especies *Stipa ichu*, *Calamagrostis intermedia*, *Festuca* sp. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013a). También son comunes las formaciones arrosetadas de *Wegneria* e *Hipochaeris*, al igual que las almohadillas (*Azorella pedunculata* y *Plantago rigida*) y los musgos del género *Sphagnum* responsables de la captación y almacenamiento de agua (Camacho, 2013; VARGAS et al., 2000). La vegetación arbustiva y arbórea se conforma de especies con hojas gruesas y duras como *Berberis lutea*, *Chusquea jussieu* y *Pernettya prostrata*, entre otras (ULLOA, 2018). Los parches boscosos se localizan en pendientes y barrancos alrededor de lagunas de origen glaciar y están compuestos principalmente por especies de los géneros *Polylepis* y *Gynoxys* (SEGOVIA et al., 2018).

Visto de esta forma este trabajo tiene por objetivo determinar la degradación de la vegetación de páramo por efecto de la ganadería en el Parque Nacional Llanganates.

MATERIAL Y MÉTODOS

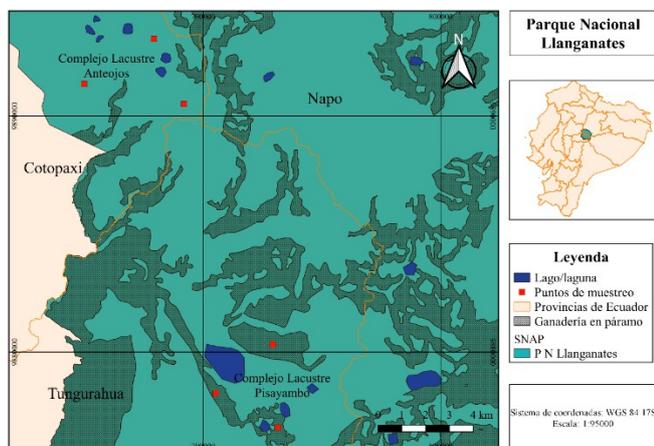
El Parque Nacional Llanganates (PNL) fue creado el 18 enero de 1996 con una superficie de 219.707 has (CAÑAR et al., 1998). No obstante, verificaciones de campo recientes determinaron un incremento a 219.931,81 has (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013a). Se encuentra ubicado en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Napo y Pastaza, aproximadamente el 90 % del PNL se localiza en las provincias de Tungurahua y Napo. Tiene un rango altitudinal que va desde los 1200 msnm en las estribaciones orientales de los Andes hasta los 4638 msnm en la cima del Cerro Hermoso.

Las características climáticas y orográficas imperantes han dado paso a la formación de una variedad de paisajes naturales. De acuerdo al Mapa de Vegetación del Ecuador en el PNL existen seis de los 11 tipos de ecosistemas paramales identificados en el país (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013b). Entre los ecosistemas presentes están el herbazal del páramo, herbazal inundable del páramo, arbustal siempreverde y herbazal del páramo, herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo, rosetal caulescente y herbazal del páramo.

Mediante la utilización del software QGIS, se solaparon shapefiles para identificar las zonas en las cuales existe la presencia de ganado en el páramo del Parque Nacional Llanganates (Figura 1). Se establecieron dos áreas de estudio las cuales corresponden a los sistemas lacustres Pisayambo y Anteojos. En el caso del Complejo Lacustre Anteojos se determinó una zona sin presencia de ganado. Por su parte, el Complejo Lacustre Pisayambo está formado por las lagunas

Pisayambo, Rodeococha, Patojapina y El Tambo. Los páramos de esta zona, han sido utilizados para criar ganado vacuno por parte de las asociaciones Paisaje Andino, Talata-Rumicucho, El Triunfo, Santa Rita del Tambo y Comuna la Libertad. Es importante resaltar que las dos zonas de estudio tienen el mismo tipo de ecosistemas. Por lo cual, se pretende realizar un análisis comparativo para establecer las diferencias entre una zona no alterada (Anteojos) y otra alterada (Pisayambo) para así establecer la forma como el ganado impacta en la degradación de la vegetación de páramo.

Figura 1. Presencia de ganado en la zona altoandina del Parque Nacional Llanganates, Ecuador



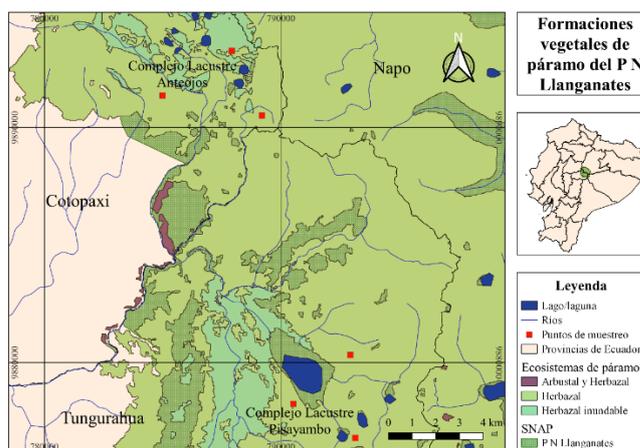
Para contabilizar la cantidad de ganado en cada zona de estudio se utilizó el método de conteo directo, este método es adecuado para especies fáciles de detectar en hábitats abiertos con distribución agrupada y buena visibilidad (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015). En el inventario, primero se determinó el tipo, número y distribución del grupo para luego contabilizar el número de individuos en cada grupo con lo cual se evita el doble conteo y disminuye el error de cálculo debido a la movilidad animal. La recolección de datos se realizó mediante una ficha de observación. Se registraron datos como: localización, número de individuos presentes en cada unidad espacial, coordenadas y tipo de ganado.

Para la determinación de la cobertura vegetal se empleó la técnica de áreas mínimas (CERÓN, 2005; AGUIRRE, 2013). Se elaboró un instrumento aplicando el método fitosociológico sugerido por Braun-Blaquet (1979). Esta metodología establece dos etapas de estudio, una analítica y otra sintética. La fase analítica consistió en el levantamiento de inventarios florísticos detallados sobre el territorio, es la fase de muestreo o la fase de toma de datos de campo. Aquí se recopiló toda la información necesaria sobre las agrupaciones vegetales. Se realizaron tres muestreos por cada zona de estudio (Figura 2). Posteriormente, en la fase sintética se realizó el tratamiento estadístico de los inventarios levantados en campo y la comparación con tablas y comunidades ya descritas en bibliografía publicada.

La identificación de las especies vegetales se lo realizó in situ con ayuda de guías de identificación. En aquellas especies que no fueron posibles identificarlas en campo se tomó fotografías detalladas de las estructuras organográficas. En ciertas circunstancias se colectó muestras para su posterior identificación en el archivo del Herbario Nacional del Instituto Ecuatoriano de Biodiversidad de la ciudad de Quito (QCNE),

en las bases de datos de Trópicos, The Field Museum of Natural History, Herbario del Jardín Botánico de Bogotá y Herbario Austral Americano Virtual.

Figura 2. Formaciones vegetales de páramo del Parque Nacional Llanganates, se incluyen los sitios de muestreo



Cabe considerar que en el caso de especies como *Calamagrostis* el término individuo hace referencia a la cantidad de tallos-macolla a un promedio de 239 tallos por macolla (FRANCO et al., 2013; IZCO et al., 2007). Por otra parte, en *Plantago* el término individuo se refiere al área ocupada por la especie por cada 1 dm² del cuadrante muestral (CERÓN, 2005). Dentro de este marco también se clasificó a las especies en nativa, endémica e introducida esto con la finalidad de identificar la posible intromisión de especies forrajeras en el hábitat natural producto del movimiento de los animales.

Para el caso del inventario ganadero y el estudio de la vegetación nativa se construyeron tablas de frecuencia. Por cada área de estudio se determinó el Índice de Diversidad de Simpson $D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$, utilizando el software estadístico *Past* 4.08. Además, se calculó el Índice de Similitud de Sorensen $I_{ss} = \frac{2c}{a+b} \times 100$. Donde, I_{ss} = Índice de semejanza de Sorensen, C = Número de especies comunes en ambas comunidades, A = Número total de especies presentes en la comunidad A , y B = Número total de especies presentes en la comunidad B (BADII et al., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el recorrido *ins situ* por el Complejo Lacustre Pisayambo se contabilizaron 109 ejemplares de ganado vacuno y 12 de ganado caballo (Tabla 1). Los lugares en donde se evidenció la presencia de animales fueron en las cercanías al río Talatag, los nororiente de la laguna de Pisayambo y en la zona comprendida entre las lagunas El Tambo, Rodeo Cocha y río Milín.

Son cinco asociaciones que realizan la cría de ganado al interior del PNL (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013a). El tipo de ganado que predomina es el vacuno del denominado “de lidia o bravo”. El pastoreo se realiza en los alrededores de Pisayambo afectando al ecosistema de páramo produciendo compactación y erosión del suelo, contaminación del agua y daño en la vegetación por efecto de la ganadería (GARCÍA, 2014). Esta problemática se ahonda por cuanto estas tierra

Tabla 1. Cantidad de ganado identificado en el Complejo Lacustre Pisayambo, Parque Nacional Llanganates, Ecuador

Sector	Vacunos	Caballares	Camélidos	Coordenadas
Río Talatag	9	0	0	790437 9878151
Laguna de Pisayambo	63	8	0	781839 9880172
Laguna El Tambo-Río Milín	37	4	0	793448 9876378
Total	109	12	0	

comunitaria están debidamente legalizadas con la Reforma Agraria del siglo XX y que no fueron expropiadas al momento de la declaratoria de parque nacional constituyendo una seria amenaza a los objetivos de conservación.

La primera muestra del análisis del florístico del Complejo Lacustre Antojos fue en las coordenadas (X787925, Y9893267). Este cuadrante sirvió para determinar el tamaño óptimo de la muestra, según se explicó en la metodología de áreas mínimas. Se realizaron cuadrantes a 1, 2, 4, 8, 16, 32 y 64 m². A los 64 m² se estabilizó la cantidad de individuos y en consecuencia se fijó este valor como el tamaño adecuado del cuadrante para replicarlo en los otros sitios muestrales. En esta zona se contabilizaron 44 especies y 3107 individuos. Dentro del cuadrante, la mayor parte de especies identificadas tienen una escala de presencia muy rara, es decir que están representadas por pocos individuos. El segundo sitio de muestreo estuvo ubicado en las coordenadas (X789199, Y9890508), aquí se contabilizaron 33 especies y 3281 individuos. La tercera muestra fue tomada en las coordenadas (X784996, Y9891357) registrándose 31 especies y 1933 individuos (Tabla 2).

En total en las tres muestras se contabilizaron 50 especies y 8321 individuos. Analizando la escala de presencia de las especies, la mayoría está representada por poco número de individuos (MR, ES). Para Odum y Barrett (2008) los factores que se deben tener en cuenta para caracterizar la calidad funcional de los ecosistemas son la riqueza o variedad de especies y el patrón de distribución de los individuos en la unidad espacial. Las especies más frecuentes (MA) en las tres muestras son *Calamagrostis intermedia* y *Lachemilla orbiculata*, según el Ministerio del Ambiente (2013b) una de las características del herbazal de páramo es la alta dominancia de gramíneas macolladas de menos de 50 cm de altura y vegetación arrosada pegada al piso. Esta particularidad es un mecanismo de adaptación a la altura, los valles glaciares, las laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciares sobre los 3400 msnm (BUYTAERT et al., 2005, 2014). Es importante resaltar que todas las especies encontradas son propias del ecosistema, además se identificaron cuatro especies endémicas *Diplostephium ericoides*, *Lasiocephalus involucreatus*, *Loricaria ilinissae* y *Stachys elliptica* resultado del aislamiento geográfico (LEÓN et al., 2011).

La segunda zona de estudio abarca un conjunto de lagunas de origen glaciar denominado Complejo Lacustre Pisayambo, formado por las lagunas: Pisayambo, Rodeococha, El Tambo y Patojapina. De acuerdo con las observaciones realizadas por el autor y complementado con el estudio de García (2014) en el sitio es evidente la presencia de ganado cimarrón.

Al igual que en la zona anterior (Antojos) se tomaron tres muestras de 64 m² cada una. La primera muestra se obtuvo en las coordenadas (X790535, Y9878228) al lado suroriental de la Laguna de Pisayambo, en este lugar se registraron 20 especies y 1449 individuos (Tabla 3). La segunda muestra se obtuvo en las coordenadas (X793147, Y9876796). Este lugar corresponde a una zona comprendida entre la laguna El Tambo y el Río

Milín. En la muestra hubo la presencia de huellas y excretas de ganado vacuno en la vegetación, aquí se contabilizaron 18 especies y 2347 individuos. La tercera unidad muestral fue tomada al oriente de la Laguna de Pisayambo en las coordenadas (X792934, Y9880320). En este sitio existió presencia de ganado al momento de tomar la muestra, se registraron 16 especies y 1674 individuos.

En el Complejo Lacustre Pisayambo se encontraron en total 30 especies y 5470 individuos, en comparación con la zona de Antojos la cantidad de especies e individuos fue menor. Esto se debe a la presencia de ganado en los sitios de muestreo, al respecto Vargas et al. (2002) menciona que con el aumento del pastoreo en el páramo existe una disminución de la vegetación alta y en cambio hay una dominancia de especies rastreras. El pisoteo constante de las reses sobre la flora nativa provoca la aparición de espacios erosionados como fue evidente en la zona El Tambo-Río Milín y al Oriente de la Laguna de Pisayambo. El ganado vacuno tiene pezuñas afiladas que pueden penetrar fácilmente la paja y la capa vegetal produciendo espacios vacíos en el suelo, una vez que se destruye una pequeña parte de la capa superficial se inicia el proceso de erosión eólica (HOFSTEDE et al., 2003).

Las especies más abundantes (MA) dentro de las tres muestras fueron *Calamagrostis intermedia*, *Lachemilla orbiculata* y *Plantago rigida*. La abundancia de *Calamagrostis intermedia* y *Lachemilla orbiculata* guarda relación con la intensidad del pastoreo en pendientes de bajo nivel de inclinación (MOLINILLO; MONASTERIO, 2002). Es decir que el ganado favorece el crecimiento de estas especies en áreas planas o con una ligera inclinación. Mientras que los rosetales como *Plantago rigida* poseen raíces profundas que resultan eficaces contra el pisoteo (HOFSTEDE, 2006).

De las 30 especies identificadas, 26 son nativas, tres endémicas y una introducida. Las especies endémicas son *Diplostephium ericoides*, *Loricaria ilinissae* y *Stachys elliptica*; en el caso de estas especies se puede señalar que no forman parte de la dieta habitual del ganado. Por otro lado, la presencia de *Trifolium repens* se debe al movimiento de ganado por parte de los comuneros de la Asociación Santa Rita del Tambo. En este lugar existe una construcción a manera de refugio y un corral (CAÑAR et al., 1998; MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013a), esta infraestructura es utilizada para llevar y traer animales al área protegida. Por lo que se supone que las semillas de esta especie vinieron en los cascotes o en el interior de los semovientes y después expulsadas con las excretas.

Tabla 2. Especies identificadas en las tres unidades muestrales del Complejo Lacustre Antejos, Parque Nacional Llanganates, Ecuador

N°	Especie	Total de individuos	Escala de presencia ¹			Estatus
			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
1	<i>Aa paleacea</i>	1			MR	Nativa
2	<i>Azorella sp.</i>	58			AB	Nativa
3	<i>Baccharis cf. caespitosa</i>	32	MR	MR		Nativa
4	<i>Baccharis cf. macrantha</i>	4	MR	MR		Nativa
5	<i>Bartsia laticrenata</i>	90	PA	ES		Nativa
6	<i>Bromus lanatus</i>	150	PA	AB		Nativa
7	<i>Calamagrostis intermedia</i>	1679	MA	MA	MA	Nativa
8	<i>Carex pichinchensis</i>	640	MA	MA	AB	Nativa
9	<i>Castilleja pumila</i>	31			MR	Nativa
10	<i>Clinopodium nubigenum</i>	62	MR	ES	ES	Nativa
11	<i>Cortaderia nitida</i>	57	MR	MR	AB	Nativa
12	<i>Diplostegium ericoides</i>	5	MR			Endémico
13	<i>Diplostegium glandulosum</i>	12	MR	MR	PA	Nativa
14	<i>Diplostegium rupestre</i>	26	MR	MR		Nativa
15	<i>Disterigma empetrifolium</i>	755	MA	PA	PA	Nativa
16	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i>	12	MR	MR	MR	Nativa
17	<i>Eryngium humile</i>	56	MR	ES		Nativa
18	<i>Gentiana sedifolia</i>	812	MA	MA	ES	Nativa
19	<i>Gentianella rapunculoides</i>	34	MR			Nativa
20	<i>Geranium multipartitum</i>	79			PA	Nativa
21	<i>Geranium sp.</i>	829	MA	MA	AB	Nativa
22	<i>Gomphichis caucana</i>	2	MR	MR		Nativa
23	<i>Gynoxis sp.</i>	12	MR		MR	Nativa
24	<i>Halenia weddelliana</i>	209	AB	ES	PA	Nativa
25	<i>Huperzia crassa</i>	93	MR	MR	PA	Nativa
26	<i>Hypericum lancioides</i>	62	MR	MR	ES	Nativa
27	<i>Hypericum laricifolium</i>	35	MR	MR	PA	Nativa
28	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	288	MA	PA	ES	Nativa
29	<i>Lachemilla hispidula</i>	48	MR	MR		Nativa
30	<i>Lachemilla nivalis</i>	21	MR	MR		Nativa
31	<i>Lachemilla orbiculata</i>	1168	MA	MA	MA	Nativa
32	<i>Lasiocephalus involucratus</i>	11	MR		ES	Endémico
33	<i>Lasiocephalus ovatus</i>	7	MR			Nativa
34	<i>Loricaria ilinissae</i>	57	PA			Endémico
35	<i>Monticalia arbustifolia</i>	30	MR		PA	Nativa
36	<i>Niphogeton dissecta</i>	16	MR	MR	MR	Nativa
37	<i>Oreobolus ecuadorensis</i>	238	ES	MA		Nativa
38	<i>Oritrophium peruvianum</i>	51	PA			Nativa
39	<i>Pernettya prostrata</i>	115	ES	ES	AB	Nativa
40	<i>Plantago rigida</i>	109	ES	MR	MA	Nativa
41	<i>Polylepis incana</i>	14	MR		MR	Nativa
42	<i>Puya hamata</i>	4	MR		MR	Nativa
43	<i>Ranunculus gusmanii</i>	4			MR	Nativa
44	<i>Rhynchospora hieronymi</i>	10	MR	MR		Nativa
45	<i>Sisyrinchium jamesonii</i>	30	MR	MR		Nativa
46	<i>Stachys elliptica</i>	23			ES	Endémico
47	<i>Vaccinium floribundum</i>	24	MR	MR	PA	Nativa
48	<i>Valeriana plantaginea</i>	12	MR	MR	ES	Nativa
49	<i>Werneria nubigena</i>	121	PA			Nativa
50	<i>Xenophyllum humile</i>	83	AB	PA		Nativa

¹ Escala de presencia: Muy raro (MR): Abundante, pero con un valor de cobertura bajo, o bien pocos individuos, pero con un valor de cobertura mayor. Escaso (ES): Cualquier número de individuos que cubran 5 – 25% del área. Poco abundante (PA): Cualquier número de individuos que cubran entre 25 – 50% del área. Abundante (AB): Cualquier número de individuos que cubran entre 50 – 75% del área. Muy abundante (MB): Cualquier número de individuos que cubran > 75% del área.

Tabla 3. Especies identificadas en las tres unidad muestral Complejo Lacustre Pisayambo, Parque Nacional Llanganates, Ecuador

Nº	Especie	Total de individuos	Escala de presencia ¹			ESTATUS
			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
1	<i>Aa paleacea</i>	1	MR			Nativa
2	<i>Bartsia laticrenata</i>	11	MR			Nativa
3	<i>Bromus lanatus</i>	120		AB	PA	Nativa
4	<i>Calamagrostis intermedia</i>	1417	MA	MA	MA	Nativa
5	<i>Carex pichinchensis</i>	156		PA	PA	Nativa
6	<i>Castilleja pumila</i>	17	ES			Nativa
7	<i>Diplostegium ericoides</i>	28			PA	Endémico
8	<i>Disterigma empetrifolium</i>	48	MR	ES		Nativa
9	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i>	4	MR			Nativa
10	<i>Erygium humile</i>	11			MR	Nativa
11	<i>Gentiana sedifolia</i>	327	MA	ES	ES	Nativa
12	<i>Halenia weddelliana</i>	605	ES	AB	ES	Nativa
13	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	1	ES		MR	Nativa
14	<i>Huperzia crassa</i>	39	ES			Nativa
15	<i>Hypericum lancioides</i>	132	PA	ES	ES	Nativa
16	<i>Hypericum laricifolium</i>	128	ES	AB	PA	Nativa
17	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	93	AB	MR	MR	Nativa
18	<i>Lachemilla hispidula</i>	7		MR		Nativa
19	<i>Lachemilla orbiculata</i>	1028	ES	MA	MA	Nativa
20	<i>Loricaria ilinissae</i>	2	MR			Endémico
21	<i>Lupinus tauris</i>	2	MR			Nativa
22	<i>Monina sp.</i>	1		MR		Nativa
23	<i>Monticalia vaccinioides</i>	33	MR	PA		Nativa
24	<i>Oritrophium peruvianum</i>	27	ES			Nativa
25	<i>Pernettya prostrata</i>	14			PA	Nativa
26	<i>Plantago rigida</i>	605	PA	MA	MA	Nativa
27	<i>Stachys elliptica</i>	6		MR	MR	Endémico
28	<i>Trifolium repens</i>	9	MR			Introducida y cultivada
29	<i>Werneria nubigena</i>	215	MA	PA		Nativa
30	<i>Xenophyllum humile</i>	383	MR	MA	PA	Nativa

¹Escala de presencia: Muy raro (MR): Abundante, pero con un valor de cobertura bajo, o bien pocos individuos, pero con un valor de cobertura mayor. Escaso (ES): Cualquier número de individuos que cubran 5 – 25% del área. Poco abundante (PA): Cualquier número de individuos que cubran entre 25 – 50% del área. Abundante (AB): Cualquier número de individuos que cubran entre 50 – 75% del área. Muy abundante (MB): Cualquier número de individuos que cubran > 75% del área.

En la Tabla 4 se indica el valor del Índice de Diversidad de Simpson para las dos zonas de estudio. Según los resultados la zona de Anteojos registra en total 50 taxones, 8321 individuos y un índice de diversidad de Simpson de 0,9016, mientras que la zona de Pisayambo se registran 30 taxones, 5470 individuos y un índice de diversidad de 0.8603. A criterio de Odum y Barrett (2008) el índice de Simpson abarca de valores de 0 a 1, los valores altos indican fuerte dominación de las especies. Al utilizar la forma 1-D, la interpretación es inversa, es decir, a mayores valores de 1-D, la diversidad será mayor, y a menores valores, la diversidad del sitio será menor (KREBS, 1985).

Tabla 4. Diferencia entre los índices de diversidad del Complejo Lacustre Anteojos y Pisayambo, Parque Nacional Llanganates, Ecuador

Estadísticos	Anteojos	Pisayambo
Taxa_S	50	30
Individuals	8321	5470
Simpson_1-D	0.9016	0.8603

Con base en el índice de Simpson estimado en el presente trabajo, se considera que la comunidad florística del Complejo

Lacustre Anteojos es más abundante que la del Complejo Lacustre Pisayambo, debido al número de taxones existentes en la primera área de estudios (50) y de acuerdo al valor alcanzado en el índice (0.9016). Por consiguiente, se puede considerar que el área Anteojos presenta mayor diversidad en comparación a Pisayambo siendo la principal causa la presencia de ganado. En este aspecto Krebs (1985) señala que un factor de pérdida de diversidad es el factor depredación exógeno que funciona manteniendo un número limitado especies de consumo (presa), reduciendo la competencia y homogenizando las especies presa en el paisaje. Dicho de este modo el ganado al interior del páramo favorece la reproducción de las especies vegetales de las cuales se alimenta en detrimento de aquellas que no son consumidas.

El valor del Índice de Similitud de Sorensen señala que las áreas de estudio comparten un 62,5% de especies en común. De acuerdo a Santana et al. (2014), el Índice de Similitud de Sorensen es útil cuando se comparan poblaciones de especies de diferentes sitios o micrositos con diferentes niveles de interferencia, como bosques alterados y bosques levemente alterados o perturbado.

Tabla 5. Cálculo del Índice de Similitud de Sorensen entre las áreas de estudio Anteojos y Pisayambo

Factor Sorensen	Cantidad
A (Cantidad de especies del área Anteojos)	50
B (Cantidad de especies del área Pisayambo)	30
C (Especies en común en ambas áreas)	25
Factor proporcional	100

$$Iss = \frac{2(25)}{50 + 30} \times 100$$

$$Iss = 62,5$$

El análisis del resultado de Sorensen muestra que las dos zonas tienen un valor medio de similitud. A pesar que las dos zonas comparten características idénticas en cuanto a paisaje, la estructura vegetal, la topografía, la altitud, la precipitación. El resultado del valor calculado de Sorensen puede deberse a diferencias en el grado de intervención humana o a cambios ambientales provocados por el impacto de actividades ganadera en el páramo.

CONCLUSIONES

Existe presencia de ganado en el Complejo Lacustre Pisayambo, en el levantamiento de datos se identificaron 109 ejemplares de ganado vacunos y 12 de ganado caballar, los lugares en donde es más frecuente observarlos es en el sector río Talatag, alrededores de la Laguna de Pisayambo y en la laguna El Tambo-río Milín.

La presencia de la actividad ganadera contribuye a la disminución de la diversidad florística del páramo. Esto se corrobora con la diferencia en la cantidad de especies identificadas entre las áreas de estudios con presencia y sin presencia de ganado. En caso del Complejo Lacustre Anteojos se registraron 50 especies y 8321 individuos y, por el contrario, en Pisayambo se contabilizaron 30 especies y 5470. Por otro lado, el cálculo del Índice de Diversidad de Simpson permite clarificar que la zona con mayor diversidad es el Complejo Lacustre Anteojos con un valor de 0.9016 en contraposición del Complejo Lacustre Pisayambo que presenta un valor de 0.8306.

Las especies con mayor abundancia y cobertura dentro de los cuadrantes muestrales en sitios con presencia de ganado son: *Calamagrostis intermedia*, *Lachemilla orbiculata* y *Plantago rigida*. Las estructuras organográficas que presentan estas especies sumado a la alta capacidad reproductiva les permiten resistir el constante pisoteo de los semovientes.

En las dos zonas de muestreo se identificaron 52 especies nativas, cuatro endémicas y una introducida. Las especies endémicas *Diplostephium ericoides*, *Loricaria ilinissae* y *Stachys elliptica* se encuentran tanto en Anteojos como en Pisayambo, por su parte *Lasiocephalus involucratus* es exclusiva de Anteojos. *Trifolium repens* es un especie forrajera, su presencia dentro de la muestra de Pisayambo evidencia la capacidad de introducción de especies exóticas que tiene el ganado en ambientes naturales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestro agradecimiento al personal del Parque Nacional Llanganates y Ministerio del Ambiente Tungurahua. El presente estudio se realizó bajo el permiso de investigación N° 11-2015-IC-FLO-DPAT-VS.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, Z. Guía metodológica para medir biodiversidad. Loja: Universidad Nacional de Loja, 2013, 256 p.
- ARCINIEGAS, S.; FLÓREZ, D. Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. *Ciencia y Agricultura*, 15(2): 107–116 p., 2018, [10.19053/01228420.v15.n2.2018.8687](https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n2.2018.8687).
- AVELLANEDA, L.; TORRES, E.; LEÓN, T. Agricultura y vida en el páramo: Una mirada desde la vereda El Bosque (Parque Nacional Natural de Los Nevados). *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(73): 105–128 p., 2014, [10.11144/Javeriana.CDR11-73.avpm](https://doi.org/10.11144/Javeriana.CDR11-73.avpm).
- BADII, M.; LANDEROS, J.; CERNA, E. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 3(1): 632–660 p., 2008.
- BRASSEL, F.; HERRERA, S.; LAFORGE, M. (eds.). ¿Reforma agraria en el Ecuador? Viejos temas, nuevos argumentos. Guayaquil: Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador, 2008, 178 p.
- BRAUN-BLAQUET, J. Fitosociología. Bases para el estudio de comunidades vegetales. Estados Unidos: H. Blume, 1979, 79 p.
- BUYTAERT, W.; SEVINK, J.; CUESTA, F. Cambio climático: La nueva amenaza para los páramos. Lima: CODESAN, 2014, 163 p.
- BUYTAERT, W.; SEVINK, J.; DE LEEUWC, B.; DECKERS, J. Clay mineralogy of the solis in the south Ecuadorian páramo region. *Geoderma*, 127(1): 114–129 p., 2005.
- CAIZA, F.; TAIPE, V. El chagra guardián del páramo. Reseña del paisaje cultural del chagra, Machachi, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2): 1359–1385 p., 2021, [10.37811/cl_rcm.v5i2.334](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.334).
- CAMACHO, M. Los páramos ecuatorianos: Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *ANALES de la Universidad Central del Ecuador*, 372(1): 77–92 p., 2013.
- CAÑAR, E.; ARELLANO, M.; ESPÍN, E.; MOYA, T.; TAFUR, V. Plan de manejo Parque Nacional Llanganates. Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Quito: INEFAN, 1998, 321 p.
- CARRILLO, G.; SILVA, B.; ROLLENBECK, R.; CÉLLERI, R.; BENDIX, J. The breathing of the Andean highlands. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265: 30–47 p., 2019, [10.1016/j.agrformet.2018.11.006](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.11.006).
- CERÓN, C. Manual de botánica: Sistemática, etnobotánica métodos de estudio en el Ecuador. Quito: Editorial Universitaria, 2005, 138 p.
- CHIRIBOGA, C.; CARVAJAL, J.; ENDARA, N. Diagnóstico socioeconómico de cuatro poblaciones aledañas al Parque Nacional Llanganates. Quito: Ecociencia, Ministerio del Ambiente, 2000, 45 p.
- ECOLAP; MINISTERIO DEL AMBIENTE. Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador. Quito: ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM, 2007, 254 p.

- EJARQUE, M. La construcción social de los problemas ambientales en torno a la ganadería ovina de las tierras secas chubutenses. *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, 1(2): 185–188 p., 2017.
- ESTUPIÑÁN, L.; GÓMEZ, J.; BARRANTE, V.; LIMAS, L. Efectos de actividades agropecuarias en las características del suelo en el páramo El Granizo, (Cundinamarca-Colombia). *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2): 79–89 p., 2009.
- FARFÁN, M.; FORERO, S.; AVELLANEDA, L. Evaluación de impactos del cultivo de papa y la explotación ganadera en suelos de Paramo Neotropical alto Andino, Colombia. *Acta Agronómica*, 69(2): 106–129 p., 2020.
- FRANCO, J.; DE LA CRUZ, G.; ABARCA, L.; BEDIA, C.; VALERO, E. *Ecología y conservación: Laboratorio y campo*. México: Editorial Trillas, 2013, 175 p.
- GARAVITO, L.; GÓMEZ, D.; PALACIO, D. Gobernanza territorial en los páramos Chingaza y Sumapaz-Cruz Verde. Una comparación de sus principales actores y problemáticas. *Perspectiva Geográfica*, 23(1): 11–30 p., 2018. [10.19053/01233769.6703](https://doi.org/10.19053/01233769.6703).
- GARCÍA, I. Inventario Ganadero en el Sitio RAMSAR, Complejo Llanganati en el Parque Nacional Llanganates. Quito: Aves & Conservación, 2014, 35 p.
- HOFSTEDE, R. El impacto de las actividades humanas en el páramo. Quito: Ecociencia, 2006, 138 p.
- HOFSTEDE, R.; COPPUS, R.; MENA, P.; SEGARRA, P.; WOLF, J.; SEVINK, J. El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. *ECOTROPICOS*, 15(1): 3–18 p., 2002.
- HOFSTEDE, R.; SEGARRA, P.; MENA, P. *Los páramos del mundo: Proyecto atlas mundial de los páramos*. Quito: Global Peatland Initiative, NC-IUCN, EcoCiencia, 2003, 263 p.
- IZCO, J.; PULGAR, Í.; AGUIRRE, Z.; SANTIN, F. Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 14(2): 237–246 p., 2007.
- JOSSE, C., CUESTA, F., NAVARRO, G., BARRENA, V., CABRERA, E., Y CHACÓN, E. *Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro*. Quito: Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009, 328 p.
- KREBS, C. *Ecología (Estudio de la Distribución y abundancia)*. Estados Unidos: Harla, 1985, 221 p.
- LEÓN, S.; VALENCIA, R.; PITMAN, N. (eds.). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (2. ed)*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2011, 467 p.
- MALDONADO, P. Atlas socio ambiental de Cotopaxi. En *Cotopaxi En Cifras. Biodiversidad y Población*. Latacunga: Consejo Provincial de Cotopaxi, EcoCiencia, Universiteit van Amsterdam y Embajada Real de los Países Bajos, (2005), 254 p.
- MARCANO, V.; CASTILLO, L. Diversity of lichens in the paramos of El Batallón and La Negra, General Juan Pablo Peñaloza National Park. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 77(1): 1–16 p., 2020. [10.3989/ajbm.2549](https://doi.org/10.3989/ajbm.2549).
- MESTANZA, C.; HENKANATHHEGEDARA, S.; VÁSCONEZ, P.; VARGAS, J.; SÁNCHEZ, M.; JIMENEZ, D.; CHARCO, M.; MESTANZA, P. In-Situ and Ex-Situ Biodiversity Conservation in Ecuador: A Review of Policies, Actions and Challenges. *Diversity*, 12(8): 315 p., 2020. [10.3390/d12080315](https://doi.org/10.3390/d12080315).
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Plan de Manejo del Parque Nacional Llanganates. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2013^a, 173 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2013b, 937 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Guía de inventario de la fauna silvestre. Lima: MINAN, 2015, 386 p.
- MOLINILLO, M.; MONASTERIO, M. Patrones de vegetación y pastoreo en ambientes de páramo. *ECOTROPICOS*, 15(1): 19–34 p., 2002.
- MORALES, J. El Páramo: ¿Ecosistema en vías de extinción?. *Revista Luna Azul*, 22(1): 1–13 p., 2006.
- ODUM, E., Y BARRETT, G. *Fundamentos de ecología (Quinta)*. Estados Unidos: Cengage Learning, 2008, 428 p.
- ROJAS, M.; NEJADHASHEMI, P.; HARRIGAN, T.; WOZNICKI, S. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16(1): 145–163 p., 2017. [10.1016/j.crm.2017.02.001](https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001).
- SANTANA, G.; MENDOZA, M.; SALINAS, V.; PÉREZ-SALICRUP, D.; MARTÍNEZ, Y.; ABURTO, I. Análisis preliminar de la diversidad y estructura arbórea-arbustiva del bosque mesófilo en el Sistema Volcánico Transversal de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4): 1104–1116 p., 2014. [10.7550/rmb.41519](https://doi.org/10.7550/rmb.41519).
- SEGOVIA, M.; DOMIC, A.; BOZA, T.; KESSLER, M. Situación taxonómica de las especies del género *Polylepis*. Implicancias para los estudios ecológicos, la conservación y la restauración de sus bosques. *Ecología Austral*, 28(1): 188–201 p., 2018.
- ULLOA, C. *Flora del Páramo del Cajas, Azuay, Ecuador*. Missouri: MOBOT Projects, 2018, 249 p.
- VARGAS, H.; NEILL, D.; ASANZA, M.; FREIRE, A.; NARVÁEZ, E. *Vegetación y flora del Parque Nacional Llanganates*. Quito: EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, 2000, 58 p.
- VARGAS, O.; PREMAUER, J.; CÁRDENAS, C. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación de un páramo húmedo de Colombia. *ECOTROPICOS*, 15(1): 35–50 p., 2002.
- VÁZQUEZ, M.; LARREA, M.; BENÍTEZ, V.; CHIRIBOGA, C.; MORALES, M.; ORTIZ, A.; NEILL, D.; AGUILAR, R.; MEJÍA, M. *Parque Nacional Llanganates: Visión general y perspectivas de conservación*. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente., 2000, 29 p.
- VELASTEGUÍ, J. Calidad del agua para consumo humano en el corredor ecológico ecuatoriano Llanganates-Sangay. *Revista UNIANDÉS Episteme*, 5(1): 77–87 p., 2018.