

Efectos de la paramización sobre la resiliencia ecosistémica del páramo andino en un contexto de cambio climático

Effects of the paramization phenomenon on the ecosystem resilience of the Andean páramo in a climate change context

Angela María Zapata Guzmán ¹ 

Siembra 13 (1) (2026): e9707
DOI: [10.29166/siembra.v13i1.9707](https://doi.org/10.29166/siembra.v13i1.9707)

Recibido: 22/02/2026
Revisado: 12/04/2026
Aceptado: 18/04/2026



¹ Universidad de Almería. Carretera Sacramento s/n,
La Cañada. 04120. Almería, España.

Correspondencia: azg464@inlumine.ual.es

Resumen

El artículo sintetiza el conocimiento actual sobre los ecosistemas de páramo andino, resaltando su importancia ecológica y su papel estratégico en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales como la regulación hídrica, captura de carbono y mantenimiento de alta biodiversidad. Estos sistemas de alta montaña son fundamentales para el bienestar humano debido a su capacidad de almacenar y regular el agua que abastece a millones de personas. En este contexto, se analiza el proceso de paramización como una transformación de los bosques altoandinos hacia condiciones de páramo impulsada por actividades humanas como: la expansión agropecuaria, el pastoreo, el cultivo de papa y las quemadas; junto con el aumento de la temperatura, lo que genera cambios en el uso del suelo, pérdida de biodiversidad y alteraciones en procesos ecológicos clave como la regeneración vegetal, la retención de carbono y dinámica hidrológica. Se evidenció que la resiliencia ecológica de estos ecosistemas se encuentra debilitada por presiones locales y el cambio climático, incrementando su vulnerabilidad y reduciendo su capacidad de adaptación. El análisis espacial revela fragmentación y variabilidad en niveles de protección mientras persisten vacíos de conocimiento, resaltando la necesidad de fortalecer las estrategias de conservación, restauración y gestión sostenible frente a crecientes amenazas ambientales.

Palabras clave: cambio climático, paramización, páramos andinos, resiliencia ecológica, servicios ecosistémicos

Abstract

The article synthesizes current knowledge on Andean páramo ecosystems, highlighting their ecological importance and their strategic role in providing essential ecosystem services such as water regulation, carbon sequestration, and the maintenance of high biodiversity. These high-mountain systems are fundamental to human well-being due to their capacity to store and regulate water that supplies millions of people. In this context, the process of “paramization” is analyzed as a transformation of high Andean forests into páramo conditions, driven by human activities such as agricultural expansion, grazing, potato cultivation, and burning, along with rising temperatures. This process leads to land-use changes, biodiversity loss, and alterations in key ecological processes such as vegetation regeneration, carbon retention, and hydrological dynamics. It was found that the ecological resilience of these ecosystems is being weakened by local pressures and climate change, increasing their vulnerability and reducing their adaptive capacity. Spatial analysis re-

SIEMBRA
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA>
ISSN-e: 2477-8850
Periodicidad: semestral
vol. 13, núm 1, 2026
siembra.fag@uce.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia
internacional Creative Commons
Atribución - NoComercial

© Los Autores 2026

veals fragmentation and variability in protection levels, while knowledge gaps persist, underscoring the need to strengthen conservation, restoration, and sustainable management strategies in the face of growing environmental threats.

Keywords: Andean paramos, climate change, ecosystem services, ecological resilience, paramization

1. Introducción

La cordillera de los Andes constituye uno de los sistemas montañosos más extensos y complejos del planeta, se caracteriza por una notable diversidad de formaciones vegetales y la presencia de múltiples pisos térmicos, lo cual responde a su amplia variabilidad altitudinal. Su configuración está determinada por procesos geológicos activos, como el movimiento de placas tectónicas y la actividad volcánica, que continúan modelando su estructura.

En la zona norte de la cordillera de los Andes convergen condiciones altitudinales, climáticas y ecológicas que favorecen la formación de ecosistemas de alta montaña, entre los cuales destaca el páramo. Se define, en términos generales, como un ecosistema característico del trópico húmedo, distribuido en regiones de Sudamérica, África y Oceanía, que se distingue por presentar una vegetación abierta y por ubicarse en la franja altitudinal comprendida entre el límite superior del bosque continuo y las zonas de nieves perpetuas (Hofstede, 2020).

En este contexto, la presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de revisión sistemática de la literatura, articulado con análisis documental y geoespacial; su propósito fue caracterizar los ecosistemas de páramo andino y analizar sus dinámicas de transformación.

Los ecosistemas de páramo presentan características ambientales altamente singulares, derivadas de la interacción de factores climáticos, edáficos y altitudinales que configuran condiciones ecológicas únicas, en el continente americano. Su distribución se concentra principalmente a lo largo de la cordillera de los Andes, abarcando países como Colombia, Ecuador, Venezuela y el norte de Perú, con extensiones hacia Centroamérica, particularmente en Costa Rica.

Existen formaciones como las de la Sierra Nevada de Santa Marta y algunos sistemas montañosos centroamericanos con rasgos ecológicos similares, pero no corresponden estrictamente al ámbito andino. Por su heterogeneidad ecológica, su composición vegetal se expresa en una alta variabilidad estructural funcional a nivel de bioma, lo que configura a los páramos como sistemas complejos con dinámicas propias en cada región (Llambí y Cuesta, 2014).

Por su alta diversidad los ecosistemas de paramos brindan servicios ecosistémicos fundamentales para

la vida de los seres humanos, los animales y la plantas, destacando la provisión y el ciclo del agua como en la captura de humedad atmosférica, así como el almacenamiento y la regulación del ciclo hidrológico que aporta de manera significativa al mantenimiento y la conservación de las zonas de recarga de los recursos hídricos (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2010).

Otra función ecosistémica es la regulación climática al almacenar y capturar dióxido de carbono atmosférico, actuando como importantes sumideros de carbono tanto en el suelo como en la vegetación (Quintero-Vallejo et al., 2018). Por su alta singularidad, patrones ecológicos definidos con variaciones propias que los diferencian de otros en la composición de su vegetación y fauna, así como en sus condiciones climáticas, gradientes altitudinales y riqueza paisajística se convierten en formaciones naturales de especial relevancia para estudios y estrategias de conservación de la biodiversidad por su capacidad de regulación principalmente, del ciclo hidrológico (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], 2018).

Entre las principales amenazas a la biodiversidad en los ecosistemas de páramo se encuentran las actividades antrópicas como el cultivo de papa, el pastoreo intensivo y las quemadas agrícolas. Además, la reducción progresiva de los bosques andinos y la fragmentación del paisaje; que junto con el fenómeno de paramización, contribuyen a la transformación y degradación de estos ecosistemas. El cambio climático ha modificado los rangos altitudinales, incrementando la temperatura global y acelerando la pérdida de masas glaciares, lo que repercute directamente sobre la disponibilidad de agua, la dinámica de la vegetación y las comunidades de flora y fauna.

La resiliencia ecosistémica frente a la degradación se encuentra en declive progresivo, particularmente en los páramos. El incremento térmico acelera la mineralización de la materia orgánica y altera los flujos biogeoquímicos, comprometiendo la función de los suelos altoandinos como sumideros de carbono. Esta desestabilización no solo reduce el almacenamiento de carbono, sino que debilita la capacidad de respuesta del sistema ante perturbaciones climáticas persistentes (Llambí y Cuesta, 2014).

La paramización, por su parte, corresponde a un proceso de transformación mediante el cual áreas

originalmente ocupadas por bosques andinos u otros ecosistemas de montaña adquieren características propias del páramo como resultado de la interacción entre presiones antrópicas y el incremento térmico; aunque este fenómeno puede interpretarse como una expansión del páramo, en realidad implica pérdida de biodiversidad, fragmentación del territorio y deterioro de funciones ecológicas esenciales, evidenciando una reducción en la resiliencia y en la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de revisión sistemática de literatura, articulado con análisis documental y geoespacial, con el propósito de caracterizar los ecosistemas de páramo andino y sus dinámicas de transformación. Inicialmente, se implementó una estrategia de búsqueda estructurada en bases de datos científicas indexadas, específicamente Web of Science (WoS) y Scopus, mediante ecuaciones de búsqueda construidas a partir de términos claves relacionados con páramos. La selección de estudios se realizó siguiendo criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, considerando el tipo de documento, la pertinencia temática, la escala de análisis y la disponibilidad de información.

Este proceso se organizó conforme a las fases de identificación, selección, elegibilidad e inclusión, garantizando la trazabilidad de la revisión en concordancia con los lineamientos del protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). En este contexto, se aplicaron descriptores en títulos, palabras clave y resúmenes con el fin de identificar artículos científicos y capítulos de libro pertinentes, empleando en WoS los siguientes términos: (Andean Páramo) OR (Páramo* Colombia) OR (Páramo* Venezuela) OR (Páramo* Perú) OR (Páramo* Ecuador) OR (Paramero) OR (Páramo ecosystem services); y en Scopus: (“Andean Páramo») OR («Colombia Páramo») OR («Venezuela Páramo*») OR («Perú Páramo*») OR («Ecuador Páramo*») OR («Paramero*») OR («Páramo ecosystem services»)*.

La aplicación de los descriptores permitió identificar 192 registros en Web of Science [WoS] y 98 en Scopus; tras el proceso de cribado y evaluación de elegibilidad, se excluyeron 117 por falta de pertinencia temática, 38 por duplicidad y 20 por no cumplir con los criterios de inclusión definidos, resultando en 25 estudios seleccionados para su sistematización y análisis (Figura 1).

No obstante, esta fase evidenció una predominancia de investigaciones a escala local o regional, con enfoques altamente especializados que limitaron una

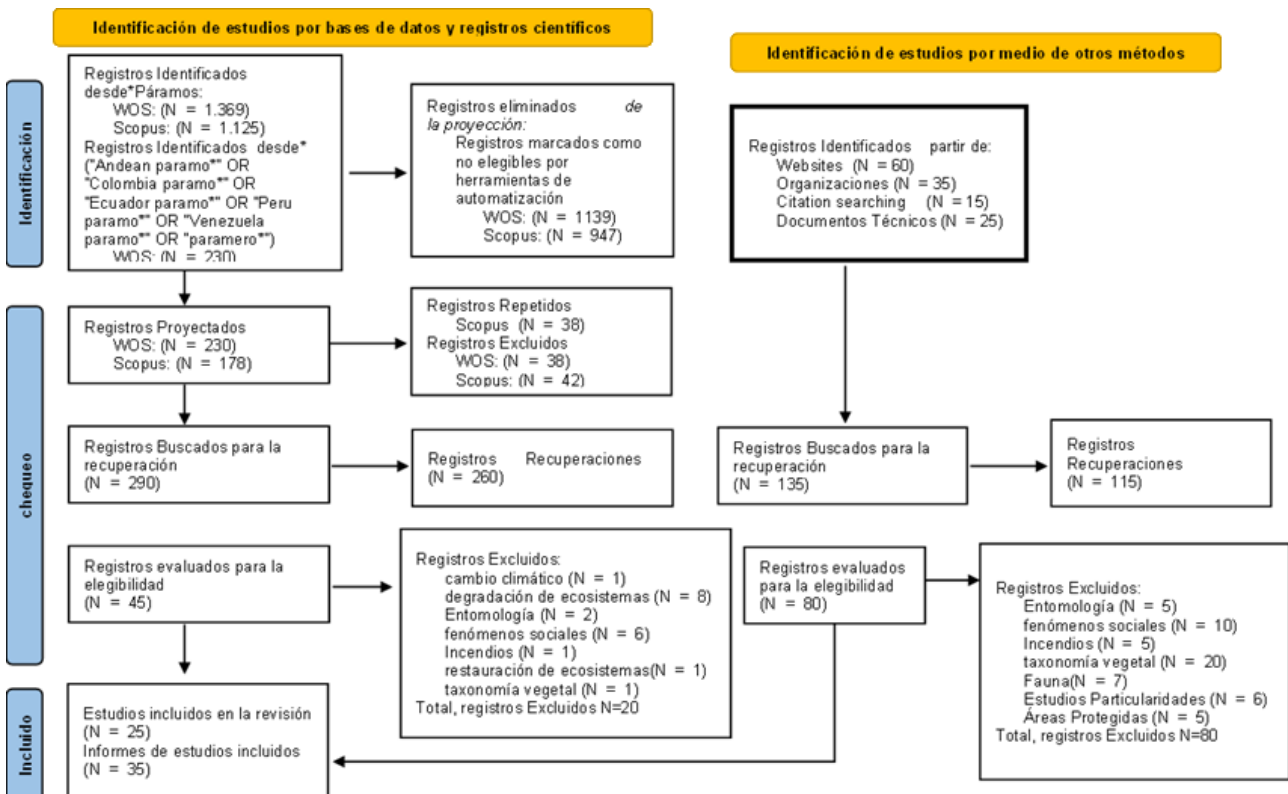


Figura 1. Aplicación del protocolo PRISMA.
Figure 1. Application of the PRISMA Protocol.

visión biogeográfica integral del páramo andino. En consecuencia, se incorporó una estrategia complementaria basada en el método de bola de nieve (Figura 2), orientada a ampliar la base de documentación mediante la inclusión de literatura gris, como documentos técnicos, normativos y publicaciones institucionales.

Esta fase se apoyó en el uso de operadores booleanos en motores de búsqueda académicos y generales, priorizando fuentes en idioma español por su pertinencia regional, así como en la revisión de referencias cruzadas de los estudios previamente seleccionados. Para ello, se emplearon descriptores como: (“Páramos”) OR (“Páramos AND Andinos”) OR (“Paramos AND Andes”) OR (“Páramos AND Venezuela”) OR (“Páramos AND Perú”) OR (“Jalca AND Perú”) OR (“Páramos AND Ecuador”) OR (“Páramos AND Tropicales”) OR (“Paramero**”).

Se emplearon *operadores booleanos* para optimizar la búsqueda y combinar términos clave en bases de datos y motores de búsqueda de Google; de forma complementaria, se aplicó la metodología de *bola de nieve* mediante la revisión de referencias y citas, lo que permitió ampliar el corpus documental e incorporar literatura gris relevante (Tabla 1).

La estrategia de búsqueda, que incluyó tanto literatura científica como literatura gris, permitió conformar una base de aproximadamente 60 estudios relevantes para la caracterización del ecosistema de páramo andino. A partir de estos registros, se realizó

una clasificación mediante descriptores temáticos con el fin de identificar y seleccionar los enfoques pertinentes para su inclusión en el análisis; posteriormente, se empleó la metodología de bola de nieve para la incorporación de fuentes secundarias contribuyendo a la comprensión más amplia y transdisciplinar del tema abordado.

La información recopilada fue organizada para hacer un análisis conceptual de los estudios bajo criterios analíticos homogéneos, incluyendo país, impulsores de cambio, servicios ecosistémicos y variables ecológicas como resiliencia, regeneración vegetal, captura de carbono y regulación hídrica. Este enfoque facilitó la identificación de análisis de variables, así como la detección de vacíos temáticos y geográficos, permitiendo estructurar la información, mediante la integración de revisión sistemática con análisis cartográfico multi país con un enfoque en paramización como fenómeno ecológico y socioambiental.

De manera complementaria, se desarrolló un componente cartográfico mediante la recopilación y análisis de información geoespacial en formato ShapeFile [SIG], obtenida a partir de repositorios abiertos, entidades ambientales y plataformas oficiales. Se utilizaron comandos de búsqueda avanzados (filetype:) para la localización de datos geográficos relevantes, los cuales fueron contrastados con información proveniente de la base de datos Protected Planet de la IUCN; a partir de la integración y depuración, se construyó una base cartográfica que permitió identificar

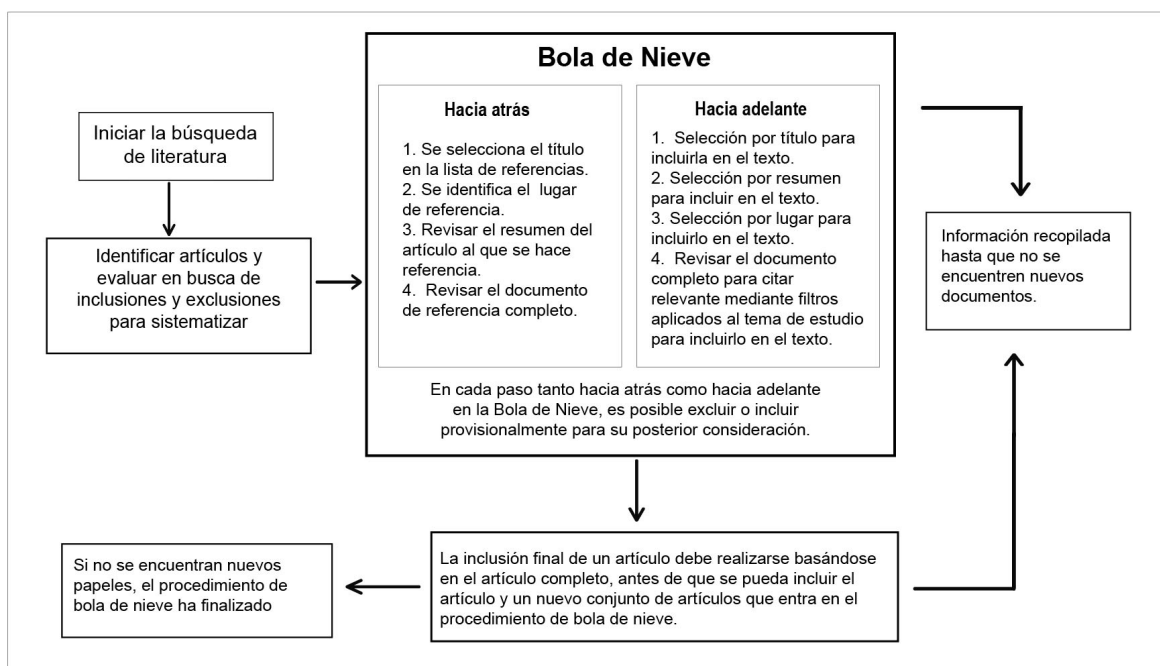


Figura 2. Metodología Bola de Nieve aplicada a la búsqueda de información.

Figure 2. The Snowball methodology applied to information retrieval.

Fuente: Ilustración propia basada en Wohlin (2014).

Source: Author's illustration based on Wohlin (2014).

Tabla 1. Operadores booleanos y comandos aplicados en la búsqueda de literatura gris.
 Table 1. Boolean operators and commands used in the search for gray literature.

Operador Booleano	Símbolo	Acción	Aplicación	Búsqueda	Descripción
AND / Y	“+” “&”	Elección	(“Páramos*” OR “Páramos Andinos” OR “Páramos AND Andes” OR “Páramos AND Venezuela” OR “Páramos AND Perú” OR “Jalca AND Perú” OR “Páramos AND Ecuador” OR “Páramos AND Tropicales” OR “Páramero*”)	Todos los términos empleados	Reduce y concreta la búsqueda.
OR / O	” “ó”	Unión		Cualquiera de los términos	Amplía la búsqueda.
“ “	“ “	Limitar		Palabras exactas	Para buscar una expresión literal (varía orden de palabras).
*	(“*“)	Literal		Comodín	Sustituir una palabra. Suele combinarse con el operador de literalidad.
()	()	Agrupar		Limita el universo de la búsqueda	Términos con conexiones lógicas para concretar la búsqueda
Comando de búsqueda Filetype:	Filetype:		<i>paramos.shp</i>	<i>Filetype:.shp</i>	Restringir páginas con archivos para la información cartográfica.

133 unidades biogeográficas correspondientes a ecosistemas de páramo en la cordillera andina (Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú). Finalmente, mediante un modelo de intersección de capas geoespaciales, se evaluaron los niveles de delimitación, identificación y cobertura bajo figuras de protección, integrando este análisis de variables ecológicas consideradas en la revisión sistemática.

3. Resultados

3.1. Análisis conceptual

El término “páramo” proviene del latín *paramus*, asociado a paisajes fríos y desprovistos de cobertura vegetal; más su aplicación en los Andes tropicales responde a una reinterpretación histórica introducida durante la colonización española, para describir las tierras altas andinas por su semejanza con ambientes fríos de la Península Ibérica (Llambí y Cuesta, 2014). Esta denominación no fue adoptada de manera uniforme, en los Andes centrales de Perú y Bolivia con el uso del término indígena “puna”, mientras que en el norte del Perú se emplea “jalca”, derivado del quechua *sallqa*, se denomina páramo al ecosistema que se encuentran en territorios silvestres de alta montaña ubicados generalmente entre los 3.500 y 4.000 msnm (Instituto Humboldt, 2012).

La coexistencia de términos como páramo, jalca y puna ha generado confusiones conceptuales, ya que se superponen categorías ecológicas y culturales que dificultan definir claramente estos ecosistemas. En Perú, por ejemplo, no hay acuerdo sobre si la jalca y la puna deben considerarse equivalentes al páramo o si constituyen unidades ecológicas distintas. Algunos

autores optan por un enfoque integrador, agrupándolos bajo la categoría de páramo andino debido a ciertas similitudes funcionales; no obstante, los páramos del norte peruano presentan diferencias notables, como un clima más seco, menor disponibilidad de agua y menor capacidad de retención hídrica.

Los ecosistemas de páramo presentan una notable heterogeneidad ambiental, determinada por la interacción de factores como la geología, la topografía, la evolución de los suelos, así como gradientes de precipitación, humedad y orientación (Llambí y Cuesta, 2014). En función de la variabilidad en la precipitación anual, es posible diferenciar diversas tipologías de páramo que reflejan esta complejidad ambiental; se observan diferencias florísticas marcadas a lo largo del gradiente latitudinal andino; por ejemplo, los frailejones (*Espeletia* spp.) son característicos desde Venezuela hasta el norte de Ecuador, mientras que hacia el sur estas formaciones desaparecen progresivamente. En el caso de Perú, los páramos carecen de frailejones y están dominados principalmente por pajonales, asociados a la región ecológica de la jalca en la zona norte del país, lo que evidencia variaciones biogeográficas significativas dentro del sistema de páramos andinos.

A escala regional, las variaciones en los ecosistemas de páramo se relacionan principalmente con gradientes altitudinales (CAR, 2018). En este marco, existe un consenso general en la delimitación de tres unidades ecológicas: el subpáramo, ubicado aproximadamente entre los 3.200 y 3.600 msnm, que constituye una zona de transición entre el bosque montano y el páramo; el páramo propiamente dicho, que se extiende entre los 3.600 y 4.100 msnm y se caracteriza por la dominancia de pajonales y formaciones en roseta; y el super páramo, localizado por encima de

los 4.100 msnm hasta el límite inferior de las nieves perpetuas, donde las condiciones ambientales extremas determinan una cobertura vegetal escasa y discontinua (Cuatrecasas, 1958; Llambí y Cuesta, 2014).

De acuerdo con la IUCN (2010), el páramo se define como la franja del ecosistema altoandino ubicada por encima del límite superior del bosque, caracterizada por un gradiente altitudinal en el que las formaciones vegetales transitan desde matorrales y bosques abiertos hacia comunidades progresivamente más simples en términos de estructura y cobertura. En el páramo inferior predominan formaciones arbustivas, ocasionalmente acompañadas por elementos arbóreos, cuya altura y densidad disminuyen conforme aumenta la altitud; en el páramo propiamente dicho dominan las gramíneas perennes junto con especies representativas como los frailejones (*Espeletia* spp.), mientras que en el super páramo la vegetación se presenta de forma dispersa, constituida principalmente por praderas y matorrales bajos, con una notable proporción de suelo desnudo.

El gradiente altitudinal en los páramos favorece un alto recambio de especies vegetales, lo que genera una gran heterogeneidad espacial y biodiversidad regional. Esta dinámica refleja la notable capacidad de adaptación de las comunidades vegetales a condiciones extremas, y constituye una característica clave del funcionamiento de estos ecosistemas.

A la alta biodiversidad propia de los ambientes tropicales se añade aquella derivada de los gradientes altitudinales a escala local, lo que en conjunto favorece una marcada diversidad beta en estos ecosistemas; este patrón es especialmente evidente en sistemas montañosos aislados, donde se registran elevados niveles de endemismo tanto a escala local como regional (World Wildlife Fund [WWF], 2016). En este contexto, el páramo andino destaca por su considerable riqueza florística, la cual no solo define la fisonomía del paisaje, sino que también condiciona sus características ecológicas. Dichas particularidades están estrechamente vinculadas a los pisos bioclimáticos, responsables de estructurar las transiciones del paisaje propias de este bioma.

En consecuencia, las formaciones vegetales del páramo presentan adaptaciones estructurales, como tallos y follajes de menor tamaño, en contraste con los bosques altoandinos, donde predominan masas densas de árboles y palmas de mayor altura con copas más desarrolladas; desde el punto de vista fisionómico, el páramo se caracteriza por una vegetación predominantemente abierta, de tipo arbustivo y herbáceo (CAR, 2018).

Los páramos andinos desempeñan un papel clave en el funcionamiento de los sistemas naturales y en

el bienestar humano, al proveer múltiples servicios ecosistémicos, entre ellos, destacan procesos como la formación de suelos y el ciclado de nutrientes, fundamentales para la producción de alimentos y el aprovechamiento de plantas medicinales; de igual manera, estos ecosistemas poseen un importante valor cultural, al constituir territorios de significado para diversas comunidades locales, en particular para pueblos indígenas. Adicionalmente, ofrecen servicios recreativos asociados a su singular belleza paisajística (Instituto Humboldt, 2012).

Estos ecosistemas presentan un alto grado de endemismo y una riqueza ecológica significativa, evidenciada en la variedad de suelos y tipos de vegetación adaptados a condiciones locales. Esta diversidad otorga a cada páramo características únicas, lo que hace fundamental considerar sus particularidades al diseñar estrategias de gestión y conservación.

Los páramos son ecosistemas altamente vulnerables debido tanto a sus características intrínsecas como a la presión de factores externos asociados al cambio climático y a actividades antrópicas como la agricultura intensiva, el sobrepastoreo y las quemadas, que actúan como impulsores directos de transformación. Entre sus rasgos internos más relevantes se destaca su condición de unidades ecológicas que han evolucionado en aislamiento geográfico, configurándose como verdaderas islas biogeográficas, lo que implica altos niveles de especificidad y endemismo, pero también una elevada fragilidad frente a perturbaciones externas.

En este contexto, el aumento de las temperaturas incide directamente sobre procesos ecológicos clave, afectando el equilibrio funcional de estos ecosistemas y las dinámicas asociadas a las actividades humanas. Se considera que los ecosistemas altoandinos pueden ser más sensibles que los bosques tropicales húmedos frente al calentamiento, dado que este incrementa las tasas de descomposición de la materia orgánica.

El cambio climático está generando impactos significativos en las comunidades ubicadas en zonas aledañas al páramo, particularmente en aspectos vinculados a la seguridad alimentaria, estos efectos se manifiestan en la reducción de la disponibilidad y calidad de los productos agrícolas, el incremento en la incidencia de plagas y la disminución del acceso al agua durante la temporada seca. Un caso ilustrativo es el del Páramo de Rabanal, en Colombia, donde las comunidades locales perciben el cambio climático como un proceso inevitable que está transformando sus prácticas productivas y sus condiciones de vida (Corbelle y Guzmán, 2020).

Históricamente han estado expuestos de manera recurrente a incendios a lo largo del tiempo, lo que

evidencia su carácter altamente inflamable y su constante influencia por la quema de biomasa estacional, principalmente de origen antrópico; así mismo la vegetación como los frailejones presentan una alta vulnerabilidad frente a incendios debido a su contenido de necromasa con elevada capacidad de combustión, lo que facilita su ignición; de manera similar, los pajonales contribuyen a la propagación del fuego por sus características estructurales; situación que se ve intensificada por factores ambientales como los vientos constantes y la alta radiación; esto no solo influye en la regulación del carbono, sino que también incrementa su vulnerabilidad frente a incendios, debido a la facilidad con la que este material puede inflamarse; comprometiendo funciones ecosistémicas esenciales, particularmente su papel como sumideros de carbono.

Algunos incendios se originan en prácticas de quema asociadas a la adecuación de tierras para uso agropecuario, las cuales, al salirse de control, terminan afectando áreas de conservación. Como consecuencia, la sucesión ecológica posterior al incendio se manifiesta en cambios en la abundancia relativa de las formas de crecimiento vegetal, proceso que, en muchos casos, conduce al predominio de arbustos de porte vertical, modificando la estructura y el funcionamiento del ecosistema.

Aunque existen algunos estudios puntuales sobre incendios en ecosistemas específicos, pero persiste un vacío de información significativo en relación con los páramos; por consiguiente, esta limitación dificulta comprender sus procesos de deterioro a lo largo del tiempo, así como su capacidad de recuperación y las implicaciones que estos eventos tienen sobre la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que estos sistemas proveen.

Las implicaciones a largo plazo de estos cambios sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas demandan un análisis riguroso sustentado en evidencia científica (Zomer y Ramsay, 2021). Dada la fragilidad de los ecosistemas de montaña, su recuperación ante riesgos naturales es limitada, es esencial mejorar las estrategias de prevención y fomentar una cultura de gestión del riesgo, apoyada en sistemas de información y tecnologías que permitan monitorear los cambios ambientales de manera continua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [FAO], 2014).

La resiliencia ecológica de los páramos es clave para entender cómo responden a las perturbaciones humanas y climáticas. Sin embargo, su capacidad para mantener la estructura y función se ve cada vez más restringida por la alteración de procesos esenciales como la regeneración de la vegetación y la regulación

hídrica. Factores como la pérdida de cobertura vegetal y la fragmentación del paisaje debilitan estos mecanismos, comprometiendo la estabilidad y la provisión de servicios ecosistémicos a largo plazo (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES], 2019).

En los ecosistemas de páramo, la resiliencia ecológica según Zaccarelli et al. (2008); frente a perturbaciones de origen natural y antrópico, como la capacidad del ecosistema para absorber cambios y reorganizarse sin perder su estructura, funciones y procesos esenciales; esta capacidad no implica un retorno exacto a condiciones previas, sino la conservación de su identidad funcional, como la regulación hídrica, sucesión natural y almacenamiento de carbono; determinantes para la estabilidad del sistema.

La resiliencia en los páramos se encuentra vinculada a la diversidad biológica, la heterogeneidad espacial y la interacción entre componentes ecológicos a distintas escalas. Estos elementos favorecen la autorregulación del sistema frente a su capacidad adaptativa por cambios ambientales. Para Zaccarelli et al. (2008) la simplificación del paisaje, la fragmentación y la alteración de los regímenes de perturbación, asociadas a procesos como la paramización en contextos del cambio climático, debilitan la capacidad de recuperación del ecosistema.

En este contexto, los cambios en las condiciones climáticas y el uso del suelo pueden llevar al sistema hacia estados ecológicos menos funcionales. La resiliencia en páramos requiere considerar las perturbaciones inmediatas, los procesos de cambio a largo plazo que afectan la estabilidad del sistema; a fin de comprender la dinámica histórica y actual de estos ecosistemas frente a escenarios de creciente presión ambiental.

La introducción de especies exóticas, los procesos de invasión biológica en los ecosistemas de páramo están estrechamente vinculados a la acumulación de perturbaciones antrópicas, tales como las quemaduras recurrentes, la expansión de la ganadería, las prácticas agrícolas y la construcción de infraestructura vial. Estas actividades generan la apertura del paisaje y la alteración de las condiciones originales del hábitat. Las perturbaciones favorecen la disponibilidad de nichos ecológicos vacíos que aprovechan las especies invasoras caracterizadas por su alta plasticidad ecológica y rápido crecimiento, actuando como oportunistas colonizadoras eficientes de áreas perturbadas; estos cambios comprometen la integridad ecológica del páramo; desplazan especies nativas, modifican la estructura de la vegetación y alteran procesos ecosistémicos clave; representando una amenaza para la biodiversidad, toda vez que afecta la resiliencia del

sistema, dificultando su recuperación frente a nuevas perturbaciones.

El retamo espinoso (*Ulex europaeus*) incluida dentro de la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas a nivel mundial, elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [IUCN]; de igual manera figura entre las más problemáticas en Colombia, su introducción con fines de establecimiento de cercas vivas ha demostrado una notable capacidad de adaptación y expansión en ecosistemas, incluyendo el páramo. Con rápido crecimiento, alta producción de semillas y tolerancia a condiciones adversas le permiten colonizar áreas perturbadas con facilidad, desplazando la vegetación nativa y modificando la estructura del ecosistema. En consecuencia, su presencia representa una amenaza significativa para la biodiversidad y el funcionamiento ecológico de estos sistemas, dificultando los procesos de restauración y conservación (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2011).

Esta especie forma masas monoespecíficas, densas y altamente espinosas, que inhiben la germinación de semillas nativas, dificultan la infiltración del agua hacia el suelo y actúan como barreras físicas que limitan el movimiento de la fauna por lo afilado de sus espinas. Además, presenta una alta capacidad de regeneración a partir de semillas y rebrotes (tocones) tras perturbaciones como la remoción de matorrales o incendios, generando un banco de semillas abundante y persistente en el tiempo; alterando los ciclos de nutrientes en ambientes naturalmente pobres, favoreciendo condiciones que desplazan a la vegetación nativa no adaptada a estos cambios. Adicionalmente, incrementa el riesgo de incendios durante las épocas secas debido a su elevado carácter pirogénico, lo que refuerza su capacidad de expansión y su impacto negativo sobre la dinámica ecológica del páramo (Vargas, 2013).

En escenarios de aumento de la temperatura, se proyecta que las especies de hábito arbustivo tienden a expandirse hacia zonas de páramo, ocupando gradientes altitudinales previamente restringidos. En la actualidad, ya se observa una progresiva colonización de especies invasoras de tipo arbustivo a mayores altitudes. Un caso representativo es el retamo espinoso, cuya presencia ha sido registrada hasta los 3.500 msnm, evidenciando su capacidad de adaptación y expansión en estos ecosistemas (Vargas, 2013).

Diversos factores antrópicos están impulsando la modificación de las condiciones naturales en los ecosistemas de páramo, particularmente a través del proceso de paramización, asociado al cambio en el

uso del suelo en zonas de montaña. Actividades como la expansión agropecuaria, el pastoreo intensivo, el cultivo de papa y las quemadas para adecuación de terrenos inciden directamente en las propiedades físico-químicas del suelo; estas intervenciones afectan la capacidad de retención hídrica y la calidad del recurso agua, comprometiendo los procesos de recarga de cuerpos hídricos. Adicionalmente, prácticas como la minería, la labranza, el uso de fertilizantes y la sustitución de pastizales naturales por especies forrajeras intensifican la alteración del equilibrio hidrológico. En conjunto, estas presiones reducen la funcionalidad ecosistémica del páramo, afectando de manera significativa su capacidad de provisión y regulación del recurso hídrico (FAO, 2014).

La estructura y funcionamiento de los ecosistemas de páramo andino están estrechamente determinados por gradientes altitudinales que condicionan la distribución de la vegetación, la composición florística y las formaciones ecológicas dominantes. En este sentido, la zonificación altitudinal permite identificar franjas diferenciadas que reflejan transiciones ecológicas desde el bosque altoandino hasta el superpáramo. Cada una de estas unidades presenta características particulares en términos de especies dominantes, de cobertura vegetal y condiciones bioclimáticas, evidenciando un alto recambio florístico y una marcada heterogeneidad espacial.

La zonificación altitudinal de los ecosistemas de páramo andino evidencia una variación gradual en la composición florística y en la estructura de la vegetación a medida que aumenta la altitud. En primer lugar, en la franja altoandina (3.000–3.200 msnm), predominan bosques y matorrales altos y relativamente densos, dominados por géneros como *Weinmannia*, *Clethra* y *Escallonia*, los cuales indican la transición hacia condiciones ambientales más frías. Posteriormente, al ascender hacia el subpáramo (3.200–3.600 msnm), se observa una disminución en la altura y densidad de la vegetación, dando lugar a matorrales y arbustos dispersos, donde destacan especies de *Vaccinium*, *Gaultheria* y *Hypericum*.

Asimismo, en el páramo propiamente dicho (3.600–4.100 msnm), las condiciones climáticas más rigurosas favorecen el desarrollo de pajonales y frailejonales, con especies características como *Calamagrostis* y *Espeletia*, altamente adaptadas a la radiación intensa y las bajas temperaturas. Finalmente, en el superpáramo (por encima de 4.100 msnm), la vegetación se vuelve escasa y discontinua debido a las condiciones extremas, predominando especies especializadas como *Draba* y *Senecio*. En conjunto, esta zonificación refleja no solo una reducción progresiva en la complejidad estructural de la vegetación, sino

también un aumento en la especialización adaptativa de las especies frente a condiciones climáticas cada vez más severas (Tabla 2).

Los programas de Pago por Servicios Ambientales [PSA] se han consolidado como una estrategia relevante para promover la conservación de los ecosistemas, al tiempo que contribuyen a la reducción de la pobreza y al fortalecimiento del desarrollo rural, estos esquemas buscan compensar, ya sea de manera monetaria o en especie, a quienes garantizan la provisión de servicios ecosistémicos, favoreciendo una distribución más equitativa de los costos y beneficios entre actores involucrados. En este contexto, los PSA han facilitado la articulación de acuerdos colectivos entre campesinos, comunidades étnicas, organizaciones sociales y el Estado, incentivando la protección de recursos estratégicos como el agua. Estos mecanismos fomentan procesos de educación ambiental y participación comunitaria, fortaleciendo la gobernanza territorial y el compromiso local con las iniciativas de conservación (Wunder et al., 2007).

Si bien los páramos se han posicionado como un referente en la provisión de servicios ecosistémicos clave para la regulación hídrica, el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de los medios de vida rurales, su implementación en esquemas de gestión no está exenta de limitaciones. En particular, muchos programas de Pago por Servicios Ecosistémicos [PSE] se han desarrollado con base en información aún insuficiente sobre la relación entre las prácticas de uso del suelo y la

generación efectiva de estos servicios, por esto, resulta fundamental integrar el conocimiento local con la evidencia científica ecológica, a fin de construir marcos de análisis más completos que orienten de manera adecuada la toma de decisiones en política y gestión ambiental. Igualmente, se reconoce ampliamente que los saberes, percepciones y valores de las comunidades locales constituyen un componente esencial para el éxito de las estrategias de conservación (Farley y Bremer, 2017).

3.2. Resultados Cartográficos

El mapa elaborado a partir de información oficial de los cuatro países andinos permitió identificar 133 unidades biogeográficas con características ecológicas y funcionales en ecosistemas de páramo, constituyendo un aporte cartográfico actualizado para el análisis regional de este bioma. Su distribución espacial evidencia el carácter fragmentado de estos ecosistemas a lo largo de la cordillera, así como su estrecha relación con los gradientes altitudinales; este ejercicio integró diversas fuentes de información geoespacial, proporcionando una visión regional de la delimitación, estado, legislación, figuras de protección y organización territorial de los páramos andinos.

Los resultados muestran que una proporción significativa de estos ecosistemas se encuentra bajo alguna categoría de protección, principalmente como Parques Nacionales Naturales, aunque dicha cobertura presenta variaciones entre países, lo que refleja diferencias

Tabla 2. Zonificación altitudinal y composición florística de los ecosistemas de páramo andino.

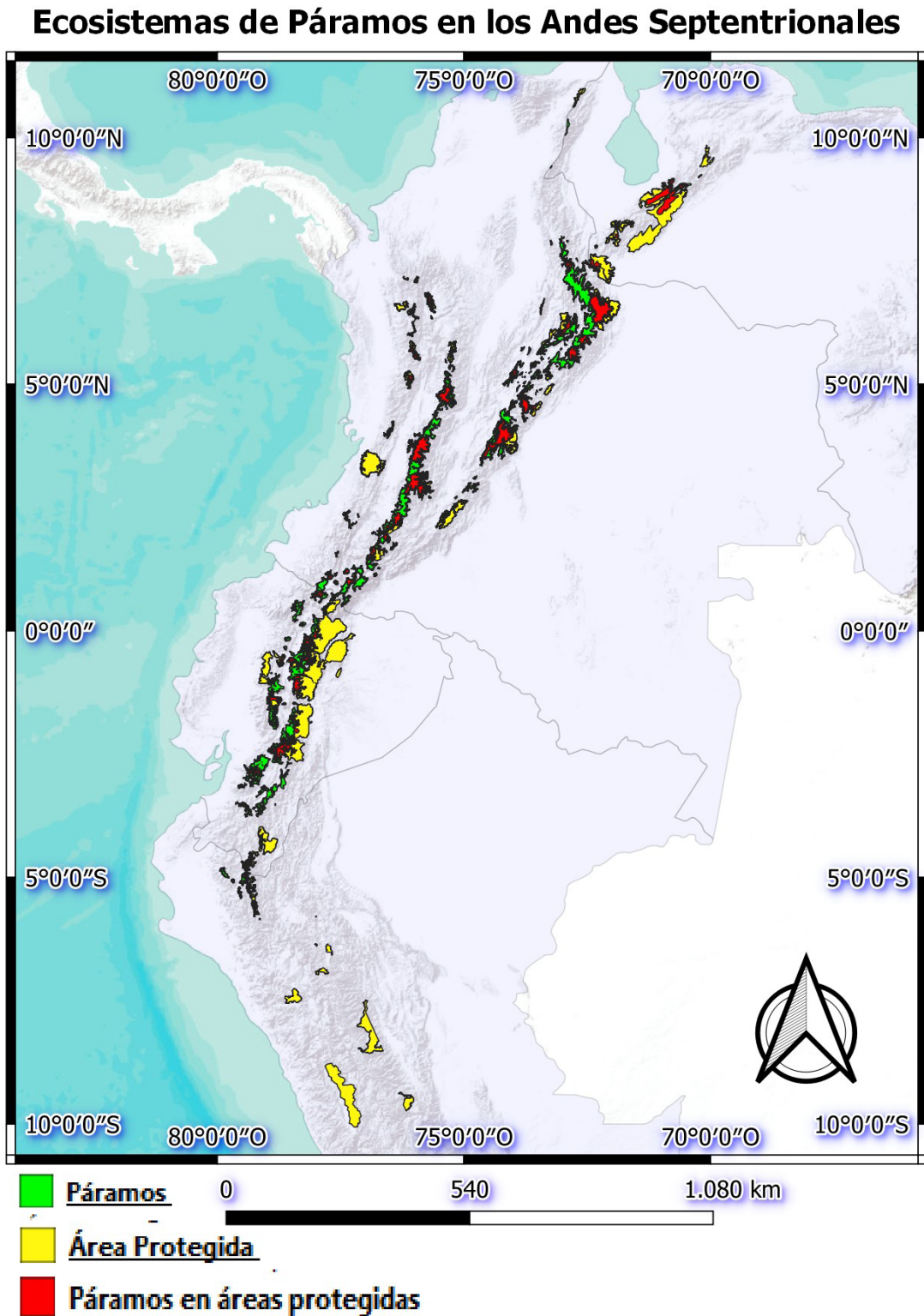
Table 2. Altitudinal zoning and floristic composition of Andean páramo ecosystems.

Franja	Rango Altitudinal (m s.n.m.)	Géneros y especies dominantes	Formaciones vegetales	Criterio Altitudinal	Pisos Bioclimáticos
Altoandina Alto	3.000–3.200	<i>Hesperomeles</i> (Rosaceae), <i>Weinmannia</i> (Cunoniaceae), <i>Clethra</i> (Clethraceae), <i>Escallonia</i> (Escalloniaceae), <i>Drimys granadensis</i> (Winteraceae), <i>Gynoxys</i> (Asteraceae), <i>Vallea stipularis</i> (Elaeocarpaceae)	Bosques y matorrales altos y raros	Transición entre el bosque altoandino y el subpáramo	Piso Altoandino
Páramo Bajo (Subpáramo)	3.200–3.600	<i>Pernettya</i> , <i>Vaccinium</i> , <i>Bejaria</i> y <i>Gaultheria</i> (Ericaceae), <i>Gynoxys</i> , <i>Pentacalia</i> y <i>Diplostephium</i> (Asteraceae), <i>Hypericum</i> (Clusiaceae)	Matorrales y árboles aislados	Transición entre el bosque altoandino y el páramo	Piso Altoandino
Páramo	3.600–4.100	<i>Calamagrostis</i> (Poaceae), <i>Espeletia</i> (Asteraceae), <i>Chusquea tessellata</i> (Poaceae)	Pajonales, rosetales (pastizales con frailejones)	Páramo “típico”	Piso Altoandino
Superpáramo o páramo Altoandino	4.100 – nieves perpetuas	<i>Draba</i> (Brassicaceae), <i>Senecio canescens</i> y <i>S. isabelis</i> (Asteraceae), <i>Loricaria</i> (Asteraceae), <i>Azorella</i> (Apiaceae), <i>Aciachne</i> (Poaceae)	Prados y matorrales bajos, almohadillados discontinuos	Escasez de vegetación por el frío	Piso Periglacial

en los enfoques de conservación. En este sentido, la cartografía generada constituye una herramienta clave para el análisis territorial, ya que permite evaluar la relación entre los páramos y las figuras de protección existentes, así como identificar áreas potencialmente

vulnerables frente a procesos de transformación como la paramización y el cambio de uso del suelo; una herramienta útil para la planificación ambiental y el desarrollo de estrategias de conservación en escenarios de presión antrópica y cambio climático (Figura 3).

Figura 3. Mapa de Ecosistemas de Páramos Andinos.
 Figure 3. Map of Andean Páramo Ecosystems.



4. Discusión

Se entiende por resiliencia ecológica en los ecosistemas de páramo a la capacidad intrínseca de estos paisajes de alta montaña para mantener su integridad estructural y funcional frente a perturbaciones externas, tanto naturales como inducidas por el ser humano como impulsores de cambio. Este atributo resulta fundamental en un contexto de cambio climático acelerado, donde el aumento de la temperatura, junto con prácticas como la quema, el pastoreo intensivo, la minería y los cambios en el uso del suelo, ejerce presiones crecientes sobre estos sistemas frágiles.

La resiliencia Ecológica, en este sentido, no solo implica resistencia al deterioro, sino también la posibilidad de recuperación tras eventos perturbadores, permitiendo la continuidad de procesos ecológicos esenciales; poniendo en escena el fenómeno atópico como la paramización resultante de un proceso de degradación asociado a la intervención humana, que reduce la resiliencia ecológica y compromete la provisión de servicios ecosistémicos esenciales en los páramos andinos (Zaccarelli et al., 2008).

En el marco de la paramización, el cambio climático se consolida como un factor determinante en la transformación del ecosistema por modificaciones de gradientes altitudinales de la vegetación y el acelerado retroceso glaciar en la cordillera de los Andes. Estos procesos evidencian una alteración sostenida de las condiciones ambientales que sustentan el equilibrio ecológico del sistema. Paralelamente, las actividades agropecuarias, en particular el cultivo de papa y el pastoreo, junto con la reducción de los bosques andinos, favorecen la fragmentación del paisaje y la reconfiguración de las coberturas naturales, incrementando la vulnerabilidad de estos ecosistemas de alta montaña.

Los resultados evidencian que la interacción de factores antrópicos, como la pérdida de cobertura vegetal y el incremento de la temperatura, genera alteraciones en las dinámicas hidrológicas, biológicas y edáficas, afectando la disponibilidad de agua, la estructura de la vegetación y la estabilidad del suelo. En este contexto, la paramización se identifica como un proceso de degradación que reduce la resiliencia del ecosistema y limita su capacidad de provisión de servicios ecosistémicos.

Asimismo, se observa que la capacidad de regeneración vegetal constituye un indicador clave del estado ecológico, ya que las perturbaciones antrópicas disminuyen esta dinámica, afectando funciones esenciales como la captura de carbono y la regulación hídrica, fundamentales para la estabilidad de los páramos andinos.

A partir del análisis de la base de datos de Protected Planet, se identificaron áreas protegidas que albergan ecosistemas de páramo. La superposición espacial de estas áreas con el mapa de ecosistemas elaborado permitió delimitar con mayor precisión la distribución de los páramos incluidos dentro de figuras de protección, generando una representación cartográfica integrada de su cobertura en zonas protegidas.

En términos de clasificación, y de acuerdo con las categorías establecidas por la IUCN, los páramos andinos bajo la categoría II (Parques Nacionales) se concentran principalmente en países como Colombia, Perú y Venezuela. Estas áreas se orientan a la conservación de ecosistemas funcionales y biodiversidad, manteniendo procesos ecológicos a gran escala y permitiendo usos compatibles como la investigación y el ecoturismo controlado; en tal sentido, la protección de los páramos en estas categorías resulta estratégica, dado su alto nivel de endemismo, sus características ecológicas únicas y los servicios ecosistémicos esenciales que proporcionan.

Según el reporte de UICN en la plataforma de *Protected Planet*, la mayor proporción de los páramos andinos se encuentra bajo la categoría II de Parque Nacional Natural, con una representación del 95% en Venezuela, 74% en Ecuador, 66% en Colombia y 46% en Perú. Con el propósito de proteger rasgos naturales específicos y atributos sobresalientes de biodiversidad, así como los hábitats asociados a estos ecosistemas, en Venezuela aproximadamente el 3% de los páramos está clasificado bajo la categoría III (Monumento Natural o característica natural).

En el caso de Colombia, se estima que cerca del 1% de los ecosistemas de páramo se encuentran bajo la figura de Santuario de Fauna y Flora, correspondiente a la categoría IV de IUCN, la cual se orienta a la gestión activa para la conservación y restauración de hábitats y especies específicas mediante acciones de manejo para la conservación según su figura de protección. Por su parte, en Venezuela algunos páramos están clasificados bajo la categoría V, definida como paisaje terrestre o marino protegido, donde se reconoce la interacción histórica entre las comunidades humanas y la naturaleza como un elemento clave para su conservación.

Asimismo, en Colombia, Perú y Venezuela se identifican áreas bajo la categoría VI, enfocadas en el uso sostenible de los recursos naturales, permitiendo la presencia humana bajo esquemas de manejo que garantizan la conservación a largo plazo. En estos países, dichas áreas adoptan distintas denominaciones según su marco normativo; en Colombia incluyen figuras como los Distritos Regionales de Manejo Integrado, las Reservas Naturales de la Sociedad Ci-

vil y las Reservas Forestales Protectoras Nacionales; en Perú, áreas de conservación y cotos de caza; y en Venezuela, Zonas Protectoras. Estas categorías reflejan enfoques de manejo que buscan compatibilizar la conservación de los páramos con el aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales.

A pesar de los avances normativos implementados por los países andinos para la protección de estos ecosistemas, persisten vacíos significativos en el conocimiento de áreas sensibles, así como en la elaboración de inventarios detallados de biodiversidad y de especies invasoras o plagas. En muchos casos, los páramos se encuentran incluidos dentro de unidades de conservación de mayor extensión, sin una delimitación específica que los reconozca como áreas de interés biogeográfico prioritario. Si bien se han desarrollado iniciativas y proyectos orientados a su estudio y conservación, en gran medida impulsados por organismos internacionales, aún existen limitaciones en la información disponible que impiden comprender de manera integral sus recursos, potencialidades y vulnerabilidades frente a las presiones del cambio global.

El marco normativo y las acciones administrativas implementadas por los distintos países constituyen un pilar fundamental para la gestión y gobernanza de los ecosistemas de páramo. Se observa como rasgo común que una proporción considerable de estos territorios se encuentra bajo figuras de protección estatal, mientras que, en menor medida, su administración recae en iniciativas de la sociedad civil o en propietarios privados.

Por otra parte, las comunidades étnicas cuentan con sistemas propios de gobernanza que refuerzan su autonomía en la toma de decisiones sobre estos espacios, mediante estos mecanismos, pueden regular el uso del suelo con un enfoque orientado a la conservación, así como establecer restricciones a actividades extractivas, como la minería, en concordancia con la protección y sostenibilidad del ecosistema de páramo.

5. Conclusiones

A pesar de que los páramos andinos comparten una relativa homogeneidad en términos funcionales y ambientales, su amplia distribución geográfica, junto con su historia evolutiva, da lugar a marcadas diferencias locales. Estas variaciones se expresan en la diversidad de suelos, en la composición de especies y en la riqueza de la cobertura vegetal, lo que contribuye a altos niveles de diversidad beta a escala regional.

Los beneficios que estos ecosistemas aportan a las sociedades humanas están estrechamente ligados a su biodiversidad y a las funciones ecológicas que des-

empeñan, entre ellos se destacan el almacenamiento de carbono en los suelos, su papel clave en la regulación del ciclo hidrológico, la moderación del clima, la polinización y la generación de materia orgánica que sustenta la productividad en la región andina. Los páramos poseen un valor cultural significativo, al constituirse en espacios de identidad e intercambio ancestral, además de ser paisajes de gran valor escénico. En conjunto, estas características los posicionan como biomas estratégicos para el equilibrio ecológico y socioambiental de los Andes.

Los ecosistemas de páramos andinos presentan una resiliencia ecológica cada vez más comprometida frente a la intensificación del cambio climático y las presiones antrópicas, lo que afecta su capacidad de regeneración, así como su alta vulnerabilidad, asociada al aislamiento geográfico y a disturbios recurrentes, limita sus márgenes de adaptación y pone en riesgo servicios ecosistémicos fundamentales, frente a la capacidad regenerativa de estos ecosistemas para mantener su estabilidad y funcionamiento ecológico.

Aunque existe una base significativa de información sobre la biodiversidad de los páramos, aún se identifican vacíos relevantes en componentes fundamentales como la fauna invertebrada, la microbiota del suelo, las redes tróficas y las interacciones interespecíficas, lo que limita una comprensión integral de su funcionamiento ecosistémico. Resulta prioritario profundizar en estas líneas de investigación, ya que ello permitirá evaluar con mayor precisión la resiliencia de estos ecosistemas frente a presiones como el cambio climático y las transformaciones en el uso del suelo, así como orientar el diseño de estrategias de manejo y conservación que prevengan impactos irreversibles.

Por otro lado, la dimensión sociocultural del páramo y de las comunidades que históricamente han habitado sus zonas de influencia requiere un fortalecimiento continuo; si bien se han impulsado proyectos orientados a promover la gestión participativa, es necesario profundizar en estudios que integren variables sociales, económicas y demográficas, así como en el análisis de las actividades productivas, la tenencia de la tierra y los servicios ecosistémicos desde un enfoque integral es especialmente relevante en las áreas aledañas al páramo, particularmente en la base de montaña, donde se concentran mayores presiones antrópicas y transformaciones del territorio.

En un contexto de cambio climático, la paramización puede entenderse como una manifestación de transformación ecosistémica en los páramos andinos, vinculada a alteraciones en los gradientes altitudinales, el retroceso glaciar y la modificación de las condiciones térmicas. Evidencias como los desplaza-

mientos en los límites de vegetación y la reducción de las masas de hielo reflejan cambios estructurales que inciden en procesos clave como la regulación hídrica, la dinámica de la vegetación y el almacenamiento de carbono.

Este escenario, intensificado por la interacción con presiones antrópicas, no implica una expansión funcional del ecosistema, sino un deterioro progresivo de sus condiciones ecológicas, que reduce la resiliencia y compromete la estabilidad de los servicios ecosistémicos. En consecuencia, la paramización se configura como un indicador crítico del estado de degradación de estos sistemas, lo que subraya la necesidad de fortalecer estrategias de conservación, restauración y gestión sostenible en los páramos andinos.

Los resultados del estudio evidencian que los ecosistemas de páramo andino presentan una alta vulnerabilidad frente a la interacción de factores antrópicos y climáticos, los cuales inciden directamente en su estructura y funcionamiento; la revisión sistemática permitió identificar que el cambio de uso del suelo, el pastoreo, la agricultura y el cambio climático constituyen los principales impulsores de transformación, afectando de manera significativa la regulación hídrica, la captura de carbono y la dinámica de la vegetación.

La paramización se manifiesta como un proceso de degradación ecosistémica, asociado a la fragmentación del paisaje, la pérdida de biodiversidad y la alteración de las condiciones biofísicas del sistema; estos cambios se reflejan en una disminución de la resiliencia ecológica y en la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos esenciales.

La evidencia analizada permite concluir que el proceso de paramización no constituye una expansión natural del ecosistema de páramo, sino una manifestación de degradación funcional asociada a perturbaciones de origen antrópico. A diferencia de las transiciones altitudinales propias de la dinámica vegetal altoandina; caracterizadas por gradientes ecológicos continuos y relativamente estables, la paramización

responde a la sustitución abrupta de coberturas vegetales, principalmente como consecuencia de la deforestación, el sobrepastoreo y el uso recurrente del fuego. Este proceso genera una simplificación estructural del ecosistema, una disminución significativa de la diversidad biológica y la alteración de funciones ecosistémicas clave, como la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. En consecuencia, la paramización interrumpe proceso de sucesión vegetal natural lo que reduce la resiliencia del sistema frente a perturbaciones ambientales y compromete tanto su estabilidad ecológica como su capacidad de provisión de servicios ecosistémicos.

La sistematización de la evidencia permitió identificar vacíos en la literatura, particularmente en la limitada integración de variables ecológicas clave y en la escasez de estudios comparativos a escala regional. Estos hallazgos aportan una base para futuras investigaciones orientadas a comprender de manera integral la dinámica ecológica de los páramos andinos.

Como parte del análisis espacial de los ecosistemas de páramo, se elaboró un insumo cartográfico mediante la integración de información oficial proveniente de los cuatro países andinos que comparten este bioma. Este ejercicio permitió delimitar 133 unidades biogeográficas, constituyendo un aporte actualizado que amplía y mejora la precisión de la información disponible a escala regional.

La cartografía resultante facilita la comprensión de la distribución y heterogeneidad de estos ecosistemas, al tiempo que resalta su importancia dentro de los esquemas de conservación en la cordillera andina. En este contexto, se identificó que una proporción significativa de los páramos se encuentra bajo la categoría II de protección, correspondiente a Parques Nacionales Naturales; no obstante, esta representación varía entre países, reflejando diferencias en los enfoques de manejo, priorización y gobernanza ambiental, aunque en general predomina su inclusión dentro de figuras formales de conservación.

Agradecimientos

A mis profesores Guías (Javier Cabello Piñar y María Jacoba Salinas-Bonillo), a la Universidad de Almería [UAL], y especialmente al Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global [CAESCG], hoy el Centro del Cambio Global – Engloba. El Centro Andaluz para el Cambio Global - Hermelindo Castro es un centro de investigación de la Universidad de Almería cuyo objetivo es la obtención de evidencias científicas para apoyar las políticas y la toma de decisiones de gestión ambiental para una transición de la sociedad hacia la sostenibilidad. <https://centroandaluzengloba.org/>

Contribuciones de los autores

- Angela María Zapata Guzmán: conceptualización, investigación, metodología, recursos, redacción – borrador original.

Disponibilidad de datos

Los datos estarán disponibles previa solicitud.

Declaración de Uso de Inteligencia Artificial

Los autores declaran que no se ha utilizado Inteligencia Artificial en la elaboración del manuscrito.

Implicaciones éticas

Los autores declaran que no existen implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias

- Corbelle, F., y Guzmán, S. (2020). Identificación comunitaria de motores de transformación y pérdida de biodiversidad en el páramo de Rabanal, Boyaca, Colombia. *Revista Geográfica Venezolana*, 61(2), 314-331. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8144007>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2018). *Plan de conservación y manejo de los frailejones presentes en el territorio CAR*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Cuatrecasas, J. (1958). Observaciones geobotánicas en Colombia. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Botánica, Núm. 27. Madrid. https://www.accefyn.com/revista/Vol_1.pdf
- Farley, K. A., y Bremer, L. L. (2017). "Water Is Life": Local Perceptions of Páramo Grasslands and Land Management Strategies Associated with Payment for Ecosystem Services. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(2), 371-381. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1254020>
- Hofstede, R. (2020). ¿Sumapaz es o no es el páramo más grande del mundo? LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/sumapaz-es-o-el-p%C3%A1ramo-m%C3%A1s-grande-del-mundo-robort-hofstede>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). *Plan Nacional para la Prevención, el Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras: Diagnóstico y listado preliminar de especies introducidas, Trasplantadas e invasoras en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/PN-Prevencio%CC%81n-el-control-y-Manejo-de-las-especies-introducidas-invasoras.pdf>
- Instituto Humboldt. (2012). *El gran libro de los Páramos*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. www.researchgate.net/publication/342925795_Gran_Libro_de_los_Paramos
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES]. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Díaz et al. (Eds.). IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2010). *Páramos: Enhancing capacities and coordination to cope with climate change effects*. <https://iucn.org/sites/default/files/import/downloads/paramosactionplan.pdf>
- Llambí, L. D. y Cuesta, F. (Eds.). (2014). La diversidad de los páramos andinos en el espacio y en el tiempo. *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos* (pp.7-40). CONDESAN. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/39563>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [FAO]. (2014). Los Andes: Una oportunidad para el desarrollo sostenible e integración. http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/TCP_Andes/Diagnostico_Los_AndesUna_oportunidad_para_el_desarrollo_sostenible_e_integracion.pdf
- Quintero-Vallejo, E., Benavides, A. M., Moreno, N., y González-Caro, S. (Eds.). (2018). *Bosques Andinos: estado actual y retos para su conservación en Antioquia* (1ed.). COSUDE.
- Vargas, O. (2013). Disturbios en los páramos andinos. *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos* (pp. 39 - 57). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://biblioteca.humboldt.org.co/en/biodiversity/item/409-vision-socioecositemica-de-los-paramos-y-la-alta-montana-colombiana-memorias-del-proceso-de-definicion-de-criterios-para-la-delimitacion-de-paramos>
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering [EASE'14]*, 1-10. <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>
- World Wildlife Fund [WWF]. (2016). Ecoregions <https://www.worldwildlife.org/biomes>
- Wunder, S., Wertz-Kanounnikoff, S., y Moreno-Sánchez, R. (2007). Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 84(85), 39-52. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908505.pdf>
- Zaccarelli, N., Petrosillo, I., y Zurlini, G. (2008). Retrospective Analysis. In *Encyclopedia of Ecology* (pp. 3020-3029). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00705-9>
- Zomer, M. A., y Ramsay, P. M. (2021). Post-fire changes in plant growth form composition and diversity in Andean páramo grassland. *Applied Vegetation Science*, 24(1), e12554. <https://doi.org/10.1111/avsc.12554>