

Retos de la conservación y restauración de páramos en escenarios de cambio climático en Colombia

Juan Bateman¹, Juliana Clavijo², Isabella Carvajal³

Semillero Interacciones Clima-Ecosistemas del programa de Ciencias del Sistema Tierra



Páramo de Sumapaz. Foto: Luis Alejandro Bernal Romero – Wikipedia, dominio público

Colombia alberga 37 páramos que constituyen el 50 % de los páramos que existen a nivel global. Estos ecosistemas son fundamentales para la vida humana y para las ciudades andinas que dependen de ellos al ser cunas de inmensa biodiversidad y proveedores cruciales de servicios ecosistémicos. Sin embargo, son ecosistemas altamente vulnerables al cambio climático, lo que plantea grandes desafíos para el desarrollo socioeconómico y la gestión de riesgos y desastres en un contexto de crisis climática, caracterizado por el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como sequías o inundaciones. Esto, a su vez,

¹ Estudiante de 6° semestre de Ciencias del Sistema Tierra

² Estudiante de 5° semestre de Biología

³ Estudiante de 6° semestre de Ciencias del Sistema Tierra.

acelera la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Por ello, es fundamental divulgar el conocimiento y generar conciencia sobre estos recursos naturales para promover políticas públicas efectivas que integren a la ciencia y a la sociedad con un propósito de conservación y restauración de páramos.

Impacto del cambio climático en los páramos de Colombia

El cambio climático es uno de los retos más preocupantes que enfrenta nuestro planeta, con efectos significativos, tanto en los ecosistemas como en los seres humanos, debido al aumento de temperaturas globales, la alteración de los patrones de precipitación y la creciente frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (IPCC, 2021). Aunque algunas de estas alteraciones pueden ser naturales, la NASA (2024) señala que en las últimas décadas la actividad humana ha sido el principal impulsor de estos cambios, debido a las grandes emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), producto de la combustión de combustibles fósiles y sus derivados, que atrapan el calor en la atmósfera y generan calentamiento global. Si las emisiones continúan al ritmo actual, las temperaturas globales podrían aumentar entre 1.5°C y 4.5°C para finales del siglo XXI, según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023).

Los páramos, ecosistemas de alta montaña ubicados en Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela en altitudes entre los 2.800 y los 4.700 metros sobre el nivel del mar, son particularmente sensibles a las variaciones climáticas. La vegetación propia de los páramos, como los frailejones, desempeña un papel crucial en los procesos de evapotranspiración, que es la combinación de la evaporación del agua del suelo y la transpiración del agua a través de las plantas (Vanesa, 2023). Esto contribuye a la regulación del equilibrio hídrico de la región y mantiene los flujos de agua constantes en ríos y quebradas, incluso durante los periodos secos (Ramsay, 1997). Adicionalmente, la evapotranspiración contribuye a la formación de nubes y la densa vegetación actúa como barrera física que atrapa la humedad, manteniendo el funcionamiento de las cuencas hidrográficas y la estabilidad del terreno (El Agua, 2024). Es fundamental prestar atención a cómo el cambio climático está alterando esta dinámica, poniendo en riesgo no solo a las especies que habitan estos ecosistemas, sino también a las poblaciones y ciudades que dependen de los recursos hídricos que vienen del páramo, en un

proceso donde la circulación atmosférica propia de este ecosistema es crucial en la regulación climática (Tobón 2024).



“La vegetación propia de los páramos, como los frailejones, desempeña un papel crucial en los procesos de evapotranspiración”. Foto: Juan Felipe Ramírez – Pexels

La erosión del suelo es otro impacto significativo del cambio climático en los páramos (Tovar, 2013). La pérdida de la capa superficial del suelo, rica en nutrientes, afecta el crecimiento de la flora y reduce la capacidad del suelo para retener agua, lo que agrava la desecación y aumenta el riesgo de deslizamientos de tierra (Lal, 2003). poniendo en peligro no solamente a flora y fauna locales, sino también a las comunidades humanas que habitan las regiones montañosas de influencia (Koinig,2003). Además, las condiciones más cálidas

afectan el ciclo del carbono, aceleran la descomposición de la materia orgánica, liberando carbono a la atmósfera en forma de CO₂, lo que conlleva a que la alteración en la dinámica de la vegetación y el suelo pueda reducir la cantidad de carbono que este ecosistema captura y almacena, convirtiendo a los páramos en fuentes de emisiones en lugar de sumideros de carbono, y contribuyendo al cambio climático en lugar de mitigarlo (Buytaert, 2011).

Además de los efectos del cambio climático en los páramos, la expansión de la frontera agrícola en estos ecosistemas los pone en riesgo amenazando su funcionalidad ecológica. La conversión de páramos en tierras agrícolas implica la deforestación y la destrucción de vegetación nativa, lo cual resulta en una pérdida significativa de biodiversidad. Además, las prácticas agrícolas intensivas pueden llevar también a la degradación del suelo, la compactación y la erosión. Lo anterior disminuye la regulación hídrica y afecta tanto a la flora y fauna, como a las comunidades humanas que dependen de los páramos para el suministro de agua dulce (Muñoz, 2020), así como la introducción de especies invasoras y plagas que compiten con las especies nativas y alteran las dinámicas ecológicas. Adicionalmente, el uso de pesticidas y fertilizantes en la agricultura puede contaminar las fuentes hídricas y los suelos, afectando negativamente a la biodiversidad y a la calidad del agua (Fraile, 2017).



Los páramos son ecosistemas fundamentales para la regulación hídrica. En la imagen, el Páramo de Santurbán, ubicado en los departamentos de Santander y Norte de Santander. Foto: CORPONOR – Wikipedia, dominio público

La importancia de conservar los páramos

Los páramos son ecosistemas únicos debido a sus condiciones frías, húmedas y sus suelos ácidos, que dificultan el desarrollo de muchas plantas pero han permitido la evolución de especies endémicas, es decir, especies que solo se encuentran en estos lugares específicos. Esta característica hace que sean extremadamente ricos en biodiversidad. Las montañas, que actúan como barreras naturales, han permitido que estas especies evolucionen de manera aislada y diferenciada.

Entre la diversidad de los páramos se encuentran especies emblemáticas como el cóndor de los Andes, el ave voladora más grande del mundo. Este majestuoso animal juega un papel crucial en el ciclo de nutrientes al consumir animales muertos, lo que ayuda a mantener limpios los ecosistemas y permite que los nutrientes regresen al suelo. Estos nutrientes son luego aprovechados por microorganismos, que los transforman en formas útiles para las plantas. Además, el cóndor es un indicador de la calidad ambiental, ya que es muy sensible a las perturbaciones en su hábitat.

Otra especie icónica de los páramos es el frailejón, una planta que ha desarrollado adaptaciones únicas para sobrevivir en las duras condiciones del ecosistema (Cárdenas et al. 2018). Estas plantas, como muchas otras en los páramos, están cubiertas de "pelos" que ayudan a reducir la pérdida de agua, lo que las convierte en elementos esenciales no solo para otras especies que encuentran refugio en ellas, sino también para la adaptación al cambio climático.

El páramo no solo alberga grandes especies como el cóndor y el frailejón, sino también una rica variedad de pequeñas aves, colibríes, insectos, murciélagos y pequeños mamíferos. Estas criaturas, con sus cuerpos y plumajes adaptados para sobrevivir en el clima extremo, son fundamentales para la polinización de las plantas y la dispersión de sus semillas (Salamanca, 2021). Sin embargo, esta increíble diversidad es extremadamente vulnerable a las perturbaciones humanas.



El cóndor de los Andes. “Este majestuoso animal juega un papel crucial en el ciclo de nutrientes al consumir animales muertos, lo que ayuda a mantener limpios los ecosistemas y permite que los nutrientes regresen al suelo”. Foto: Popayánturismo – Wikipedia, dominio público

¿Por qué es importante conservar y restaurar páramos?

Para enfrentar los desafíos del futuro, es crucial conservar y restaurar los páramos, basándose en una sólida base científica, con estudios que aborden el problema desde diferentes aristas, generando resultados diversos que permitan comprender estos ecosistemas. Aunque se han logrado avances significativos en la investigación de los componentes naturales, es fundamental abordar nuevas preguntas de investigación en diversas regiones del país, adoptando un enfoque integral que fortalezca la búsqueda de información para llenar los vacíos de información hidrológica, para comprender mejor la influencia de componentes físicos sobre el sistema ecohidrológico y para aclarar la relación entre el recurso hídrico y su rol clave en la prosperidad de un ambiente biodiverso. Estos estudios también servirían como base para desarrollar estrategias de restauración integrales, recordando que el agua y su disponibilidad son esenciales para la vida en los ecosistemas. Por lo tanto, la gestión y

protección de los páramos depende de enriquecer el escaso conocimiento acerca de su crucial funcionamiento ecohidrológico, ya que la variabilidad de los eventos meteorológicos suma gran incertidumbre sobre las consecuencias que pueden tener en el funcionamiento de las especies y sus interacciones con el entorno que habitan (Tobón 2017).

Además, la percepción pública es un factor clave para la conservación. Según el (IDEAM 2016), el 98 % de los colombianos reconoce que el cambio climático está ocurriendo, pero el 75 % de ellos siente que no está suficientemente informado sobre el tema. Esto resalta la importancia de incluir a la sociedad en la conservación a través de la transmisión efectiva de la información técnica y la diversidad en estudios y proyectos que apelen a distintos sectores del país.

Es fundamental recordar que los páramos son ecosistemas de alta montaña con características únicas, lo que les impone retos significativos en términos de conservación. Son esenciales debido a los valiosos servicios ecosistémicos que proporcionan (Llambí et al. 2020), los cuales se dividen en cuatro categorías principales: i) Aprovechamiento, que se refiere a la materia prima y recurso extraíble como el agua, la madera, fibras, alimentos, etc; ii) Regulación, relacionado con los procesos biofísicos que tienen impactos positivos y beneficios en el sistema, como la regulación de la calidad del agua, del clima, el control de la erosión del suelo y el tratamiento de residuos; iii) Culturales, que son aquellos que disfrutamos en nuestra cotidianidad, como la recreación en la naturaleza, los paisajes admirables, la espiritualidad y el turismo; iv) Soporte, que son los necesarios para la producción de los demás servicios ecosistémicos como la producción de suelos, la fotosíntesis o los ciclos de nutrientes (MEA 2005; Zhang et al. 2007). Sin embargo, la presión ejercida por las áreas urbanas que dependen de ellos agrava estos desafíos. Para abordar el cambio climático de manera efectiva, los páramos pueden ser grandes aliados, desempeñando un papel crucial en la acumulación de CO₂ atmosférico, ayudando a mitigar el cambio climático, y en la regulación del agua, fundamental para el suministro de agua potable en ciudades que dependen completamente de estos ecosistemas para cubrir su demanda hídrica (Sarmiento et al. 2017).

Estos ecosistemas están asociados a otras actividades como la ganadería y agricultura causando fuertes repercusiones en el equilibrio de las zonas naturales en las altas montañas

de la cordillera de los Andes (Molina Benavides et al. 2019). En respuesta a esta problemática se promulgó el decreto 1007 de 2018, que, aunque no está presente en la gran discusión pública, es un avance importante en la conservación de los servicios ecosistémicos de los páramos ya que establece el mecanismo de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Los PSA pueden entenderse como un mercado, donde actores públicos o privados, están dispuestos a pagarle a los habitantes de un territorio para dar continuidad a servicios de la naturaleza que son vitales (Quijano 2018). Esta estrategia puede ser efectiva en territorios con disponibilidad de recursos para este fin y en situaciones sociales aptas para reemplazar actividades dañinas para el páramo con prácticas de conservación y restauración.

En el contexto de la crisis climática global, la conservación de los páramos se convierte en una prioridad no solo para Colombia sino para la comunidad internacional. Este año, en octubre, Colombia será el anfitrión de la COP16, una oportunidad excepcional para liderar la discusión sobre la protección de ecosistemas tan vitales y vulnerables como los páramos. Este evento se presenta como una plataforma interdisciplinaria clave para compartir lecciones aprendidas, impulsar acciones concretas y fortalecer la conservación, la sostenibilidad y la lucha contra el calentamiento global. El impacto de estas decisiones no solo beneficiará a los páramos colombianos, sino que resonará en ecosistemas de todo el mundo, protegiendo con esto no solo a la biodiversidad sino a las comunidades humanas que dependen de ellos.

Referencias:

Arbeláez-Cortés, Enrique. 2013. “Knowledge of Colombian Biodiversity: Published and Indexed”. *Biodiversity and Conservation* 22 (12): 2875–2906.

<https://doi.org/10.1007/s10531-013-0560-y>.

Buytaert, Wouter, Francisco Cuesta-Camacho, y Conrado Tobón. 2011. “Potential Impacts of Climate Change on the Environmental Services of Humid Tropical Alpine Regions”.

Global Ecology and Biogeography 20 (1): 19–33. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00585.x>.

Calvin, K, et al. 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Cárdenas, M.F., C. Tobón, B.N. Rock, y J.I. del Valle. 2018. “Ecophysiology of frailejones (*Espeletia* spp.), and its contribution to the hydrological functioning of páramo ecosystems”. *Plant Ecology* 219 (2): 185–98. <https://doi.org/10.1007/s11258-017-0787-x>.

Cardenas, Maria, y Conrado Tobon. 2017. “Recuperación del funcionamiento hidrológico de ecosistemas de páramo en Colombia”. *Revista Actualidad & Divulgación Científica* 20 (diciembre). <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.381>.

Cresso, Matilda, Nicola Clerici, Adriana Sanchez, y Fernando Jaramillo. 2020. “Future Climate Change Renders Unsuitable Conditions for Paramo Ecosystems in Colombia”. *Sustainability* 12 (20): 8373. <https://doi.org/10.3390/su12208373>.

Fraile, Germán L. 2017. Estrategias de conservación en los páramos con participación comunitaria. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Ingeniería Agroforestal. [1073382605.pdf \(unad.edu.co\)](https://unad.edu.co/1073382605.pdf)

Koinig, K. A., Shotyk, W., Lotter, A. F., Ohlendorf, C., & Sturm, M. 2003. 13000 years of vegetation history and climate changes in the Alps based on a high resolution pollen record from the sediments of the varved lake Soppensee (Switzerland) <https://doi.org/10.1023/A:1026041030967>

Lal, R. 2003. Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International* [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00192-7)

Llambí, Luis D., María Teresa Becerra, Manuel Peralvo, Andrés Avella, Martín Baruffol, y Liz J. Díaz. 2019. Monitoring Biodiversity and Ecosystem Services in Colombia’s High Andean Ecosystems: Toward an Integrated Strategy. *Mountain Research and Development* 39 (3): A8. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-19-00020.1>.

López, E. I. 2012. El cambio climático y la gestión de páramos. Camaren/AVSF. <https://camaren.org/documents/cambioclimatico.pdf>

Molina Benavides, Raúl Andrés, Rómulo Campos Gaona, Hugo Sánchez Guerrero, Leonidas Giraldo Patiño, and Alberto Stanislao Atzori. 2019. "Sustainable Feedbacks of Colombian Paramos Involving Livestock, Agricultural Activities, and Sustainable

Development Goals of the Agenda 2030" *Systems* 7, no. 4: 52.

<https://doi.org/10.3390/systems7040052>

Muñoz, J. A., & López, C. A. (2020). Impacto de la expansión agrícola en los páramos. *Revista de Ecología y Conservación*

NASA. 2024. Las causas del cambio climático. Consultado, enero 24 de 2024. [Las causas del cambio climático - NASA Ciencia](#)

Pörtner, Hans-Otto, Robert J. Scholes, John Agard, Emma Archer, Xuemei Bai, David Barnes, Michael Burrows, et al. 2021. IPBES-IPCC Co-sponsored Workshop Report on Biodiversity and Climate Change. Zenodo.

Quijano Arias, Jorge Alejandro. 2018. "Evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia". <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69673>.

Ramsay, P. M., & Oxley, E. R. B. (1997). "The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos." *Plant Ecology*. <https://doi.org/10.1023/A:1009796224479>

Reid, Walter & Mooney, Harold & Cropper, A & Capistrano, D & Carpenter, Stephen & Chopra, Kartik. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis.

Salamanca-Reyes, J. Ricardo. 2011. Ecología del barbudito de páramo (*Oxypogon guerinii*, Trochilidae) en el páramo de Siscunsi, Boyacá, Colombia: Ecology of the Bearded Helmetcrest (*Oxypogon guerinii*, Trochilidae) in the Páramo de Siscunsi, Boyacá, Colombia. *Ornitología Colombiana*, núm. 11, 58–75.

Tobón, Conrado. 2023. Los páramos de Colombia. Consultado el 7 de agosto de 2024. <https://www.libreriadelau.com/los-paramos-de-colombia-universidad-nacional-de-colombia-ecologia-y-medio-ambiente/p>.

Tovar, C., Seijmonsbergen, A. C., & Duivenvoorden, J. F. (2013). The impact of climate change on the vegetation of the páramo: an example from the Andes of Colombia. *Biodiversity and Conservation* <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.12.003>

Tratamos el Agua. 2024. Entiende qué es la evapotranspiración en el ciclo del agua. Tratamos el Agua. Consultado 18 de mayo de 2024. https://tratamoselagua.es/entiende-que-es-la-evapotranspiracion-en-el-ciclo-del-agua/?damemas_lectura=1

Vanesa (2023). Frailejón: características, hábitat, ecología [Frailejon \(sistemafallido.com\)](http://sistemafallido.com)

Zhang, Wei, Taylor H. Ricketts, Claire Kremen, Karen Carney, y Scott M. Swinton. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, Special Section - Ecosystem Services and Agriculture, 64 (2): 253–60. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>.