

# Composición y estructura de la cobertura vegetal del ecosistema del páramo de Bordoncillo en Santiago, Putumayo<sup>1</sup>

Juan David García Yarce<sup>2</sup>

Diego Fernando Guaitarilla Moncayo<sup>3</sup>

**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)

## 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 de Bordoncillo, determinando la limitación de la parcela y subparcela para el levantamiento de información tomando como base las variables dasométricas integrando un inventario general forestal donde se identificaron las especies de brinzales, latizales y fustales. Una vez identificadas se aplicaron los procedimientos para indicador de diversidad y su valor de importancia, de cada especie. Se concluye que el ecosistema del páramo de Bordoncillo entre los departamentos de Nariño y Putumayo, Colombia, cumple un papel muy importante en la regulación del ciclo hidrológico, el suministro de agua para el consumo humano y las actividades económicas de la zona, por ende, es primordial su conservación y protección.

**Palabras clave:** Ecosistema; diversidad; cobertura vegetal; medio ambiente; especies forestales.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Ingeniero Ambiental, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: judagaya@udenar.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0560-7403>

<sup>3</sup> Ingeniero Ambiental, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: [diegoqumon@udenar.edu.co](mailto:diegoqumon@udenar.edu.co) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2069-4268>

# Composition and structure of the vegetation cover of the Paramo de Bordoncillo ecosystem in Santiago Putumayo

## Abstract

The objective of this work was to recognize the composition and structure of the vegetation cover of the Bordoncillo moor ecosystem from the measurement of circular plots of 20 m diameter in the Bordoncillo moor, determining the limitation of the plot and subplot for the collection of information based on dasometric variables, integrating a general forest inventory where the species of brinzales, latizales and fustales were identified. Once identified, the procedures for the diversity indicator and its importance value for each species were applied. It is concluded that the ecosystem of the Bordoncillo páramo between the departments of Nariño and Putumayo, Colombia, plays a very important role in the regulation of the hydrological cycle, water supply for human consumption and economic activities in the area, therefore, its conservation and protection is essential.

*Keywords:* Ecosystem; diversity; vegetation cover; environment; forest species.

## Composição e estrutura da cobertura vegetal do ecossistema do Páramo de Bordoncillo em Santiago Putumayo

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi reconhecer a composição e a estrutura do coberto vegetal do ecossistema da charneca de Bordoncillo através da medição de parcelas circulares de 20 m de diâmetro na charneca de Bordoncillo, determinando a limitação da parcela e da subparcela para a recolha de informação com base em variáveis dasométricas, integrando

um inventário florestal geral onde foram identificadas as espécies de brinjal, latizales e fustales. Uma vez identificadas, foram aplicados a cada espécie os procedimentos para o indicador de diversidade e respectivo valor de importância. Conclui-se que o ecossistema do páramo de Bordoncillo, entre os departamentos de Nariño e Putumayo, Colômbia, desempenha um papel muito importante na regulação do ciclo hidrológico, no abastecimento de água para consumo humano e nas actividades económicas da zona, pelo que a sua conservação e proteção são essenciais.

*Palavras-chave:* Ecossistema; diversidade; cobertura vegetal; ambiente; espécies florestais.

## Introducción

Los ecosistemas estratégicos como los páramos en Colombia se caracterizan por su gran biodiversidad. Fajardo y Gutiérrez (2019) señalan que las regiones de páramo son ecosistemas de montaña al encontrarse entre los 3100 metros e incluso hasta los 5000 metros, se caracteriza por la presencia de frailejones y predomina la vegetación tipo arbusto o matorral, por lo que son considerados ecosistemas estratégicos; en especial por su papel en la regulación del ciclo hidrológico, puesto que sustenta el suministro de recurso hídrico para consumo humano y desarrollo de actividades económicas de más del 70% de la población colombiana (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Entre el departamento de Nariño y Putumayo se tiene el privilegio de contar con este ecosistema, entre los cuales se encuentran 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" (SITUR Nariño, 2020). 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 Gonzáles (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.

La medición de una parcela 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. Además, la medición también puede ser 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. Una vez con los datos, se realizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), para así lograr conocer la significancia de una especie y su estabilidad en una comunidad a través de los siguientes parámetros: La frecuencia relativa, se refiere a la proporción en las 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

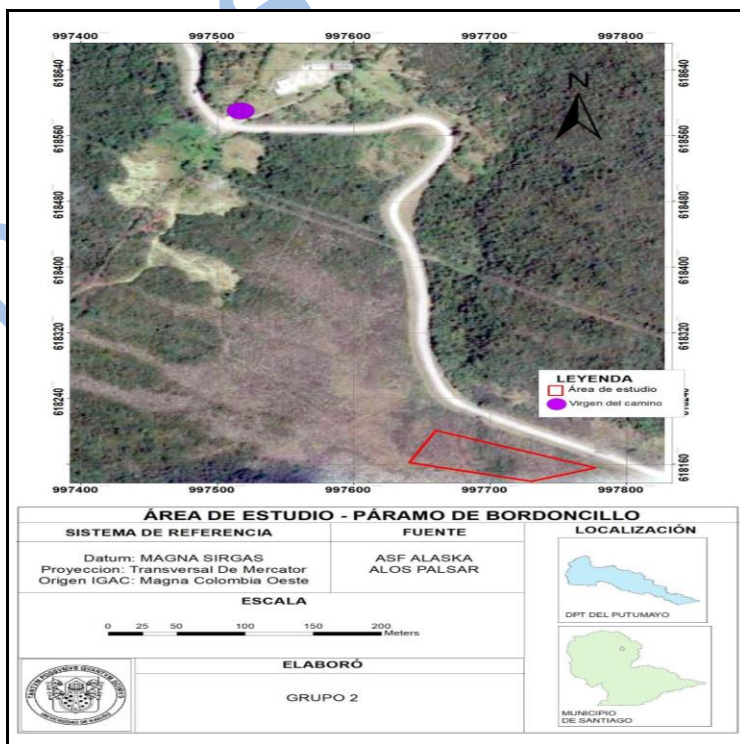
determinar la distribución y abundancia de las diferentes especies en un área determinada (Young et al., 2021). La abundancia relativa que, según Salmerón et al. (2019), es la proporción de individuos de una especie en relación con el número total de individuos en un ecosistema; esta medida ayuda a comprender la estructura y dinámica, así como 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 en el mismo. Esta medida se refiere tanto a la abundancia numérica de individuos de una especie como a su contribución al funcionamiento del ecosistema (ULA, 2019).

## Metodología

En el departamento del Putumayo, Colombia, específicamente en el sector del Páramo 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 utilizada en esta práctica, se presenta una tabla que contiene aspectos generales y el mapa del área de estudio del páramo El Bordoncillo. A continuación, se incluyen datos relevantes 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. La imagen 1 muestra el mapa de ubicación donde se desarrolló este estudio.

### Figura 1

*Ubicación geográfica del páramo El Bordoncillo*



*Nota.* Google maps

**Tabla 1**

*Aspectos generales del Páramo El Bordoncillo*

| Aspecto General                                                                                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altitud                                                                                        | La altitud del páramo es de aproximadamente 3000 y 3600 msnm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 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 2300 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Flora y fauna                                                                                  | Se encuentran especies de frailejones ( <i>Espeletia</i> sp.), musgos, líquenes, juncos, entre otros. 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, que 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 El Bordoncillo es considerado como un ecosistema frágil y vulnerable, por lo que 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.                                                                                                          |
| <i>Nota.</i> Elaboración a partir de datos de Corponariño, MinAmbiente y Corpoamazonia (2002). |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### **Variables de interés de estudio**

En el contexto de este estudio llevado a cabo en el páramo del Bordoncillo, ubicado en el municipio de Santiago en el departamento del Putumayo, el objetivo fue determinar la composición y estructura de la cobertura vegetal del páramo. Para ello, la vegetación se dividió en tres categorías diferentes, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**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 esta medida 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 los más comunes el uso de cinta métrica o cinta diamétrica. En este estudio en particular, se utilizó cinta métrica, la cual mide el perímetro de la circunferencia del tronco, y para obtener el DAP se aplicó la fórmula correspondiente.

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

Donde:

**DAP:** Diámetro a la altura del pecho.

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

**$\pi$ :** Es la constante matemática Pi, aproximadamente igual a 3,14.

En este estudio, se consideró otra variable importante que es la 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 utilizando una cinta métrica, manteniéndola 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 (Unknown, 2013).

**Jalón:** Herramienta utilizada para marcar puntos fijos en el terreno, son varillas metálicas largas que se clavan en el suelo (Espinosa, 2017).

**Estacas:** Herramienta utilizada para marcar puntos específicos en el terreno, éstas pueden ser de madera o metal (Espinosa, 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.

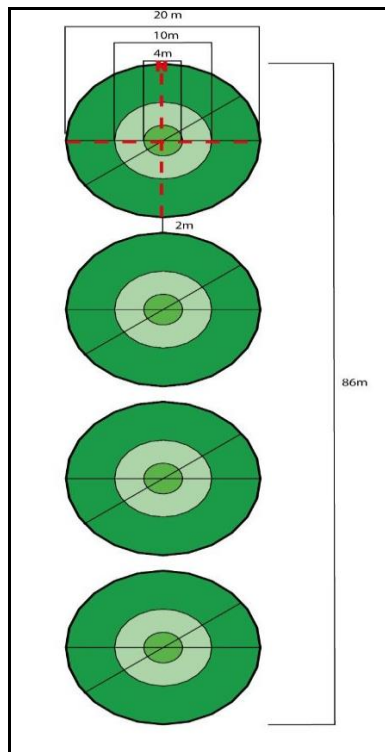
**Cinta métrica:** Unidad de medida de longitud, es una herramienta utilizada para medir el perímetro de la vegetación arbórea.

## **Diseño y procedimiento experimental**

En el ecosistema de páramo El Bordoncillo en el municipio de Santiago - Putumayo, se llevó a cabo un 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 imagen 2.

### **Figura 2**

*Unidad de muestreo*

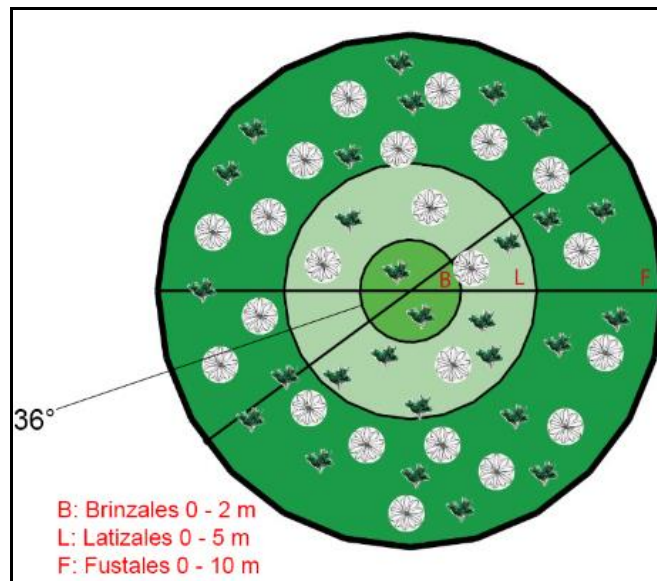


En cuanto a la forma y tamaño de cada parcela, primero se orientó con la finalidad de que todas coincidieran con el Norte, una vez orientadas se utilizó la escuadra de agrimensor en el centro para tener un punto de referencia que permita delimitar la parcela de una manera más precisa y adicionalmente se emplearon jalones. A continuación, se empleó el método de muestreo estratificado, dividiendo cada circunferencia en dos subparcelas a través del trazado de dos ángulos opuestos de  $36^\circ$ . 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 imagen 3.

### Figura 3

*Forma y tamaño parcela circular*





Para la identificación y clasificación de los individuos presentes en la parcelación se realizó la medición con una cinta métrica al 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  $\pi$  para conocer el diámetro real de cada uno y así clasificarlo de acuerdo al DAP (Diámetro a la altura del pecho) en brinzales, latizales y fustales. La imagen 4 muestra el procedimiento.

#### Figura 4

*Medición del diámetro con cinta métrica*



Nota. IDEAM

#### Metodología de análisis

Para evaluar la importancia de una especie dentro de un ecosistema o de una comunidad vegetal en particular, se calculó el IVI (Índice de Valor de Importancia), 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 índice de valor de importancia (IVI) son 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 puede proceder a calcular el IVI mediante la siguiente fórmula:

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

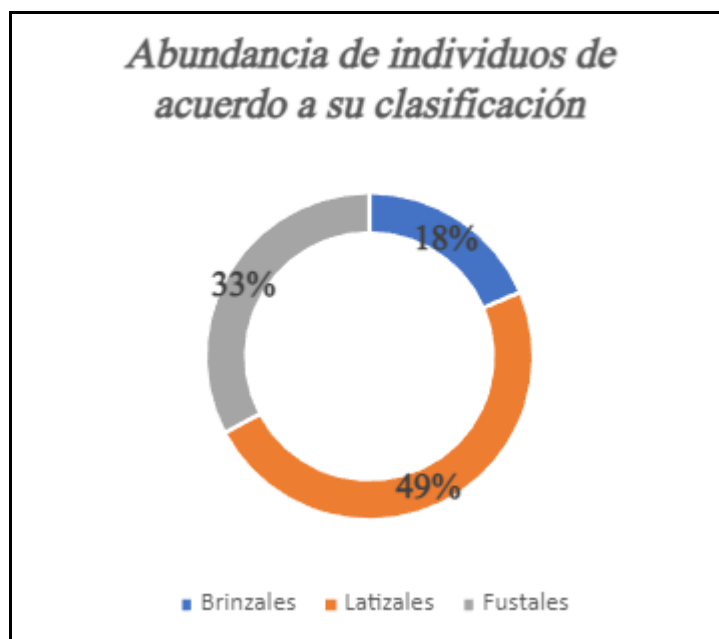
## Resultados y Discusión

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 diversos estudios 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 obtenidos en 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*, *Diplostephium schultzii*, *Puya hamata*, *Diplostephium floribundum* y *Gynoxys hirsuta*. A su vez, se clasificó cada uno de los ejemplares de acuerdo a su diámetro a la altura del pecho (D.A.P) y su altura total, obteniendo que 55 individuos son catalogados como latizales, 37 como fustales y 21 como brinzales, con porcentajes del 49%, 33% y 18% respectivamente. El gráfico 1 muestra los diferentes porcentajes de abundancia de individuos.

### Figura 5

*Abundancia de individuos de acuerdo a la clasificación*



De este modo, la información recolectada en las parcelas circulares permitió la elaboración del Índice de Valor de Importancia (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 (Moreira y Moran, 2023). En las tablas 3, 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos del Índice de Valor de Importancia en cada una de las clasificaciones.

**Tabla 3**

*Índice de Valor de Importancia de Fustales*

| <b>Especie</b>               | <b>Abundancia relativa (%)</b> | <b>Frecuencia relativa (%)</b> | <b>Dominancia relativa (%)</b> | <b>Índice de valor de importancia real -IVI (%)</b> |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <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                        | 100,00                         | 100                            | 100                            | 100                                                 |

**Tabla 4**

Índice de Valor de Importancia de Latizales

| <b>Especie</b>                       | <b>Abundancia<br/>relativa (%)</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa (%)</b> | <b>Dominancia<br/>relativa<br/>(%)</b> | <b>Índice de valor de<br/>importancia real -<br/>IVI (%)</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <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<br/>juniperinum</i>     | 1,82                               | 8,33                               | 0,39                                   | 3,5126                                                       |
| <i>Diplostephium<br/>floribundum</i> | 1,82                               | 8,33                               | 0,29                                   | 3,4791                                                       |
| <b>Total</b>                         | <b>100</b>                         | <b>100</b>                         | <b>100</b>                             | <b>100</b>                                                   |

**Tabla 5**

Índice de Valor de Importancia de Brinzales

| <b>Especie</b>                       | <b>Abundancia<br/>relativa (%)</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa (%)</b> | <b>Dominancia<br/>relativa<br/>(%)</b> | <b>Índice de valor de<br/>importancia real -<br/>IVI (%)</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <i>Blechnum loxense</i>              | 47,62                              | 44,44                              | 60,53                                  | 50,8644                                                      |
| <i>Hypericum<br/>juniperinum</i>     | 28,57                              | 22,22                              | 24,65                                  | 25,1469                                                      |
| <i>Diplostephium<br/>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                                                       |
| <b>Total</b>                         | <b>100</b>                         | <b>100</b>                         | <b>100</b>                             | <b>100</b>                                                   |

**Figura 6**

*Frailejón (Espeletia pycnophylla) presente en el páramo El Bordoncillo*



**Figura 7**

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



Además, se observó que la especie clasificada como Fustal con el menor valor de IVI fue la planta *Blechnum loxense* con 20,74%, lo que sugiere que esta especie es menos dominante, sin embargo, según 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 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 es inferior en comparación a las demás especies. Finalmente se tiene en brinzales la especie *Gynoxys hirsuta* con el IVI más bajo 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 al ser susceptible a desaparecer (Leyva, 2021), lo 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; Noble et al., 2024). Además, la cobertura vegetal proporcionada por los brinzales ayuda a retener la humedad del suelo, promoviendo así 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, lo que concuerdan con los hallazgos de otros estudios en páramos (Telles-Antonio et al., 2021).

Respecto a los latizales, se encontró que la presencia de latizales es escasa en las parcelas estudiadas, lo que 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-Núñez et al., 2021). Estos ecosistemas actúan como sumideros de carbono, almacenando grandes cantidades de CO<sub>2</sub> 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 que se sugiere que se realicen estudios adicionales para determinar las causas de la baja presencia de latizales en la zona y para 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 y para identificar estrategias para su conservación.

## Conclusiones

El frailejón es la especie más importante en El Bordoncillo y es una de las plantas más adaptadas y ecológicamente importantes 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 la identificación de las especies más importantes en el ecosistema del páramo El Bordoncillo entre los departamentos Nariño y el 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 permitan la conservación y manejo del ecosistema del páramo El 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 lo que es importante monitorear y entender la importancia de cada una en el ecosistema.

El ecosistema del páramo de Bordoncillo entre los departamentos de Nariño y Putumayo, Colombia, cumple un papel muy importante en la regulación del ciclo hidrológico, el suministro de agua para el consumo humano y las actividades económicas de la zona, por ende, es primordial su conservación y protección.

Esta práctica académica permitió afianzar y aplicar el conocimiento impartido en el salón de clases, encontrándose en un entorno real donde la labor del ingeniero ambiental en este estudio es esencial para garantizar la conservación de los páramos y su biodiversidad, y para promover la sostenibilidad en la zona.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés

### **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**

Bethancourt F., et al. (2021). Análisis estructural de dos parcelas de bosque de la región interoceánica de Panamá. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 548-557

Corpoariño, MinAmbiente & Corpoamazonia. (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. Recuperado de:

<https://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/biodiversidad/planmanejobordoncillopatascoy.pdf>

Espinosa, T. (2017). *Manual de prácticas de topografía para estudiantes de ingeniería civil Universidad Santo Tomás, Tunja*. Obtenido de Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30155/2017ginacely.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fajardo y Gutiérrez (2019). identificación de los ecosistemas estratégicos del municipio la calera. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/17640/2019angelafajardo.pdf?sequence=10&isAllowed=y>

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. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3686/1/TESIS%20FINAL%20LUIS%20GONZALES.pdf>

Hernández-Núñez, H. E., Andrade, H. J., Suárez-Salazar, J. C., Gutiérrez-García, G. A., Trujillo-Trujillo, E., & 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. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26159/Iba%c3%b1ezVarelaBaironAlexis2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Jiménez-Valverde, A., Lobo, J. M., y Hortal, J. (2018). El efecto de la prevalencia y su interacción con el tamaño de la muestra en la fiabilidad de los modelos de distribución de especies. *Ecografía*, 31(1), 19-28.



Leyva, J. (2021). Estudio de la propagación de algunas especies nativas con potencial para la restauración asistida en ecosistemas altoandinos (Cundinamarca, Colombia). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.

Martín-Sánchez, E. (2023). *Cómo frenar los incendios forestales*. Ediciones Mundi-Prensa.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). Páramos. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/paramos/>

Moreira, S. J. G., & Morán, J. J. M. (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>

Noble, A. E. T., Moya, E. G., Hernández, J. I. V., Mata, L. L., Cavazos, M. L., Posadas, H. M. D. L. S., & Stefanoni, J. L. H. (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>

Oliveira, V., Smith, A., Gasper, A. (2017). *Parablechnum roraimense* P. paucipinnaspp. nov. (Blechnaceae: Polypodiopsida), lectotipificación de *P. stuebelii*, y correcciones de citas en la familia. *Fitotaxa* (páginas 65-73). Obtenido de: <https://www.biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.292.1.6>

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.

Salmerón A., et al. (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.

Saavedra-Romero, L. d., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., & 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. DOI: 10.18387/polibotanica.47.3

Silva, J., Hidalgo, J., y Carrión, J. (2018). Análisis del índice de valor de importancia como medida de la diversidad de especies en un ecosistema de páramo. *Revista Ecosistemas*, 27(2), 47-54.

SITUR (2020). Páramo Bordoncillo. Disponible en: <https://situr.narino.gov.co/attractivos-turisticos/paramo-bordoncillo>

Telles Antonio, R., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., Aguirre Calderón, O. A., Treviño Garza, E. J., & Santos Posadas, H. M. D. L. (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). <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2711987>

ULA. (2019). Ecología-Comunidades. Disponible en: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2019/11/Ecolog%C3%ADa Comunidades 2.pdf>

Verdesoto, C. C., Quiroz, L. M., Piloza, D. S., González, A. J., & Archundia, G. B. (2022). Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí. *Ab Intus*, (9), 7-17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6975372>

Young, S. L., Bethancourt, H. J., Ritter, Z. R., & Frongillo, E. A. (2021). La Escala de Experiencias Individuales de Inseguridad Hídrica (IWISE): fiabilidad, equivalencia y validez de una medida de seguridad hídrica a nivel individual. *BMJ Salud Global*, 6(10), e006460.

## 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.

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