

2022

Diversidad de musgos epífitos en un bosque andino en el municipio de Rondón - Boyacá.

Cristian Alejandro Pedraza Vargas
Universidad de La Salle, Bogotá, cpedraza17@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia>



Part of the [Biology Commons](#)

Citación recomendada

Pedraza Vargas, C. A. (2022). Diversidad de musgos epífitos en un bosque andino en el municipio de Rondón - Boyacá.. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/130>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Escuela de Ciencias Básicas y Aplicadas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Biología by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**DIVERSIDAD DE MUSGOS EPIFITOS EN UN BOSQUE ANDINO EN EL MUNICIPIO DE
RONDÓN - BOYACÁ.**

CRISTIAN ALEJANDRO PEDRAZA VARGAS

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA BIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C
2022**

**DIVERSIDAD DE MUSGOS EPIFITOS EN UN BOSQUE ANDINO EN EL MUNICIPIO DE
RONDÓN - BOYACÁ.**

CRISTIAN ALEJANDRO PEDRAZA VARGAS

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Biólogo

Director (a):

Ph.D Laura Victoria Campos Salazar

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA BIOLOGÍA**

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Jurado 1

Jurado 2

i. Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirnos conocer y admirar su creación, a mi madre por siempre ser mi apoyo y guía, a Cindy por siempre ayudarme y brindarme ánimos, a la profesora Laura Victoria Campos que me inspiró desde la primera clase y creyó en mí, a mis compañeras y compañeros de estudio por haber hecho de estos años, los mejores años, por tantas alegrías y aventuras, y agradezco a los profesores y profesoras por tantas enseñanzas.

Asimismo, agradezco al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional y muy especialmente al profesor Jaime Uribe Meléndez por su acompañamiento y colaboración en la determinación taxonómica de las especies y por todo el conocimiento brindado durante este tiempo.

A la Universidad de La Salle por todo el conocimiento y el buen ambiente que se vive en sus aulas, y a la profesora María Isabel Castro por siempre colaborarnos durante nuestro pregrado.

Y finalmente agradezco a mis compañeras de campo y laboratorio Camila Jaramillo y Alejandra Carvajal, y un agradecimiento muy especial a Marco Estepa por siempre ayudarnos y darnos ánimos durante el proceso de determinación de especies, redacción y radicación de este documento.

Hari Bol

Contenido

Resumen	1
1. Introducción	3
2. Materiales y Métodos	6
2.1. Área de estudio	6
2.2. Toma de muestras	8
2.3. Análisis de datos	10
3. Resultados	11
3.1. Composición	11
3.2. Abundancia	14
3.3. Riqueza	16
3.4. Diversidad Alfa	19
3.5. Diversidad Beta	20
4. Discusión	23
5. Conclusiones.....	26
6. Bibliografía	27

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación geográfica de la Finca Villavicencio y las zonas de muestreo Transecto 1 (NIT 1, NIT 2, NIT 3, NIT 4), transecto 2 (NIT 5, NIT 6, NIT 7, NIT 8), transecto 3 (INT 1, INT 2, INT 3, INT 4) y transecto 4 (INT 5, INT 6, INT 7, INT 8)	6
Figura 2 Fotografías de los lugares de estudio: Bosque primario y bosque intervenido (A), dominancia de <i>Tibouchina lepidota</i> en el bosque intervenido (B), interior del bosque primario (C), pastizales, pajonales y helechos presentes en el bosque intervenido (D), presencia de ganado en la parte baja de la finca (E).....	8
Figura 3 Procedimiento para la colecta y procesamiento de los musgos epífitos: división del fuste del árbol en dos secciones (A), ubicación de la rejilla (B), levantamiento del material (C), identificación del material en laboratorio (D).....	9
Figura 4 Número de especies reportadas para cada familia en los dos tipos de bosque, bosque primario (T1 y T2), bosque intervenido (T3 y T4)	14
Figura 5 Curvas rango abundancia de las especies de musgos epífitos presentes, transecto uno (T1), transecto dos (T2), transecto tres (T3) y transecto cuatro (T4).....	16
Figura 6. Curva de acumulación de especies de la comunidad de musgos epífitos presentes en Rondón, Boyacá.	17
Figura 7. Número de especies presentes en las dos zonas de los árboles.....	18
Figura 8. Dendogramas de similitud basado en los índices de Sorensen y Jaccard para los dos tipos de bosque.....	22
Figura 9. Análisis de correspondencia para las diferentes zonas de muestreo, Bosque Primario (T1 y T2 y Bosque Intervenido (T3 y T4).....	23

Lista de Tablas

Tabla 1 Composición de la zona de estudio, bosque primario (PRI), bosque intervenido (INT)...13

Tabla 2 Índices de diversidad, dominancia y equitatividad calculados para los 4 transectos.....20

Tabla 3. Índices de similitud de Sorensen-Dice y Jaccard calculados para los 4 transectos.....21

Manuscrito en preparación para publicación en la revista Acta Biológica

DIVERSIDAD DE MUSGOS EPÍFITOS EN UN BOSQUE ANDINO EN EL MUNICIPIO DE RONDÓN - BOYACÁ.

DIVERSITY OF EPIPHYTIC MOSSES IN AN ANDEAN FOREST IN THE MUNICIPALITY OF RONDÓN - BOYACÁ.

Cristian Alejandro Pedraza-V. Programa de Biología. Universidad de La Salle.
Cpedraza17@unisalle.edu.co

RESUMEN

Los musgos epífitos son esenciales en los ciclos hídricos de los ecosistemas ya que actúan como grandes reservorios de agua, intervienen en la sucesión vegetal, contribuyen en gran porción a la biomasa global y juegan un papel importante en el ciclo del carbono y los nutrientes, sin embargo, debido a la intervención humana en los bosques, estos servicios ecosistémicos se ven afectados y con ellos la salud de los ecosistemas. El objetivo principal de este estudio fue entender cómo varía la estructura y composición de las comunidades de musgos epífitos a lo largo de un gradiente de intervención, en el municipio de Rondón – Boyacá. Se realizaron 4 transectos de 50 x 2m teniendo en cuenta la parte más conservada y la menos conservada del bosque, en cada transecto se muestrearon los musgos epífitos presentes en 4 forófitos y posteriormente fueron identificados para realizar los análisis de composición y diversidad. De los 16 árboles muestreados, se encontraron 33 especies de musgos pertenecientes a 30 géneros y 21 familias y 7 nuevos registros para el municipio de Boyacá. Se logró evidenciar que las zonas de muestreo solo se diferenciaron en la composición de especies, los valores de abundancia y riqueza no mostraron diferencias significativas, sin embargo, contrario a lo esperado, la riqueza de musgos epífitos y los índices de

diversidad aumentaron conforme aumentaba el grado de intervención, en este estudio el grado de intervención no está afectando negativamente la diversidad de las comunidades de musgos presentes en la zona de muestreo.

Palabras clave: Boyacá, Bryophyta, diversidad, epífitos, intervención, riqueza.

ABSTRACT

Epiphytic mosses are essential in the water cycles of ecosystems as they act as large water reservoirs, intervene in plant succession, contribute a large portion to the global biomass and play an important role in the carbon and nutrient cycle, however, due to human intervention in forests, these ecosystem services are affected and with them the health of ecosystems. The main objective of this study was to understand how the structure and composition of epiphyte moss communities varies along an intervention gradient in the municipality of Rondón - Boyacá. Four 50 x 2m transects were carried out considering the most conserved and the least conserved part of the forest, in each transect the epiphyte mosses present in four forophytes were sampled and subsequently identified for composition and diversity analysis. Of the 16 trees sampled, 33 species of mosses belonging to 30 genera and 21 families and 7 new records for the municipality of Boyacá were found. It was evident that the sampling zones only differed in species composition, the abundance and richness values did not show significant differences, however, contrary to expectations, the richness of epiphytic mosses and diversity indexes increased as the degree of intervention increased, in this study the degree of intervention is not negatively affecting the diversity of the moss communities present in the sampling zone.

Key words: Boyacá, Bryophyta, diversity, epiphytes, intervention, richness.

INTRODUCCIÓN

Los briofitos se componen de tres grandes grupos, los musgos, división Bryophyta, las hepáticas, división Marchantiophyta y los antocerotes, división Anthocerophyta; en los ecosistemas, los briófitos actúan como grandes reservorios de agua, contribuyen en gran proporción a la biomasa global jugando un papel importante en el ciclo del carbono y los nutrientes, a través del crecimiento y la descomposición (Vanderpoorten y Goffinet, 2009), en especial los briófitos epífitos tienen mayor importancia ecológica en la regulación del ciclo hídrico, debido a que son poiquilohídricos, es decir que son capaces de absorber agua por toda su extensión, secarse, entrar en un estado de latencia y reanudar su actividad fisiológica cuando las condiciones lo permiten (Vanderpoorten y Goffinet, 2009).

Proctor (2009), afirmó que los briófitos muestran una capacidad de retención de agua extremadamente alta alcanzando hasta aproximadamente 1500% de su peso seco; en los bosques ricos en epífitas, como los bosques lluviosos templados y tropicales, los briófitos pueden retener colectivamente alrededor de 15000 kg de agua por hectárea (Kürschner y Parolly 2004, Pypker *et al.* 2006a, Pypker, *et al.* 2006b), debido a esto los briófitos epífitos contribuyen al aporte de agua en los ecosistemas al capturar considerables cantidades de aguas lluvia (Vanderpoorten y Goffinet, 2009).

Los briofitos también intervienen en la sucesión vegetal y la formación del suelo, acelerando la meteorización física y química, atrapando material orgánico e inorgánico arrastrado por el viento y contribuyendo directamente a la materia orgánica sin descomponer (Vanderpoorten y Goffinet, 2009), así se convierten en actores primarios en la sucesión vegetal, creando un hábitat que facilita el establecimiento de plantas vasculares (Jongmans *et al.*, 2001), además los briófitos en las capas

superiores del suelo junto con líquenes, cianobacterias, algas verdes y hongos, forman las costras criptogámicas comunes en los paisajes áridos y semiáridos, son la única cubierta protectora biológica en la superficie del suelo durante tiempos desfavorables, como las sequías, ayudando a estabilizar la superficie del suelo contra la erosión por viento formando suelos más estables (Vanderpoorten y Goffinet, 2009), mejorando la infiltración del suelo y contribuyendo a la redistribución de la escorrentía, reduciendo la erosión hídrica (Eldridge, 1998)

Así mismo, los briofitos son el hábitat propicio para otros organismos como macroinvertebrados e invertebrados, incluidos áfidos, nematodos, rotíferos y tardígrados (Merrifield y Ingham 1998, Peck, 2006). Además de ser sitios de puesta de huevos y guardería protectora para larvas pequeñas, que pueden obtener refugio durante las inundaciones, esto se debe a que los briófitos proporcionan condiciones de temperatura y humedad amortiguadas y estables para los organismos (Vanderpoorten y Goffinet, 2009).

En Colombia, la división Bryophyta está representada por 65 familias, 261 géneros, 932 especies 52 de ellas endémicas (Churchill, 2016) su mayor presencia se da en los ecosistemas de páramo y bosques nublados, debido a las altas tasas de precipitación y humedad, perfectas para su desarrollo.

Debido a su gran diversidad se han realizado varios estudios de musgos en Colombia, los cuales describen su importancia y como varia su composición en los ecosistemas (Aguirre y Ruiz 2001, Ramírez y Churchill 2002, Ruíz Agudelo , y Aguirre Ceballos 2004, Pinzón y Linares 2006, Avendaño 2007, Santos y Aguirre 2010, Gil Novoa *et al.* 2017), sin embargo, en el departamento de Boyacá se han realizado pocos estudios que incluyan la ecología de las comunidades de musgos epifitos (Gil Novoa y Morales Puentes, 2014), por esta razón, este estudio se pretende conocer la diversidad de las comunidades de musgos epifitos presentes en Rondón - Boyacá, y entender cómo

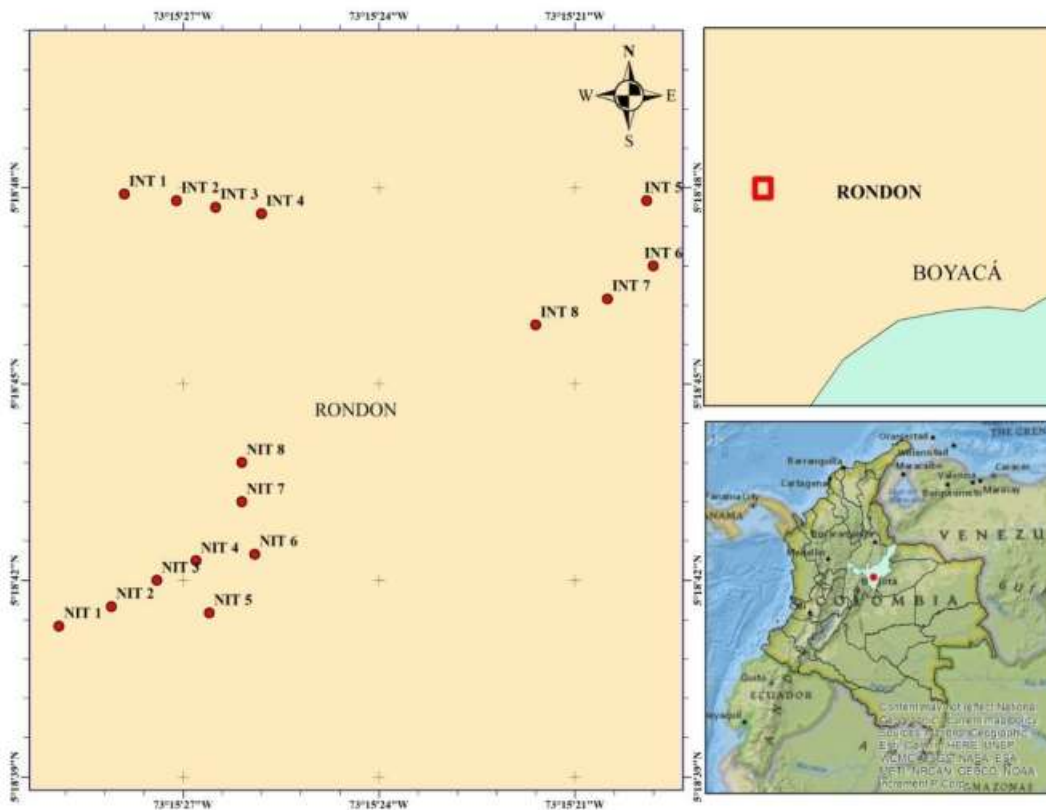
varía la estructura y composición de estas comunidades a lo largo de un gradiente de intervención, contribuyendo al conocimiento ecológico de este grupo, complementando los estudios descriptivos realizados en bosques altoandinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la finca Villavicencio, la cual se encuentra ubicada en la vereda San Isidro en el municipio de Rondón - Boyacá, su rango altitudinal se encuentra entre los 2500 y los 2800m., con temperatura promedio de 17°C, humedad relativa media de 85%, precipitación anual de 1818mm y un régimen de lluvias bimodal, con periodos de lluvia entre los meses de abril a junio y de octubre a diciembre y con periodos secos entre los meses de enero a marzo y de julio a septiembre (Alcaldía Municipal de Rondón, 2017).

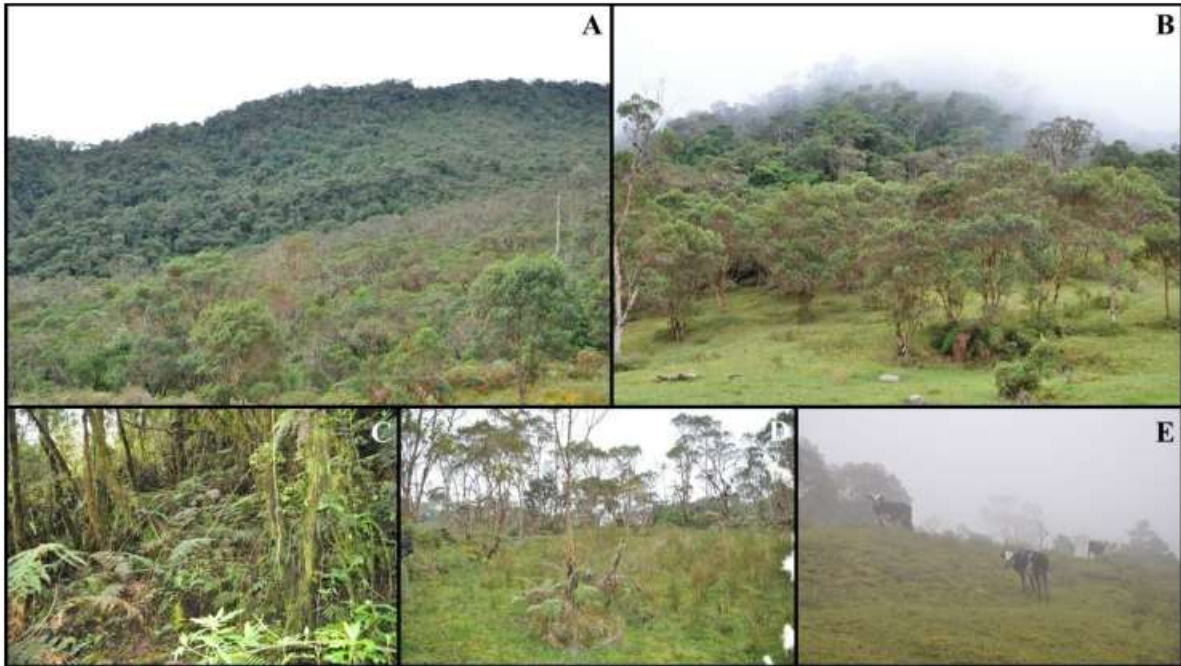
Fig. 1. Ubicación geográfica de la Finca Villavicencio y las zonas de muestreo Transecto 1 (NIT 1, NIT 2, NIT 3, NIT 4), transecto 2 (NIT 5, NIT 6, NIT 7, NIT 8), transecto 3 (INT 1, INT 2, INT 3, INT 4) y transecto 4 (INT 5, INT 6, INT 7, INT 8).



En el municipio de Rondón existía un bosque primario hace aproximadamente 60 - 80 años, el cual sufrió un proceso de intervención a raíz de la necesidad de sostenimiento económico de las familias pobladoras de la región, las actividades antrópicas del municipio fueron en su mayoría agrícolas, ganaderas, madereras y mineras; las cuales generaron un proceso de degradación de los ecosistemas que establecieron unidades estructurales de vegetación, como lo son: Subpáramo Antrópico Intervenido, Bosque Secundario, Rastrojos y Bosque Introducido (Corpochivor, 2015).

Los ecosistemas presentes en la finca Villavicencio en los que se realizó el estudio corresponden según la clasificación de Holdridge (1987) a bosque húmedo montano (bh-M) y bosque muy húmedo montano (bmh-M), sin embargo, tanto la finca Villavicencio como el municipio de Rondón estaban bajo procesos antrópicos, creando así un alto nivel de intervención más exactamente en la parte baja de la finca (Fig. 2 - A), debido a esto se tuvieron en cuenta dos tipos de bosque para realizar el estudio, el primero fue catalogado como **Bosque Primario**, ubicado en la parte más conservada de la finca, tiene una composición característica de bosque alto-andino con presencia de especies como *Chusquea* sp., *Cyathea* sp., *Hedyosmum* sp., y especies que pertenecen principalmente a las familias Ericaceae, Rubiaceae y Melastomataceae, presentando un dosel y cobertura vegetal continuas (Fig. 2 - C); y el segundo bosque catalogado como **Bosque Intervenido**, ubicado en la parte baja y menos conservada de la finca, se caracteriza por presentar un extenso pastizal, con pajonales, helechos, presencia de ganado ocasional y asimismo la alta dominancia de la especie *Tibouchina lepidota* (Melastomataceae) (Fig. 2 - D, E).

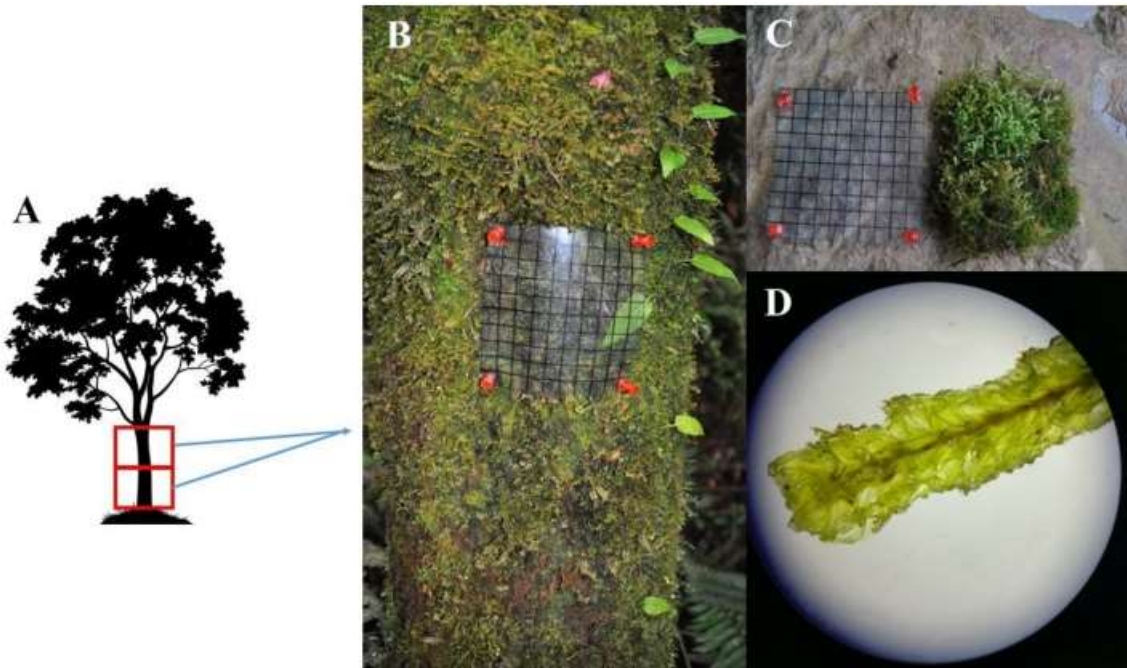
Fig. 2. Fotografías de los lugares de estudio: Bosque primario y bosque intervenido (A), dominancia de *T. lepidota* en el bosque intervenido (B), interior del bosque primario (C), pastizales, pajonales y helechos presentes en el bosque intervenido (D), presencia de ganado en la parte baja de la finca (E).



TOMA DE MUESTRAS

Para la colecta de musgos epifitos se utilizó la metodología propuesta por Wolf (1993) y Orrego (2000). Se realizaron cuatro transectos de 50 x 2m a lo largo del gradiente de intervención (Fig. 1), dos transectos en el Bosque Primario (T1 y T2) y dos transectos en el Bosque Intervenido (T3 y T4); en cada transecto se seleccionaron 4 árboles al azar (no emergentes), el fuste de cada árbol se dividió en 2 secciones iguales y en cada sección se colocó una rejilla de 10 x 10cm (100cm²), que a su vez se dividió en 100 celdas de 1 x 1cm, cada celda representó 1% de cobertura (Fig. 3), el material colectado en cada rejilla se almacenó en bolsas de papel para su transporte y posterior identificación.

Fig. 3. Procedimiento para la colecta y procesamiento de los musgos epifitos: división del fuste del árbol en dos secciones (A), ubicación de la rejilla (B), levantamiento del material (C), identificación del material en laboratorio (D).



Los musgos colectados fueron procesados en el laboratorio de botánica de la Universidad de la Salle y en el Herbario Nacional Colombiano en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, teniendo en cuenta las técnicas establecidas para briofitos (Gradstein *et al.* 2001). Para la determinación del material vegetal se utilizó literatura especializada de Churchill y Linares (1995) y Gradstein *et al.* (2001) posteriormente se confirmó la validez y aceptación los nombres de las especies con el Catálogo de plantas de Colombia (Churchill 2016) y Familias y Géneros de los Musgos de los Andes Tropicales (Churchill *et al.* 2020).

ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de riqueza se realizó teniendo en cuenta el número de especies de musgos epifitos encontrados, mediante el software EstimateS (Colwell 2013) se calcularon los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE, para posteriormente realizar la curva de acumulación de especies con el software Graphpad Prism 5 (GraphPad Prism c2019). Para analizar la abundancia, se utilizaron los porcentajes ocupados por cada especie en cada rejilla, y se graficaron las curvas de rango-abundancia con el software Graphpad Prism 5.

La diversidad alfa se analizó con los índices de diversidad de Simpson (1-D), Dominancia (D), Shannon-Weiner (H') y Equitatividad (J') para cada zona de muestreo y para la diversidad beta se realizó un análisis de similitud, para ello se elaboró un dendrograma y una matriz pareada por medio de los índices de Sorensen-Dice y Jaccard y un análisis de correspondencia sin tendencia (DCA), estos resultados se llevaron a cabo con el software Past (Hammer y Harper, 2006).

RESULTADOS

COMPOSICIÓN

De los 16 árboles muestreados en el bosque intervenido y el bosque primario, se encontraron 33 especies de musgos pertenecientes a 30 géneros y 21 familias (Tabla 1), el 97 % de las muestras se determinaron a nivel de especie. De las 33 especies de musgos encontrados 21 corresponden a pleurocárpicos (63.6%) y 12 a acrocárpicos (36.4%).

Las familias con mayor número de especies fueron: Pilotrichaceae con cuatro especies agrupadas en cuatro géneros y Pottiaceae con cuatro especies y tres géneros (Tabla 1). Los géneros con mayor número de especies fueron: *Leptodontium*, *Phyllogonium* y *Prionodon* con dos especies cada uno, pertenecientes a las familias Pottiaceae, Phyllogoniaceae y Prionodontaceae respectivamente.

Al comparar las zonas de muestreo, los transectos presentes en el bosque intervenido (T3 y T4) presentaron una mayor riqueza con 20 especies, agrupadas en 18 géneros y 13 familias, mientras que en los transectos del bosque primario (T1 y T2) se encontraron 14 especies, pertenecientes a 13 géneros y 10 familias. Los dos tipos de bosque tienen un total de cuatro familias (Leskeaceae, Phyllogoniaceae, Sematophyllaceae y Thuidiaceae), tres géneros (*Leskea*, *Phyllogonium* y *Thuidium*) y una especie en común (*Thuidium peruvianum*).

Familias	Géneros	Especies	PRI	INT
Amblystegiaceae	<i>Drepanocladus</i>	<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.		X
	<i>Scorpidium</i>	<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.		X
Bartramiaceae	<i>Leiomela</i>	<i>Leiomela bartramioides</i> (Hook.) Paris	X	
Bryaceae	<i>Acidodontium</i>	<i>Acidodontium megalocarpum</i> (Hook.) Renaud y Cardot		X
	<i>Brachymenium</i>	<i>Brachymenium speciosum</i> (Hook. y Wilson) Steere		X
Calliergonaceae	<i>Calliergon</i>	<i>Warnstorfia sarmentosa</i> (Wahlenb.) Hedenäs	X	
Dicranaceae		Dicranaceae sp		X
Ditrichaceae	<i>Ceratodon</i>	<i>Ceratodon stenocarpus</i> Bruch y Schimp.		X

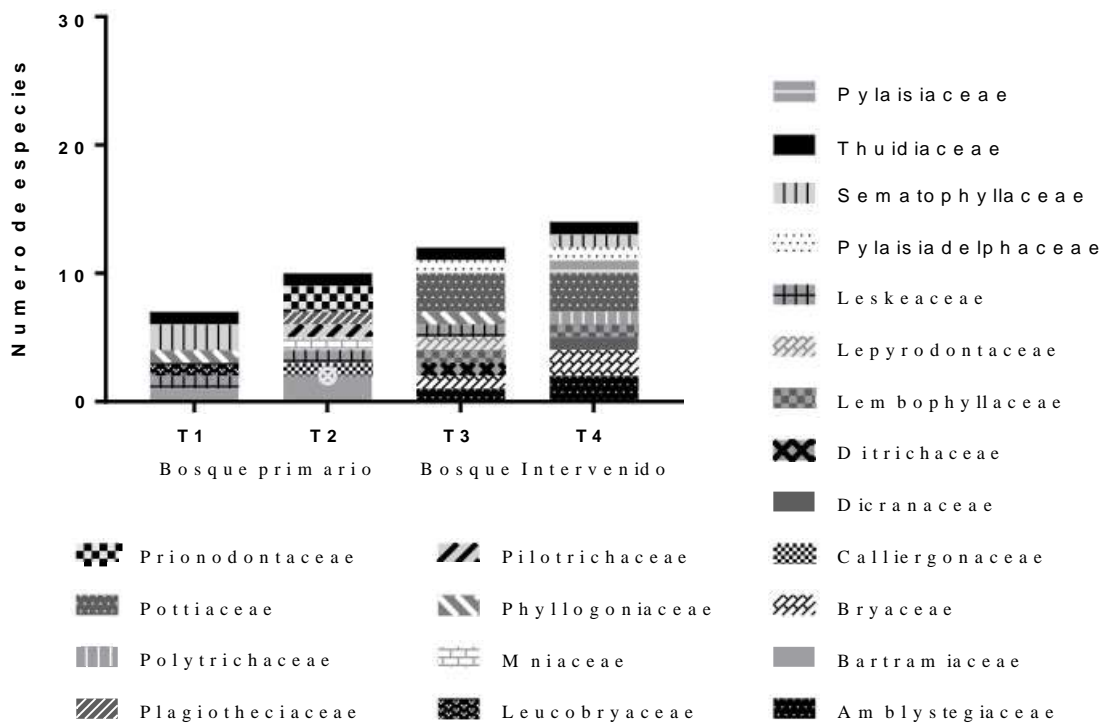
Lembophyllaceae	<i>Pilotrichella</i>	<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Ångstr.		X
Lepyrodontaceae	<i>Lepyrodon</i>	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.		X
Leskeaceae	<i>Leskeadelphus</i>	<i>Leskeadelphus angustatus</i> (Taylor) B.H.Allen	X	
	<i>Leskea</i>	<i>Leskea plumaria</i> Mitt.		X
Leucobryaceae	<i>Campylopus</i>	<i>Campylopus densicoma</i> var. <i>Densicoma</i> (Herzog) J.-P.Frahm	X	
Mniaceae	<i>Plagiomnium</i>	<i>Plagiomnium rhynchophorum</i> (Harv.) T.J.Kop.	X	
Phyllogoniaceae	<i>Phyllogonium</i>	<i>Phyllogonium fulgens</i> (Hedw.) Brid.	X	
		<i>Phyllogonium viride</i> Brid.		X
Pilotrichaceae	<i>Amblytropis</i>	<i>Amblytropis ovata</i> (Mitt.) Broth.	X	
	<i>Hypnella</i>	<i>Hypnella pilifera</i> (Hook.f. y Wilson) A.Jaeger	X	
	<i>Lepidopilum</i>	<i>Lepidopilum longifolium</i> Hampe		X
	<i>Trachyxiphium</i>	<i>Trachyxiphium guadalupense</i> (Spreng.) W.R.Buck	X	
Plagiotheciaceae	<i>Herzogiella</i>	<i>Herzogiella cylindricarpa</i> (Cardot) Z.Iwats.	X	
Polytrichaceae	<i>Polytrichastrum</i>	<i>Polytrichastrum tenellum</i> (Müll.Hal.) G.L.Sm.		X
Pottiaceae	<i>Anoetangium</i>	<i>Anoetangium aestivum</i> (Hedw.) Mitt.		X
	<i>Leptodontium</i>	<i>Leptodontium flexifolium</i> (Dicks.) Hampe		X
		<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt.		X
	<i>Streptopogon</i>	<i>Streptopogon lindigii</i> Hampe		X
Prionodontaceae	<i>Prionodon</i>	<i>Prionodon densus</i> (Hedw.) Müll.Hal.	X	
		<i>Prionodon fuscolutescens</i> Hampe	X	
Pylaisiaceae	<i>Calliergonella</i>	<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske		X
Pylaisiadelphaceae	<i>Heterophyllum</i>	<i>Heterophyllum affine</i> (Hook.) M.Fleisch.		X
Sematophyllaceae	<i>Acroporium</i>	<i>Acroporium estrellae</i> (Müll.Hal.) W.R.Buck y A.Schäfer-Verwimp		X
	<i>Meiothecium</i>	<i>Meiothecium revolubile</i> Mitt.	X	
Thuidiaceae	<i>Thuidium</i>	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	X	X

Tabla 1. Composición de la zona de estudio, bosque primario (PRI), bosque intervenido (INT).

En el bosque intervenido (T3 y T4) la familia Pottiaceae fue la más representativa con tres géneros y cuatro especies, seguida por las familias Amblystegiaceae y Bryaceae, cada una de ellas con dos géneros y dos especies, las demás familias están representadas por un género y una especie. En el bosque primario (T1 y T2) la familia Pilotrichaceae fue la más representativa con tres géneros y

tres especies, seguida de la familia Prionodontaceae con dos especies pertenecientes al género *Prionodon* y las demás familias fueron representadas con un género y una especie.

Fig. 4. Número de especies reportadas para cada familia en los dos tipos de bosque, bosque primario (T1 y T2), bosque intervenido (T3 y T4).



ABUNDANCIA

Teniendo en cuenta la cobertura ocupada por cada especie en los plots/rejillas, se realizó un análisis estadístico de Kruskal-Wallis obteniendo un $p=0,2973$, con este resultado se puede establecer que no existen diferencias significativas en las abundancias de los cuatro transectos.

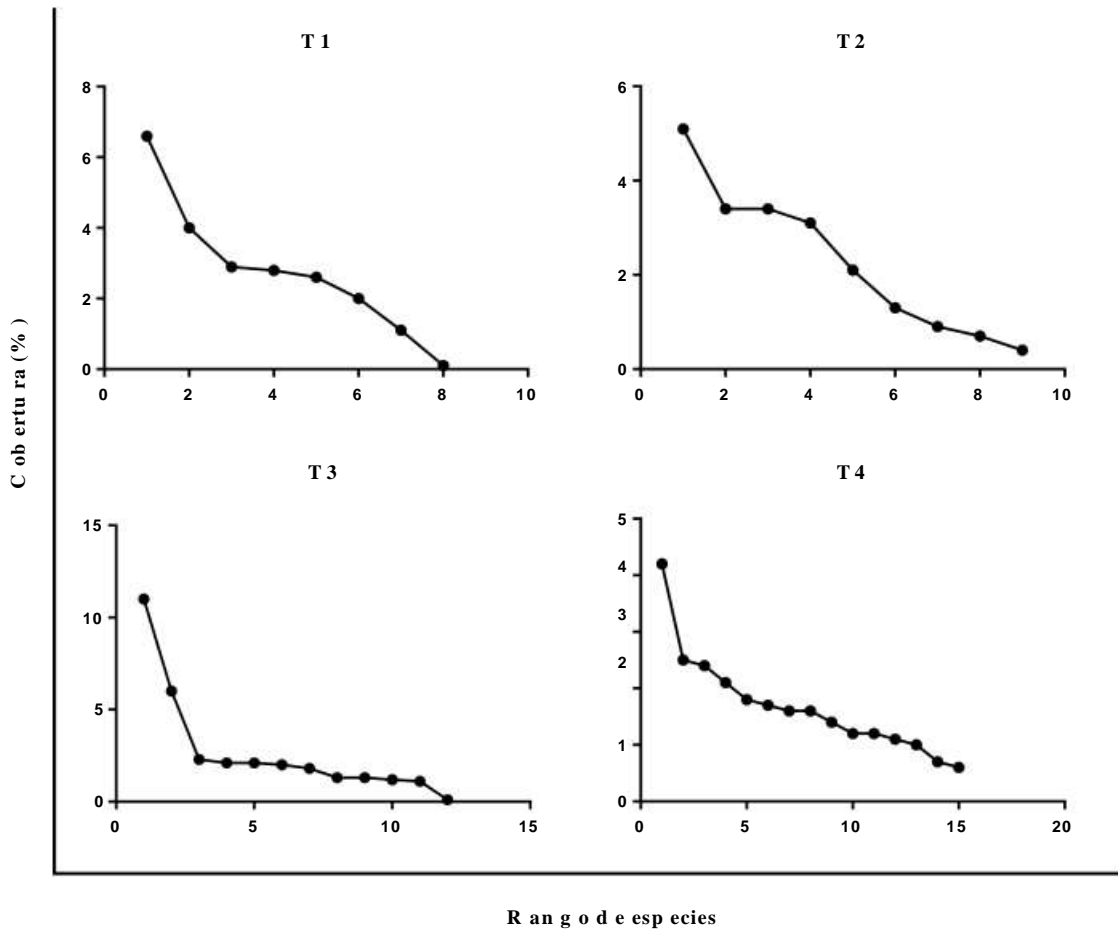
Las familias más representativas en el área de estudio fueron, Pottiaceae, Amblystegiaceae, Dicranaceae, Sematophyllaceae y Thuidiaceae. En el transecto uno la familia con mayor cobertura fue Pottiaceae seguida de la familia Phyllogoniaceae y Sematophyllaceae, en el transecto dos Mniaceae fue la familia con mayor cobertura seguida de las familias Thuidiaceae y Amblystegiaceae, para el tercer transecto sobresalieron las familias Pottiaceae y Lepyrodonaceae y para el cuarto transecto fueron Amblystegiaceae, Sematophyllaceae y Lembophyllaceae. Los géneros con mayor cobertura en el muestreo fueron, *Leptodontium* seguido de *Thuidium* y *Campylopus*. Para el transecto uno, los géneros más representativos fueron, *Campylopus*, *Phyllogonium* y *Meiothecium*, en el transecto dos resaltaros los géneros, *Plagiomnium*, *Thuidium* y *Warnstorfia*, en el transecto tres *Leptodontium*, *Lepyrodon* y *Anoetangium* y para el transecto cuatro *Drepanocladus*, *Heterophyllum* y *Pilotrichella* fueron los géneros con mayor cobertura.

Leptodontium longicaule fue la especie que obtuvo la mayor cobertura durante el muestreo presente en los transectos tres y cuatro, seguida de la especie *Thuidium peruvianum* presente en los cuatro transectos y *Campylopus densicoma* en el transecto uno (Fig. 5).

Las curvas rango abundancia (Fig. 5) muestran la dominancia de la especie *Leptodontium longicaule* de la familia Pottiaceae, específicamente en el transecto tres, obteniendo una cobertura que supera notoriamente a las demás especies. Asimismo, se pueden observar especies especialistas con coberturas menores como, *Streptopogon lindigii*, *Acroporium estrellae* y *Lepidopilum*

longifolium en el transecto cuatro, *Prionodon fuscolutescens* y *Prionodon densus* en el transecto dos, *Hypnella pilifera* en el transecto uno y *Phyllogonium viride* en el transecto tres.

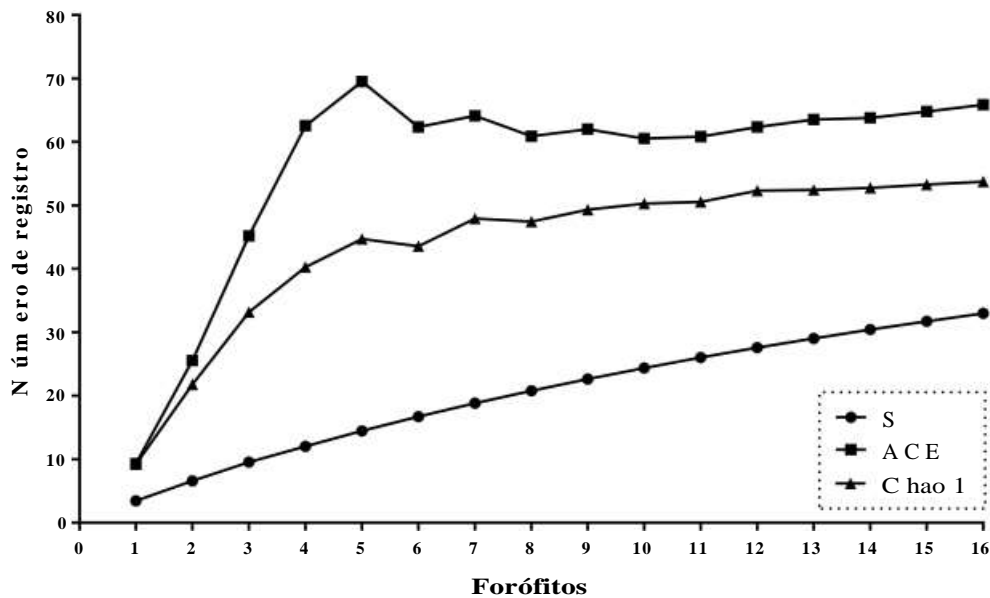
Fig. 5. Curvas rango abundancia de las especies de musgos epifitos presentes, transecto uno (T1), transecto dos (T2), transecto tres (T3) y transecto cuatro (T4).



RIQUEZA

Según la prueba estadística no se obtuvieron diferencias significativas en la riqueza de musgos epífitos entre las zonas de muestreo (Kruskal-Wallis, $p=0,1425$). Se reportaron un total de 33 especies, el transecto cuatro presento una mayor riqueza con 15 especies, seguido del transecto tres con 12 especies, el transecto dos con nueve y el transecto uno con ocho especies.

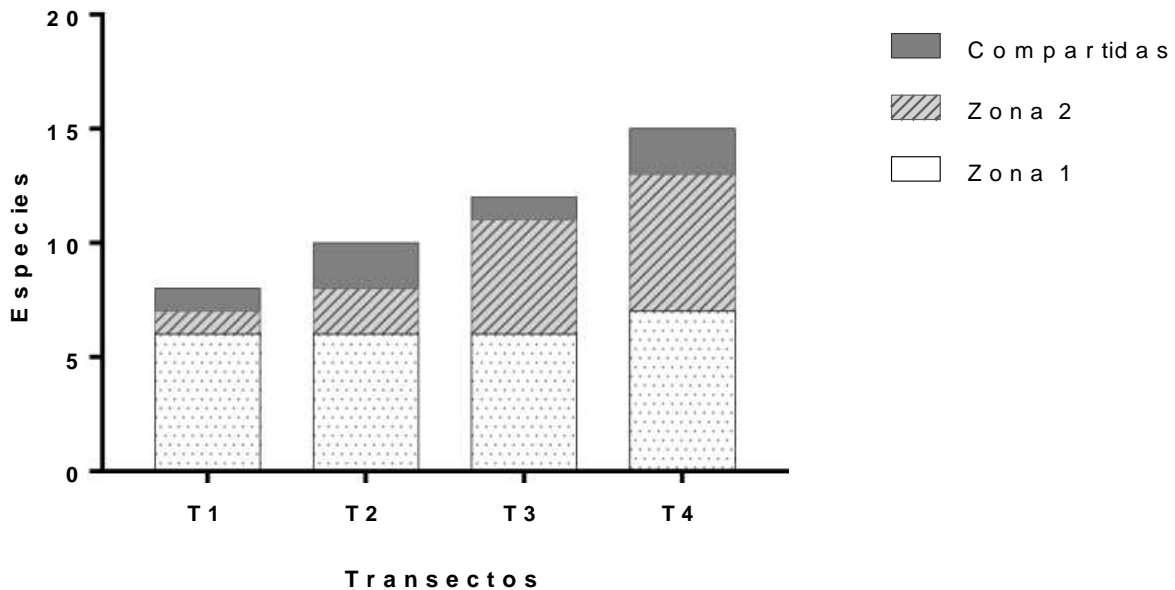
Fig. 6. Curva de acumulación de especies de la comunidad de musgos epífitos presentes en Rondón, Boyacá.



La curva de acumulación de especies y los estimadores no paramétricos ACE y Chao 1 mostraron un comportamiento asintótico (Fig. 6). Los valores obtenidos con los estimadores representan la relación de la riqueza observada (S) y la riqueza esperada, conocida como índice de representatividad. El estimador ACE mostró una representatividad del 60.25% y el estimador Chao

1 obtuvo una de 51.67%, con estos resultados se puede decir que la riqueza obtenida sobrepasó el 50% de la comunidad de musgos epifitos presentes en el área de muestro.

Fig. 7. Número de especies presentes en las dos zonas de los árboles.



Para analizar las dos zonas muestreadas de cada árbol en los cuatro transectos, se realizó un test estadístico de Kruskal-Wallis para: los dos transectos ubicados en el bosque primario (T1 y T2) el cual mostro que no existen diferencias significativas entre las dos zonas del árbol ($p=0,2971$), para los dos transectos ubicados en el bosque intervenido (T3 y T4) donde tampoco mostraron diferencias significativas las dos zonas del árbol ($p=0,5855$) y finalmente un test donde se tuvieron en cuenta los 16 árboles muestreados donde tampoco se observó una diferencia significativa en la composición vertical ($p=0,8012$).

Se encontró que la zona más baja del árbol (Zona 1) alberga un mayor número de especies que la zona media del fuste (Zona 2), en la zona 1 se encontraron 14 especies comparado con la zona 2 donde se encontraron 12 especies (Fig. 7). En el transecto uno, se encontraron seis especies en la zona 1, una especie en la zona dos y solo la especie *Phyllogonium fulgens* (Hedw.) Brid. se encontró compartida en las dos zonas. El transecto dos presentó seis especies en la zona 1 y dos especies en la zona 2, *Leiomela bartramioides* (Hook.) Paris y *Plagiomnium rhynchophorum* (Harv.) T.J.Kop. fueron las especies que se encontraron en las dos zonas. El tercer transecto presentó seis especies en la zona 1 y cinco especies en la zona 2, solo *Leptodontium longicaule* Mitt. se encuentra presente en las dos zonas del árbol. Finalmente, en el transecto cuatro se presentaron siete especies para la zona 1 del árbol seis especies en la zona 2 y las especies *Heterophyllum affine* (Hook.) M.Fleisch. y *Thuidium peruvianum* Mitt. estuvieron presentes en las dos zonas del fuste.

DIVERSIDAD ALFA

Los índices de diversidad calculados para los cuatro transectos (Simpson y Shannon-Wiener) mostraron que los transectos tres y cuatro albergan una alta diversidad, según el índice de dominancia de Simpson donde los valores cercanos a 1 representa una alta diversidad y los valores cercanos a cero una alta dominancia, el transecto cuatro fue el que mostró una diversidad más alta con un valor de $1-D=0.92$. Asimismo, los valores obtenidos entre 2 y 3 con el índice de diversidad de Shannon-Weiner, demuestran que la diversidad de los transectos tres y cuatro está en los rangos normales, mientras que en los transectos uno y dos mostraron valores bajos menores a 2.

Los valores de Dominancia (D) cercanos a 1 representan una diferencia significativa en la abundancia de una especie sobre las demás y los valores cercanos a 0 una igualdad en la distribución de abundancias de las especies, en los cuatro transectos se obtuvieron valores cercanos a 0, lo que representa una igualdad en las abundancias de las especies. Teniendo en cuenta los resultados cercanos a 1 del índice de Equitatividad (J') se confirma que las abundancias obtenidas en el muestreo son casi igual de uniformes en la comunidad.

Tabla 2. Índices de diversidad, dominancia y equitatividad calculados para los 4 transectos.

Indices	T1	T2	T3	T4
Simpson (1-D)	0.82	0.84	0.82	0.92
Shannon-Weiner (H')	1.84	1.97	2.07	2.59
Dominancia (D)	0.18	0.16	0.18	0.08
Equitatividad (J')	0.88	0.90	0.83	0.96

DIVERSIDAD BETA

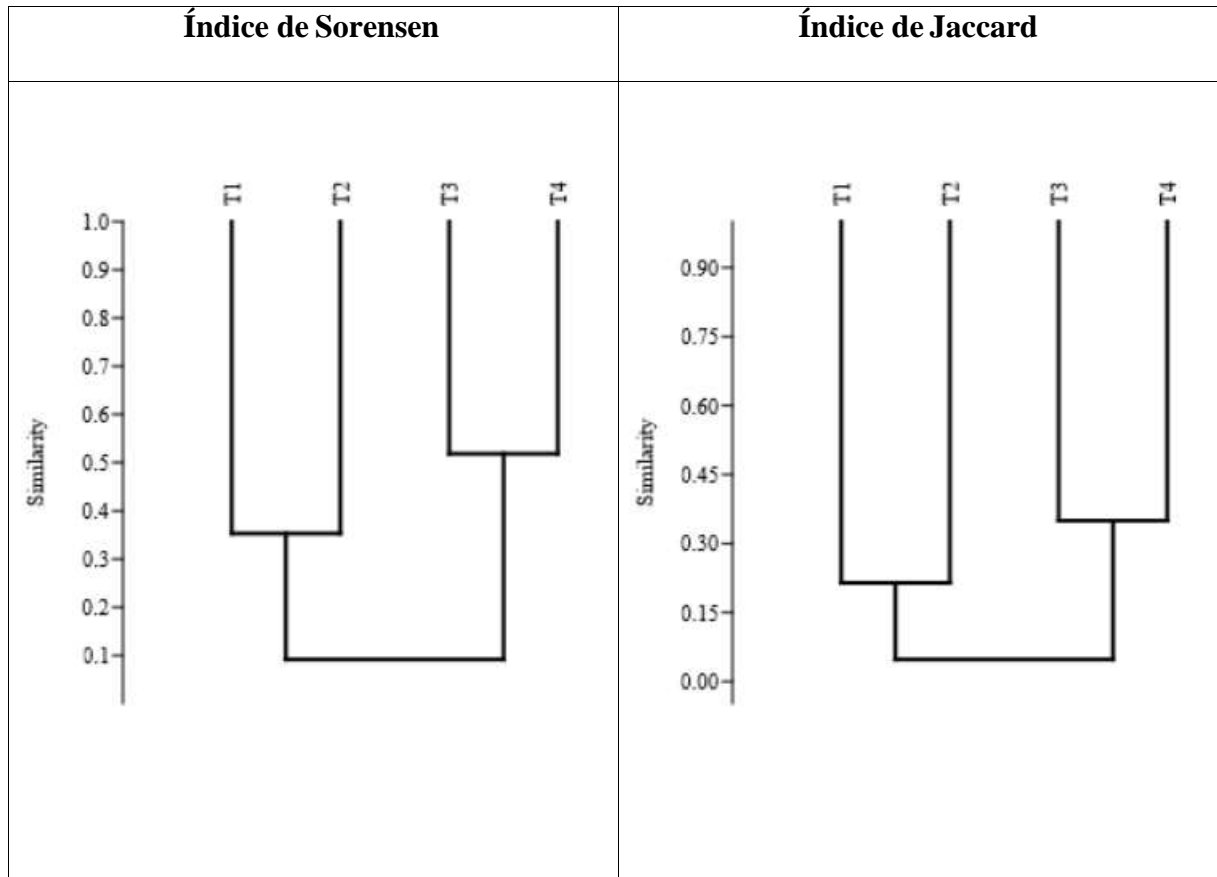
Con los índices de similitud de Sorensen-Dice y Jaccard se determinó la diversidad beta entre las zonas de muestreo, los valores cercanos a cero muestran que los dos lugares no presentan especies compartidas y los valores cercanos a 1 que los sitios de muestreo poseen una alta similitud en la composición de especies. Los sitios que presentaron mayor similitud fueron el transecto tres y cuatro compartiendo un 52% y 35% y transecto uno y dos compartieron un 35% y 21% de la composición. Contrario a esto las zonas que tienen el menor grado de especies compartidas son el transecto cuatro con los transectos uno y dos con valores $< 0,1\%$ y el transecto tres con los transectos 1 y 2 con valores de $\leq 0,1\%$ de similitud.

Tabla 3. Índices de similitud de Sorensen-Dice y Jaccard calculados para los 4 transectos.

Índices	Sorensen-Dice				
	Zonas	T1	T2	T3	T4
Jaccard	T1		0.35	0.10	0.09
	T2	0.21		0.10	0.08
	T3	0.05	0.05		0.52
	T4	0.05	0.04	0.35	

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con el dendrograma de similitud utilizando el índice de Sorensen-Dice/Jaccard, se formaron 2 grupos, un grupo compuesto por los transectos uno y dos y el otro por los transectos tres y cuatro, mostrando que estas zonas poseen una composición más similar, solo *Thuidium peruvianum* es la especie que aparece en las 4 zonas de muestreo (Fig. 8).

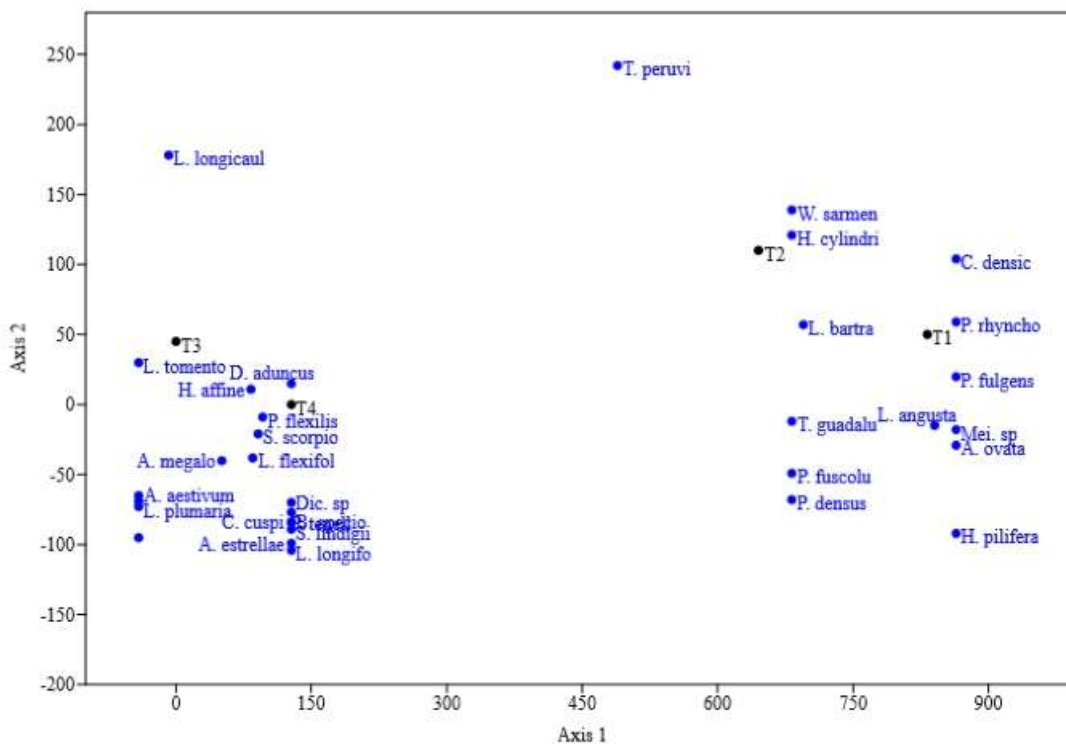
Fig. 8. Dendrogramas de similitud basado en los índices de Sorensen-Dice y Jaccard para los dos tipos de bosque



El análisis de correspondencia (DCA) mostro que las especies se agrupan en 2 grandes grupos (Fig. 9), corroborando los resultados de similitud observados con los índices de diversidad beta el primer grupo conformado por los dos transectos ubicados en el bosque primario (T1 y T2) con especies como, *P. rhynchophorum* (Harv.) T.J.Kop, *L. bartramioides* (Hook.) Paris, *P. fulgens* (Hedw.) Brid., y *C. densicoma var. Densicoma* (Herzog) J.-P.Frahm y el segundo grupo conformado por los transectos ubicados en el bosque intervenido (T3 y T4) con especies como, *H. affine* (Hook.) M.Fleisch., *D. aduncus* (Hedw.) Warnst, *P. flexilis* (Hedw.) Ångstr., y *S. scorpioides* (Hedw.) Limpr. Asimismo, podemos observar que son muy pocas las especies generalistas que se

encuentren en todas las zonas de muestreo *T. peruvianum* Mitt., fue la única especie compartida en los cuatro transectos sin embargo se puede observar en el DCA que es más cercana a los transectos ubicados en el bosque primario (T1 y T2).

Fig. 9. Análisis de correspondencia para las diferentes zonas de muestreo, Bosque Primario (T1 y T2 y Bosque Intervenido (T3 y T4).



Debido a la claridad en la agrupación de las especies en el DCA se puede inferir que las posibles diferencias ambientales entre los dos tipos de bosque (intervenido y primario) son las que direccionan la distribución de las especies en la zona de muestreo.

DISCUSIÓN

Se registraron 33 especies de musgos las cuales representan el 3.54% del total de las especies presentes en el país (Churchill, 2016) y el 14,16% de las especies registradas en el departamento de Boyacá (Churchill y Linares 1995, Gil-Novoa y Morales-Puentes 2014, 2016) teniendo en cuenta que solo se recolectaron las especies presentes en el fuste de los árboles, el número puede ser mayor al considerar cubrir o abarcar el árbol completo.

Al revisar literatura reciente para el departamento, se encontraron 7 nuevos registros para el departamento de Boyacá, *Amblytropis ovata* (Mitt.) Broth., *Brachymenium speciosum* (Hook. y Wilson) Steere, *Hypnella pilifera* (Hook.f. y Wilson) A.Jaeger, *Lepidopilum longifolium* Hampe, *Leskea plumaria* Mitt., *Phyllogonium viride* Brid., y *Trachyxiphium guadalupense* (Spreng.) W.R.Buck.

Los resultados obtenidos de los cuatro transectos muestran que solo se diferenciaron en la composición de especies, los valores de abundancia y riqueza según las pruebas de Kruskal-Wallis no tuvieron una diferencia significativa, esto se debe según lo observado, a que los dos bosques tienen una composición de plantas vasculares muy disímil, en el bosque primario (transecto uno y dos) se encuentran en su mayoría especies arbóreas a diferencia del bosque intervenido (transecto tres y cuatro) en donde solo se encuentra la especie arbustiva de *Tibouchina lepidota* y las demás especies están representadas por pastizales, pajonales y helechos, esto confirma lo mencionado por Gradstein (2008), donde afirma que la flora epífita del bosque secundario de 50 años es todavía muy diferente a la del bosque natural debido a que la regeneración de las comunidades epifitas posterior a una perturbación es muy lenta y cabe recordar que el bosque presente en la finca Villavicencio fue intervenido hace aproximadamente 60 años.

Asimismo, se podrían justificar estos resultados con lo dicho por Acebey *et al.* (2003) donde mencionan que las especies especialistas o con un nicho más estrecho tienen menos posibilidades de sobrevivir a la deforestación comparadas con las especies generalistas, es por ello que las coberturas halladas en los transectos ubicados en el bosque intervenido (T3 y T4) tienden a ser mayores que las del bosque primario (T1 y T2) demostrando que en este habitan en su mayoría especies generalistas. Según lo mencionado por Gradstein (2008), podríamos inferir que muchas de las especies presentes en el bosque intervenido (T3 y T4) son también las que dominan el dosel alto en el bosque primario (T1 y T2) debido a que en el dosel se presentan condiciones microclimáticas similares a las presentes en el bosque intervenido.

Según Holz y Gradstein (2005), la diversidad disminuye en los bosques secundarios, debido a la modificación de la vegetación, sin embargo, existen estudios donde los bosques secundarios tienen mayor diversidad que los bosques primarios (Gil-Novoa y Morales-Puentes, 2014), caso similar muestran los resultados obtenidos de este estudio donde los dos transectos ubicados en el bosque intervenido (T3 y T4) obtuvieron grados de diversidad mayores que los obtenidos en los transectos del bosque primario, asimismo se puede observar que a medida que se avanzaba en el gradiente de intervención del bosque primario al bosque intervenido, el número de especies aumentaba así como los índices de diversidad.

Del total de las especies colectadas solo *Thuidium peruvianum* se encontró en los cuatro transectos, resultado hallado también por Gil-Novoa y Morales-Puentes (2014), Martínez-O (2019), donde *Thuidium peruvianum* se encontró en las diferentes zonas evaluadas, debido a que esta especie tiene una distribución muy amplia en Colombia desde los 1840 - 4200 m (Churchill, 2016), asimismo atributos como su forma de crecimiento pleurocárpico, la presencia de nervio central y papilas le permiten adaptarse a diferentes condiciones microclimáticas.

Pottiaceae, fue la familia más representativa en la zona de muestreo, obtuvo 7 registros, 4 especies y el mayor porcentaje de cobertura esto se puede deber a que es una de las familias más grandes de musgos teniendo en cuenta su número de especies en Colombia y el Neotrópico (Churchill, 2020, Gradstein *et al.* 2001a, Aguirre y Rangel 2008).

También se resalta su protagonismo y alta dominancia en el transecto 3 ubicado en el bosque intervenido con la especie *Leptodontium longicaule*, perteneciente al género *Leptodontium* el cual es muy común en ambientes montanos abiertos como bosques secundarios, gracias a sus características morfológicas como: crecimiento acrocárpico en forma de tapete, la presencia de banda central y de estereidas que le permiten dominar y desarrollarse en zonas con condiciones climáticas más secas y menos húmedas (Pinzon y Linarez 2006, PORRAS-LÓPEZ, S. y MORALES-PUENTES, M.E, 2020) asimismo tiene una amplia distribución, desde los 1840-3985 m (Churchill, 2016).

Griffin (1990), afirma que el grupo de musgos acrocárpico se ve favorecido sobre los pleurocárpico en ambientes expuestos; mientras que en las zonas boscosas estos últimos predominan, en el presente estudio los musgos pleurocárpico fueron predominantes en las cuatro zonas evaluadas, sin embargo conforme se avanzaba a la zona más intervenida el número de especies de musgos acrocárpico empezó a aumentar, en el transecto 1 de las ocho especies encontradas seis corresponden a musgos pleurocárpico y dos a musgos acrocárpico, en el transecto 2 se presentaron siete especies de musgos pleurocárpico y 2 de musgos acrocárpico, en el transecto 3 se encontraron 7 especies de musgos pleurocárpico y cinco de musgos acrocárpico y finalmente en el transecto 4 en la zona más intervenida del muestreo la cual se caracteriza por tener un ambiente expuesto se encontraron ocho especies de musgos pleurocárpico y siete de musgos acrocárpico.

CONCLUSIONES

Las zonas de muestreo solo se diferenciaron en la composición de especies, los valores de abundancia y riqueza no mostraron diferencias significativas.

El número de especies encontradas aumentó conforme se avanza en el gradiente de intervención, de la zona más conservada del bosque a la menos conservada, así como los índices de diversidad de Simpson (1-D) y Shannon-Weiner (H') esto demuestra que en el presente estudio el grado de intervención no está afectando negativamente a la comunidad de musgos epífitos.

Según los resultados de la diversidad beta las especies de musgos epífitos se agrupan claramente en 2 grupos, uno conformado por los transectos presentes en el bosque primario y el otro por los transectos presentes en el bosque intervenido, con esto se puede inferir que el grado de intervención es el que direcciona la composición de especies en la zona de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

Acebey, A., Gradstein, S. R., y Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of tropical ecology*, 19(1), 9-18. Doi:10.1017/S026646740300302X

Aguirre, J., y Rangel, O. (2008). Riqueza y aspectos ecológicos y fitogeográficos sobre la flora de musgos. RANGEL O. Colombia. Diversidad biótica VI. Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, 321-335.

Aguirre, J., y Ruiz, C. A. (2001). Composición florística de la brioflora de la serranía del Perijá (Cesar—Colombia): Distribución y ecología. *Caldasia*, 181-201.
<http://www.jstor.org/stable/23641821>

Alcaldía Municipal de Rondón. (2017). Nuestro municipio. Recuperado el 17 de junio del 2018, de Gobierno digital Sitio web: <http://www.rondon-boyaca.gov.co/>).

Avendaño, K. (2007). The Mosses (Bryophyta) of the Region of Santa María-Boyacá (Colombia). *Caldasia*, 29(1), 59-71.

Churchill, S. y Linares, E. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis*. Introducción a la flora de musgos de Colombia. Partes 1 y 2. Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda.

Churchill, S. P. (2016). Bryophyta. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, 353 - 354.

Churchill, S.P. 2020-11-08. En Bernal, R., S.R. Gradstein y M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

Churchill S. P, Aldana M., Opisso J., Morales T., (2020). Familias y Géneros de los Musgos de los Andes Tropicales. Missouri Botanical Garden.

Colwell R. (2013). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 9

Corpochivor. (2015). Esquema de ordenamiento territorial. 17 de junio del 2018, de Corpochivor Sitio web: <http://www.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2015/11/EOT-Boyacá.pdf>).

Eldridge, D. J. (1998). Trampling of microphytic crusts on calcareous soils, and its impact on erosion under rain-impacted flow. *Catena*, 33, 221–239. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(98\)00075-7](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(98)00075-7)

Gil-Novoa, J. E. y Morales-Puentes, M. E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos de *Quercus humboldtii* (Fagales: Fagaceae) en el Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque” (Boyacá - Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 719-727.

Gil Novoa, J. E., Cuta Alarcón, L. E., y Morales Puentes, M. E. (2017). Diversidad, distribución y hábitat de musgos en un bosque andino en Bolívar-Santander, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1397-1406.

Gil-Novoa, J. E. y Morales-Puentes, M. E. (2016). Catálogo de briófitos epífitos de roble (*Quercus humboldtii*: Fagaceae), en el municipio de Tipacoque, Boyacá-Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. nat.*, 20(2), 19-32.

Gradstein S. R., Churchill S y Salazar N. (2001a). Guide to the Bryophytes of Tropical America. Mem. New York Bot. Gard. 86. New York Botanical Garden press. 577 pp. Nueva York.

Gradstein, S.R. (2008). Epiphytes of tropical montane forests: impact of deforestation and climate change. In *The Tropical Mountain Forest: Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*, eds. S.R. Gradstein, J. Homeier, and D. Gansert, pp. 51–65. Goettingen, Germany: Goettingen Centre for Biodiversity and Ecology.

GraphPad Prism version 5.00 for Windows c2019, GraphPad Software, La Jolla California USA, www.graphpad.com

Griffin, D., 1990.- Floristics of the South American Páramo Moss Flora. *Tropical Bryology*, 2: 127-132.

Hammer, Ø. y Harper, D.A.T. (2006). *Paleontological Data Analysis PAST*. Blackwell. Versión 3.22

Holdridge, L.R. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. San José de Costa Rica. 216 pp.

Holz, I., y Gradstein, S. R. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica-species richness, community composition and ecology. *Plant Ecology*, 178, 89–109. doi:10.1007/s11258-004-2496-5

Jongmans, A. G., van Breemen, N., Gradstein, S. R. y van Oort, F. (2001). How liverworts build hanging gardens from volcanic ash in Costa Rica. *Catena*, 44, 13–22. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00151-X](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00151-X)

Kürschner, H. y Parolly, G. (2004) Phytomass and water-storing capacity of epiphytic rain forest communities in S Ecuador. *Ecosociological studies in Ecuadorian bryophyte communities*. IV. *Botanische Jahrbücher für Systematik*, 125, 489–504. doi: 10.1127/0006-8152/2004/0125-0489

Martínez-O., M.F., Díaz-Pérez, C.N. y Morales-Puentes, M.E., 2019.- Los musgos en el complejo de páramos Guantiva-La Rusia en los departamentos de Boyacá y Santander, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 23 (1): 15-30. doi: 10.17151/bccm.2019.23.1.1

Merrifield, K., y Ingham, R. E. (1998). Nematodes and other aquatic invertebrates in *Eurhynchium oreganum* from Mary's peak, Oregon Coast Range. *Bryologist*, 505-511. Doi: <https://doi.org/10.2307/3244525>

Orrego, O. (2000). Diversidad de briófitos en bosques relictuales de la zona cafetera del Departamento del Quindío [Trabajo de grado] Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Peck, J. E. (2006). Towards sustainable commercial moss harvest in the Pacific Northwest of North America. *Biological Conservation*, 128, 289–297. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.001>

Pinzón, M., y Linares, E. L. (2006). Diversity of lichens and bryophytes in the subxerofitic region of La Herrera, Mosquera (Cundinamarca-Colombia). I. Richness and structure. *Caldasia*, 243-257.

Porras-López, S., Morales-Puentes, M.E., 2020.- Distribución altitudinal de musgos en algunos sustratos en Tipacoque, Colombia. *Bol. Cient. MusHist. Nat. U. de Caldas*, 24 (1): 15-30.

DOI: 10.17151/bccm.2020.24.1.1

Proctor, M. C. F. (2009) Physiological ecology. In *Bryophyte Biology*, 2nd edn, eds.

Pypker, T. G., Unsworth, M. H. y Bond, B. J. (2006a). The role of epiphytes in rainfall interception by forests in the Pacific Northwest. I. Laboratory measurements of water storage. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 809–818. Doi: <https://doi.org/10.1139/x05-286>

Pypker, T. G., Unsworth, M. H. y Bond, B. J. (2006b). The role of epiphytes in rainfall interception by forests in the Pacific Northwest. II. Field measurements at the branch and canopy scale. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 819–832. Doi: <https://doi.org/10.1139/x05-286>

Ramirez, P., y Churchill, S. P. (2002). Las briófitas del departamento de Nariño, Colombia: I. Musgos. *Tropical Bryology*, 23-46.

Ruiz Agudelo, C. A., y Aguirre Ceballos, J. (2004). The bryophyte communities and their relation with the phanerogamic vegetation (landscape types) in Tarapacá (Amazonas-Colombia). *Caldasia*, 65-78.

Santos, G., y Aguirre, J. (2010). Mosses from Las Quinchas (Middle Magdalena, Colombia). *Caldasia*, 257-273.

Vanderpoorten, A., y Goffinet, B. (2009). Ecological significance of bryophytes. *Introduction to bryophytes* (págs. 27 - 33). New York: Cambridge University Press.

Wolf, J. H. D. (1993). Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the Northern Andes. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 80(4), 928-960. Doi: <https://doi.org/10.2307/2399938>