

Composición y estructura de la cobertura vegetal del ecosistema del páramo de Bordoncillo en Santiago, Putumayo

Juan David García Yarce¹

Diego Fernando Guaitarilla Moncayo²

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artículo: García-Yarce, J. D. y Guaitarilla-Moncayo, D. F. (2024). Composición y estructura de la cobertura vegetal del ecosistema del páramo de Bordoncillo en Santiago, Putumayo. *Revista Criterios*, 31(1), 146-159. <https://doi.org/10.31948/rc.v31i1.3485>

Fecha de recepción: 26 de julio de 2023

Fecha de revisión: 30 de noviembre de 2023

Fecha de aprobación: 08 de febrero de 2024

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo reconocer la composición y estructura de la cobertura vegetal del ecosistema del páramo de Bordoncillo, a partir de la medición de parcelas circulares de 20 m de diámetro en el páramo, determinando la limitación de la parcela y subparcela. Para el levantamiento de información, se tomó como base las variables dasométricas; también, se integró un inventario general forestal en el cual se identificaron las especies de brinzales, latizales y fustales. Posteriormente, se aplicaron los procedimientos correspondientes para el indicador de diversidad y su valor de importancia en cada especie. En este sentido, el ecosistema del páramo de Bordoncillo, ubicado entre los departamentos de Nariño y Putumayo, cumple un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico, en el suministro de agua para el consumo humano y en las actividades económicas de la zona, por ende, es primordial su conservación y protección.

Palabras clave: ecosistema; diversidad; cobertura vegetal; medioambiente; especies forestales



Artículo resultado del proyecto titulado: *Análisis de los ecosistemas del departamento de Nariño y Putumayo*, desarrollada desde el 15 de noviembre de 2022 hasta el 30 de abril de 2023, en el departamento de Putumayo, Colombia.

¹ Ingeniero Ambiental, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: judagaya@udenar.edu.co

² Ingeniero Ambiental, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: diegogumon@udenar.edu.co

Juan David García Yarce
Diego Fernando Guaitarilla Moncayo

Composition and structure of the vegetation cover of the Bordoncillo moor ecosystem in Santiago, Putumayo

Abstract

The objective of this work was to identify the composition and structure of the vegetation cover of the Bordoncillo moor ecosystem, based on the measurement of circular plots of 20 m diameter in the same, determining the boundary of the plot and subplot. For the collection of information, we took as a basis the dasometric variables and integrated a general forest inventory in which the species of saplings, latizales, and fustals were identified. Subsequently, the corresponding procedures were applied for the diversity indicator and its importance value for each species. The ecosystem of the Bordoncillo moor, located between the departments of Nariño and Putumayo, plays an important role in the regulation of the hydrological cycle, in the supply of water for human consumption, and in the economic activities of the area; therefore, its conservation and protection are essential.

Keywords: ecosystem; diversity; vegetation cover; environment; forest species

Composição e estrutura da cobertura vegetal do ecossistema do páramo Bordoncillo em Santiago, Putumayo

Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar a composição e a estrutura da cobertura vegetal do ecossistema do páramo de Bordoncillo, com base na medição de parcelas circulares de 20 m de diâmetro na mesma, determinando o limite da parcela e da sub-parcela. Para a coleta de informações, tomamos como base as variáveis dasométricas e integramos um inventário florestal geral no qual foram identificadas as espécies de mudas, latizales e fustes. Posteriormente, os procedimentos correspondentes foram aplicados para o indicador de diversidade e seu valor de importância para cada espécie. O ecossistema do páramo de Bordoncillo, localizado entre os departamentos de Nariño e Putumayo, desempenha um papel importante na regulação do ciclo hidrológico, no fornecimento de água para consumo humano e nas atividades econômicas da área; portanto, sua conservação e proteção são essenciais.

Palavras-chave: ecossistema; diversidade; cobertura vegetal; meio ambiente; espécies florestais; espécies florestais



Introducción

Los ecosistemas estratégicos, entre ellos los páramos en Colombia, se caracterizan por su gran biodiversidad. Fajardo y Gutiérrez (2019) señalan que las regiones de páramo son ecosistemas de montaña que se encuentran entre 3.100 metros e incluso hasta 5.000 metros; se caracterizan por la presencia de frailejones y por tener una vegetación tipo arbusto o matorral, por ello son «considerados ecosistemas estratégicos en especial por su papel en la regulación del ciclo hidrológico que sustenta el suministro de recurso hídrico para consumo humano y el desarrollo de actividades económicas de más del 70 % de la población colombiana» (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023, párr. 1).

Entre el departamento de Nariño y Putumayo se encuentra este tipo de ecosistema: el páramo de Bordoncillo. “Este páramo es una reserva de flora y fauna silvestre que presenta un complejo y vasto sistema de quebradas, ríos y montañas receptoras de grandes cantidades de agua” (Sistema de Información Turística Nariño [SITUR], 2020, párr. 1). Por esta razón, es importante conocer qué tipo de especies se encuentran presentes y conocer la diversidad, dominancia y estabilidad dentro de la comunidad. Por lo general, en los ecosistemas, se usan técnicas para evaluar la flora y fauna, entre las cuales se encuentran la parcela que, según González (2022), es la unidad de muestreo utilizada en inventarios forestales. Existen diferentes maneras de medición de parcelas, entre las que sobresalen las parcelas rectangulares y circulares; la primera, se recomienda en terrenos con pendientes fuertes y bosques con poca visibilidad, y la segunda, en lugares con buena visibilidad, como es el caso del páramo.

En cuanto a la medición de una parcela, este procedimiento es importante por diversas razones: en primer lugar, permite conocer con precisión cuánta superficie ocupa la parcela, lo que es fundamental para la realización, planificación y ejecución de proyectos de construcción, agricultura u otros usos del suelo; en segundo lugar, también es útil para evaluar

la calidad del suelo y la cantidad de agua disponible en la zona (Young et al., 2021). En ese sentido, se realizó una práctica experimental de levantamiento de información de campo, tomando como base las principales variables dasométricas, integrando así un inventario general forestal. Con los datos obtenidos se realizó el índice de valor de importancia (IVI) para conocer la significancia de una especie y su estabilidad en una comunidad, a través de los siguientes parámetros: frecuencia relativa, se refiere a la proporción en la que se encuentra una determinada especie o grupo de especies en relación al total de parcelas muestreadas; es un indicador importante en los estudios fitosociológicos y puede ayudar a determinar la distribución y abundancia de las diferentes especies en un área determinada (Young et al., 2021). Abundancia relativa, que, según Salmerón et al. (2019), es la proporción de individuos de una especie en relación con el número total de individuos en un ecosistema; esta medida ayuda a comprender la estructura y dinámica, así como a evaluar el impacto de factores ambientales y disturbios en la composición del ecosistema y la dominancia relativa, que es el grado en que una especie es más abundante o influyente en un ecosistema en comparación con otras especies presentes, es decir, esta medida se refiere tanto a la abundancia numérica de individuos de una especie como a su contribución al funcionamiento del ecosistema (Universidad de Los Andes Venezuela [ULA], 2019).

Metodología

En el departamento del Putumayo, Colombia, se encuentra el páramo de Bordoncillo, un ecosistema de alta montaña que alberga una rica biodiversidad y que enfrenta diversas amenazas antropogénicas. Con el propósito de brindar información detallada acerca de la zona de estudio, en la Tabla 1, se presentan aspectos generales como la ubicación geográfica, el área de estudio, la altitud, el clima, la vegetación, la hidrología y el uso del suelo para este ecosistema de alta montaña, y en la Figura 1, el área del páramo de Bordoncillo.

Tabla 1

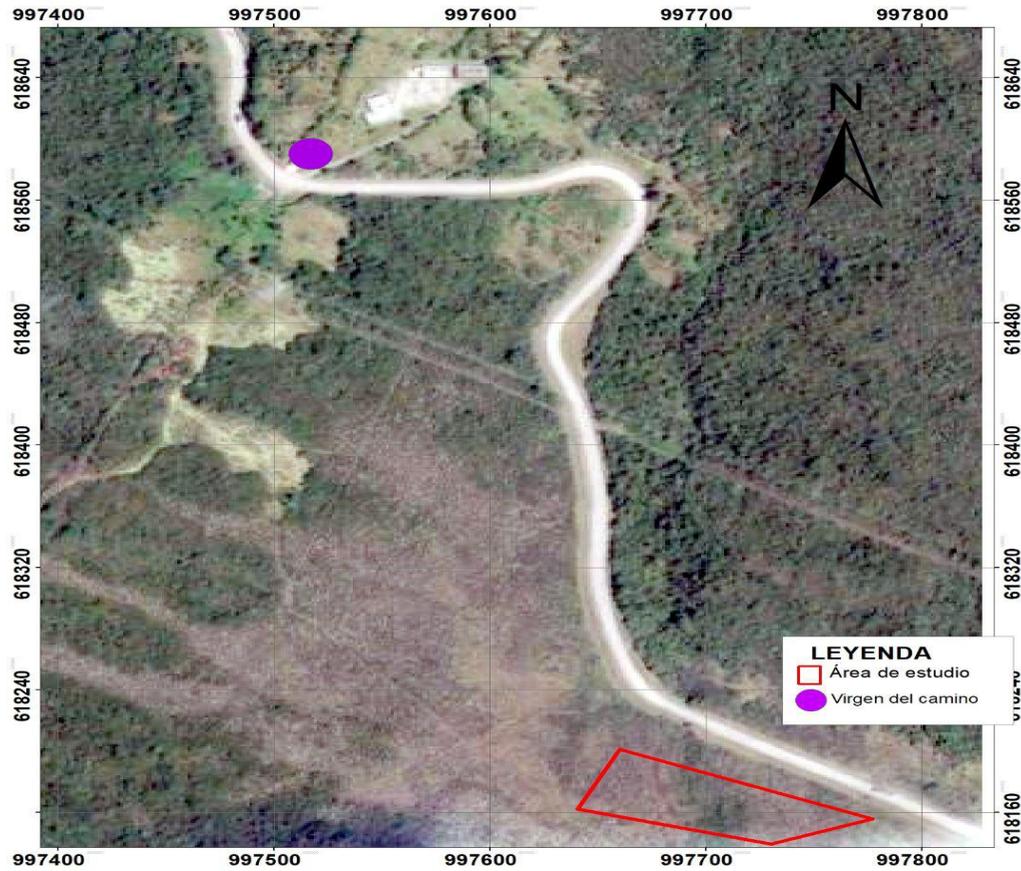
Aspectos generales del páramo de Bordoncillo

Aspectos generales	Descripción
Altitud	La altitud del páramo es de aproximadamente 3.000 y 3.600 m s. n. m.
Clima	El clima es frío y húmedo, con temperaturas que oscilan entre 0 °C y 10 °C ,y una precipitación anual promedio de alrededor de 2.300 mm
Flora y fauna	Se encuentran especies de frailejones (<i>Espeletia sp.</i>), musgos, líquenes, juncos, entre otras. Estas especies son importantes para la regulación hídrica del páramo y la protección de suelos. Entre las especies de fauna encontradas en el páramo se destacan el oso de anteojos (<i>Tremarctos ornatus</i>), la rana marsupial (<i>Gastrotheca ovifera</i>) y la curí (<i>Eira barbara</i>)
Hidrología	El páramo es una importante fuente de agua para la región, siendo el origen de 18 quebradas, entre las principales está la quebrada "Las Tiendas", afluente del río Pasto. En la zona también se encuentra la laguna de La Cocha, la cual es la fuente de agua más grande del departamento de Nariño
Uso del suelo	La zona del páramo se encuentra, en su mayoría, conservada; sin embargo, se han identificado algunas actividades humanas como la ganadería y la agricultura en pequeña escala
Estado de conservación	El páramo de Bordoncillo es considerado un ecosistema frágil y vulnerable, por lo tanto, se encuentra protegido por la Legislación Ambiental colombiana. Además, se han implementado algunas medidas de conservación y restauración, como la reforestación y la delimitación de áreas protegidas

Nota. Elaboración a partir de datos de Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño), Ministerio del Medio Ambiente y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonía), 2002.

Figura 1

Ubicación geográfica del páramo de Bordoncillo



ÁREA DE ESTUDIO - PÁRAMO DE BORDONCILLO		
SISTEMA DE REFERENCIA	FUENTE	LOCALIZACIÓN
Datum: MAGNA SIRGAS Proyección: Transversal De Mercator Origen IGAC: Magna Colombia Oeste	ASF ALASKA ALOS PALSAR	 DPT DEL PUTUMAYO
ESCALA		
ELABORÓ		
GRUPO 2		
		 MUNICIPIO DE SANTIAGO

Nota. Google Maps, 2023.

Variables de interés de estudio

En el contexto de este estudio, es decir, en el páramo de Bordoncillo, que se encuentra ubicado en el municipio de Santiago, en el departamento del Putumayo, el objetivo fue determinar su composición y estructura de la cobertura vegetal. Para ello, se dividió la vegetación en tres categorías diferentes (ver Tabla 2).

Tabla 2*Categoría de cobertura y especificaciones*

Categorías	Características
Brinzal	Individuos con altura entre 0.10 m y 1.49 m
Latizal	Individuos con 1.5 m altura y DAP < de 10 cm
Fustal	Individuos con DAP < a 10 cm

Entre las variables medidas, se encontró el diámetro a la altura del pecho (DAP), una medida estándar que se toma a una altura de 1.3 metros del suelo. La importancia del DAP en la evaluación de diversidad de especies radica en que se correlaciona con la edad, tamaño y productividad de los árboles y, por lo tanto, con su importancia ecológica y capacidad para albergar biodiversidad. Para medir el DAP se pueden emplear diferentes métodos, siendo el más común el uso de cinta (métrica o diamétrica). En este estudio en particular, se utilizó cinta métrica, la cual mide el perímetro de la circunferencia del tronco. Para obtener el DAP, se aplicó la siguiente fórmula:

$$DAP = \frac{\text{Perímetro}}{\pi}$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura del pecho.

Perímetro: medida con la cinta métrica alrededor del tronco del árbol en centímetros.

π : constante matemática Pi, aproximadamente igual a 3,14.

En este estudio, se consideró otra variable importante: altura de la especie. Para medir esta variable, se despejó la superficie para encontrar la base de la planta y luego se midió la altura desde la superficie hasta la punta de la planta; se utilizó la cinta métrica, la cual se mantuvo en posición vertical. Posteriormente, se registró la medición correspondiente en el formulario de campo.

Instrumentos de medición

Escuadra de agrimensor (Tamanua): herramienta implementada para alinear los jalones perpendicularmente en un ángulo de 90°, con la finalidad de que la parcela cierre correctamente (Gil, 2011).

Brújula: herramienta de orientación, determina la dirección magnética del norte y, también, es utilizada para medir ángulos.

Jalón: herramienta utilizada para marcar puntos fijos en el terreno; son varillas metálicas largas que se clavan en el suelo (Cely, 2017).

Estacas: herramienta utilizada para marcar puntos específicos en el terreno. Estas pueden ser de madera o metal (Cely, 2017).

Cuerda: fibra delgada utilizada para delimitar el espacio (Ibáñez, 2021).

Decámetro: unidad de medida de longitud; es una herramienta utilizada para medir distancia y también el perímetro de la vegetación arbórea de latizales y fustales, específicamente.

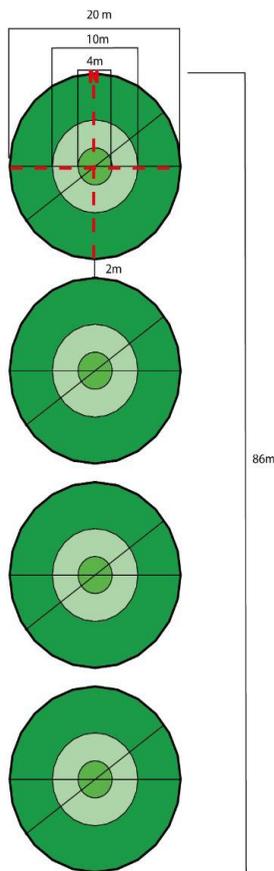
Cinta métrica: unidad de medida de longitud; es una herramienta utilizada para medir el perímetro de la vegetación arbórea.

Diseño y procedimiento experimental

En el ecosistema de páramo de Bordoncillo, en el municipio de Santiago, Putumayo, se llevó a cabo el análisis de la diversidad biológica a través de la dominancia y abundancia de las especies presentes en la zona. Para realizar este estudio, se seleccionaron cuatro parcelas circulares distribuidas en línea, cada una con un diámetro de veinte metros y separadas por una distancia de dos metros. El método se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

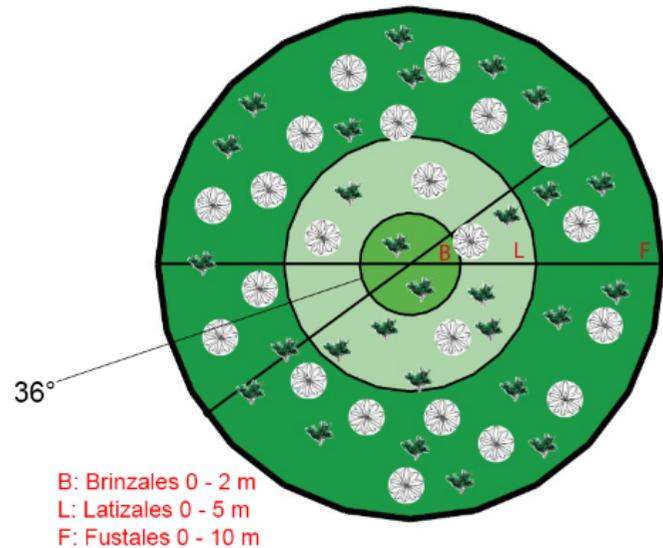
Unidad de muestreo



En cuanto a la forma y tamaño de cada parcela, primero, se orientó con la finalidad de que todas coincidieran con el norte. Una vez orientadas, se utilizó la escuadra de agrimensor en el centro para tener un punto de referencia que permitiera delimitar la parcela de una manera más precisa; adicionalmente se emplearon jalones. Después, se empleó el método de muestreo estratificado, se dividió cada circunferencia en dos subparcelas a través del trazado de dos ángulos opuestos de 36°. Cada subparcela se dividió en tres partes para obtener datos sobre las variables de interés: brinzales, latizales y fustales. Por último, se midieron los perímetros de los brinzales, latizales y fustales; partiendo desde el centro de la circunferencia de la subparcela a distancias de 2, 5 y 10 metros, respectivamente. Las dimensiones se pueden observar en la Figura 3.

Figura 3

Forma y tamaño parcela circular



Para la identificación y clasificación de los individuos presentes en la parcelación, se midió con la cinta métrica el tronco de cada especie encontrada. Cabe resaltar que, si no se cuenta con una cinta diamétrica y se utiliza una cinta métrica, se debe dividir entre π para conocer el diámetro real de cada uno y así clasificarlo de acuerdo con el DAP en brinzales, latizales y fustales. El procedimiento se puede observar en la Figura 4.

Figura 4

Medición del diámetro con cinta métrica



Nota. Barreto et al., 2018, p. 60



Metodología de análisis

Para evaluar la importancia de una especie dentro de un ecosistema o de una comunidad vegetal en particular, se calculó el índice de valor de importancia (IVI), que define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la abundancia relativa y la dominancia relativa (Saavedra-Romero et al., 2019). Las fórmulas necesarias para el cálculo de cada componente del IVI fueron las siguientes:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la sp}}{\text{Frecuencia de todas las spp}} \times 100$$

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{Núm. de individuos de la especie}}{\text{Núm. total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Dominancia de la sp}}{\text{Dominancia de todas las spp}} \times 100$$

Una vez calculados los valores de AR, FR y DR para cada especie, se procedió a calcular el IVI, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IVI} = \text{AR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Resultados y Discusión

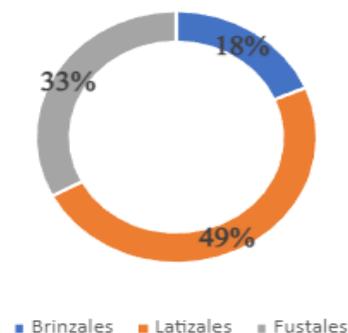
La metodología utilizada en este estudio, a través de la recolección de datos mediante parcelas circulares de 10 metros de radio y subparcelas de 36°, ha sido utilizada en diversas investigaciones en ecología para la medición de la riqueza y abundancia de especies vegetales en diferentes ecosistemas (Jiménez-Valverde et al., 2018).

En este sentido, una vez desarrollada la metodología y a través de la sistematización de los resultados de las secciones de las cuatro parcelas evaluadas, se encontraron 113 individuos clasificados en 6 familias y 8 especies, entre las que se encuentran *Espeletia pycnophylla*, *Blechnum loxense*, *Hypericum juniperinum*, *Vaccinium floribundum*, *Diplosteghium schultzii*, *Puya hamata*, *Diplosteghium floribundum* y *Gynoxys hirsuta*. A su vez, se clasificó cada uno de los ejemplares de acuerdo con su diámetro a la altura del pecho (DAP) y su altura total, obteniendo 55 individuos catalogados como latizales; 37 como fustales, y 21, como brinzales, con porcentajes del 49 %, 33 % y 18 %, respectivamente. En la Figura 5 se muestran los diferentes porcentajes de abundancia de individuos.

Figura 5

Abundancia de individuos de acuerdo con la clasificación

Abundancia de individuos de acuerdo a su clasificación



De este modo, la información recolectada en las parcelas circulares permitió la elaboración del IVI para las especies vegetales presentes en este ecosistema. En ese sentido, el IVI se utilizó para evaluar la importancia relativa de cada especie en la comunidad y determinar cuáles son las especies más comunes, abundantes o frecuentes en el área de estudio (García y Morán, 2023). En las Tablas 3, 4 y 5, se muestran los resultados del IVI en cada una de las clasificaciones.

Tabla 3

Índice de valor de importancia de fustales

Especie	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia real -IVI (%)
<i>Espeletia pycnophylla</i>	83,78	66,67	87,33	79,26107606
<i>Blechnum loxense</i>	16,22	33,33	12,67	20,73892394
Total	100	100	100	100

Tabla 4

Índice de valor de importancia de latizales

Especie	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia real -IVI (%)
<i>Blechnum loxense</i>	52,73	33,33	54,02	46,6930
<i>Espeletia pycnophylla</i>	30,91	25,00	24,23	26,7127
<i>Diplostephium schultzii</i>	5,45	8,33	7,51	7,0987
<i>Puya hamata</i>	3,64	8,33	7,24	6,4023
<i>Vaccinium floribundum</i>	3,64	8,33	6,33	6,1015
<i>Hypericum juniperinum</i>	1,82	8,33	0,39	3,5126
<i>Diplostephium floribundum</i>	1,82	8,33	0,29	3,4791
Total	100	100	100	100



Tabla 5

Índice de valor de importancia de brinzales

Especie	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia real -IVI (%)
<i>Blechnum loxense</i>	47,62	44,44	60,53	50,8644
<i>Hypericum juniperinum</i>	28,57	22,22	24,65	25,1469
<i>Diplostephium floribundum</i>	9,52	11,11	7,35	9,3279
<i>Vaccinium floribundum</i>	9,52	11,11	5,80	8,8117
<i>Gynoxys hirsuta</i>	4,76	11,11	1,67	5,8491
Total	100	100	100	100

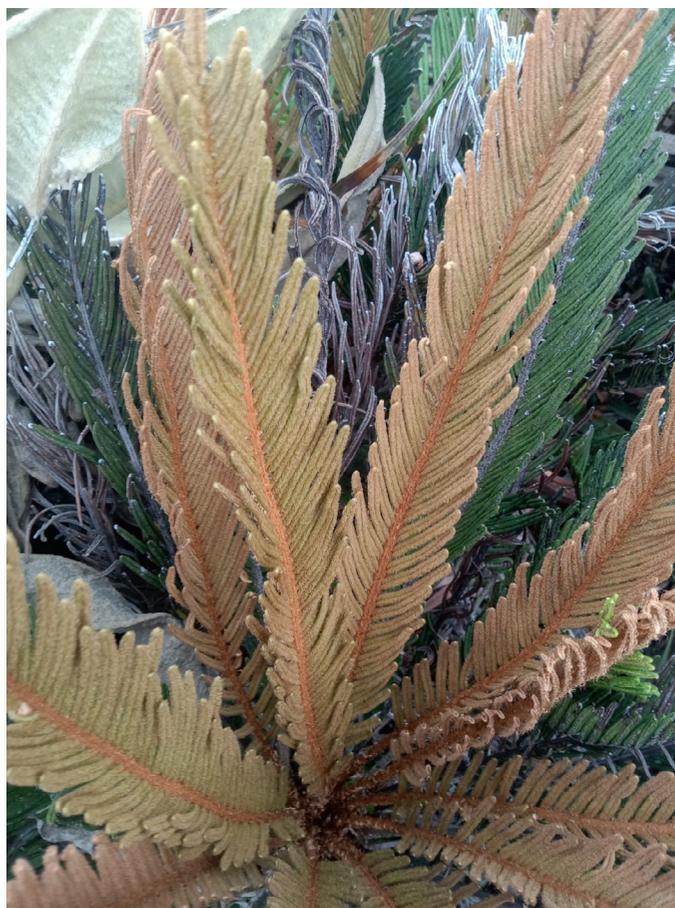
Figura 6

Frailejón (Espeletia pycnophylla) presente en el páramo de Bordoncillo



Figura 7

Helecho de páramo andino (Blechnum loxense) presente en el páramo de Bordoncillo



Además, se observó que la especie clasificada como fustal con el menor valor de IVI fue la planta *Blechnum loxense* con el 20,74 %, lo que sugiere que esta especie es menos dominante; sin embargo, según De Oliveira et al. (2017), esta especie es muy característica en ecosistemas de páramo. También se evidencia que, en la categoría de latizal, la especie que tiene menor IVI es *Diplostephium floribundum* con el 3,48 %, debido a su limitada abundancia y dominancia, ya que solo se encontró un ejemplar de esta especie en las parcelas evaluadas, además de que su área basal fue inferior en comparación con las demás especies.

Finalmente, en brinzales, la especie *Gynoxys hirsuta* con el IVI más bajo fue de 5,85 %. Cabe resaltar que esta especie es endémica de Colombia y de muy baja distribución a lo largo del territorio, por ello, es importante su multiplicación por su susceptibilidad a desaparecer (Leyva, 2021); además, es esencial por su papel en la conservación del suelo y la protección contra la erosión. Sus sistemas de raíces en desarrollo ayudan a mantener la estructura del suelo, evitando la pérdida de nutrientes y la erosión causada por la lluvia y el viento (Martín-Sánchez, 2023; Tadeo et al., 2024). Asimismo, la cobertura vegetal proporcionada por los brinzales ayuda a retener la humedad del suelo, promoviendo su fertilidad y facilitando el crecimiento de otras plantas y organismos del suelo.

Hablando en términos de fustales, latizales y brinzales, se encontró que en las parcelas estudiadas predominan los fustales, los cuales son árboles altos y maduros que tienen una gran importancia ecológica en el páramo. La densidad de fustales en las parcelas varió de acuerdo con la topografía, las condiciones ambientales específicas de cada parcela y método de muestreo, que concuerdan con los hallazgos de otros estudios en páramos (Telles et al., 2021).

Respecto a los latizales, se encontró que su presencia es escasa en las parcelas estudiadas, esto puede deberse a la degradación de los suelos o la metodología empleada. Los latizales son importantes para la conservación de la biodiversidad en el páramo, ya que proporcionan hábitat y alimento a una gran cantidad de especies; además, desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio

climático (Hernández et al., 2021). Estos ecosistemas actúan como sumideros de carbono, almacenando grandes cantidades de CO₂ atmosférico, donde la materia orgánica acumulada en los suelos de los latizales se descompone muy lentamente, lo que contribuye a la captura y retención del carbono a largo plazo. Por lo tanto, la conservación y restauración de los latizales son estrategias esenciales para contrarrestar el aumento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera y mitigar los efectos del cambio climático (Rojas et al., 2020), por lo tanto, se sugiere realizar estudios adicionales para determinar las causas de la baja presencia de latizales en la zona y así identificar estrategias para su conservación.

Finalmente, refiriéndose a los brinzales, se encontró que son una parte importante de la vegetación en las parcelas estudiadas. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de otros estudios en páramos como el de Verdesoto et al. (2022). Al igual que con los latizales, se sugiere que se realicen estudios adicionales para determinar el crecimiento y la supervivencia de los brinzales en la zona e identificar estrategias para su conservación.

Conclusiones

El frailejón es la especie más importante en Bordoncillo y es una de las plantas más adaptadas y ecológicamente relevante en el ecosistema de páramo. Se recomienda seguir investigando y monitoreando el IVI de las especies en este ecosistema para poder tomar medidas de conservación y protección efectivas.

La elaboración del IVI permitió identificar especies importantes en el ecosistema del páramo de Bordoncillo, entre los departamentos Nariño y Putumayo, Colombia. Los frailejones y helechos presentaron los mayores valores de IVI, lo que sugiere que son especies fundamentales en el equilibrio ecológico de la zona.

Este estudio proporciona información para posteriores estudios que se enfoquen en la conservación y manejo del ecosistema del páramo de Bordoncillo y su biodiversidad.

La categorización de las especies vegetales en fustales, latizales y brinzales permite

determinar la edad y tamaño de dichas especies, lo cual influye en la capacidad que presenta el páramo para proveer servicios ambientales y mantener la estabilidad del ecosistema, por ende, es importante monitorear y entender la importancia de cada una de estas especies en el ecosistema.

El ecosistema del páramo de Bordoncillo cumple un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico, en el suministro de agua para el consumo humano y en las actividades económicas de la zona, en consecuencia, es primordial su conservación y protección.

Esta práctica académica permitió afianzar y aplicar el conocimiento impartido en el salón de clase, ya que permitió un encuentro con el entorno real, donde la labor del ingeniero ambiental es esencial para garantizar la conservación de los páramos y su biodiversidad, así como para promover la sostenibilidad de la zona.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses sobre el trabajo presentado.

Responsabilidades éticas

El desarrollo del proyecto se dio bajo los lineamientos de la protección ambiental y mecanismos de bioseguridad establecidos en la institución de educación superior para tal fin. No se concibe como un estudio en seres humanos.

Referencias

- Barreto, J. S., Peña, M. Á., Capachero, C. A., Barbosa, A. P., Moreno, L. M., Ramírez, S., Panev, M. y Phillips, J. F. (2018). *Manual de campo inventario forestal nacional Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM–, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Cabrera, C., Murillo, L., Jiménez, A., Salvatierra, D. y Briones, G. (2022). Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí. *Revista Ab Intus*, 9(5), 7-17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6975372>
- Cely Espinosa, G. T. (2017). *Manual de prácticas de topografía para estudiantes de ingeniería civil Universidad Santo Tomás, Tunja* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. CRAIUSTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30155?show=full>
- Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño), Ministerio del Medio Ambiente y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonía). (2002). Plan de manejo del corredor andino amazónico páramo de Bordoncillo – cerro de Patascoy, La Cocha, como ecorregión estratégica para los departamentos de Nariño y Putumayo. <https://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/biodiversidad/planmanejobordoncillopatascoy.pdf>
- De Oliveira, V. A., Smith, A. R. y Gasper, A. L. (2017). *Parablechnum roraimense* P. paucipinnaspp. nov. (Blechnaceae: Polypodiopsida), lectotipificación de *P. stuebelii*, y correcciones de citas en la familia. *Phytotaxa*, 292 (1). <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.292.1.6>
- Fajardo Gómez, Á. P. y Gutiérrez Morales, N. (2019). *Identificación de los ecosistemas estratégicos del municipio la Calera* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. CRAIUSTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/17640?show=full>

- García, S. J. y Morán, J. J. (2023). Evaluación de diversidad florística del bosque seco de la comuna Agua Blanca, Parroquia Machalilla–Puerto López. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(6), 76-86. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i6.839>
- Gil, L. (2011). *Levantamientos topográficos*. Universidad Nacional de Colombia.
- González, F. (2022). *Determinación del volumen comercial en plantación de Teca (Tectona grandis L) utilizando tres formas de parcelas en el sitio Visquije del Cantón Santa Ana* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3686>
- Hernández, H. E., Andrade, H. J., Suárez, J. C., Sánchez, J., R., Gutiérrez, D. R., Gutiérrez, G. A., Trujillo, E. y Casanoves, F. (2021). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 352-368. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i1.42959>
- Ibáñez, B. (2021). *Aplicación de topografía convencional y fotogrametría como apoyo en levantamientos forenses viales* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. RIUD. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26159>
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J. M., & Hortal, J. (2018). The effect of prevalence and its interaction with sample size on the reliability of species distribution models. *Community Ecology*, 10(2), 196–205. <http://www.jstor.org/stable/24113558>
- Leyva, J. (2021). *Estudio de la propagación de algunas especies nativas con potencial para la restauración asistida en ecosistemas altoandinos (Cundinamarca, Colombia)* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Repositorio Institucional UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4328>
- Martín-Sánchez, E. (2023). *Cómo frenar los incendios forestales*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). Páramos. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/paramos/>
- Rojas, J. A., Moreno, J. R., y Tobar, D. F. (2020). Análisis de la diversidad de especies vegetales en un ecosistema de páramo en Colombia. *Revista de Investigación Agrícola y Ambiental*, 11(2), 79-87.
- Saavedra-Romero, L. L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T. y Villa-Castillo, J. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de valor importancia en un bosque urbano de la ciudad de México. *Polibotánica*, (47), 25-37. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3>
- Salmerón, A., González, A., Barbán, L. y Álvarez, L. (2019). Abundancia y diversidad de plantas leñosas en áreas de bosques semidecuidos micrófilos, sometidos a diferentes niveles de perturbaciones antrópicas. *Foresta Veracruzana*, 17(2), 11-20. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49743956002>
- Sistema de Información Turística Nariño (SITUR). (2020). Páramo Bordoncillo. <https://situr.narino.gov.co/attractivos-turisticos/paramo-bordoncillo>
- Tadeo, A. E., García, E., Valdez, J. I., Lopéz, L., Luna, M., De los Santos, H. M. y Hernández, J. L. (2024). Patrones de estructura y diversidad de selva mediana subperennifolia bajo condiciones de gestión forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 15(81), 133-159. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i81.1424>
- Telles, R., Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O. A., Treviño, E. J. y De los Santos, H. M. (2021). Características edáficas y topográficas asociadas con el crecimiento en volumen de Gmelina arborea Roxb, en Tlatlaya, Estado de México. *Madera y Bosques*, 27(1), e2711987. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2711987>



Universidad de Los Andes Venezuela (ULA). (2019, 12 de febrero). Ecología-Comunidades. http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2019/11/Ecolog%C3%ADa_Comunidades_2.pdf

Young, S. L., Bethancourt, H. J., Ritter, Z. R., & Frongillo, E. A. (2021). The Individual Water Insecurity Experiences (IWISE) Scale: reliability, equivalence and validity of an individual level measure of water security. *BMJ Salud Global*, 6(10), e006460. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006460>

Contribución

Juan David García Yarce: Procesamiento estadístico de datos, escritura de materiales y métodos y obtención de los resultados.

Diego Fernando Guatarilla Moncayo: Análisis e interpretación de resultados, escritura de la introducción, métodos, discusión y conclusiones.

Los autores participaron en la elaboración del manuscrito, lo leyeron y aprobaron.