

Summer 6-11-2021

Diversidad de hepáticas epífitas Marchantiophyta en un bosque andino en el municipio de Rondón Boyacá, Colombia

Camila Jaramillo Cruz
Universidad de La Salle, Bogotá, cjaramillo04@unisalle.edu.co

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

Citación recomendada

Jaramillo Cruz, C. (2021). Diversidad de hepáticas epífitas Marchantiophyta en un bosque andino en el municipio de Rondón Boyacá, Colombia. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/118>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Departamento de Ciencias Básicas 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 HEPÁTICAS EPÍFITAS (MARCHANTIOPHYTA) EN UN BOSQUE
ANDINO EN EL MUNICIPIO DE RONDÓN (BOYACÁ, COLOMBIA).

CAMILA JARAMILLO CRUZ

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

2021

DIVERSIDAD DE HEPÁTICAS EPÍFITAS (MARCHANTIOPHYTA) EN UN BOSQUE
ANDINO EN EL MUNICIPIO DE RONDÓN (BOYACÁ, COLOMBIA).

CAMILA JARAMILLO CRUZ

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

Bióloga

Director (a):

Ph.D Laura Victoria Campos Salazar

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA BIOLOGÍA

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Jurado 1

Jurado 2

i. Agradecimientos

Agradezco a mi madre Luz Nidia Cruz por el apoyo que me ha brindado a lo largo de mi formación académica. A mi profesora y tutora Laura Victoria Campos por depositar su confianza en mí y mi trabajo y al profesor Jaime Uribe Meléndez por el conocimiento proporcionado.

Finalmente, a mi colega y amigo Marco Tulio Estepa Ruiz que me acompañó y ayudó en el desarrollo de este proyecto y a todo el núcleo docente del programa de Biología por su buena labor y conocimiento dado.

ii. Dedicatoria

*A la mamá,
que se lleva todos los créditos de este triunfo por el apoyo y la constancia.*

Contenido

Resumen	1
1. Introducción	3
2. Materiales y Métodos	4
2.1 Área de estudio.	4
2.2 Toma de muestras.	6
2.3 Análisis de datos	8
3. Resultados	8
3.1 Composición	8
3.2 Riqueza	15
3.3 Abundancia	16
3.4 Diversidad alfa	18
3.5 Diversidad beta	19
4. Discusión.....	22
5. Conclusiones	28
6. Literatura Citada.....	29

Lista de figuras

- Figura 1** Representación del área de estudio donde NIT corresponde a la zona no intervenida e INT es la zona intervenida. 5
- Figura 2** Coberturas vegetales del area de estudio. A. Bosque primario, B. Potrero de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.....6
- Figura 3** Plots de 10 x 10cm utilizados en los levantamientos en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.....7
- Figura 4** Composición de hepáticas epífitas de familias por géneros (A) y especies (B) en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá..... 14
- Figura 5** Especies de hepáticas epífitas más representativas de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá..... 14
- Figura 6** Curva de acumulación de especies de hepáticas epífitas en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.....15
- Figura 7** Curvas rango-abundancia de las especies de hepáticas epífitas presentes en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá. A: NIT1, B: NIT2, C: INT1, D:INT2 16
- Figura 8** Dendograma de similitud basado en el índice de Jaccard para los cuatro transectos en las dos zonas de estudio en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá..... 19
- Figura 9** Análisis de correspondencias (CA) para los cuatro transectos a lo largo de un gradiente de intervención en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá. 20

Lista de tablas.

Tabla 1 Composición de hepáticas encontradas en el bosque altoandino con gradiente de intervención. NIT1: Zona no intervenida 1, NIT2: Zona no intervenida 2, INT1: Zona intervenida 1, INT2: Zona intervenida 2.....	10
Tabla 2 Índices de diversidad α para los cuatro transectos de las dos zonas de muestreo de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.....	18
Tabla 3 Índice cualitativo Jaccard de diversidad β para los cuatro transectos de las dos zonas de muestreo de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.....	20

Manuscrito en preparación para publicación en la revista *Caldasia*.

Diversidad de hepáticas epífitas (Marchantiophyta) en un bosque andino en el municipio de Rondón (Boyacá, Colombia).

Diversity of the epiphytic liverworts (Marchantiophyta) in an andean forest in the municipality of Rondón (Boyacá, Colombia).

Camila Jaramillo-C. Programa de Biología. Universidad de La Salle.
cjaramillo04@unisalle.edu.co

Resumen

Las hepáticas (Marchantiophyta) conforman el grupo natural de los Briofitos junto con los Musgos (Bryophyta) y los Antoceros (Antocerothyta). Para Colombia se han registrado 730 especies distribuida en 38 familias. Las hepáticas epífitas cumplen un rol importante en la regulación del ciclo hídrico y la formación de biomasa de los bosques, esto los hace organismos altamente sensibles a los cambios ecológicos y climáticos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la composición y estructura de las comunidades de hepáticas epífitas en un gradiente de intervención en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá. Para ello se tomaron dos zonas, una de bosque primario y otra de restauración y potrero. En ellos se establecieron cuatro transectos de 50 x 4 m y se tomaron cuatro árboles en cada transecto. Los datos fueron tomados en los dos primeros metros del tronco, donde se estableció una cuadrícula de acetato de 10 x 10 cm para cada metro. El material fue identificado y posteriormente se realizaron análisis de composición y diversidad. Como resultado se obtuvo que las comunidades de hepáticas epífitas se ven afectadas negativamente por la variación de las condiciones ecológicas y ambientales, como

consecuencia de la intervención antropogénica de la región disminuyendo así su diversidad y composición en la zona de potrero mayormente.

Palabras Clave: Diversidad, estructura, composición, comunidades, epífitas.

Abstract

Liverworts (Marchantiophyta) make up the natural group of Bryophytes together with Mosses (Bryophyta) and Anthoceros (Antocerothyta). For Colombia, 730 species have been registered, distributed in 38 families. Epiphytic liverworts play an important role in the regulation of the water cycle and the formation of biomass in forests, this makes them highly sensitive organisms to ecological and climatic changes. Therefore, the objective of this study was to determine the composition and structure of the epiphytic liverwort communities in an intervention gradient in Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá. For this, two zones were taken, one of primary forest and the other of restoration and pasture. Four 50 x 4 m transects were established in them and four trees were taken in each transect. The data were taken in the first two meters of the trunk, where a 10 x 10 cm acetate grid was established for each meter. The material was identified and later composition and diversity analyzes were carried out. As a result, it was obtained that epiphytic liverwort communities are negatively affected by the variation of ecological and environmental conditions, as a consequence of the anthropogenic intervention of the region, thus decreasing their diversity and composition in the pasture area mainly.

Key Words: Diversity, structure, composition, communities, epiphytes.

1. Introducción

Las hepáticas (Marchantiophyta) junto con los musgos (Bryophyta) y los antoceros (Antocerothyta) forman el grupo natural de los Briofitos, el cual corresponde a uno de los grupos de plantas más diversos e importantes en los ecosistemas (Zhang, 2020). En el mundo se han reportado cerca de 6000 especies de las que más de 1350 se registran para el trópico (Orrego, 2000). Para Colombia se han reportado 730 especies distribuidas en 38 familias, por lo tanto, Colombia es considerado actualmente el país más rico en hepáticas en América tropical por encima de Brasil (Gradstein & Uribe, 2016).

Las hepáticas son de gran importancia ecológica ya que participan activamente en el ciclo de carbono y reciclaje de nutrientes, además de formar simbiosis con otros organismos como cianobacterias (Goffinet, 2009). Contribuyendo de forma activa en la formación del suelo ya que tienen la capacidad de colonizar casi cualquier hábitat, estos suelen ser los primeros colonizadores en terrenos áridos o que están pasando por un proceso de sucesión ecológica participando activamente en la formación y descomposición de materia orgánica (Vanderpoorten, 2009).

Las hepáticas epífitas por su parte desempeñan un papel importante en la regulación del ciclo hídrico, estos organismos al ser poiquilohídricos pueden habitar en condiciones de alta humedad y esto les permite además estar activos fotosintéticamente casi todo el tiempo, ya que cuanto más largo es el periodo de luz en que estas briofitas están húmedas, mayor es la fotosíntesis neta y mayor la producción de fitomasa. Por otro lado, estos organismos tienen la capacidad de reservar grandes cantidades de agua y posteriormente liberarla de forma gradual al ambiente cuando este lo requiera y participar en la formación de biomasa del bosque (Frahm, 2003).

Las características fisiológicas que tienen los briofitos hacen que sean altamente sensibles y propensos a la desecación y el cambio en la estructura y composición de sus comunidades; en esto las actividades humanas están repercutiendo fuertemente debido a la fragmentación de los ecosistemas, el reemplazo por monocultivos y la tala de bosques para convertirlos en zonas de pastoreo de ganado afectando de esta forma la distribución natural de las especies (Vanderpoorten, 2009).

En Colombia se han realizado múltiples estudios de hepáticas en los ecosistemas de alta montaña y paramo ya que la mayoría de la diversidad de hepáticas se concentra entre los 2000 y 3000 m (Wolf, 1993) sin embargo, dentro de los más importantes está el estudio realizado por Campos (2015) en la región amazónica que brindó importante información sobre la distribución de los briofitos epifitos; el trabajo realizado sobre briofitos reófilos del cerro de Pachamama (Lagos-López et al, 2008) que brindó información sobre la riqueza de briofitos reófilos y en el departamento de Boyacá se han realizado pocos estudios (Medina, 2006; Álvaro et al, 2007; Barbosa et al, 2007; Gil et al, 2014), enfocados principalmente en la composición florística de los mismos, sin embargo, poco se ha estudiado sobre la brioflora epifita y de cómo se está viendo afectada la estructura y composición de estas comunidades teniendo en cuenta que hay grandes zonas con fragmentación del ecosistema. Es por eso el objetivo general de este estudio determinar la composición y estructura de las comunidades de hepáticas en un gradiente de intervención

2. Materiales y Métodos

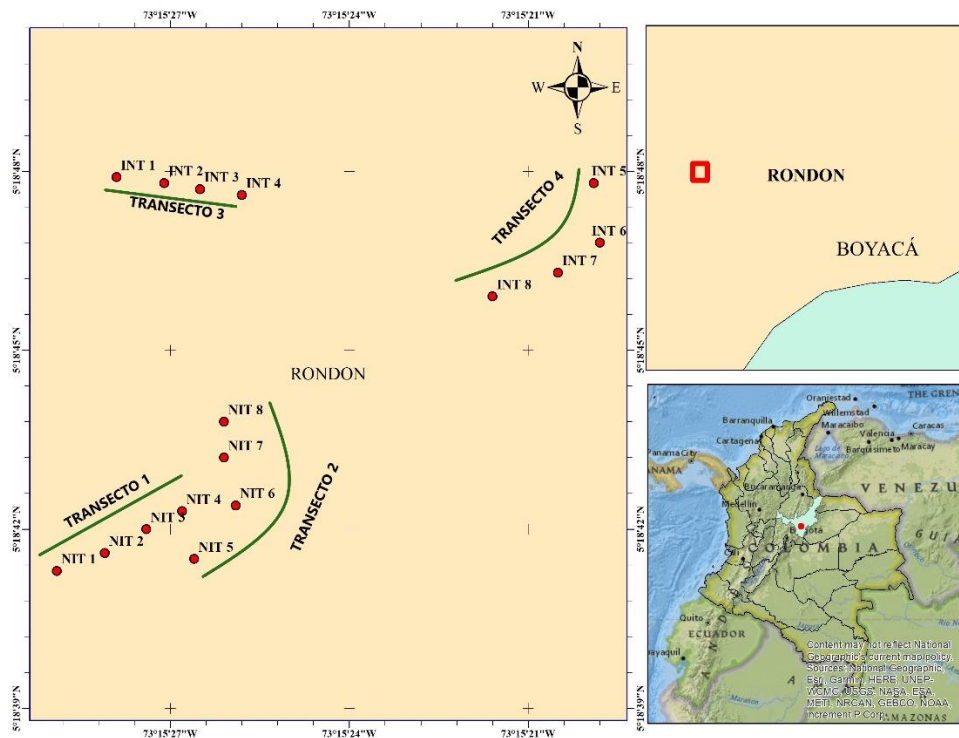
2.1 Área de estudio.

Este estudio se llevó a cabo en la Vereda San Isidro, ubicada en la vereda San Isidro del municipio de Rondón, Boyacá con coordenadas 5° 21' 24" -5° 26' 25" latitud Norte y 73°

07' 16" - 73°17' 29" longitud Oeste. La temperatura varía entre 4 y 27°C, siendo 17°C la temperatura promedio. La humedad relativa es de 85% y la evapotranspiración multianual es de 900mm, con precipitación anual de 2200mm y un régimen de lluvias de carácter monomodal teniendo una temporada de lluvias que abarca los meses de abril hasta noviembre y una temporada de menor precipitación entre los meses de diciembre a marzo (Mojica, 1988)

Parte de las áreas boscosas de esta región sufrieron anteriormente una transformación al ser reemplazadas hace cerca de 50 años por potreros para su uso en ganadería, actualmente, esta zona está pasando por un proceso de regeneración por lo que se pueden observar aún parches de bosque seguido de parches de potrero.

Figura 1 Representación del área de estudio donde el transecto 1 y 2 corresponden a la región No Intervenido (NIT) y los transectos 3 y 4 a la región Intervenido (INT).



Las dos zonas de estudio presentan características de vegetación bastante diferentes, la primera zona corresponde a un bosque alto andino con humedad alta, vegetación espesa y dosel cerrado y cerca de un afluente de agua (figura 2A).

La zona intervenida, corresponde a una gran extensión de potreros de pastoreo con presencia de árboles y arbustos de las familias Clusiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Asteraceae, y Rubiaceae y por vegetación herbácea de familias Melastomataceae, Piperaceae, Rosaceae y Poaceae. (Figura 2B)

Figura 2 Coberturas vegetales del area de estudio. A. Bosque primario, B. Potrero de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.



2.2 Toma de muestras.

Los datos fueron tomados entre los 2540m y 2620m. Para la toma de las muestras se utilizaron las metodologías propuestas por Wolf (1993) y Orrego (2000). Se establecieron cuatro transectos lineales de 50 x 4m a lo largo del gradiente de intervención en el bosque (menor a mayor intervención), en cada transecto se escogieron de manera aleatoria, cuatro árboles (no emergentes), para un total 16 árboles (figura 2). La zona a evaluar fue el fuste (hasta 2m de altura), esta sección del árbol se dividió en dos zonas llamadas (Z1) desde la base del árbol hasta el primer metro y (Z2) a el segundo metro a partir de la base. En la región

mejor conservada se tomaron dos transectos que se definieron como NIT1 y NIT2 y en la región intervenida, que correspondía casi completamente a potrero se definieron dos transectos nombrados como INT1 e INT2.

Para evaluar la composición y estructura de las comunidades de hepáticas se hicieron levantamientos de plots de 10 x 10cm. Estos cuadrantes fueron delimitados por una malla flexible que fue dividida en 100 cuadrantes de 1 x 1cm, en donde cada celda corresponde al 1% de cobertura y esta se midió como unidad de importancia por porcentaje de ocupación de hepáticas (figura 3).

Figura 3 Plots de 10 x 10cm utilizados en los levantamientos en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.



El secado de material se realizó en las instalaciones del Museo de la Salle por un periodo de 72 horas a una temperatura ambiente, sin procesamientos adicionales. Una vez secas las muestras se realizó la identificación de las mismas con la ayuda de las claves y guías regionales taxonómicas (Gradstein, R., 2016; Gradstein, R., Uribe-M, J., 2011; Gradstein R., Uribe-M, J., 2016; Gradstein, R., 2016; Gradstein, R., 2017).

2.3 Análisis de datos

Para la composición se registraron los ejemplares y se trató de llegar al nivel taxonómico más específico (especie) con la ayuda de guías taxonómicas (Gradstein & Uribe, 2016; Gradstein, R., *et al.*, 2011; Gradstein, R., 2017) y se representaron en una tabla. Para la riqueza se tuvo en cuenta el número de especies encontradas y la cobertura de las mismas y a partir de esa información se calcularon estimadores no paramétricos como Chao 2 y Bootstrap en el software Estimates (Colwell 2013) que luego se graficaron en el software Graphpad Prism 5 (GraphPad Prism 2019). En el análisis de abundancia se tuvo en cuenta la cobertura y se realizó el tratamiento de los datos con logaritmos en Excel (Microsoft E 2019) y posteriormente se graficaron los datos de cada zona en el software Graphpad Prism 5 en curvas de rango-abundancia.

Los análisis de diversidad alfa se procesaron en el Software Past (Hammer 2006) donde se calcularon los índices de diversidad Simpson (1-D), Shannon-Weiner (H'), Dominancia (D) y Equitatividad (J'). La diversidad beta se estimó en el mismo software antes mencionado, se elaboró un análisis de similitud, un dendograma y una matriz pareada basada en el índice de similitud de Jaccard y se elaboró un Análisis de Correspondencia (CA).

3. Resultados

3.1 Composición

Se colectaron 100 muestras en los 32 levantamientos para un total de 45 especies, distribuidas en 14 géneros y 9 familias, de los cuales el 86,6% se logró determinar hasta especie. Del total de las especies el 91,3% (41sp) corresponden a hepáticas foliosas y el 8,7% (4sp) a hepáticas talosas pertenecientes a los géneros *Riccardia*, *Metzgeria* y *Marchantia*

(Tabla 1). Las familias Plagiochilaceae y Lepidoziaceae fueron las más representativas con el 31,1% y 24,4% de las especies respectivamente.

Tabla 1 Composición de hepáticas encontradas en el bosque altoandino con gradiente de intervención. NIT1: Zona no intervenida 1, NIT1: Zona no intervenida 2, INT1: Zona intervenida 1, INT2: Zona intervenida 2.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	Z.M
Plagiochilaceae Müll. Frib.	<i>Plagiochila</i> (Dumort.) Dumort.	<i>P. distinctifolia</i> Lindenb	NIT1
		<i>P. bryhnii</i> Steph.	NIT1, NIT2, INT2
		<i>P. macrostachya</i> Lindenb.	NIT1
		<i>P. aerea</i> Taylor	NIT1, NIT2
		<i>P. rutilans</i> Lindenb.	NIT1, INT2
		<i>P. cuneata</i> Lindenb. &Gottsche	NIT1
		<i>P. simplex</i> (Sw.) Lindenb.	NIT1
		<i>P. gymnocalycina</i> Lindenb.	NIT2
		<i>P. pachyloma</i> Taylor	NIT2
		<i>P. turgida</i> Herzog	NIT2
		<i>P. papillifolia</i> Steph.	NIT2
		<i>P. bidens</i> Gottsche	NIT2
<i>P. punctata</i> Taylor	INT2		

		<i>P. heteromalla</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	INT1
Lepidoziaceae Limpr.	<i>Bazzania</i> Gray	<i>B. hookeri</i> (Lindenb.) Trevis	NIT1, NIT2
		<i>B. jamaicensis</i> (Lehm. & Lindenb.) Trevis.	NIT1, NIT2
		<i>B. aurescens</i> Spruce	NIT1
		<i>B. longistipula</i> (Lindenb.) Trevis.	NIT1, NIT2
		<i>B. affinis</i> (Lindenb. & Gottsche) Trevis.	NIT1
		<i>B. bidens</i> (Gottsche & Lindenb.) Trevis.	NIT2
		<i>B. diversicuspis</i>	NIT2
		<i>B. sp1</i>	NIT1
		<i>B. sp2</i>	NIT1
		<i>Lepidozia</i> (Dumort.) Dumort.	<i>L. auriculata</i> Steph
	<i>Pseudocephalozia</i> R.M.Schust.	<i>P. quadriloba</i> (Steph.) R.M. Schust.	NIT1
Trichocoleaceae Nakai.	<i>Leiomitra</i> Lindb.	<i>L. flaccida</i> Spruce	NIT1
	<i>Trichocolea</i> Dumort.	<i>T. filicaulis</i>	NIT2

Radulaceae Müll. Frib.	<i>Radula</i> Dumort.	<i>R. voluta</i> Taylor	NIT2
Frullaniaceae Lorch	<i>Frullania</i> Raddi	<i>F. brasiliensis</i> Raddi	NIT2
		<i>F. riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce	INT1
		<i>F. setigera</i> Steph.	INT1, INT2
		<i>F. bogotensis</i> Steph.	INT1
Lejeuneaceae Cavers	<i>Lejeunea</i> Lib.	<i>L. debilis</i> (Lehm. & Lindenb.) Nees & Mont.	INT1, INT2
		<i>L. rotundifolia</i> Mitt.	INT1
		<i>L. tarapotensis</i> Spruce	INT1
		<i>L. reflextipula</i> (Lehm . & Lindenb.) Spruce	INT1
		<i>L. sp1</i>	NIT2
		<i>L. sp2</i>	INT1
	<i>Cheilolejeunea</i> (Spruce) Schiffn.	<i>C. beyrichii</i> (Lindenb)	INT1
		<i>C. holostipa</i> (Spruce) Grolle & R.L.Zhu	INT1, INT2
	<i>Caudalejeunea</i> Stephani	<i>C. lehmanniana</i> (Gotsche et al.) A.Evans	NIT2

Aneureaceae H. Klinggr.	<i>Riccardia</i> Gray	<i>R. pallida</i> (Spruce) Meenks & C.De Jong	NIT2
Metzgeriaceae H. Klinggr.	<i>Metzgeria</i> Raddi	<i>M. liebmanniana</i> Linbdend. & Gottsche.	INT2
		<i>M. polytricha</i> Spruce	NIT2
Marchantiaceae Lindl.	<i>Marchantia</i> L.	<i>M. sp1</i>	NIT1

El género más representativo fue *Plagiochila* con el 31,1% de las especies, seguido de *Bazzania* (20%), *Lejeunea* (13,3%), *Frullania* (8, 88%), *Cheilojeunea* y *Metzgeria* (4,44%) cada una.

El estudio de la composición de hepáticas en las cuatro zonas de muestreo arrojó que sí existe una diferencia significativa entre ellas. El transecto 1 (NIT1) compuesto por los primeros cuatro forofitos que estaban más internos en el bosque tuvo un total de 6 familias, 8 géneros y 21 especies (Figura 4). Los géneros *Bazzania* y *Plagiochila* fueron los más representativos con 8 y 7 especies respectivamente y los géneros *Leiomitra*, *Lepidozia*, *Marchantia*, *Metzgeria*, *Riccardia* y *Pseudocephalozia* con 1 especie cada uno, siendo este último el único género exclusivo para esta zona (Figura 4A).

El transecto 2 (NIT2) que contaba con una fuente de agua natural cercana y un dosel más abierto registró 20 especies, pertenecientes a 10 géneros y 7 familias (Figura 4). Los géneros *Plagiochila* con 7 especies y *Bazzania* con 5 especies fueron los más representativos seguido por los demás géneros, *Trichocolea*, *Leiomitra*, *Frullania*, *Lejeunea*, *Lepidozia*, *Metzgeria*,

Riccardia registraron 1 especie y *Caudalejeunea* siendo el único género exclusivo para esta zona también reporto 1 especie (Figura 4A).

El transecto 3 (INT1) ya hacia parte de la región en proceso de restauración y pastoreo, por lo tanto, en su mayoría era pastizal, presentó un total de 11 especies, distribuidas en 4 géneros y 3 familias (Figura 4B). Los géneros más representativos fueron *Lejeunea* con 5 especies y *Frullania* con 4 especies, seguido de *Cheilolejeunea* con 2 especies y 1 especie para el género *Plagiochila* (Figura 4B). El transecto 4 (INT 2) tuvo el menor número de especies con 8 registradas, de 6 géneros y 5 familias (Figura 4B). El género *Plagiochila* fue el más representativo con 3 especies y los géneros *Lejeunea*, *Cheilolejeunea*, *Metzgeria*, *Frullania* y *Radula* tuvieron 1 especie cada uno.

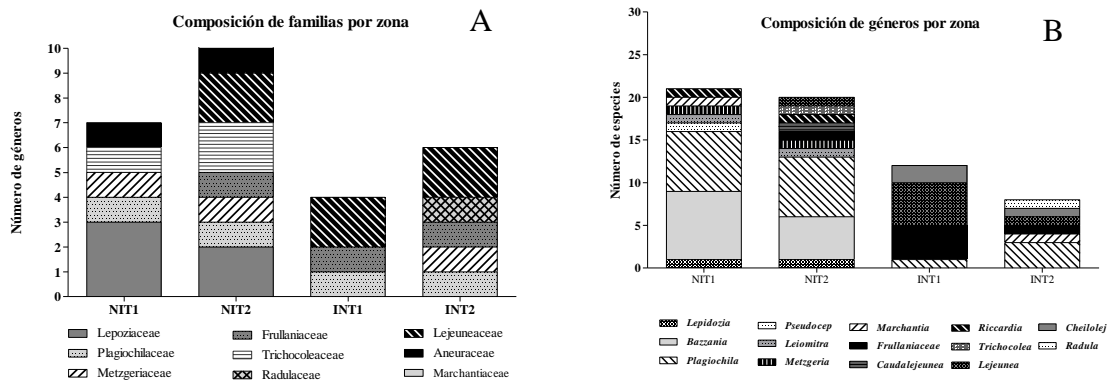
La composición de la zona 1 y 2 de la región no intervenida mostró que, por un lado, la zona 2 es la que mayor número de especies alberga con 27 en total de las cuales, 17 de ellas, es decir el 62,96% pertenece a especies exclusivas que no migran a la zona 1 y sólo 10 especies (10,37%) si lo hacen. Las especies que se registraron en la zona 1 de la región no intervenida (NIT) pertenecen a los géneros *Lepidozia*, *Bazzania*, *Plagiochila*, *Leiomitra*, *Metzgeria*, *Pseudocephalozia* y *Riccardia* y las especies que se registraron en la zona 2 pertenecen a los géneros *Plagiochila*, *Bazzania*, *Lepidozia*, *Caudalejeunea*, *Frullania*, *Lejeunea*, *Marchantia*, *Metzgeria*, *Pseudocephalozia*, *Riccardia* y *Tricocholea*.

En la región intervenida (INT) encontramos que para la zona 1 se registraron 11 especies de las cuales 5 de ellas migraban hacia la zona 2 (45,45%) y 6 de ellas eran de carácter exclusivo (54,54%). Las especies que allí se reportaron pertenecen a los géneros *Lejeunea*, *Frullania*, *Plagiochila*, *Cheilolejeunea*, *Metzgeria* y *Radula*. Por otro lado, en la zona 2 se lograron reportar 11 especies igualmente, donde 5 migraban hacia la zona 1 y 6 eran de carácter

exclusivo. Las especies aquí reportadas pertenecen a los géneros *Lejeunea*, *Frullania*, *Plagiochila* y *Cheilolejeunea*.

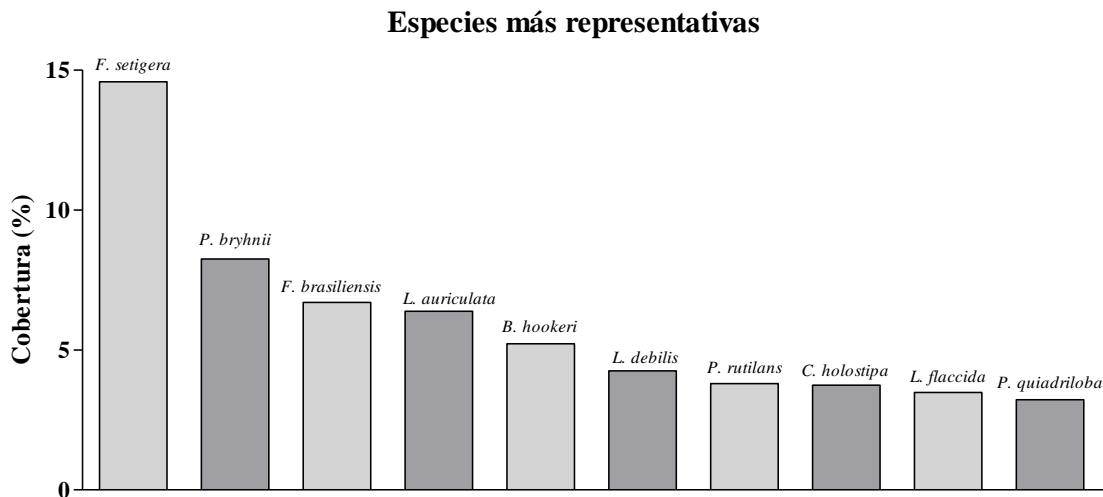
Finalmente, basado en el catálogo de Plantas y líquenes de Colombia (2016) se obtuvieron en total 11 nuevos registros para Boyacá pertenecientes a cinco géneros; para el género *Plagiochila* se registraron las especies *P. bryhnii*, *P. distinctifolia*, *P. rutilans*, *P. cuneata*, *P. simplex*, *P. gymnocallicina*, *P. bidens*, *P. punctata*, *P. heteromalla*; Para *Lepidozia* se registró la especie *L. auriculata*; del género *Lejeunea* se registraron las especies *L. debilis*, *L. rotundifolia*, y del género *Cheilolejeunea* se registró la especie *C. holostipa*

Figura 4 Composición de hepáticas epífitas de familias por géneros (A) y especies (B) en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.



Para determinar las especies más representativas se tuvo en cuenta el porcentaje de cobertura, la especie *Frullania setigera* fue la más representativa con un valor de 14,6% de cobertura, seguido de *Plagiochila bryhnii* con 8,27%, *Frullania brasiliensis* con 6,72%, *Lepidozia auriculata* con 6,39%, *Bazzania hookerii* con 5,23, *Lejeunea debilis* con 4,26, *Plagiochila rutilans* con 3,74, *Cheilolejeunea holostipa* con 3,61, *Leiomitra flaccida* con 3,49 y *Pseudocephalozia quadriloba* con 3,23% (Figura 5).

Figura 5 Especies de hepáticas epífitas más representativas de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.



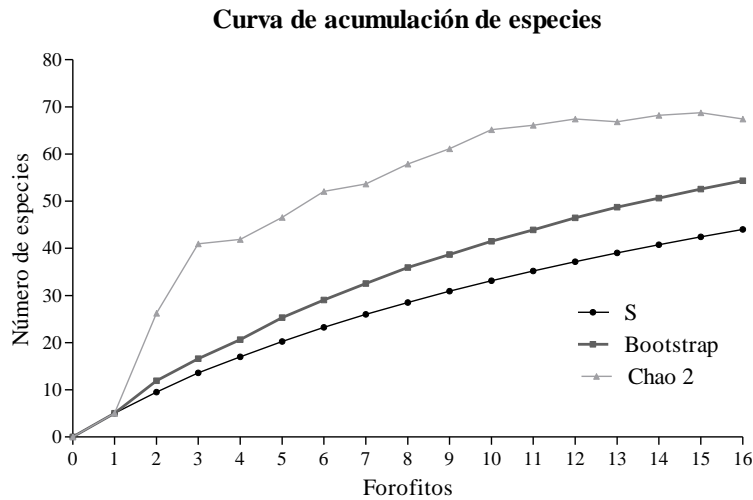
3.2 Riqueza

Los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos arrojaron que, si existe una variación significativa en la estructura de las comunidades de hepáticas, esto basado en la prueba de Kruskal-Wallis con un valor de $P=0,01$; es decir, la zona que más riqueza reporto fue la NIT1 con 21 especies, seguido de NIT2 con 20 especies y finalmente INT1 e INT2 con 12 y 8 especies respectivamente (Figura 4B)

La curva de acumulación de especies se realizó tomando el total de las especies registradas y junto con dos estimadores no paramétricos, en este caso Bootstrap y Chao 2. Esta no presentó el comportamiento asintótico esperado y los valores de Chao 2 están un poco del valor de S, demostrando que faltaron algunos registros para alcanzar la riqueza estimada de la región y en cuanto al estimador Bootstrap, se observa un sesgo en los resultados, por lo tanto, hizo falta incluir un par de forofitos más para alcanzar la representación de la riqueza de la zona (Figura 7). Sin embargo, los estimadores utilizados

que se enfocan en el uso de presencia-ausencia y tienen en cuenta las especies raras, arrojaron un nivel de representatividad de 54,33% para Bootstrap y 67,44 para Chao 2.

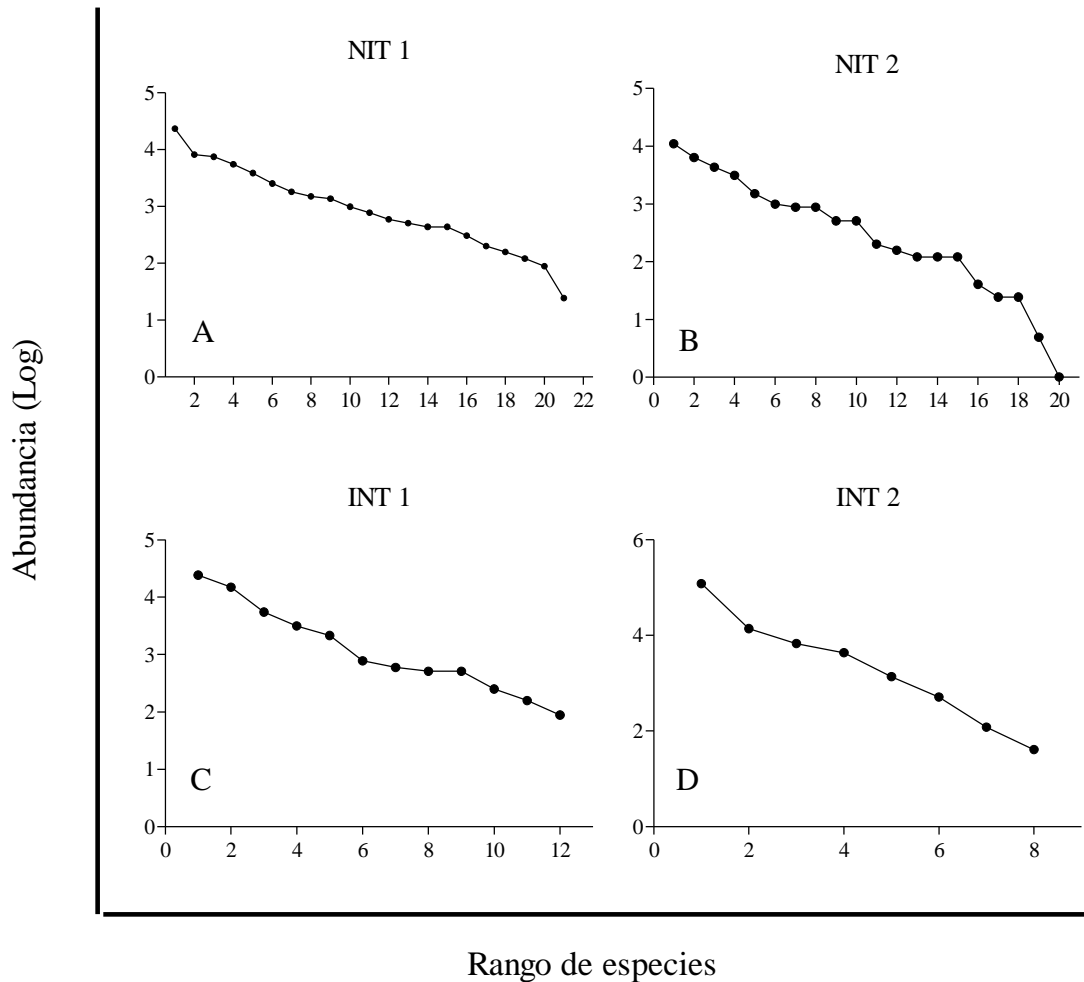
Figura 6 Curva de acumulación de especies de hepáticas epífitas en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.



3.3 Abundancia

La abundancia se midió a partir de la cobertura de especies en cada una de los cuatro transectos establecidos, donde dos de ellas estaban internas en el bosque y dos en la zona más intervenida, obteniendo un total de 100 registros. El análisis estadístico que se aplicó en este caso fue la prueba de Kruskal-Wallis que dio un valor de ($P=0,02$) lo que sugiere una diferencia significativa en la abundancia de las zonas de muestreo, evidenciando así, el impacto que se da en la abundancia de especies debido a la presencia de ganado en gran parte de este ecosistema y la pérdida de especies arbóreas, donde se desarrollan las hepáticas epífitas.

Figura 7 Curvas rango-abundancia de las especies de hepáticas epífitas presentes en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá. A: NIT1, B: NIT2, C: INT1, D:INT2



Las abundancias relativas se usan para medir la abundancia en cada zona específica y se representó en graficas de rango-abundancia, el transecto NIT1 fue el que mayor abundancia tuvo con 21 especies y 29 registros; la especie *Lepidozia auriculata* fue la que mayor representatividad tuvo con 5 registros, seguida de *Bazzania hookeri* con 3 registros seguida de *Bazzania aurecens* con 2 registros (figura 8A). Para NIT2 se registraron 20 especies en 29 registros, la especie *Plagiochila bryhnii* fue la especie más representativa con 3 registros, seguido de *Bazzania hookeri* con 2 registros, sin embargo, es importante destacar que el género *Plagiochila* fue bastante representativo para esta zona con 7 especies y 10 registros (figura 8B).

Finalmente, como se esperaba las zonas INT1 e INT2 tuvieron una menor abundancia; para INT1 se reportaron 12 especies de 22 registros; donde las más representativa fue *Cheilolejeunea holostipa* con 4 registros seguido de *Frullania setigera* y *Frullania bogotensis* con 3 registros cada una (figura 8C) y para INT2 se reportaron 8 especies y 15 registros, donde las más representativa fue *Frullania setigera* con 5 registros, seguido de *Plagiochila bryhnii* con 3 registros (Figura 8D).

3.4 Diversidad alfa

Los índices de diversidad utilizados fueron diversidad de Simpson, Shannon-Weiner (H'), Dominancia (D) y Equitatividad (J'). Para el índice de Simpson (1-D), que es una medida de dominancia donde, las especies comunes tienen mucho peso con respecto a las especies raras, se tuvieron valores altos, siendo NIT1 el mayor con 1-D=0,92 e INT2 el menor con 1-D=0,73 (tabla 2), estos valores al ser cercanos a 1, reflejan una alta diversidad en el área de estudio; El índice de Dominancia (D) que es la contraposición al índice de Simpson, muestra los valores donde hay especies más dominantes sobre otras, para este caso, el INT2 fue el que mayor valor tuvo con un D=0,26, seguido de INT1 con D=0,13 y finalmente NIT2 y NIT1 con D=0,08 y D=0,07 respectivamente.

Tabla 1 Índices de diversidad α para los cuatro transectos de las dos zonas de muestreo de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.

Índices	NIT1	NIT2	INT1	INT2
Simpson (1-D)	0,92	0,91	0,86	0,73
Shannon-Weiner (H')	2,8	2,64	2,21	1,61
Dominancia (D)	0,07	0,08	0,13	0,26
Equitatividad (J')	0,92	0,88	0,89	0,77

Respecto al índice de Shannon-Weiner, que aumenta con respecto a la riqueza de especies y al aumento de la equitatividad (tabla 2) nos indica que la entropía presente en las

zonas de estudio, donde a ser mayor la equitatividad tendremos valores lejanos a 0 para este índice; también se sugiere una escala de 2-3 donde hay mayor diversidad y valores menor a 2 reflejan baja diversidad; para este caso la NIT1 y NIT2 tienen altos valores de diversidad con $H'=2,8$ y $H'=2,6$ respectivamente, en el caso de INT1 sigue teniendo alta diversidad con $H'=2,2$, finalmente la zona más crítica fue la INT2 con valores de $H'=1,6$.

Finalmente, los valores antes mencionados, están relacionados con el Índice de Equitatividad (J') como ya mencionó que se mide en una escala de 0 a 1, donde 0 representa baja equitatividad, es decir, alta dominancia de algunas especies y 1 una alta tasa de equitatividad. Para este caso los valores, para las cuatro zonas tiene valores cercanos a 1, siendo NIT1 y INT1 primeros con $J'=0,92$ y $J'=0,89$, seguido de NIT2 con $J'=0,88$ y finalmente INT2 con $J'=0,77$ (tabla 2)

3.5 Diversidad beta

Para determinar la diversidad beta se utilizó el índice de Jaccard que se mide en una escala de 0 a 1, donde 0 significa que no hay especies compartidas entre dos zonas hasta 1 donde los sitios comparten las mismas especies. Para este caso, se tuvieron valores de 0,32 entre NIT1 y NIT2, lo que significa que entre el transecto 1 (NIT1) y 2 (NIT2) de la región no intervenida se comparten el 32% de las especies allí presentes. Este mismo valor también fue dado para transecto 2 (NIT2) y el transecto 3 (INT1); entre el transecto 1 (NIT1) y el transecto 3 (INT1) se tuvo un valor de 0, lo que significa que no se comparten ninguna especie. Entre los transectos 1 (NIT1) y transecto 4 (INT2) se tuvo un valor de 0,07, es decir, se comparten únicamente el 7% de las especies y finalmente entre los transectos 3 (INT1) y cuatro (INT2) se tuvieron valores de 0,17 (17% de especies compartidas). Estos valores representan una alta variación en la composición de las comunidades de hepáticas para los

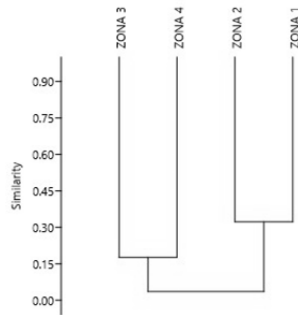
cuatro transectos a lo largo del gradiente de intervención, mostrando que entre los cuatro transectos se da poco recambio de especies a diferencia de los dos primeros transectos que se ubicaron en la zona mejor conservada del ecosistema, mientras que, en la zona intervenida es poco el recambio de especies que se da siendo menor en relación a la zona mejor conservada.

Tabla 2 Índice cualitativo Jaccard de diversidad β para los cuatro transectos de las dos zonas de muestreo de la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.

	NIT1	NIT2	INT1	INT2
NIT1	1	0.32	0	0.074
NIT2	0.32	1	0,03	0,03
INT1	0	0.032	1	0.17
INT2	0.074	0.03	0.17	1

El dendograma de similitud realizado con base en el índice de Jaccard agrupó las zonas en pares por su composición similar; Las zonas NIT1 Y NIT2 están agrupadas y ambas pertenecen a la región del bosque altoandino y INT1 e INT2 se agrupan por similitud perteneciendo a la zona en proceso de restauración y potrero. La especie *Plagiochila bryhnii* fue la única que se registró en tres de las cuatro zonas estando ausenten en la zona INT1 ya que no hubo ninguna especie en común entre las cuatro zonas. Las especies *Lepidozia auriculata*, *Bazzania hookeri*, *Bazzania jamaicensis*, *Bazzania longistipula*, *Leiomitra fláccida*, *Metzgeria polytricha*, *Plagiochila aérea*, *Radula pallida*, se compartieron entre en las zonas NIT1 y NIT2, y las especie *Frullania setigera*, *Cheilolejeunea holostipa* y *Leiomitra debilis* se compartieron entre las zonas INT1 e INT2 (figura 9)

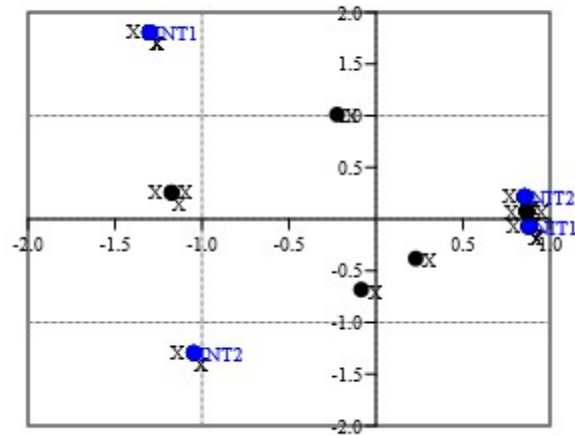
Figura 8 Dendograma de similitud basado en el índice de Jaccard para los cuatro transectos en las dos zonas de estudio en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.



El análisis de correspondencia está representando el total de las especies colectadas (Figura 10) y nos permite ver como se encuentran distribuidas y las posibles asociaciones entre las zonas de estudio relacionado con las especies que estas comparten. En él se puede observar una agrupación entre las zonas NIT1 y NIT2, ya que estas comparten gran parte de las especies, situación que es diferente entre las zonas INT1 e INT2 ya que, aunque comparten algunas especies, si se logran diferencias bastante, estas agrupaciones se dan ya que en los dos primeros transectos se brindan condiciones similares que lleva a que las comunidades de hepáticas allí presentes se comporten de forma similar. En cuanto a los dos últimos transectos, estos aunque tienen condiciones similares, presentan una gran diferencia en relación a los demás transectos y las comunidades allí presentes varían en su comportamiento por eso se puede observar cómo divergen el uno del otro.

Figura 9 Análisis de correspondencias (CA) para los cuatro transectos a lo largo de un gradiente de intervención en la Vereda San Isidro, Rondón, Boyacá.

Análisis de correspondencias



4. Discusión

La composición de las comunidades de hepáticas epífitas de la Vereda San Isidro está mayormente dada por hepáticas foliosas y que representan el 91,3% de las especies colectadas, esto puede ser dado ya que las hepáticas epífitas son mayormente de tipo folioso, adicionalmente, estas hepáticas son más resistentes a los cambios de humedad del ambiente y pueden tener estados de latencia más largos (Lagos, M., et al., 2008), esto teniendo en cuenta que en la región boscosa o mejor conservada se concentró la mayor parte de las especies y aunque en la zona de restauración y potrero se registraron menos especies, todas ellas fueron de hábito folioso, ya que el hábito taloso se da principalmente en hepáticas terrestres o que presenten un afluyente de agua cercano, con una tasa de humedad muy alta y una luminosidad baja, sin embargo, se pudieron tener algunos registros de los géneros *Marchantia*, *Metzgeria* y *Riccardia*, esto pudo ser dado a la conectividad que se da entre el suelo y los primeros metros del tronco del árbol, además que el ecosistema donde se tomaron los datos, algunos de los árboles estaban ligeramente caídos o ladeados llevando a una mayor

cercanía del tronco con el suelo permitiendo así que algunas especies del suelo migraran hacia el tronco (Cacua-T *et al*, 2018).

La composición de las zonas de las regiones no intervenidas e intervenidas mostró que la gran parte de las especies de la zona 1 de la región no intervenida migraban hacia la zona 2 y también especies de que migraron del suelo dada la conectividad que allí se presenta, incluyendo la especie de hábito terrestre *Metzgeria polytricha*, adicionalmente que la mayoría de las especies allí reportadas pertenecen al género *Bazzania*, esto nos sugiere que las especies de este género requieren unas condiciones bastante óptimas de humedad y temperatura para poder desarrollarse y las especies exclusivas que allí se reportaron fueron *Plagiochila gymnocallicina*, *Plagiochila macrostachia* y *Leiomitra flácida*. En cuanto a la zona 1 de la región intervenida encontramos que las especies allí presentes se restringen a pocos géneros, se observa la pérdida de especies pertenecientes al género *Bazzania* y *Riccardia* y se da una menor cantidad de especies, donde las de carácter exclusivo fueron *Frullania bogotensis*, *Frullania brasiliensis*, *Plagiochila heteromalla*, *Cheilolejeunea beyrichii*, *Metzgeria liebmanniana*, y *Radula voluta*, algunas de las cuales se reportan generalmente en hábitats con condiciones de baja humedad, secos y con una tasa baja de evapotranspiración. Estos resultados sugieren que estas especies que requieren de condiciones ecológicas tan específicas son las que se pierden en cuanto un ecosistema es perturbado, ya que estas no se reportan en las zona donde restauración y pastoreo donde aún había presencia de ganado.

En la zona 2 de la región no intervenida es donde se concentró la mayor cantidad de especies para el estudio siendo gran parte de ellas, especies de carácter exclusivo, dentro de las cuales se incluyen las especies *Bazzania affinis*, *Bazzania diversicuspis*, *Bazzania longistipula*,

Plagiochila bidens, *Plagiochila cuneata*, *Plagiochila distinctifolia*, *Plagiochila pachyloma*, *Plagiochila papillifolia*, *Plagiochila rutilans*, *Plagiochila simplex*, *Plagiochila turgida*, *Caudalejeunea lehmanniana*, *Frullania brasiliensis*, *Marchantia sp1* y *Tricocholea sp1*. sin embargo, en la misma zona 2 pero de la región intervenida logramos observar que hay una menor cantidad de especies y que estas se restringen a unos pocos géneros, aquí ya se pudo observar una gran variación en la composición de las comunidades de hepáticas para esta zona. Esto debido a que en la zona 2 de la región no intervenida podemos encontrar las condiciones adecuadas para que se diera el desarrollo de muchas de estas especies, aquí se encontraban en condiciones de alta humedad, una tasa de evapotranspiración más baja y menor radiación, que son las condiciones que se han definido que favorecen el crecimiento de estos organismos (Cacua-T *et al*, 2018), sin embargo, en esta misma zona pero de la región intervenida logramos observar que se mantienen las especies algunas veces llamadas “hepáticas de maleza” que pueden crecer en condiciones más secas de lo habitual y se suelen encontrar en ecosistemas más secos o fragmentados, como por ejemplo *Frullania setigera*, *Frullania riojaneirensis*, otras más generalistas como *Plagiochila bryhnii*, *Lejeunea reflatipula* y *Lejeunea rotundifolia*. Por lo tanto, en relación a lo anterior podemos ver como se ve afectada la composición de estas comunidades por la intervención antropogénica, y el uso del suelo con fines ganaderos que están llevando a una disminución de las especies y una alteración de la distribución natural de las mismas, ya que al haber una mayor exposición a la radiación, un dosel abierto que no puede conservar la humedad, presencia de ganado que genera compactación del suelo e impide el crecimiento de nuevas especies arbóreas que puedan albergar un mayor número de especies de hepáticas epifitas, se está llevando a la pérdida de más del 60% de las especies que sí se lograron reportar en la región mejor conservada de este ecosistema.

La familia más representativa fue Plagiochilaceae con el género *Plagiochila* con el 31,1 % de las especies, esto debido a que según Wolf (1993) este género es el que mayor número de especies tiene para Colombia, además de la versatilidad que tienen las especies de este género para crecer bajo diversas condiciones ecológicas debido a su amplio espectro de tolerancia, además, cerca del 95% de las especies de este género se registran en bosques andinos por encima de los 1000m, alcanzando su punto máximo de riqueza entre los 2000 y 3000 metros (Gradstein, 2016). La segunda familia más representativa fue Lepidoziaceae con los géneros *Lepidozia* y *Bazzania*, sin embargo, todos los registros estuvieron restringidos a la región del bosque más conservado, indicando que este género es más sensible a las altas temperaturas y la baja humedad, siendo así géneros más exclusivos y vulnerables que se pierden un cuanto un ecosistema es intervenido y cambia sus condiciones ecológicas como lo fue en este caso, donde para los dos últimos transectos se podían ver las consecuencias de la presencia de ganado y la fragmentación de este ecosistema en la pérdida de especies, de diversos géneros como los mencionados anteriormente.

De los 11 nuevos registros para Boyacá, 9 corresponden al género *Plagiochila* con las especies *Plagiochila bryhnii*, *P. distinctifolia*, *P. rutilans*, *P. cuneata*, *P. simplex*, *P. gymnocallicina*, *P. bidens*, *P. punctata*, *P. heteromalla*. que se registraron tanto en la región no intervenida como en la no intervenida; los nuevos registros para *Lepidozia* fue la especie *L. auriculata* que estaba restringida a la región no intervenida; del género *Lejeunea* se registraron las especies *L. debilis*, *L. rotundifolia*, y del género *Cheilolejeunea* se registró la especie *C. holostipa* todas ellas restringidas a la zona de restauración y potrero. Estos nuevos registros serán incluidos en la nueva actualización del Catálogo de Plantas y Líquenes para Colombia, adicionalmente, reflejan posiblemente la falta de estudios para briofitas epífitas

en la región de Boyacá, ya que actualmente solo se cuentan con estudios mayormente florístico (Alvaro-A et. al, 2017; Alvaro-A, et. al, 2019; Barbosa, et. al, 2007; Gil-N, J., 2017; Lagos et al., 2008, Medina, M., 2006; Vargas-R, D., et al 2014) y pocos se concentran exclusivamente a hablar de la brioflora epifítica (Gil-N, 2014).

La especie más representativa, esto basado en el porcentaje de cobertura fue *Frullania setigera* con el 14,6%, sin embargo los registros de esta especie se dieron únicamente en INT1 e INT2 que corresponden a la zona de restauración y potrero, sin embargo, esto puede ser dado por el habito de crecimiento pendular, además de su coloración marrón que le permiten estar en ambientes más secos y con mayor luminosidad ya que la mayoría de las especies de este género suelen tener preferencia si por el epifitismo pero con condiciones ecológicas más húmedas (Gradstein, 2011), la segunda especie más representativa basado en la cobertura fue *Plagiochila bryhnii*, si bien esta especie es mayormente generalista ya que se pueden registrar en tres de los cuatro transectos, mostrando así el rango de tolerancia que puede tener esta especie del género *Plagiochila* (Wolf, 1993).

La riqueza de las zonas presentó una alta variación, es decir, en la región del bosque más conservada se registraron más especies que en la de restauración y potrero ya que por sus condiciones naturales, como dosel más cerrado y fuente de agua natural le proporciona una posible tasa de evapotranspiración más baja, mayor producción de biomasa y crecimiento de más especies. Esto debido a que las hepáticas son organismos altamente sensibles a los cambios ecológicos y suelen habitar mayormente en regiones con alta humedad y la variación de estas condiciones en su hábitat hace que se limite el crecimiento de muchas especies , además de la abundancia de otras que aún logran mantenerse y que las pocas especies que habitan en estos ecosistemas son generalistas o “especies maleza”, como fue en este caso,

donde se pasaron a tener 21 especies el transecto 1 a solo 8 especies en el transecto 4 donde estaban las reses de ganado y se tenían condiciones más secas ya que el dosel expuesto no permitía que se acumulara la humedad suficiente para el desarrollo de otras especies (Sillet, 1995).

Sumado a lo anterior, la abundancia de especies también fue mucho mayor en la región no intervenida, para NIT1 y NIT2 se registraron 21 y 20 especies respectivamente, mientras que en la zona intervenida INT1 e INT2 se registraron 12 y 8 especies respectivamente, esto, demostrando que la deforestación tiene un gran efecto sobre la flora de briofitas del bosque primario conduciendo a una pérdida considerable de especies, principalmente epífitas de sombra que son intolerantes a la desecación permitiendo así que sobrevivan especies de epífitas solares tolerantes a la desecación del dosel y algunas generalistas (Acebey, 2003)

Los indicadores de diversidad mostraron un alta riqueza y abundancia para la Vereda San Isidro, sin embargo, hubo variación en indicadores de dominancia relacionado con las zonas, es decir, en la zona no intervenida la dominancia fue menor en comparación con la intervenida (zona de restauración y potrero). Los valores de diversidad reflejan una alta diversidad para la región, ya que se representa el 6,4% de las especies para Colombia, cifra que es alta teniendo en cuenta la región estudiada que fue pequeña; pero las especies compartidas entre zonas fueron pocas, ya que máximo se compartieron el 30% de las especies entre NIT1 y NIT2 y ambas franjas correspondieron a la zona no intervenida, por lo tanto, la intervención de este ecosistema está llevando a que el recambio de especies sea menor e incluso no se dé en algunos sectores del mismo, ya que se pudo observar únicamente entre los transectos de la zona intervenida en mayor medida, pero, para la zona intervenida encontramos que no solo son pocos, sino también que la abundancia de especies fue menor

y que no había una conectividad, además que las zona 1 y 2 de las regiones no intervenida variaban con la de la región intervenida, aún teniendo en cuenta que la distribución de briofitos epifitos es vertical (Campos, 2015), no se logra mantener en condiciones tan diferentes como estas, en las que se pasa de tener un dosel cerrado, condiciones de humedad altas a un ambiente más seco, una posible tasa de evapotranspiración más alta y mayor radiación.

Adicionalmente, el dendograma de similitud, basado en el índice de Jaccard mostró que las dos zonas no se asemejan mucho entre sí en su composición y se formaron agrupaciones entre NIT1 y NIT2 de la zona No intervenida e INT1 e INT2 de la zona intervenida. Y finalmente, el análisis de correspondencia (CA) refleja una agrupación en entre NIT1 y NIT2 debido a la similitud de las condiciones que allí se presentan llevando a un comportamiento similar en las comunidades de hepáticas epifitas de la zona, aunque INT1 diverge mucho de INT2, esto, debido a que INT1 estaba en una región con más árboles más cercana al bosque primario y había mayor presencia de árboles, aunque dispersos provenientes de la región no intervenida e INT2 estaba en la región de pastoreo donde aún había presencia de ganado, mostrando que allí existían unas características diferentes entre los dos transectos que llevó a una divergencia en el comportamiento de estas comunidades. Esto coincide con lo planteado por Sillet et al, (1995) donde sugieren que los doseles más expuestos experimentan a sequía de forma más severa afectando negativamente la estructura de las comunidades de hepáticas reflejándose en la disminución de la diversidad de las mismas.

5. Conclusiones

La composición de las comunidades de hepáticas se está viendo fuertemente afectada por la intervención antropogénica de la región, ya que la presencia de ganado en algunas de

las zonas muestreadas coincide con una disminución en la diversidad de especies de hepáticas epifitas. Si bien, en estas regiones intervenidas, es donde se encuentra un dosel mucho más abierto, con árboles dispersos, lo que lleva a que haya una mayor evapotranspiración y la humedad de la región disminuya, llevando así a la pérdida de especies que no toleran estos cambios en las temperaturas y que necesitan condiciones de alta humedad y mayor sombra.

Debido a lo anteriormente mencionado, se pudo observar que la pérdida de especies está llevando a que en la zona donde hay presencia de ganado, solamente habiten especies generalistas o las que son llamadas hepáticas de maleza, que están ya habituadas a desarrollarse en ambientes más secos y con una mayor exposición.

La variación en los índices de diversidad se vio influenciado por la diferente composición de las comunidades de hepáticas, que si bien, para la región de bosque primario presentaron mayor diversidad y mucho menor en la zona de restauración y potrero ya que muchas de las especies registradas se limitan a crecer únicamente en ambientes muy húmedos, que relacionado con los demás factores ecológicos hace que sea imperativo la conservación de los bosques altoandinos, que es donde se concentra la mayor diversidad de especies.

Finalmente, dados estos resultados se puede determinar que el uso del suelo con fines ganaderos y lo que viene con ello (tala de árboles, compactación y/o erosión del suelo) está diezmando las poblaciones de hepáticas epifitas y con ello la pérdida de diversidad de las mismas, llevando a que muchas especies desaparezcan y se limiten a crecer unas pocas que son de carácter generalista.

6. Literatura Citada

- Acebey, A., Gradstein, R., & Kromer, T., (2003) *Species richness and habitat*

diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia, Journal of Tropical Ecology 19:9-18.

- Álvaro-A, W., Díaz-P, M., & Morales-P, M., (2007) *Catálogo comentado de las hepáticas del cerro Mamapacha Municipio de Chinavita-Boyacá, Colombia*, Acta biológica colombiana 12(1):67-86.

- Barbosa-C, I., Uribe-M, J., & Campos, L., (2007) *Las hepáticas de Santa Maria (Boyacá, Colombia) y alrededores*, Caldasia 29(1):39-49.

- Cacia-T, C., Serrano-C, v., & Ramirez-P, M., (2018) *Composición y distribución de hepáticas (Marchantiophyta) en un intervalo altitudinal en la cordillera oriental de Colombia*, Biología Tropical 66(2):559-570.

- Campos, L. V., Steege, H. & Uribe-M, J., (2015) *Los briofitos epifitos de la región amazónica de Colombia*, Caldasia 37(1):9-18.

- Cataño-D, E., Uribe-M., & Campos, L., (2014) *Diversidad de hepáticas y musgos en turberas del nevado del Tolima, Colombia*, Caldasia 36(2):217-229.

- Frahm, J.-P & Buck, W.R., (2003) *Manual of Tropical Byology*, Germany, Tropical Byology.

- Gil-N, J., & Morales-P, M., (2014) *Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en **Quercus humboldtii** (Fagaceae) de Boyacá, Colombia*, Revista Biología Tropical 62(2):719-727.

- Goffinet. B., & Shaw. J. A., (2009) *Bryophyte biology*, New York, United States. Cambridge.

- Gradstein, R., Uribe-M, J., (2016) *Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia-Vol I*, Bogotá, Colombia, Editorial Universidad Nacional de Colombia.

- Gradstein, R., (2016) *A new key to the genera of liverworts of Colombia*, Caldasia 38(2): 225-249.

- Gradstein, R., Uribe-M, J., (2011) *A synopsis of the Frullaniaceae (Marchantiophyta) from Colombia*. Caldasia 33(2): 367-396.

- Gradstein, R. & J. Uribe. (2016) Marchantiophyta. En: Bernal, R., Gradstein, R., Celis, M., (2016) *Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia-Vol I*, Bogotá, Colombia, Editorial Universidad Nacional de Colombia

- Gradstein, R., (2016) *The genus Plagiochila (Marchantiophyta) in Colombia*. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 40(154):104-136

- Gradstein, R., (2017) *Bazzania (Marchantiophyta) in South America*. Nova

Hedwigia. 105

- Lagos-L, M., Saenz-J, F., & Morales-P, M., (2008) *Briófitos reófilos de tres quebradas del páramo de Mamapacha, Chinativa (Colombia)*, Acta biológica colombiana 13(1): 143-160.

- Medina, M., (2006) *Briófitos y líquenes de los páramos de Moyas y Los pozos de Aquitania, Boyacá, Colombia*. Ciencia en desarrollo. 2(2):17-28

- Mojica J, Eslava J. *Aspectos geológicos y meteorológicos de los deslizamientos en Rondón (Departamento de Boyacá, Colombia), y en especial de los ocurridos en junio-julio de 1986*. Geología Colombiana. 1988 (16):65-79.

- Orrego, O., (2000) *Diversidad de briófitos en bosques relictuales de la zona cafetera de departamento de Quindío*. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Inédito.

- Sillet, S., Gradstein, R., & Griffin, D., (1995) *Bryophyte Diversity of Ficus Tree Crowns from Cloud Forest and Pasture in Costa Rica*, The Briologist 98(2):251-260.

- Uribe-M, J., & Orrego, O., (2001) *Modelos de distribución de abundancias en comunidades de briófitos*, Caldasia 23(1):261-267.

- Vanderpoorten, A., & Goffinet. J. A., (2009) *Introduction to Bryophytes*. New York,

United States, Cambridge.

- 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.

- Zhang, J., Fu, XX., Li, RQ., Zhao, X., & Lui, Y., (2020) *The hornwort genome and early land plant evolution*. *Nature plants* 6:107-118