

**Evaluación de servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales asociados a  
sistemas silvopastoriles en Málaga, Santander**

Nidia Victoria Duran Moreno, Deyna Yamile Pineda Anzola

Trabajo de Grado para optar el título de Ingenieras Forestales

Director

Diego Suescún Carvajal

Magíster en Bosques y Conservación Ambiental

Codirector:

José Eduardo Acevedo Espinel

Médico Veterinario y Zootecnista

Universidad Industrial de Santander, sede Málaga

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2022

**Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme llegar hasta este momento de mi formación profesional. A mi madre Excelina Moreno por ser el pilar más importante y por su apoyo incondicional, a mi padre Lisando Duran que ahora es un ángel y desde donde esta me Bendice, a mis hijas Evelin Carvajal y Gabriela Carvajal por ser mi fuente de motivación e inspiración, para así lograr superarme a mí misma. A mi compañero Eduar Carvajal por apoyarme en momentos difíciles y creer en mí. A mis hermanos por su motivación constante y que con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante. A mis compañeros y amigos que compartieron conmigo sus alegrías, tristezas, conocimientos y a todas las personas que estuvieron a lo largo de la carrera y en el desarrollo del proyecto apoyándome.

**Nidia Victoria Duran Moreno**

En primer lugar, a Dios y a la Virgen, que son los que guían mis pasos y me fortalecen en cada momento de mi vida, permitiendo mi desarrollo espiritual, intelectual y profesional. A mis padres Luis Samuel Pineda Santiago y Rosa Anzola Castro, por darme su apoyo incondicional y fortalecerme en los momentos de dificultades, enseñándome siempre a salir adelante a pesar de las circunstancias en la que nos encontremos; a mis hermanos Alejandra Pineda y Julián Pineda, por su compañía infaltable y sus actos de motivación y ánimo para seguir siempre adelante; a mis compañeros y amigos que con su amistad, apoyo y colaboración hicieron posible la realización de éste trabajo de grado.

**Deyna Yamile Pineda Anzola**

### **Agradecimientos**

A la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga, por abrirnos las puertas y brindarnos la oportunidad de aprender y adquirir conocimientos que hicieron posible nuestro proceso de formación.

A nuestros directores: MSc. Diego Suescún Carvajal y Médico Veterinario y Zootecnista José Eduardo Acevedo Espinel, por dirigirnos, por su tiempo, dedicación, optimismo y aporte de conocimiento para la planeación y ejecución de este proyecto y corregir nuestros errores e impulsarnos a mejorar cada día.

A las comunidades de las veredas de Buenavista y Pescadero por su acogida y colaboración, en especial a: Carlos Julio Quintero, Mariela Borrero de Reyes, Eduar Armando Carvajal, Javier Pérez y Belkys Mauricio Jaimes, por prestar sus fincas para la realización del proyecto.

A nuestras familias, docentes, amigos y compañeros, que de alguna manera estuvieron presentes en nuestra formación académica y profesional.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Objetivos .....	15
1.1 Objetivo general.....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
2. Marco referencial .....	16
2.1 Marco histórico.....	16
2.2 Marco teórico.....	17
2.2.1 Sistemas silvopastoriles.....	17
2.2.2 Cercas vivas.....	18
2.2.3 Servicios ecosistémicos.....	18
2.2.4 Fragmentación del hábitat .....	20
2.2.5 Avifauna .....	21
2.2.6 Epífitas.....	21
2.3 Marco conceptual.....	22
3. Metodología .....	25
3.1 Área de estudio .....	25

3.2 Selección de predios .....	27
3.3 Toma de datos .....	28
3.3.1 Determinar la percepción de la comunidad rural, acerca de los servicios ecosistémicos que proveen los árboles .....	28
3.3.2 Determinar la riqueza de especies arbóreas y plantas epífitas presentes en los sistemas ganaderos .....	28
3.3.3 Determinar la riqueza de avifauna asociada a los árboles aislados en sistemas ganaderos	30
3.4 Procesamiento de datos.....	33
3.4.1 Determinar la percepción de la comunidad rural, acerca de los servicios ecosistémicos que proveen los árboles .....	33
3.4.2 Determinar la riqueza, diversidad de especies arbóreas y plantas epífitas presentes en los sistemas ganaderos.....	33
3.4.3 Determinar la riqueza de avifauna asociada a los árboles aislados en sistemas ganaderos	37
4. Resultados .....	37
4.1 Percepción de los servicios ecosistémicos.....	37
4.1.1 Percepción de los servicios ecosistémicos por grupo.....	38
4.1.2 Percepción de los servicios ecosistémicos por subgrupo .....	41
4.2 Diversidad de especies arbóreas y plantas epífitas .....	45
4.2.1 Diversidad y composición florística de especies arbóreas .....	45
4.2.2 Diversidad y composición florística de plantas epífitas .....	51
4.2.3 Diversidad y composición florística de epífitas a nivel de estratificación vertical .....	55

4.2.4 Diversidad y composición florística de las epífitas por especie de hospedero.....	58
4.3 Diversidad de avifauna .....	60
4.3.1 Diversidad y composición de avifauna.....	60
4.3.2 Diversidad y composición de avifauna por predios .....	66
4.4 Análisis de correlación entre variables .....	69
4.4.1 Correlación entre árboles y epífitas .....	69
5. Discusión.....	73
6. Conclusiones .....	78
7. Recomendaciones.....	79
Referencias bibliográficas.....	80

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Georreferenciación área de estudio.....	27
<b>Tabla 2</b> División del hospedero en estratos verticales .....	29
<b>Tabla 3</b> Coordenadas de los puntos de observación de aves.....	32
<b>Tabla 4</b> Subgrupos de los servicios ecosistémicos percibidos por la comunidad .....	42
<b>Tabla 5</b> Valores de diversidad de árboles para los dos sistemas ganaderos .....	48
<b>Tabla 6</b> Origen y estado de conservación de las plantas epífitas identificadas en los dos sistemas ganaderos .....	54
<b>Tabla 7</b> Valores de diversidad de plantas epífitas en los dos sistemas ganaderos .....	54
<b>Tabla 8</b> Valores de diversidad de plantas epífitas por estrato para los dos sistemas ganaderos ..	58
<b>Tabla 9</b> Cantidad de familias, géneros, especies y abundancia por orden de avifauna identificados en los dos sistemas ganaderos .....	61
<b>Tabla 10</b> Endemismo y estados de conservación de avifauna para los dos sistemas ganaderos .	64
<b>Tabla 11</b> Valores de diversidad de avifauna para los dos sistemas ganaderos .....	65
<b>Tabla 12</b> Valores de diversidad de avifauna por predios .....	69

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Mapa localización área de estudio.....	26
<b>Figura 2</b> Zonas de estratificación vertical del hospedero, tomado de (Johansson, 1974).....	29
<b>Figura 3</b> Puntos de observación de avifauna predios con árboles .....	30
<b>Figura 4</b> Puntos de observación de avifauna predios sin árboles .....	31
<b>Figura 5</b> Tipo de sistema de las fincas de los encuestados .....	38
<b>Figura 6</b> Percepción de los servicios de provisión.....	39
<b>Figura 7</b> Percepción de los servicios de regulación.....	40
<b>Figura 8</b> Percepción de los servicios culturales .....	41
<b>Figura 9</b> Percepción de los servicios de provisión por subgrupo .....	43
<b>Figura 10</b> Percepción de los servicios de regulación por subgrupo.....	44
<b>Figura 11</b> Percepción de los servicios culturales por subgrupo.....	45
<b>Figura 12</b> Familias de las especies arbóreas presentes en los dos sistemas ganaderos .....	46
<b>Figura 13</b> Abundancia de especies arbóreas para los dos sistemas ganaderos .....	47
<b>Figura 14</b> Abundancia y riqueza de árboles en los dos sistemas ganaderos.....	49
<b>Figura 15</b> Volumen total por predio para los dos sistemas ganaderos.....	50
<b>Figura 16</b> Biomasa aérea total por predios para los dos sistemas ganaderos .....	51
<b>Figura 17</b> Familias de plantas epífitas presentes en los dos sistemas ganaderos.....	52
<b>Figura 18</b> Abundancia de especies de plantas epífitas en los dos sistemas ganaderos .....	53

<b>Figura 19</b> Abundancia y riqueza de especies de plantas epífitas para los dos sistemas ganaderos .....	55
<b>Figura 20</b> Riqueza de plantas epífitas por estrato para los dos sistemas ganaderos .....	56
<b>Figura 21</b> Abundancia de plantas epífitas por estrato para los dos sistemas ganaderos .....	57
<b>Figura 22</b> Diversidad de epífitas por hospedero en los predios sin árboles.....	59
<b>Figura 23</b> Diversidad de epífitas por hospedero en los predios con árboles.....	60
<b>Figura 24</b> Familias de avifauna presentes en los dos sistemas ganaderos .....	62
<b>Figura 25</b> Abundancia de especies de aves en los dos sistemas ganaderos .....	63
<b>Figura 26</b> Riqueza y abundancia de avifauna en los dos sistemas ganaderos .....	66
<b>Figura 27</b> Abundancia y riqueza de avifauna en los predios sin árboles .....	67
<b>Figura 28</b> Abundancia y riqueza de avifauna en los predios con árboles .....	68
<b>Figura 31</b> Gráficas de dispersión de las correlaciones forófito - plantas epífitas predios sin árboles .....	70
<b>Figura 32</b> Gráficas de dispersión de las correlaciones forófito - plantas epífitas predios con árboles .....	72

**Lista de Apéndices**

**Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS**

Apéndice A. Encuesta

Apéndice B. Formato de campo para árboles

Apéndice C. Formato de campo para epífitas

Apéndice D. Formato de campo para aves

Apéndice E. Matriz binaria

Apéndice F. Epífitas encontradas en los dos sistemas ganaderos

Apéndice G. Avifauna observada en los dos sistemas ganaderos

Apéndice H. Correlación de variables entre árboles y plantas epífitas

Apéndice I. Evidencia fotográfica de las entrevistas a la comunidad

Apéndice J. Fotografías de la toma de datos

## Resumen

**Título:** Evaluación de servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales asociados a sistemas silvopastoriles en Málaga, Santander\*

**Autor:** Nidia Victoria Duran Moreno, Deyna Yamile Pineda Anzola\*\*

**Palabras clave:** Diversidad, forófito, cercas vivas, avifauna, epífitas, comunidad rural.

## Descripción

Durante los últimos años, se ha observado la importancia de la presencia de árboles en las fincas, ya que proporcionan bienes y servicios a las comunidades, y representan un papel fundamental en los ecosistemas fragmentados. Además, los árboles son una estrategia de conservación de la biodiversidad y ayudan a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), generados principalmente por el sector agropecuario. Por esta razón, se evaluaron los servicios ecosistémicos asociados a árboles dispersos en sistemas ganaderos en Málaga, Santander. Se comparó la diversidad de plantas epífitas y de aves en predios con árboles y sin árboles, además de realizar a la comunidad entrevistas sobre la percepción de los servicios ecosistémicos. Como resultado, los servicios más percibidos, fueron los de provisión, seguidos por los de regulación y culturales; de éstos los más usados, el agua y la leña para combustible. En los predios con árboles, se observó que la especie arbórea más abundante fue *Escallonia pendula* con 312 individuos; mientras que en las plantas epífitas fue *Tillandsia recurvata* con 8465 individuos. Para el caso de las aves, el orden Passeriformes fue el que obtuvo más especies (13), donde *Zonotrichia capensis* fue la más observada. Asimismo, en los predios sin árboles, la especie arbórea más abundante fue *Escallonia pendula* con 33 individuos; para las plantas epífitas, *Tillandsia biflora* presentó 419 individuos; respecto a aves se obtuvo que el orden Passeriformes presentó más especies (7), donde la más observada fue *Turdus fuscater*. En conclusión, los predios con árboles registraron la mayor riqueza y abundancia, por lo tanto, suministran más servicios ecosistémicos que los predios sin árboles. Gracias a la alta presencia de árboles, estos albergan gran abundancia de plantas epífitas y poblaciones de aves, importantes para el mantenimiento de la diversidad y fundamentales en los servicios de regulación.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa Ingeniería Forestal.  
Director: Diego Suescún Carvajal. MSc. en Bosques y Conservación Ambiental.  
Codirector: José Eduardo Acevedo Espinel. Médico Veterinario y Zootecnista.

### Abstract

**Title:** Assessment of provision, regulation and cultural ecosystem services associated with silvopastoral systems in Malaga, Santander\*

**Author(s):** Nidia Victoria Duran Moreno, Deyna Yamile Pineda Anzola\*\*

**Key Words:** Diversity, Phorophyte, live fences, avifauna, epiphytes, rural community.

### Description

In recent years, the importance of the presence of trees on farms has been observed, as they provide goods and services to communities, and play a fundamental role in fragmented ecosystems. In addition, trees are a biodiversity conservation strategy and help mitigate greenhouse gases (GEI) emissions, generated mainly by the agricultural sector. For this reason, the ecosystem services associated with scattered trees in livestock systems in Málaga, Santander were evaluated. The diversity of epiphytic plants and birds was compared in farms with trees and without trees, in addition to interviewing the community about the perception of ecosystem services. As a result, the most perceived services were those of provision, followed by those of regulation and cultural; of these the most used, water and firewood for fuel. In the plots with trees, it was observed that the most abundant tree species was *Escallonia pendula* with 312 individuals; while in the epiphytic plants it was *Tillandsia recurvata* with 8465 individuals. In the case of birds, the order Passeriformes was the one that obtained the most species (13), where *Zonotrichia capensis* was the most observed. Likewise, in the plots without trees, the most abundant tree species was *Escallonia pendula* with 33 individuals; for epiphytic plants, *Tillandsia biflora* presented 419 individuals; Regarding birds, it was obtained that the order Passeriformes presented more species (7), where the most observed was *Turdus fuscater*. In conclusion, farms with trees recorded the highest richness and abundance, therefore, they provide more ecosystem services than farms without trees. Thanks to the high presence of trees, they are home to a great abundance of epiphytic plants and bird populations, important for the maintenance of diversity and fundamental in regulating services.

---

\*Degree work

\*\*Institute of Regional Projection and Distance Education. Forest Engineering Program.

Director: Diego Suescún Carvajal. MSc. in Forests and Environmental Conservation.

Co-director: José Eduardo Acevedo Espinel. Veterinary doctor and Zootechnician.

## Introducción

La presencia de árboles y cercas vivas en los sistemas ganaderos es una alternativa que aumenta la productividad de forma sostenible, brindando beneficios y servicios ecosistémicos. En comparación con predios sin árboles, los árboles en los potreros proveen madera, frutas, medicinas, artesanías, alimento para la fauna silvestre. Aportan a los servicios de control biológico, conservación del suelo, aporte de materia orgánica, regulación del ciclo hidrológico y de nutrientes, captura de dióxido de carbono, y a la vez diversifican los ingresos de las fincas y mantienen la biodiversidad, particularmente de plantas epífitas y avifauna (Sánchez et al., 2017; de la Caridad Milera, 2021).

Actualmente, los ecosistemas naturales enfrentan amenazas en un alto grado, incluyendo la deforestación, la sobreexplotación de recursos y las especies invasoras (Chará y Chará, 2020). El sector agropecuario es el principal impulsor de la deforestación, la degradación de la tierra, la contaminación atmosférica y el cambio climático, con sus actividades de pastoreo y producción de cultivos que ocupan cerca del 30% de la superficie terrestre (Calle et al., 2012). Este sector contribuye de forma significativa con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), asignándole a la ganadería el 53% de las emisiones de  $\text{CH}_4$  (Contreras et al., 2021).

En América Latina y el Caribe la población de ganado bovino ha experimentado un aumento en los últimos 50 años, de 201 a 418 millones de cabezas, mientras que el área de las pasturas cambió de 461 a 560 millones, provocando el crecimiento de la carga animal de 0,44 a 0,75 animales/ha (Pezo, 2019). Del mismo modo, Colombia registró un aumento del 4,7% en la

producción de ganado bovino para el año 2022, incrementando de 633.408 a 633.841 predios y 27'973.390 a 29'301.392 de cabezas de ganado (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2022).

De forma similar, la provincia de García Rovira no es la excepción a este problema, ya que el municipio de Málaga Santander presentó un incremento en la crianza de ganado bovino de 7773 a 8262 cabezas, entre los meses de junio a diciembre del 2021 (ICA, 2021), esto con pocas o nulas prácticas de buen manejo del suelo que mantengan la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y conserven la sostenibilidad socio-económica y ambiental.

La finalidad del presente estudio fue comparar la importancia de los servicios ecosistémicos y ambientales de los árboles en potreros y/o sistemas ganaderos, para incentivar la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) en el municipio de Málaga Santander. Lo anterior, debido a que se encuentra poca información sobre el tema y las comunidades rurales del municipio de Málaga, en muchos casos no tienen suficiente conocimiento sobre los aportes en bienes y servicios ambientales que generan los árboles.

Nuestro estudio servirá para que las comunidades rurales de Málaga, no sean ajenas al conocimiento de los beneficios y servicios ecosistémicos que brindan los árboles, tanto para la biodiversidad como para la producción de ganado bovino. Asimismo, para que comiencen a tecnificar sus predios sembrando árboles o implementando SSP y no realicen sus actividades agropecuarias sin ellos. De igual forma, se busca corroborar que la presencia de árboles trae beneficios y aportes a las actividades que se realizan en el campo.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales asociados a árboles dispersos en sistemas ganaderos en Málaga, Santander.

### **1.2 Objetivos específicos**

Determinar la percepción de la comunidad rural, acerca de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales que proveen los árboles dispersos en sistemas ganaderos.

Determinar la riqueza de especies arbóreas y plantas epífitas vasculares presentes en sistemas ganaderos.

Identificar la riqueza de avifauna asociada a los árboles dispersos en sistemas ganaderos.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Marco histórico

El concepto de “servicios” ofrecidos por los ecosistemas a las poblaciones humanas surge por el movimiento ambientalista de finales de los años 60. En esta época se hace visible la crisis ambiental y se empieza a cuestionar acerca de los impactos severos en la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas. Junto con una lista de los problemas ambientales más graves surge la primera relación de servicios ecosistémicos que se proveen a las sociedades para comunicar acerca del estrecho vínculo entre el bienestar humano y el mantenimiento de las funciones básicas del planeta (Balvanera y Cotle, 2007).

Alrededor del mundo se ha practicado la combinación de especies arbóreas y cultivos agrícolas, al menos durante la Edad Media. Se talaban los árboles y luego eran quemados para establecer cultivos alimenticios a lo largo de varios periodos y plantaban especies arbóreas antes, durante y después de haber sembrado los cultivos agrícolas (Mendieta y Rocha, 2007). La primera definición de agroforestería para describir la integración de los árboles, agricultura y ganadería se presenta en 1977 y surgieron más en la década de 1980 sin dejar de aparecer a finales del siglo XX y principios del XXI (Ospina, 2006). Más adelante, se desarrollaron sistemas con la participación del pastoreo y bosques silvopastoriles, cuyo propósito era la transferencia de nutrientes. En Europa, el forraje de especies como fresno, olmos y álamos, fue recolectado y almacenado para luego alimentar al ganado, manteniendo una alta relación entre la agricultura, la ganadería y la silvicultura (Farfán, 2014).

Son muchas las prácticas tradicionales que involucran la combinación de productos agrícolas con árboles o ganado en el mismo terreno; estas prácticas o sistemas son los que ahora se conocen como sistemas silvoagrícolas, silvopastoriles o agrosilvopastoriles (Farfán, 2014). Las cercas vivas son un modelo de los sistemas agroforestales que consiste en la plantación de árboles y/o arbustos, en los linderos de las fincas; su uso se remonta en el mundo americano en el período de la preconquista. Los agricultores indígenas de América Central y México, plantaban *Gliricidia* sp. para cercos de cacao, como plantas espinosas para la protección alrededor de sus propiedades. Esta última se hizo importante en la preconquista. En varios países del mundo las cercas vivas desempeñan un importante papel en la producción de productos forestales; en Inglaterra, la tercera parte del volumen bruto total de madera proviene de cercas vivas (Hernández et al., 2001).

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 *Sistemas silvopastoriles***

Los SSP son aquellos que combinan el cultivo de árboles con la producción de ganado. Estos sistemas típicamente incluyen sistemas de pastizales que contienen árboles que están muy espaciados o plantados en grupos a lo largo del pasto. Este sistema se puede encontrar ampliamente en todo el mundo (Grebner et al., 2022). Los SSP hacen parte de las costumbres, tradiciones y del paisaje natural de las regiones, además tienen una finalidad ambiental y productiva. Las diferentes prácticas de producción o arreglos de árboles y/o arbustos con pasturas y animales, se presentan en formas muy diversas como: cercas vivas, bancos de proteína, árboles y arbustos dispersos en los pastos, barreras o cortinas rompevientos, sistemas silvopastoriles intensivos, pastoreo rotativo en plantaciones de árboles maderables o frutales y árboles en callejones (Cubbage et al., 2012).

Estos sistemas son importantes porque mantienen una cobertura vegetal continua sobre el suelo, haciéndolo más fértil a mediano plazo y trae beneficios comprobados en la producción

animal (Bethancourt et al., 2016); como el estudio realizado por López et al. (2017), donde los SSP ayudaron al crecimiento de la producción de leche y de carne, e indirectamente al control de parasitismo gastrointestinal incrementando la fauna asociada a la regulación de las garrapatas e insectos vectores.

### ***2.2.2 Cercas vivas***

El sistema de cercas vivas es una característica de los paisajes de pastos en los trópicos que podrían ayudar a proteger a los árboles recién plantados, al evitar el pisoteo y ramoneo del ganado. Estas sirven para sujetar el alambre de púas, además producen leña, forraje, sombra y protección para la vida silvestre (Love et al., 2009). De igual forma, las cercas vivas son importantes para mantener la biodiversidad en los paisajes fragmentados, como corredores biológicos, facilitando el movimiento para especies animales, al igual como sitios de hábitat y alimentación. Asimismo, brindan importantes servicios ecosistémicos a los sistemas agrícolas y ganaderos (Pulido y Renjifo, 2011).

### ***2.2.3 Servicios ecosistémicos***

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios directos o indirectos que los seres humanos reciben de los ecosistemas y sin los cuales no se podría sobrevivir. Gracias a los servicios ecosistémicos se dispone de alimentos, aire puro, agua, regulación natural de enfermedades y del clima. Asimismo, uno de estos es el proceso de polinización que favorece los cultivos, fertilidad del suelo, y beneficios recreativos y culturales, entre otros; estos beneficios son el resultado del buen funcionamiento de los ecosistemas. Los servicios ecosistémicos se clasifican en cuatro grupos dentro de los cuales se ubican todos los beneficios que ofrecen los ecosistemas (Barrios, 2019):

- **Servicio de provisión o abastecimiento:** provee de bienes materiales como alimentos, materias primas, agua y sustancias medicinales, entre otros.
- **Servicio de regulación:** ofrece la purificación del aire, fertilidad de los suelos, control de plagas, inundaciones, enfermedades, y la polinización que favorecen la producción agrícola.
- **Servicio de apoyo:** conjunto de muchos procesos imperceptibles que se llevan a cabo constantemente y que se manifiestan en servicios de regulación y abastecimiento, como: formación del suelo, ciclo de los nutrientes y fotosíntesis. Sin la fotosíntesis, los ecosistemas no producirían alimentos y sin los ciclos de nutrientes, las plantas no podrían desarrollarse bien y por lo tanto no proveerían recursos como frutos, resinas, madera y otros.
- **Servicio cultural:** provee de beneficios inmateriales como la apreciación y admiración del paisaje, inspiración para las manifestaciones estéticas y de belleza, espacios recreativos, deportivos y bienestar espiritual.

Según Millenium Ecosystem Assessment -MEA- (2005), los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como la unión entre la biodiversidad y el ser humano. Las acciones que históricamente se han realizado para la conservación de la biodiversidad, han contribuido significativamente a la provisión de servicios ecosistémicos, de los cuales depende el desarrollo de las actividades humanas como el asentamiento y consumo de alimentos, así como el bienestar de las sociedades (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2012).

Por otro lado, situar los servicios ecosistémicos en el centro de la toma de decisiones y de las políticas ambientales, permitirá tener herramientas para identificar opciones de gestión que ayuden a mitigar los efectos del cambio global, optimizar los beneficios sociales, y evitar costos y

riesgos potenciales para los ecosistemas y las sociedades (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales [CREAF], 2016).

La humanidad necesita de los bienes y servicios que la naturaleza provee, de la flora, fauna y su entorno natural; aunque el vínculo existente entre ecosistemas, bienestar humano y biodiversidad sea poco evidente, la vida depende de ellos. Con el fin de obtener beneficios económicos, los seres humanos se han encargado de destruir los ecosistemas, perturbar sus funciones y aumentar la extinción de especies (Mijares, 2020).

De este modo, los ecosistemas proporcionan bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas directa o indirectamente; en el caso de los árboles, éstos ayudan en la fijación de bioenergía, al mantenimiento de la calidad del aire, de la biodiversidad y del clima, de tal manera que sea favorable para los seres vivos y mejoren la resistencia de los cultivos a patógenos. Asimismo, los árboles dispersos incrementan la presencia de aves, algunas de las cuales promueven la polinización de especies de plantas silvestres, de cultivos y control de plagas y enfermedades. Por otro lado, estos árboles brindan la oportunidad de disfrutar del paisaje, viajar a áreas naturales para ecoturismo, deportes al aire libre, uso de la naturaleza como motivación en libros, pintura, folclor, símbolos patrios y para fines religiosos o históricos (De Groot et al., 2002).

Los árboles aislados pueden contribuir directamente con la productividad del sistema ganadero, creando un microclima que favorezca la calidad de las pasturas, siempre que se evite la tendencia de eliminar estos árboles del paisaje (Álvarez et al., 2021).

#### ***2.2.4 Fragmentación del hábitat***

Son todos los cambios en los paisajes modificados por el hombre, donde los hábitats continuos se transforman en pequeños parches aislados. Entre las principales causas de pérdida de

biodiversidad, está la transformación del hábitat (cambio a la agricultura), el intercambio biótico (especies invasoras), la sobreexplotación (la caza y la sobrepesca), la carga de nutrientes (la contaminación y el aumento de nitrógeno) y el cambio climático (Banks et al., 2020).

### **2.2.5 Avifauna**

Las aves son de gran importancia para los ecosistemas naturales, ya que ayudan al control biológico (plagas, enfermedades y malezas), polinizan las plantas (ornitofilia) y son agentes de dispersión de semillas (frugivoría), funciones que ayudan a equilibrar los ecosistemas (RH Corporative International, 2019).

Dentro de los sistemas ganaderos con alta densidad de árboles, se presenta una mayor riqueza, diversidad y abundancia de aves, este uso del suelo es una práctica de manejo amigable para la biodiversidad. Asimismo, la presencia de árboles aislados y cercas vivas en los sistemas ganaderos, aumentan la conectividad entre ecosistemas y facilitan el movimiento de algunas especies que se encuentran restringidas en hábitats boscosos. Hasta hace poco, la cacería y las especies introducidas causaban la mayor extinción de aves, siendo uno de los grupos más afectados por la pérdida de hábitat (Fajardo et al., 2009).

### **2.2.6 Epífitas**

Las plantas epífitas abandonaron los hábitats terrestres para adaptarse y vivir sobre otras plantas, obteniendo del medio atmosférico y gracias a sus autoadaptaciones, los recursos para desarrollarse (Saldaña et al., 2014). Son importantes en la dinámica de las diferentes comunidades y, al estratificarse, ofrecen una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por diversos grupos de animales, contribuyendo al incremento de la biodiversidad (Ceja et al., 2008).

Asimismo, la diversidad de estas plantas está constantemente amenazada debido al proceso de pérdida y degradación de los bosques. Algunas actividades productivas como la agricultura y ganadería hacen que se presenten fuertes cambios de uso del suelo. En los sistemas ganaderos hay presencia de árboles que han persistido dentro de la matriz productiva, frecuentemente aislados y han quedado como remanentes, los cuales ayudan al mantenimiento de la diversidad de las epífitas en el paisaje. Sin embargo, las comunidades epífitas se empobrecen en riqueza y abundancia con el tiempo, debido a la tala de árboles en los predios ya que se dificulta el intercambio genético entre los fragmentos (Trejo et al., 2021).

### 2.3 Marco conceptual

- ✓ **Árboles dispersos:** Son árboles que contribuyen al funcionamiento de los ecosistemas ya que cumplen roles funcionales únicos como: provisión de un microclima distinto, aumento de los nutrientes del suelo, mayor riqueza de especies de plantas y mayor conectividad para la fauna (Manning et al., 2006).
- ✓ **Banco de proteína:** Son aquellos en donde se establecen árboles o arbustos forrajeros con un alto contenido de proteína (mayor a 15%) de manera densa, con el fin de aumentar la producción animal ofreciendo una biomasa forrajera de alta calidad (Martínez, 2020).
- ✓ **Biodiversidad:** Es la variedad de organismos vivos en el mundo, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas (Nigel, 2009).
- ✓ **Ganadería extensiva:** La ganadería extensiva es un sistema caracterizado por una baja productividad. Utiliza pequeñas cantidades de insumos, capital y mano de obra en comparación con el área de tierra cultivada; y se basan fundamentalmente en el aprovechamiento de pastos, prados, pastizales, hierbas y rastrojos, propios, ajenos o

comunales, de forma permanente o temporal para alimentar el ganado pastoreo (Horsin, 2018).

- ✓ **Contaminación ambiental:** Se presenta como la alteración física, química y biológica que un territorio puede sufrir y plantea riesgos continuos para la salud. Algunas fuentes de contaminación son las emisiones industriales, el saneamiento deficiente, la gestión inadecuada de desechos, los suministros de agua contaminados y la exposición a la contaminación del aire interior por los combustibles de biomasa. Esta persiste, especialmente entre los sectores más pobres de la sociedad (Briggs, 2003).
- ✓ **Gases de efecto invernadero:** Los GEI son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero (Ballesteros y Aristizabal, 2007).
- ✓ **Cambio climático:** De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas. Desde el punto de vista meteorológico, se llama cambio climático a la alteración de las condiciones predominantes. Los procesos externos tales como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con

respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica son factores que tienen gran importancia en el cambio climático (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2020).

- ✓ **Deforestación:** Es la tala o raleo de bosques por los humanos, representa uno de los mayores problemas en el mundo. Las estimaciones de deforestación tradicionalmente se basan en el área de bosque talado para uso humano, incluida la extracción de árboles para productos madereros y para tierras de cultivo y de pastoreo (Stuart, 2022).
- ✓ **Vegetación herbácea:** Se identifican porque tienen tallos no leñosos, a diferencia de los arbustos y árboles. Producen además hojas y tallos que son de color verde y flexibles en la gran mayoría de ocasiones, y muchas son de floraciones terminales y abundantes (Beaulieu, 2022).
- ✓ **Microclima:** Como su nombre hace referencia, los microclimas son aquellas condiciones del aire que se presentan a nivel micro, es decir, pequeños o reducidos lugares. Los parámetros principales son la temperatura, la presión, la humedad, la velocidad del aire y la radiación de calor, y sus interacciones (Kirch, 2008).
- ✓ **Avifauna:** Se conoce con el nombre de avifauna al conjunto de especies de aves que habitan una determinada región o país (Real Academia Española [RAE], 2021).
- ✓ **Plantas perennes:** Las plantas perennes, por lo tanto, son vegetales que subsisten al menos dos años. Esta característica las diferencia de las plantas anuales, que germinan, florecen y mueren en el mismo año (Pérez y Gardey, 2019).
- ✓ **Corredores biológicos:** Los corredores biológicos son una importante estrategia de conservación para aumentar la conectividad entre poblaciones, principalmente vertebrados, en paisajes fragmentados, debido a las diversas actividades humanas como la agricultura,

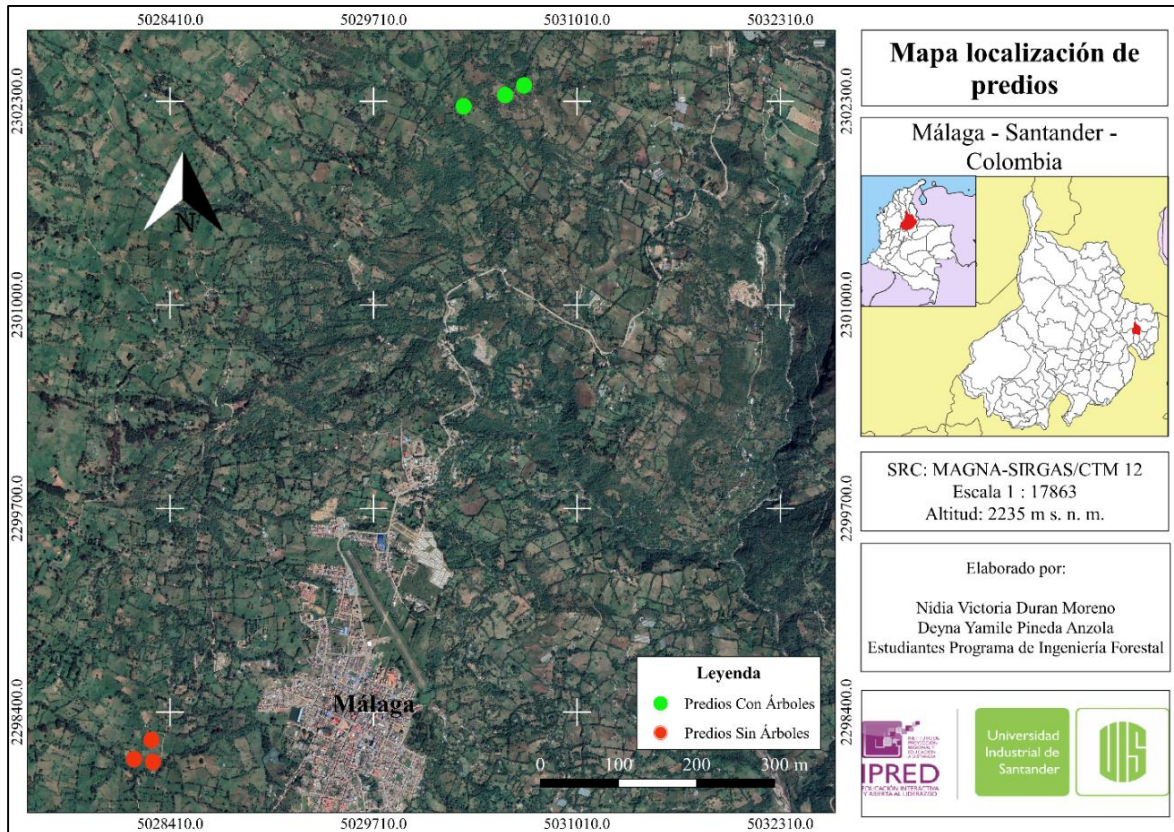
la ganadería, la urbanización o, inclusive, las obras de infraestructura como las carreteras o represas. Por medio de estos pasajes, los animales pueden trasladarse de un territorio a otro y buscar nuevas oportunidades para su supervivencia (Gutiérrez et al., 2020).

- ✓ **Ganadería sostenible:** La ganadería sostenible depende tanto de la producción (carne, leche y sus derivados) como del consumo, ya que están vinculados en los mercados locales, nacionales y mundiales. Con unas prácticas de producción rentables y sostenibles, un uso adecuado de los recursos naturales, con conservación del medio ambiente, contribución al combate contra el cambio climático, y que deben responder a la demanda cambiante de los atributos comerciales y no comerciales de los sistemas ganaderos (Moran y Blair, 2021).

### 3. Metodología

#### 3.1 Área de estudio

Los predios con árboles se localizan en la vereda Pescadero y los predios sin árboles en la vereda Buenavista, ambas ubicadas en el municipio de Málaga, Santander. El municipio se localiza sobre la Cordillera Oriental, geológicamente se sitúa en el extremo meridional (borde oriental) del Macizo de Santander, en la parte sur del páramo del Almorzadero; presenta una temperatura media anual de 18°C y una precipitación media anual de 1400 mm (Nuestro municipio, 2022). El municipio está a una altitud de 2235 m s. n. m., y en la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (bh-MB), según Holdridge. En la Figura 1, se presenta el mapa con la ubicación del área de estudio y, en la Tabla 1, se registra la ubicación geográfica.

**Figura 1***Mapa localización área de estudio*

*Nota.* La figura presenta la localización de los predios con árboles y sin árboles donde se desarrolló el proyecto.

**Tabla 1***Georreferenciación área de estudio*

<b>Vereda Pescadero</b>			
<b>Predio</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (m s. n. m.)</b>
1	6°44'7,6"	72°43'33,8"	2377
2	6°44'10,6"	72°43'24,0"	2385
3	6°44'11,7"	72°43'20,5"	2408
<b>Vereda Buenavista</b>			
<b>Predio</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (m s. n. m.)</b>
1	6°41'52,1"	72°44'39,1"	2430
2	6°41'54,5"	72°44'38,3"	2450
3	6°41'52,8"	72°44'41,2"	2480

*Nota.* Coordenadas de los predios con árboles localizados en la vereda Pescadero y de los predios sin árboles ubicados en la vereda Buenavista.

### **3.2 Selección de predios**

Por medio de Google Earth se seleccionaron seis predios con potreros dedicados a la ganadería. Tres predios (predios con árboles, en adelante) que presentan cercas vivas y árboles aislados, y tres predios (predios sin árboles, en adelante) que presentan un 11% de presencia de árboles con respecto al total de los predios con árboles. Para el criterio de selección de los predios, todos tuvieron áreas entre 0,5 y 3,0 ha, estos presentaron sistemas de producción ganadera típicamente encontradas en el municipio. En la primera visita a los propietarios, se le preguntó si estaban dispuestos a participar en el proyecto; posteriormente, se realizó una capacitación para entrar en contexto sobre los servicios y bienes ecosistémicos que brindan los árboles en los sistemas ganaderos.

### 3.3 Toma de datos

#### 3.3.1 *Determinar la percepción de la comunidad rural, acerca de los servicios ecosistémicos que proveen los árboles*

Se llevó a cabo una segunda visita, donde se realizó una entrevista por medio de encuesta (Apéndice A). Esta encuesta fue realizada a cada uno de los propietarios de los predios y también a la comunidad aledaña para así obtener un total de 20 encuestados. Se describieron los servicios ecosistémicos que reciben los encuestados desde su percepción.

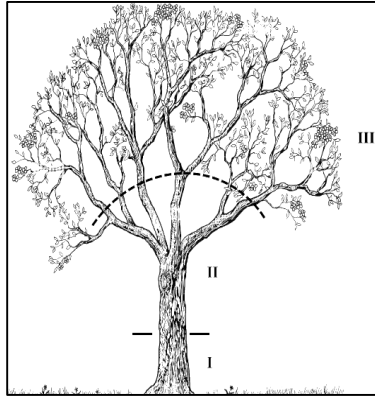
#### 3.3.2 *Determinar la riqueza de especies arbóreas y plantas epífitas presentes en los sistemas ganaderos*

**3.3.2.1 Caracterización de árboles.** Se llevó a cabo un muestreo del 100% de los árboles presentes en los seis predios, para este muestreo se tomaron datos de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y especie; la información fue registrada en el formato de campo (Apéndice B). La identificación taxonómica de las especies arbóreas, se realizó por medio de consulta a expertos y herbarios virtuales.

**3.3.2.2 Caracterización de epífitas.** La caracterización de epífitas vasculares se realizó al 10% de los árboles que se registraron en cada uno de los seis predios. El muestreo se hizo en hospederos fustales seleccionados aleatoriamente y con DAP mayor a 10 cm. Para evaluar la distribución vertical de las plantas epífitas en cada hospedero, se acogió una modificación de la metodología Johansson (1974), estratificando los hospederos en tres zonas (Z1, Z2, Z3, Figura 2). La división del hospedero en los diferentes estratos verticales se describe en la Tabla 2.

**Figura 2**

*Zonas de estratificación vertical del hospedero, tomado de (Johansson, 1974)*



*Nota.* Modificación de la estratificación vertical del forófito. Tomado del modelo de Johansson, 1974.

**Tabla 2**

*División del hospedero en estratos verticales*

<b>Zona</b>	<b>Descripción</b>
Z1	De la base del tronco hasta los 2 m
Z2	Desde los 2 m hasta la primera ramificación
Z3	Desde la primera ramificación y copa del árbol (ramas primarias, secundarias y terciarias)

*Nota.* Descripción del área a inventariar de cada zona del hospedero.

El conteo y registro de las plantas epífitas, se realizó desde la base del árbol hasta la primera ramificación en sentido de las manecillas del reloj y de forma ascendente. Para la copa se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente, partiendo desde la primera ramificación hacia el exterior. Los datos de identificación de cada individuo fueron registrados en los formatos de campo (Apéndice C). La identificación en campo se realizó con ayuda de guías de campo, binoculares,

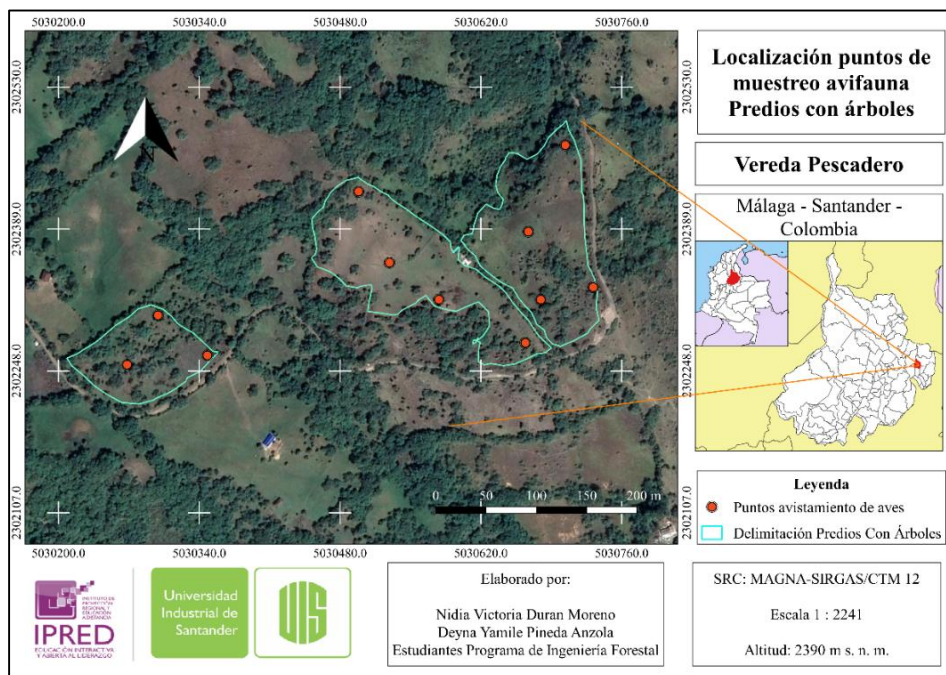
lupa y registro fotográfico. Las especies que no se lograron identificar en campo, fueron posteriormente identificadas mediante consulta a expertos y herbarios virtuales. Asimismo, se realizó una búsqueda sobre el origen y estado de conservación de las plantas epífitas identificadas en los dos sistemas ganaderos.

### 3.3.3 Determinar la riqueza de avifauna asociada a los árboles aislados en sistemas ganaderos

Para determinar la diversidad de avifauna en cada uno de los seis predios (con árboles y sin árboles), teniendo en cuenta el área de cada predio (ha), se ubicaron entre tres y cuatro puntos de observación (Figura 3 y Figura 4), los puntos fueron georreferenciados con ayuda de un GPS Garmin MAP 64S (Tabla 3).

**Figura 3**

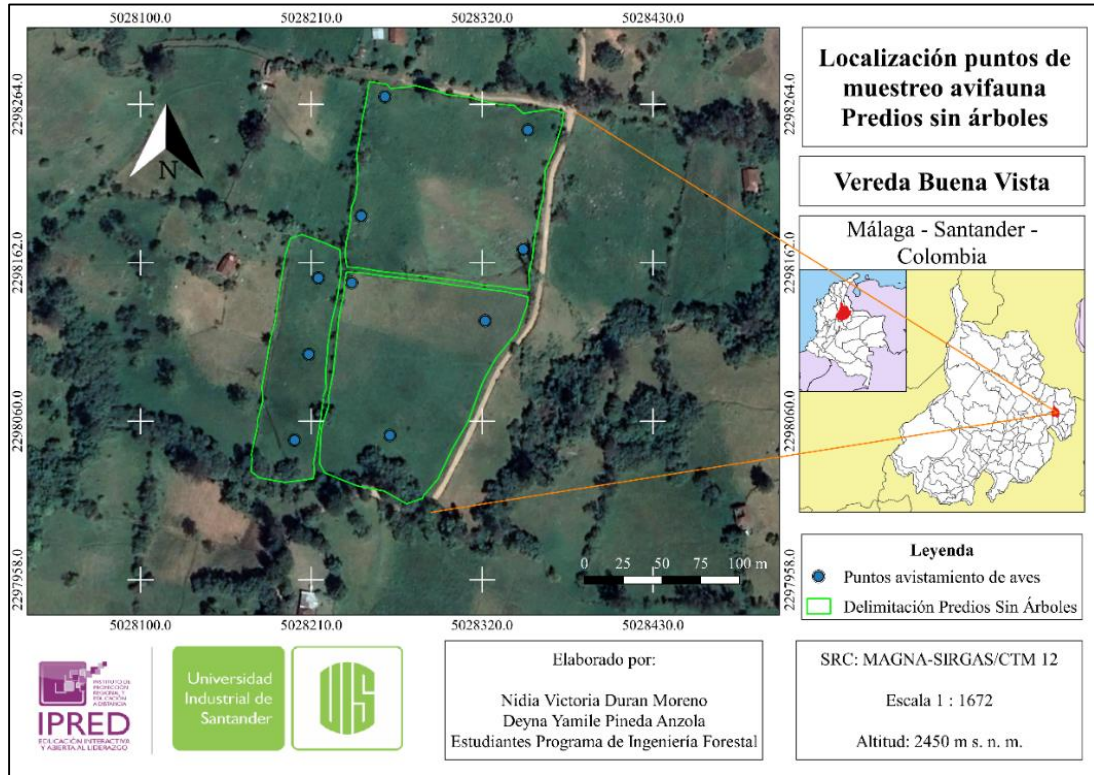
*Puntos de observación de avifauna predios con árboles*



*Nota.* Ubicación de los puntos de muestreo de aves en los predios con árboles.

**Figura 4**

*Puntos de observación de avifauna predios sin árboles*



*Nota.* Ubicación de los puntos de muestreo de aves en los predios sin árboles.

**Tabla 3***Coordenadas de los puntos de observación de aves*

<b>Puntos predios con árboles</b>			
<b>Predio</b>	<b>No</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1	1	6°44'7,60"	72°43'31,00"
	2	6°44'7,30"	72°43'33,60"
	3	6°44'8,90"	72°43'32,60"
2	1	6°44'8,00"	72°43'20,70"
	2	6°44'9,40"	72°43'23,50"
	3	6°44'10,60"	72°43'25,10"
	4	6°44'12,90"	72°43'26,10"
3	1	6°44'9,40"	72°43'20,20"
	2	6°44'11,60"	72°43'20,60"
	3	6°44'14,40"	72°43'19,40"
	4	6°44'9,80"	72°43'18,50"
<b>Puntos predios sin árboles</b>			
<b>Predio</b>	<b>No</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1	1	6°41'50,40"	72°44'39,10"
	2	6°41'53,60"	72°44'39,90"
	3	6°41'52,80"	72°44'37,10"
2	1	6°41'54,30"	72°44'36,30"
	2	6°41'55,00"	72°44'39,70"
	3	6°41'57,50"	72°44'39,20"
	4	6°41'56,80"	72°44'36,20"
3	1	6°41'50,30"	72°44'41,10"
	2	6°41'52,10"	72°44'40,80"
	3	6°41'53,70"	72°44'40,60"

*Nota.* Georreferenciación de los puntos de muestreo de aves para los dos sistemas ganaderos.

La toma de datos se realizó con ayuda de dos binoculares Celestron (7x50) y una cámara fotográfica Nikon coolpix B 700 zoom 60x, lente fijo. El monitoreo se llevó a cabo en el horario de 6 a 8 A.M con recorridos aleatorios; se estableció un tiempo de observación por punto de muestreo de 30 min para los predios con cuatro puntos y de 40 min para los predios con tres puntos. El esfuerzo de muestreo se realizó durante tres meses con una intensidad de dos horas diarias, por

seis días al mes y dos observadores por cada punto de avistamiento (2/6/2). Los datos obtenidos fueron anotados en los formatos de campo (Apéndice D) y registrados en la aplicación eBird.

Para la identificación de las especies de aves se usaron los binoculares y los registros fotográficos, se observó el color, tamaño, silueta, pico, patas, vuelo, canto, en pareja o grupos, etc. Posteriormente, se compararon los registros con la Guía Ilustrada de la Avifauna de Colombia (Ayerbe, 2019) y las bases de datos para Colombia de la aplicación eBird móvil y Merlin Bird ID. Asimismo, se realizó una búsqueda sobre el origen y estado de conservación de las aves registradas en los dos sistemas ganaderos.

### **3.4 Procesamiento de datos**

#### ***3.4.1 Determinar la percepción de la comunidad rural, acerca de los servicios ecosistémicos que proveen los árboles***

Una vez realizadas las entrevistas se estructuró y tabuló la información, luego se realizó una matriz binaria de 0 y 1 (Apéndice E), donde 0 representa la ausencia del servicio y 1 la presencia; después se sumaron las respuestas y se sacaron los porcentajes para cada pregunta. Luego, los resultados fueron plasmados en un gráfico radial donde se evidenció la percepción de los servicios ecosistémicos por grupo. Adicionalmente, se realizó otra base de datos donde se tuvo en cuenta los grupos de la World Wildlife Fund (WWF) y los subgrupos (nombre local) de los servicios ecosistémicos, y se graficó.

#### ***3.4.2 Determinar la riqueza, diversidad de especies arbóreas y plantas epífitas presentes en los sistemas ganaderos***

La riqueza y diversidad de especies arbóreas y plantas epífitas se calculó mediante índices de diversidad alfa y beta. Para las especies arbóreas se calculó el promedio para los predios con

árboles y sin árboles. En cuanto a las plantas epífitas se calculó y analizó en tres escalas: por predios, forófito y estrato; el procesamiento de los datos se hizo mediante las siguientes formulas:

- ✓ La abundancia absoluta (Aa) de especies arbóreas y epífitas se calculó realizando la sumatoria de los individuos de cada predio (y en cada forófito para el caso de las epífitas) (Linares, 2015).

$$Aa = \sum (N1 \dots Nn)$$

Dónde:

N1 = Individuo No. 1 del predio

Nn = Individuo enésimo del predio

**3.4.2.1 Diversidad alfa.** Para determinar la diversidad se utilizaron los índices de Simpson y Shannon.

- ✓ **Índice de Simpson.**

$$S = 1 - \sum pi^2$$

Donde:

S = Índice de diversidad de Simpson

Pi = ni /  $\sum ni$  (abundancia relativa)

ni = Número de individuos

- ✓ **Índice de Shannon.**

$$H' = - \sum pi * \ln pi$$

H' = Índice de Shannon

pi = ni /  $\sum ni$  (abundancia relativa)

ni = Número de individuos

- La riqueza es el número de especies de árboles por predio, y de epífitas por forófito y predio. Para determinar una aproximación a la riqueza específica de especies arbóreas y epífitas, se usó el **Índice de Margalef** (1958) (Valdez et al., 2018).

$$DMg = (S - 1) / \ln N$$

Dónde:

S = Número total de especies presentes

N = Número total de individuos

**3.4.2.2 Diversidad beta.** Para hacer una comparación entre los predios con árboles y sin árboles, se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard ( $I_j$ ).

$$I_j = c / a + b - c$$

Donde:

a = Número de especies presentes en el sitio A

b = Número de especies presentes en el sitio B

c = Número de especies presentes en los dos sitios A y B

- Para hallar el cociente de mezcla (CM) de las especies arbóreas y epífitas se calculó con la fórmula (Linares, 2015).

$$CM = N_{sp} / N_i$$

Dónde:

$N_{sp}$  = Número de especies presentes en el predio o forófito.

$N_i$  = Número total de individuos por especie

**3.4.2.3 Cálculo de volumen y biomasa aérea.** Finalmente, para el caso de los árboles y teniendo en cuenta el DAP y altura, se determinó el volumen total y biomasa aérea, con base a las fórmulas:

- **Volumen total por individuo:** Fórmula estándar según (Linares, 2015).

$$V_t = AB * h_T * f.f.$$

Dónde:

$V_t$  = Volumen total del individuo ( $m^3$ )

$h_T$  = Altura total (m), que es la altura medida desde la base del fuste hasta el ápice de la copa del árbol.

f.f = Factor forma igual a 0,7

AB = Área Basal ( $m^2$ )

- **Volumen total por predios,** es la sumatoria del volumen total por individuo (Linares, 2015).

$$V_T / P = \sum (V_{T1} \dots V_{Tn})$$

Dónde:

$V_{T1}$  =  $V_T$  del árbol No. 1 del predio.

$V_{Tn}$  =  $V_T$  del enésimo árbol del predio

- **Biomasa aérea, se estimó mediante la ecuación alométrica** (Yepes et al., 2011).

$$\ln(BA) = a + b \ln(D) + c (\ln(D))^2 + d (\ln(D))^3 + B1 \ln(\rho)$$

Dónde:

BA = Biomasa aérea (kg)

D = Diámetro a la altura del pecho (cm)

$\rho$  = Densidad de la madera ( $\text{g/cm}^3$ )

a, b, c, d y B1 son constantes del modelo.

### ***3.4.3 Determinar la riqueza de avifauna asociada a los árboles aislados en sistemas ganaderos***

Para el caso de la avifauna se emplearon las mismas fórmulas del numeral anterior para calcular los índices de Simpson, Shannon, Margalef y Jaccard.

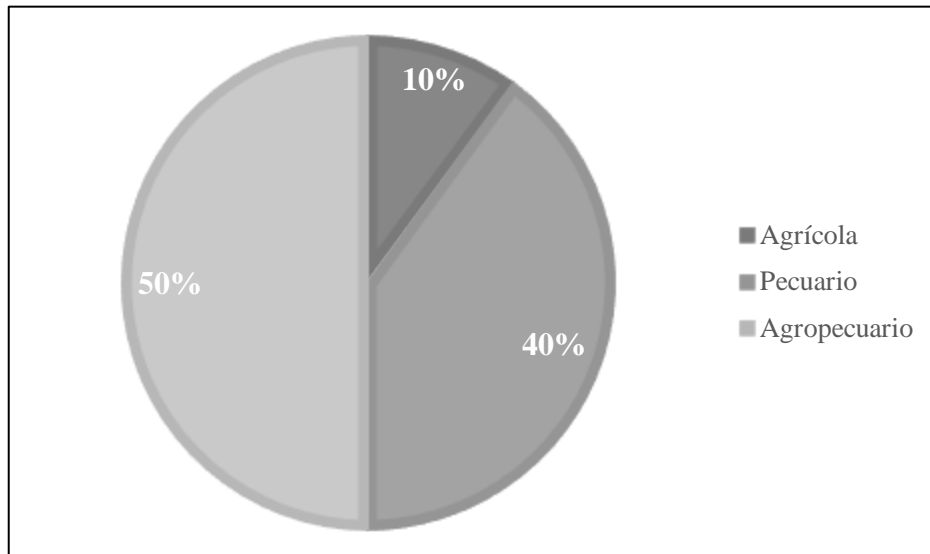
## **4. Resultados**

### **4.1 Percepción de los servicios ecosistémicos**

Se adaptaron los servicios ecosistémicos de la WWF, éstos se dividieron en tres grupos; servicios de provisión, regulación y culturales. Las entrevistas aplicadas en el área de estudio arrojaron un valor de 897 respuestas para los servicios de provisión, regulación y culturales. Por otro lado, se demuestra que el 50% de los encuestados tienen un sistema agropecuario, 40% pecuario y el 10% agrícola (Figura 5).

**Figura 5**

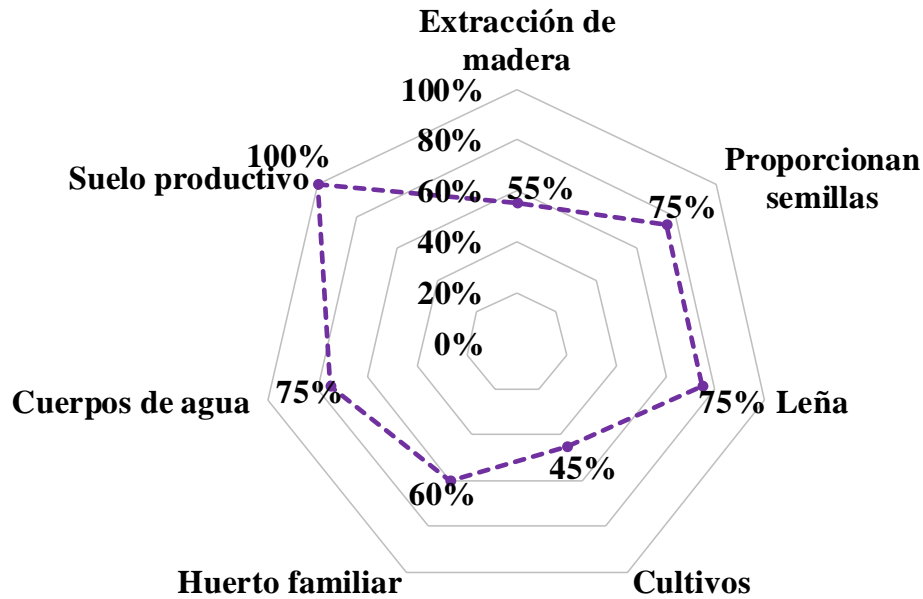
*Tipo de sistema de las fincas de los encuestados*



*Nota.* El gráfico representa el porcentaje de los tipos de sistemas en las fincas.

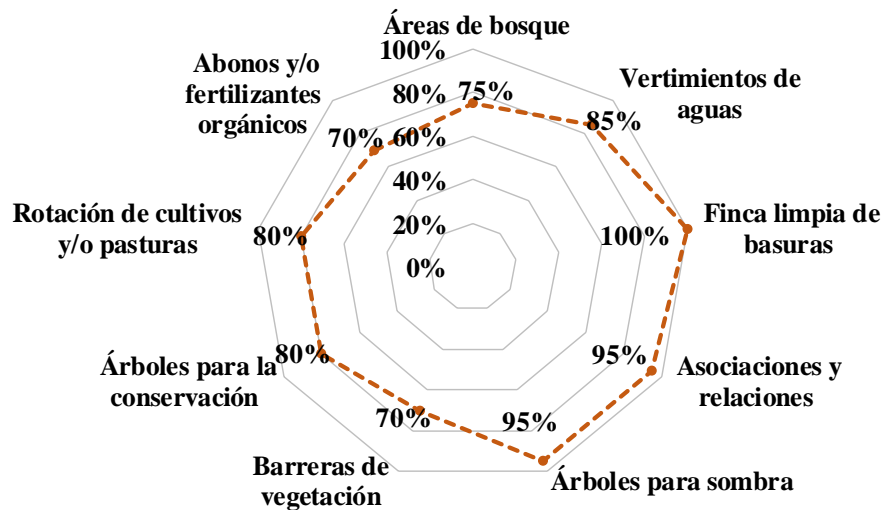
#### **4.1.1 Percepción de los servicios ecosistémicos por grupo**

**4.1.1.1 Servicios de provisión.** En la Figura 6, se observa que los encuestados percibieron que el suelo de las fincas es productivo (100%), de igual forma, poseen cuerpos de agua y los árboles les proporcionan semillas y leña para combustible (75%); finalmente, el servicio de cultivos fue el menos percibido (45%), los cuales en su mayoría se usan para autoconsumo y comercialización.

**Figura 6***Percepción de los servicios de provisión*

*Nota.* El 0% indica una baja percepción del servicio y 100% una percepción alta del servicio.

**4.1.1.2 Servicios de regulación.** El servicio más percibido fue fincas limpias de basura (100%), además la mayoría de los encuestados realiza separación y reciclaje de estas. Por otro lado, los servicios de barreras de vegetación y abonos y/o fertilizantes orgánicos fueron los menos percibidos (70%), ya que en gran parte de las fincas presentan mediana presencia de árboles en los linderos; en cuanto a los abonos la mayoría mezcla fertilizantes minerales y orgánicos (Figura 7).

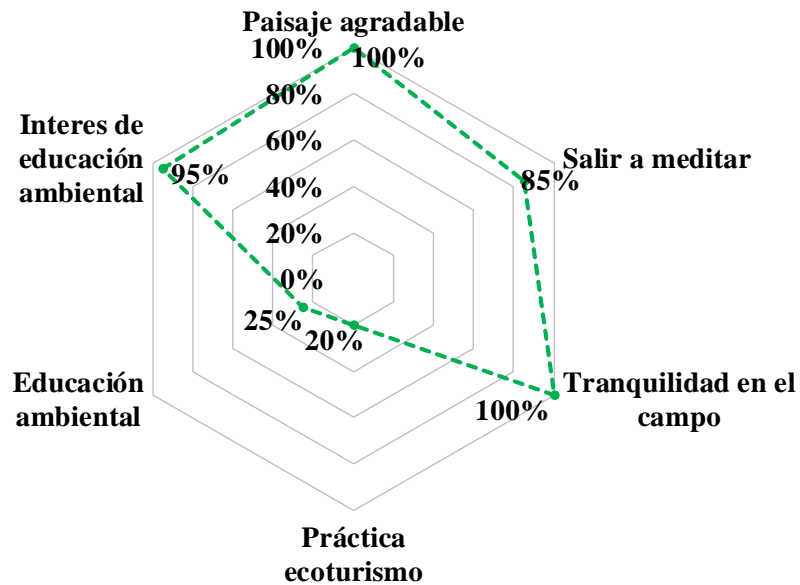
**Figura 7***Percepción de los servicios de regulación*

*Nota.* El 0% indica una baja percepción del servicio y 100% una percepción alta del servicio.

**4.1.1.3 Servicios culturales.** Según los entrevistados, consideran que el paisaje de las fincas es agradable por su gran vista paisajística, tranquilidad y seguridad (100%). Solo el 20% de los encuestados presentan en sus fincas ecoturismo y son visitadas por familiares (Figura 8).

**Figura 8**

*Percepción de los servicios culturales*



*Nota.* El 0% indica una baja percepción del servicio y 100% una percepción alta del servicio.

**4.1.2 Percepción de los servicios ecosistémicos por subgrupo**

A continuación, en la Tabla 4 se presentan 21 subgrupos de servicios ecosistémicos percibidos por la comunidad y asociados a 12 grupos de servicios ecosistémicos adaptados de la WWF.

**Tabla 4***Subgrupos de los servicios ecosistémicos percibidos por la comunidad*

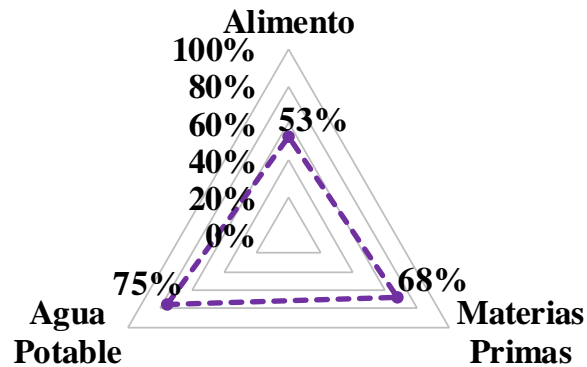
	<b>Grupos Servicios Ecosistémicos WWF</b>	<b>Subgrupo Servicios Ecosistémicos (Nombre Local)</b>
<b>Provisión</b>	Alimento	Cultivos Huertos Familiares Madera
	Materias Primas	Semillas Leña para combustible
	Agua Potable	Nacimientos de agua Quebradas y agua del acueducto
<b>Regulación</b>	Regulación de la Calidad del Aire	Áreas de bosque Siembra de árboles para la conservación
	Regulación del Clima	Presencia de árboles y arbustos para sombra
	Regulación de Erosión	Barreras o cercas vivas Rotación de cultivos
	Purificación del agua y Tratamiento de Residuos	Separación de basuras Vertimientos de agua
	Fertilidad del Suelo	Abonos y/o Fertilizantes orgánicos Productividad del suelo
	Polinización	Asociaciones y relaciones entre plantas y animales
<b>Culturales</b>	Salud Física y Mental	Salidas a meditar Tranquilidad al vivir en el campo
	Recreación y Ecoturismo	Ecoturismo
	Valores Estéticos	Paisaje agradable

*Nota.* Se muestra el nombre local (nombre que da la comunidad) a los servicios ecosistémicos y los adaptados por la WWF.

En cuanto a los servicios de provisión, el servicio de agua potable fue el más percibido con un 75% de los encuestados, mientras que los servicios de materias primas fue 68%, y los menos percibidos fueron los servicios de alimentos con un 53% (Figura 9).

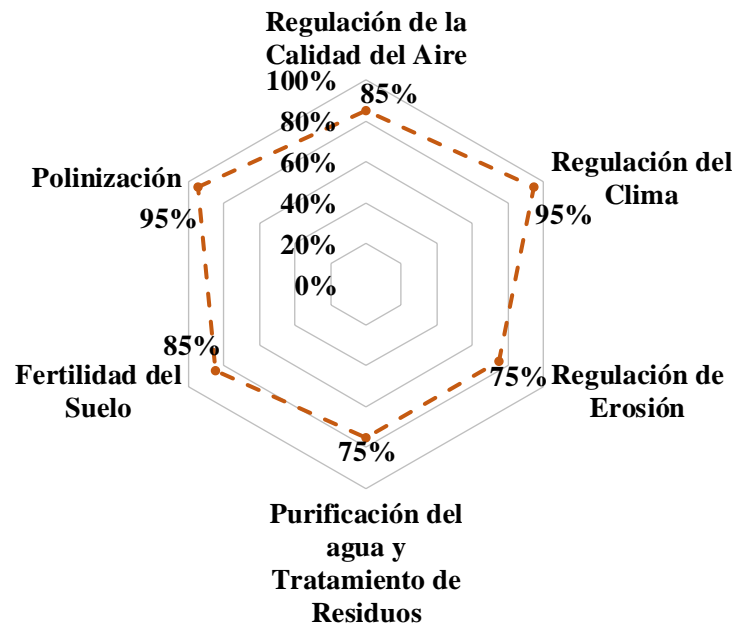
**Figura 9**

*Percepción de los servicios de provisión por subgrupo*



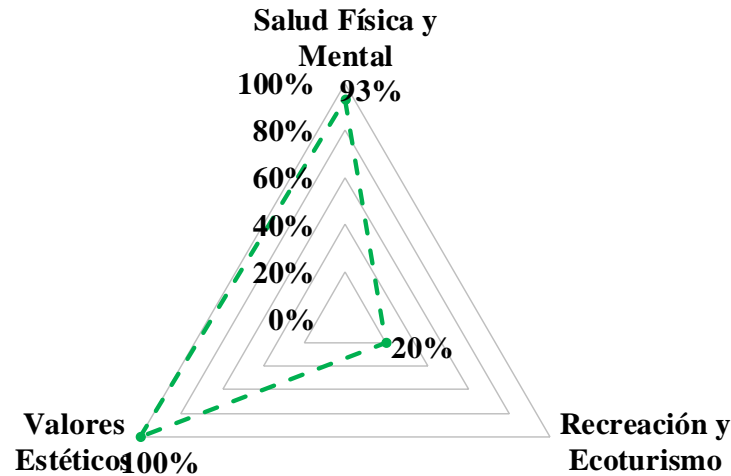
*Nota.* El 0% indica una baja percepción del servicio y 100% una percepción alta del servicio.

Asimismo, en los servicios de regulación, los servicios de polinización y regulación del clima fueron los más percibidos con un 95% de los encuestados, por el contrario, los menos percibidos fueron los servicios de regulación de erosión, purificación del agua y tratamiento de residuos con un 75% (Figura 10).

**Figura 10***Percepción de los servicios de regulación por subgrupo*

*Nota.* El 0% indica una baja percepción del servicio y 100% una percepción alta del servicio.

En los servicios culturales (Figura 11), el 100% de los encuestados percibieron el servicio de valores estéticos, en cambio, los servicios de recreación y ecoturismo fueron los menos percibidos con un 20%.

**Figura 11***Percepción de los servicios culturales por subgrupo*

*Nota.* El 0% indica una baja percepción del servicio y 100% una percepción alta del servicio.

## 4.2 Diversidad de especies arbóreas y plantas epífitas

### 4.2.1 Diversidad y composición florística de especies arbóreas

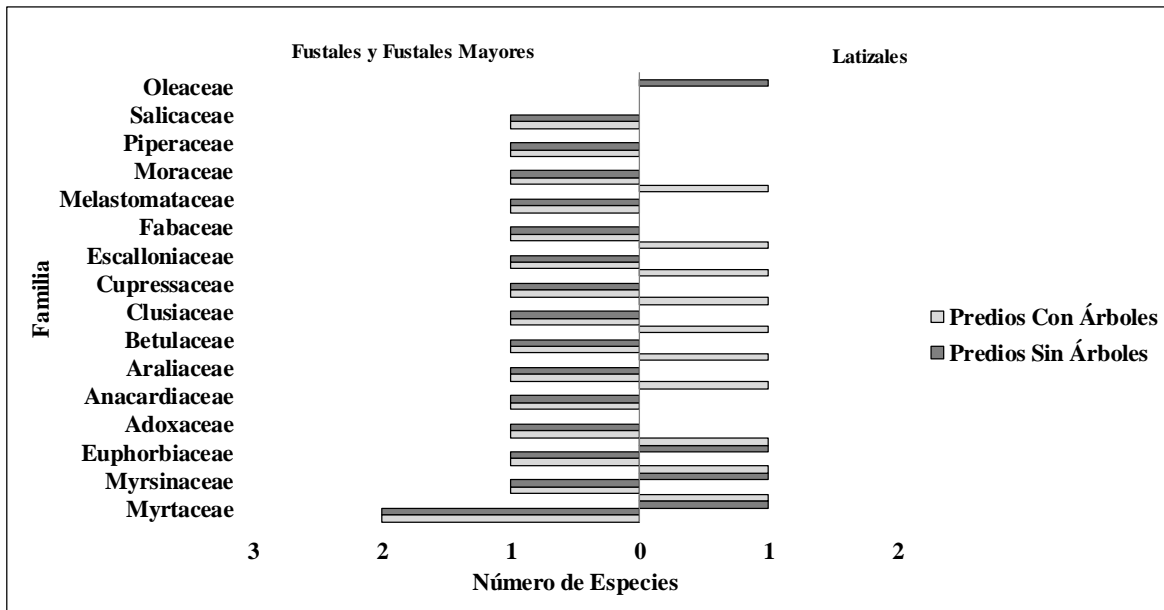
Para los individuos arbóreos el análisis se realizó por clases diamétricas; se relacionaron fustales (10 cm – 29,9 cm) y fustales mayores (>30 cm). Y Para tener una idea del grado de conservación a mediano y largo plazo en los dos sistemas ganaderos, en el muestreo se tuvieron en cuenta los latizales (2,5 cm a 9,9 cm).

Para fustales y fustales mayores los dos sistemas ganaderos (predios con y sin árboles) presentaron 15 familias, de las cuales 14 de éstas cuentan con solo una especie y la familia Myrtaceae con dos especies (Figura 12). Cabe resaltar que los dos sistemas presentaron la misma riqueza de especies arbóreas por familia. En latizales, en los predios con árboles se encontraron 10

familias con una especie cada una y de igual forma, los predios sin árboles presentaron cuatro familias en latizales (Figura 12).

**Figura 12**

*Familias de las especies arbóreas presentes en los dos sistemas ganaderos*



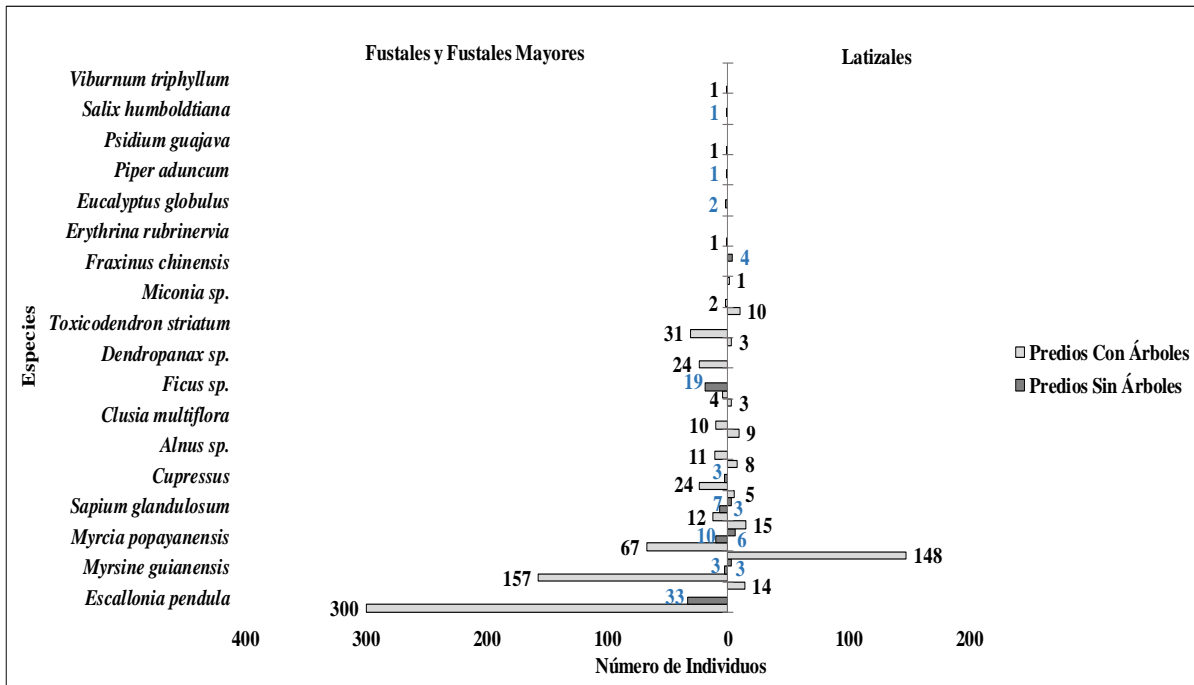
*Nota.* Se presenta el total de las familias y cuantas especies registra cada una para los dos sistemas ganaderos; lado izquierdo del grafico para fustales - fustales mayores y lado derecho para latizales.

En fustales y fustales mayores para los predios con árboles la especie que presentó la mayor abundancia fue *Escallonia pendula* con 300 individuos, seguido por *Myrsine guianensis* con 157 y las especies menos abundantes fueron, *Erythrina rubrinervia*, *Psidium guajava* y *Viburnum triphyllum* con un individuo. Por otro lado, en los predios sin árboles la especie más abundante fue *Escallonia pendula* con 33 individuos, seguido por *Ficus* sp., con 19 individuos y las menos abundantes fueron *Piper aduncum* y *Salix humboldtiana* con un individuo (Figura 13).

En los latizales los predios con árboles presentaron una mayor abundancia, donde *Myrsine guianensis* fue la especie con mayor número de individuos (148), seguido de *Myrcia popayanensis* (15), mientras la especie menos abundante con un individuo fue *Miconia* sp. Para los predios sin árboles la especie más abundante fue *Myrcia popayanensis* con seis individuos y las especies menos abundantes *Myrsine guianensis* y *Sapium glandulosum* con tres individuos cada una (Figura 13).

**Figura 13**

*Abundancia de especies arbóreas para los dos sistemas ganaderos*



*Nota.* Número de individuos por cada especie para predios con árboles y sin árboles; lado izquierdo del grafico para fustales y fustales mayores y lado derecho para latizales.

Al calcular los índices de diversidad, arrojaron que los predios sin árboles, presentaron la mayor diversidad según los índices de Shannon y Simpson; mientras que los predios con árboles

son más diversos según el índice de Margalef. Por otro lado, el cociente de mezcla muestra que los dos sistemas ganaderos son homogéneos (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Valores de diversidad de árboles para los dos sistemas ganaderos*

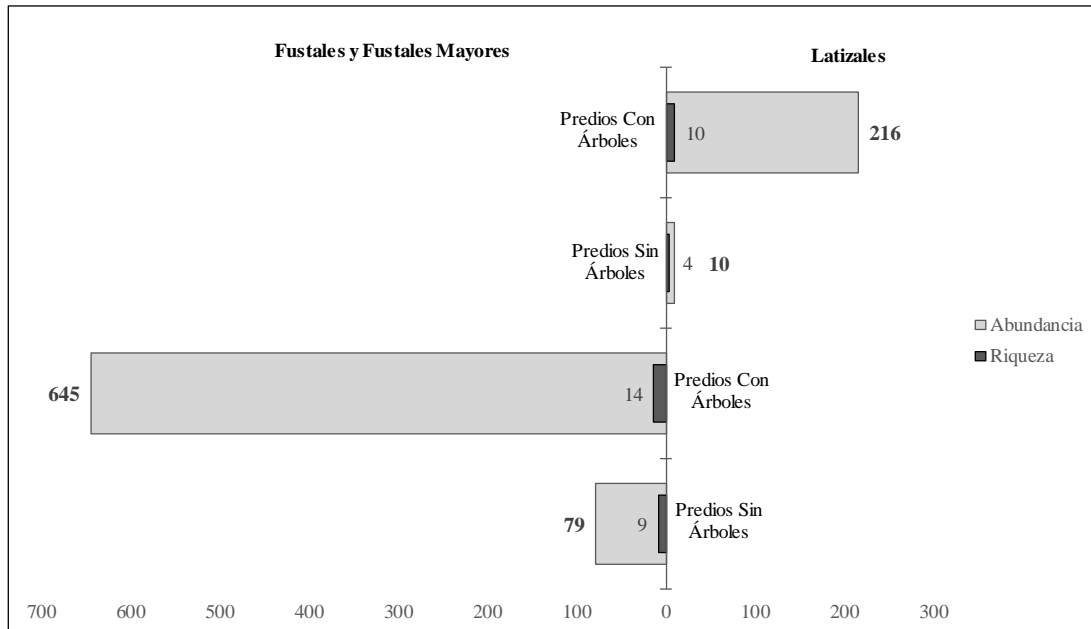
<b>Fustales y Fustales Mayores</b>				
<b>Predios</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>	<b>Cociente de Mezcla</b>
Sin Árboles	1,64	0,74	4,22	0,11
Con Árboles	1,61	0,71	4,63	0,02
<b>Latizales</b>				
<b>Predios</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>	<b>Cociente de Mezcla</b>
Sin Árboles	1,34	0,73	1,08	0,25
Con Árboles	1,25	0,52	1,67	0,05

*Nota.* Índices de diversidad para predios con árboles y sin árboles, calculados para fustales - fustales mayores y latizales.

Los predios con árboles para fustales y fustales mayores son los que presentaron la mayor abundancia y riqueza con 645 individuos y 14 especies (Figura 14), mientras que los predios sin árboles registraron 79 individuos y nueve especies. Asimismo, en los latizales los predios con árboles presentaron un total de 10 especies y 216 individuos; al contrario, los predios sin árboles obtuvieron cuatro especies y 16 individuos.

**Figura 14**

*Abundancia y riqueza de árboles en los dos sistemas ganaderos*

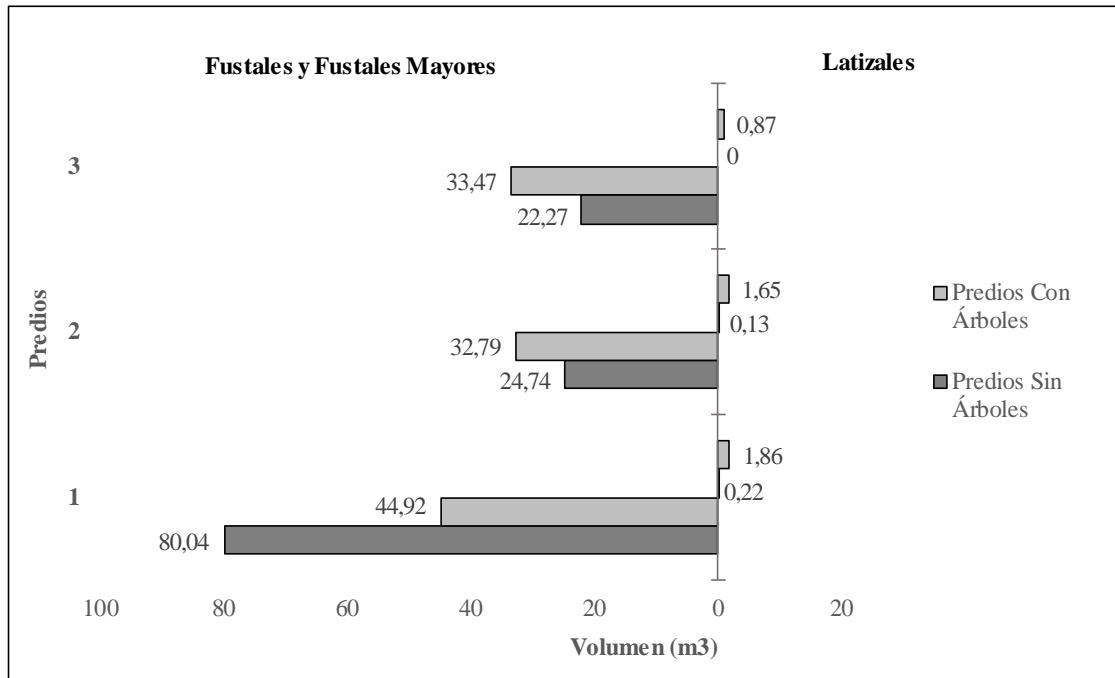


*Nota.* Se presenta el total de especies e individuos de los predios con árboles y sin árboles; lado izquierdo del gráfico para fustales y fustales mayores y lado derecho para latizales.

Por otro lado, se estimó el volumen donde se registró que el predio 1 de fustales y fustales mayores de los predios sin árboles, obtuvo el mayor valor con  $80,04 \text{ m}^3$ . Asimismo, el predio 3 de los predios sin árboles presentó el menor volumen con  $22,27 \text{ m}^3$  (Figura 15). Ahora bien, en latizales los predios con árboles obtuvieron los volúmenes más altos, siendo el predio 1 el de mayor volumen con  $1,86 \text{ m}^3$ ; mientras que, el predio 2 de los predios sin árboles presentó el volumen más bajo con  $0,13 \text{ m}^3$  (Figura 15).

**Figura 15**

*Volumen total por predio para los dos sistemas ganaderos*

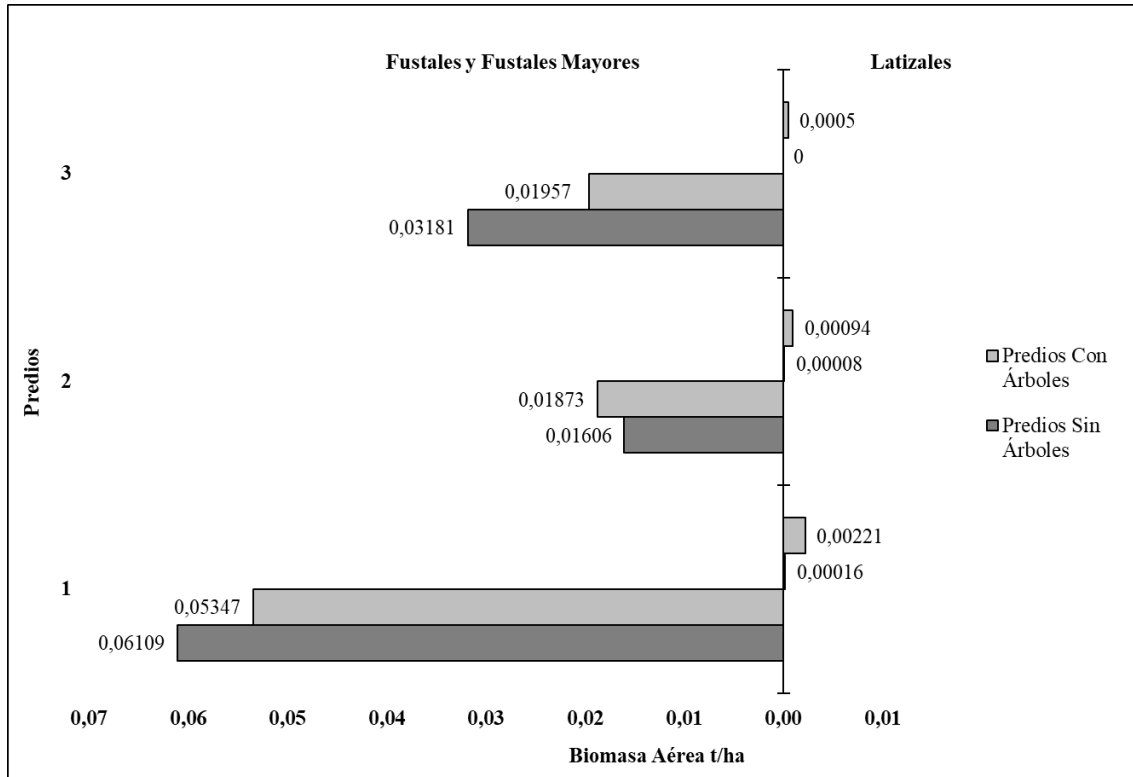


*Nota.* El grafico presenta el volumen en m<sup>3</sup> de los seis predios; lado izquierdo del grafico para fustales - fustales mayores y lado derecho para latizales.

En la Figura 16 se presenta el resultado del cálculo de biomasa aérea que, para el caso de fustales y fustales mayores, el predio 1 de los dos sistemas ganaderos obtuvieron la mayor biomasa aérea, por consiguiente, el predio 1 de los predios sin árboles registra el valor más alto (0,06109 t/ha). De igual forma, el predio 2 de los predios sin árboles presentó el valor más bajo (0,01606 t/ha). En esa misma línea, el predio 1 de los predios con árboles en latizales, presentó la mayor biomasa con un valor de 0,00221 t/ha.

**Figura 16**

*Biomasa aérea total por predios para los dos sistemas ganaderos*



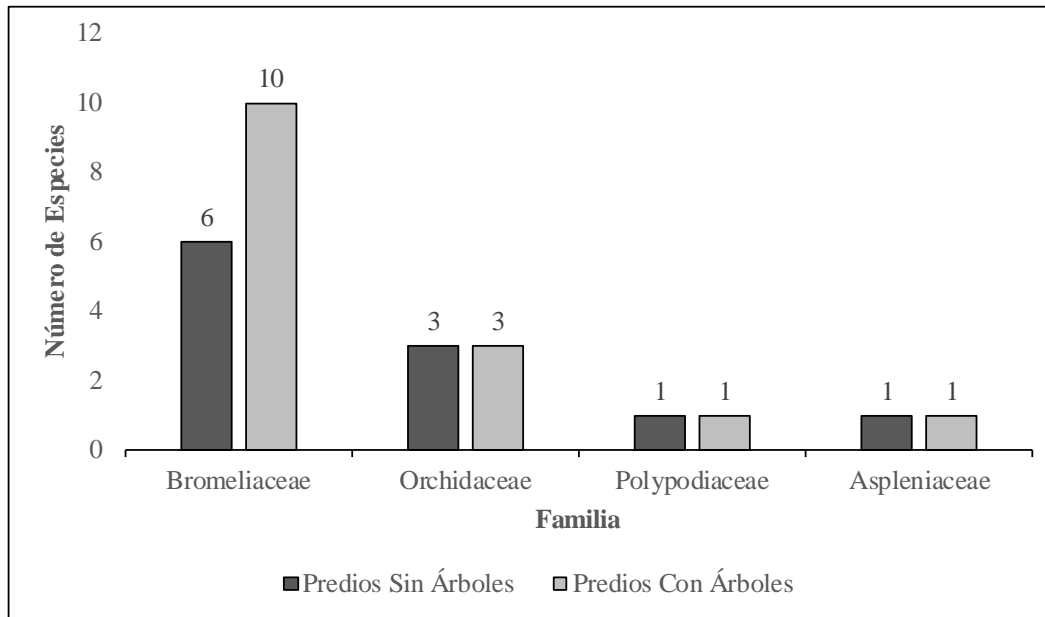
*Nota.* El gráfico presenta la biomasa aérea en toneladas/hectárea de los seis predios; lado izquierdo del gráfico para fustales - fustales mayores y lado derecho para latizales.

#### **4.2.2 Diversidad y composición florística de plantas epífitas**

En cada sistema ganadero se registraron cuatro familias de epífitas, la más representativa fue Bromeliaceae con presencia de 10 especies en los predios con árboles y seis para los predios sin árboles; las menos representativas para los dos sistemas fueron Polypodiaceae y Aspleniaceae (Figura 17).

**Figura 17**

*Familias de plantas epífitas presentes en los dos sistemas ganaderos*

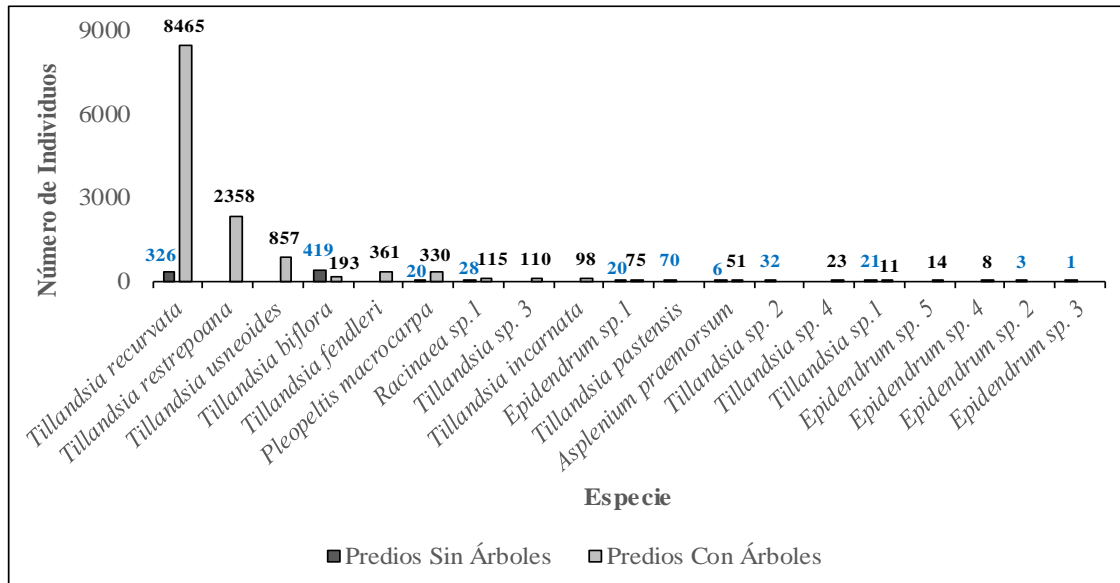


*Nota.* Se presentan las familias y el número de especies epífitas que registra cada una para los dos sistemas ganaderos.

Las especies más abundantes para los predios con árboles fue *Tillandsia recurvata* seguida de *Tillandsia restrepoana*; para los predios sin árboles las especies más abundantes fueron *Tillandsia biflora* y *Tillandsia recurvata* (Figura 18). De igual forma, los dos sistemas comparten siete especies. En el Apéndice F, se registran las fotografías de las especies encontradas en los dos sistemas ganaderos.

**Figura 18**

*Abundancia de especies de plantas epífitas en los dos sistemas ganaderos*



*Nota.* Número de individuos por cada especie epífita para predios con árboles y sin árboles.

Todas las especies de plantas epífitas son nativas, siete se encuentran en estado de conservación “preocupación menor” y dos “no evaluadas” (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Origen y estado de conservación de las plantas epífitas identificadas en los dos sistemas ganaderos*

<b>Familia</b>	<b>Morfoespecie</b>	<b>Origen</b>	<b>Estado de conservación</b>
Aspleniaceae	<i>Asplenium praemorsum</i>	Nativa	No evaluada
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Nativa	Preocupación menor
	<i>Tillandsia restrepoana</i>	Nativa	Preocupación menor
	<i>Tillandsia usneoides</i>	Nativa	Preocupación menor
	<i>Tillandsia fendleri</i>	Nativa	Preocupación menor
	<i>Tillandsia biflora</i>	Nativa	Preocupación menor
	<i>Tillandsia incarnata</i>	Nativa	Preocupación menor
	<i>Tillandsia pastensis</i>	Nativa	Preocupación menor
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	Nativa	No evaluada

*Nota.* Se muestra la familia, morfoespecie su origen y estado de conservación.

Respecto a la diversidad de las plantas epífitas se observa que, los predios sin árboles son más diversos que los predios con árboles (según los índices de Shannon y Simpson); pero los predios con árboles son más diversos según el índice de Margalef; finalmente, el cociente de mezcla refleja que los dos sistemas ganaderos son homogéneos (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Valores de diversidad de plantas epífitas en los dos sistemas ganaderos*

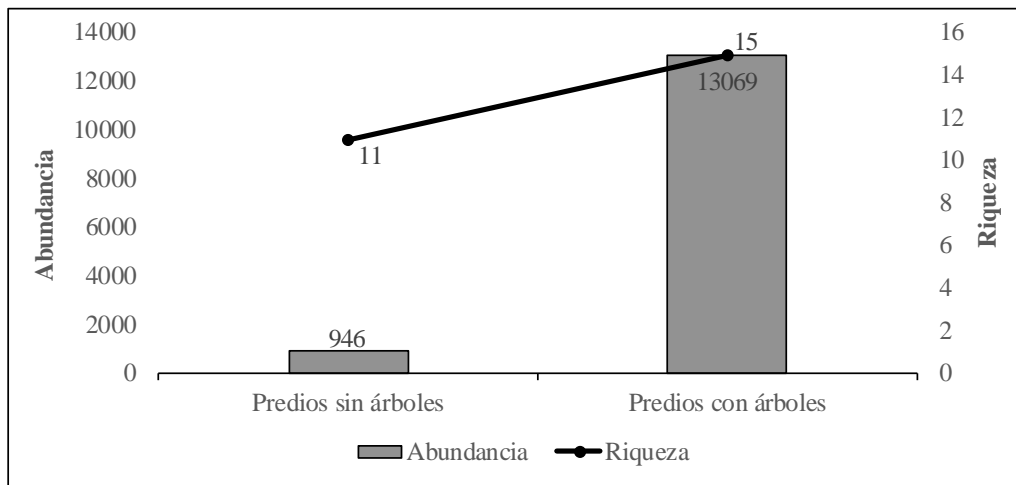
<b>Predios</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>	<b>Cociente de Mezcla</b>
Sin árboles	1,44	0,68	1,46	0,012
Con árboles	1,22	0,54	1,48	0,001

*Nota.* Índices de diversidad de epífitas para predios con árboles y sin árboles.

Por otro lado, los predios con árboles presentaron la mayor abundancia y riqueza (13.069 individuos y 15 especies), mientras que los predios sin árboles obtuvieron la menor abundancia y riqueza (946 individuos y 11 especies) (Figura 19).

### Figura 19

*Abundancia y riqueza de especies de plantas epífitas para los dos sistemas ganaderos*



*Nota.* Se presenta el total de especies e individuos epífitos de los predios con árboles y sin árboles.

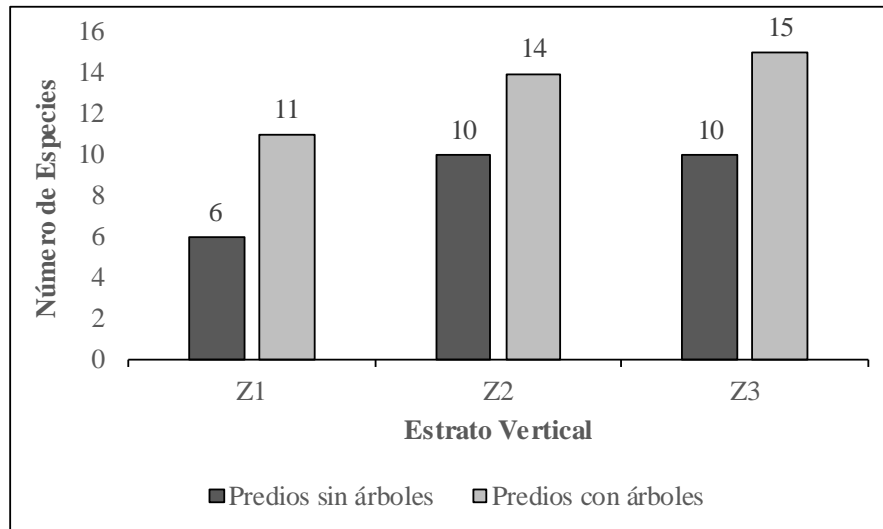
**4.2.2.1 Similitud entre los dos sistemas ganaderos.** Después de realizar el respectivo cálculo del índice de Jaccard, se evidenció que la similitud entre los dos sistemas ganaderos es media, ya que presentó un valor de 0,37, lo que refleja presencia de especies compartidas entre los dos sistemas.

#### **4.2.3 Diversidad y composición florística de epífitas a nivel de estratificación vertical**

A nivel de estratificación (Figura 20) los dos sistemas ganaderos presentaron el mayor número de especies en los estratos Z2 y Z3, cabe resaltar que los predios con árboles fueron los que obtuvieron la mayor riqueza en todos los estratos en comparación con los predios sin árboles.

**Figura 20**

*Riqueza de plantas epífitas por estrato para los dos sistemas ganaderos*

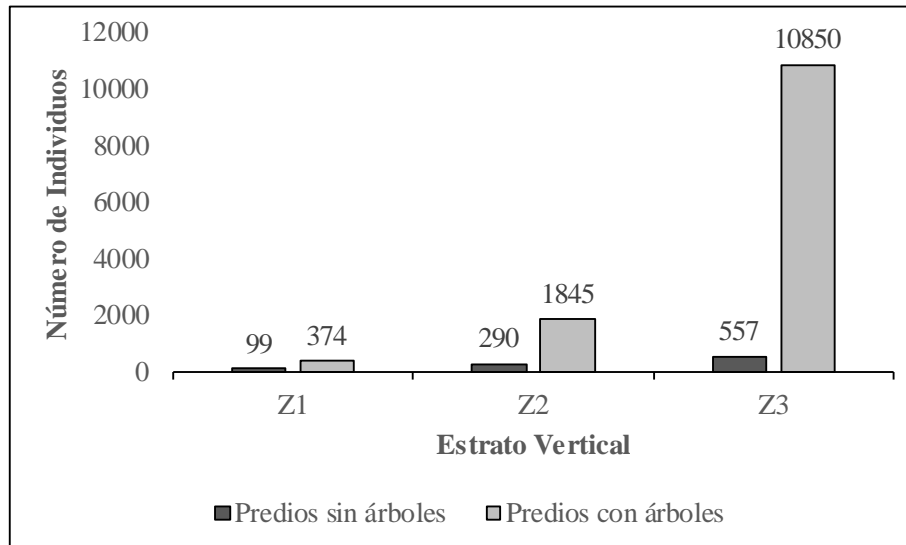


*Nota.* El gráfico muestra el número de especies de cada zona del forófito para predios sin árboles y con árboles.

El estrato Z3 en los dos sistemas ganaderos presentó el mayor número de individuos (10.850 en predios con árboles – 557 en predios sin árboles); mientras que el estrato Z1 obtuvo la menor abundancia (Figura 21).

**Figura 21**

*Abundancia de plantas epífitas por estrato para los dos sistemas ganaderos*



*Nota.* El gráfico muestra el número de individuos de cada zona del forófito para predios sin árboles y con árboles.

En la Tabla 8, se muestran los valores de los índices de Shannon y Simpson por estrato, el estrato Z3 de los predios sin árboles presenta la mayor diversidad, al igual que el estrato Z2 de los predios con árboles. De acuerdo con el cociente de mezcla todos los estratos son homogéneos para los dos sistemas ganaderos, en donde el estrato Z1 fue el que presentó el mayor valor (0,061).

**Tabla 8**

Valores de diversidad de plantas epífitas por estrato para los dos sistemas ganaderos

<b>Predios sin árboles</b>				
<b>Estratificación</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>	<b>Cociente de Mezcla</b>
Z1	1,16	0,57	1,09	0,061
Z2	1,37	0,66	1,59	0,034
Z3	1,45	0,69	1,42	0,018
<b>Predios con árboles</b>				
<b>Estratificación</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>	<b>Cociente de Mezcla</b>
Z1	1,59	0,73	1,69	0,029
Z2	1,67	0,76	1,73	0,008
Z3	1,05	0,47	1,51	0,001

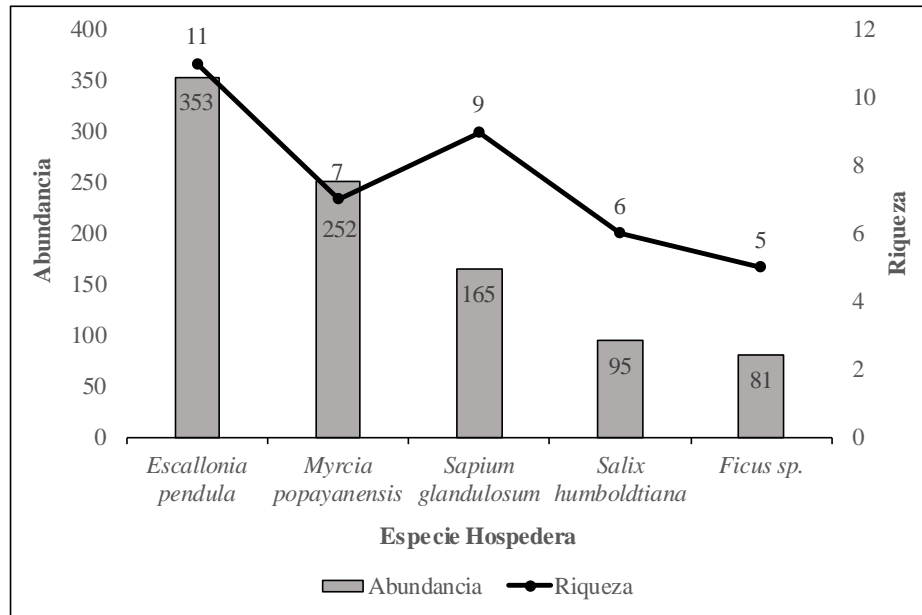
*Nota.* Índices de diversidad de epífitas para cada zona del forófito para predios con árboles y sin árboles.

#### **4.2.4 Diversidad y composición florística de las epífitas por especie de hospedero**

En cuanto a los predios sin árboles, el forófito que presentó la mayor riqueza y abundancia de plantas epífitas fue el *Escallonia pendula* (11 especies y 353 individuos), y de los 10 hospederos inventariados tres corresponden a esta especie; seguido por el *Sapium glandulosum* (nueve especies y 165 individuos) y *Myrcia popayanensis* (siete especies y 252 individuos). Por el contrario, el hospedero con menor riqueza y abundancia fue *Ficus* sp. (5 especies y 81 individuos) (Figura 22).

**Figura 22**

*Diversidad de epífitas por hospedero en los predios sin árboles*

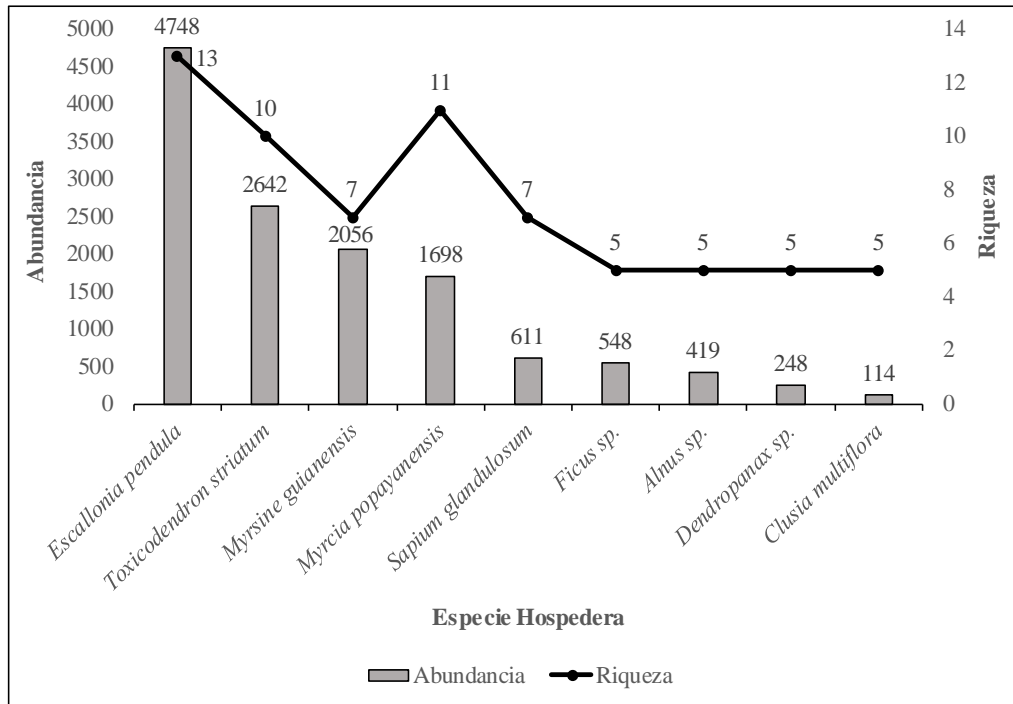


*Nota.* Total, de especies e individuos epífitos por forófito para los predios sin árboles.

De la misma forma, en los predios con árboles la especie *Escallonia pendula* registra el mayor número de especies e individuos de plantas epífitas (13 y 4748, respectivamente), donde de 68 hospederos inventariados, 24 corresponden a *Escallonia pendula*; en cambio, *Clusia multiflora* presentó el menor número de especies e individuos (5 y 114, respectivamente) (Figura 23).

**Figura 23**

*Diversidad de epífitas por hospedero en los predios con árboles*



*Nota.* Total, de especies e individuos epífitos por forófito para los predios con árboles.

### 4.3 Diversidad de avifauna

#### 4.3.1 Diversidad y composición de avifauna

Al realizar el avistamiento se obtuvo que, para los predios sin árboles se registraron siete órdenes, 12 familias, 13 géneros, 13 especies y 115 individuos; donde el orden Passeriformes fue el que presentó el mayor número de familias. Asimismo, en los predios con árboles se determinaron 159 individuos pertenecientes a 18 especies, 16 géneros, 13 familias y cinco órdenes, se observó que el orden Passeriformes fue el más abundante en todos los casos. La cantidad de familias, géneros y especies de avifauna identificados en los dos sistemas ganaderos se presenta en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Cantidad de familias, géneros, especies y abundancia por orden de avifauna identificados en los dos sistemas ganaderos*

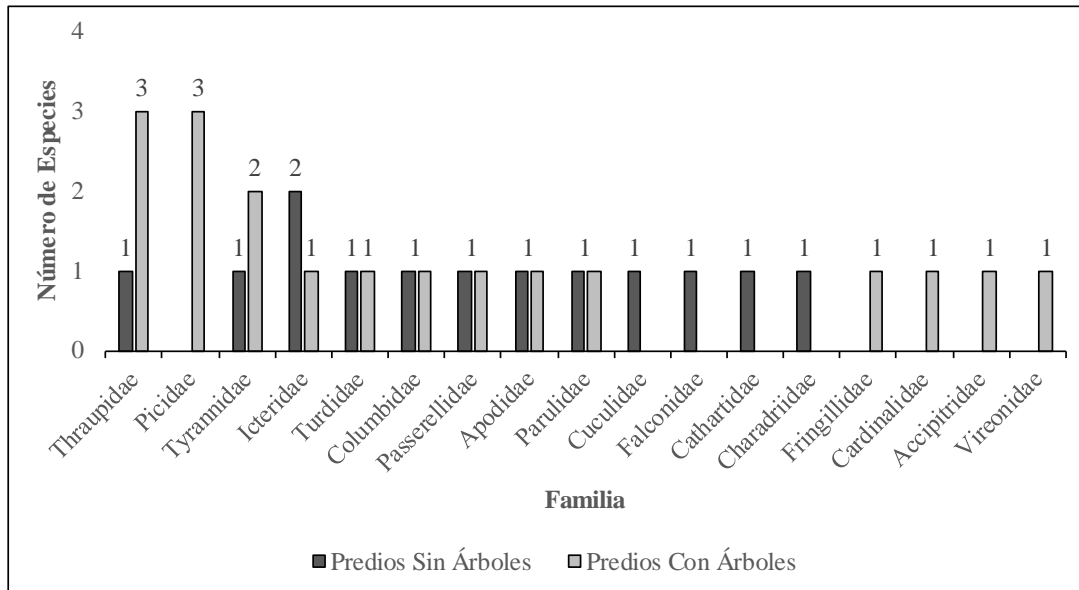
<b>Predios Sin Árboles</b>				
<b>Orden filogenético</b>	<b>N.º Familias</b>	<b>N.º Géneros</b>	<b>N.º Especies</b>	<b>Abundancia</b>
Columbiformes	1	1	1	11
Cuculiformes	1	1	1	24
Apodiformes	1	1	1	2
Charadriiformes	1	1	1	2
Cathartiformes	1	1	1	2
Falconiformes	1	1	1	8
Passeriformes	6	7	7	66
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>115</b>
<b>Predios Con Árboles</b>				
<b>Orden filogenético</b>	<b>N.º Familias</b>	<b>N.º Géneros</b>	<b>N.º Especies</b>	<b>Abundancia</b>
Columbiformes	1	1	1	10
Apodiformes	1	1	1	11
Accipitriformes	1	1	1	1
Paciformes	1	2	3	8
Passeriformes	9	11	12	129
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>159</b>

*Nota.* Clasificación taxonómica de avifauna y el total de individuos para los predios sin árboles y con árboles.

En la Figura 24, se observa que, para los predios con árboles las familias Thraupidae y Picidae registraron el mayor número de especies y para el caso de los predios sin árboles la familia Icteridae fue la que presentó el mayor número de especies. De igual forma, los dos sistemas ganaderos comparten ocho familias.

**Figura 24**

*Familias de avifauna presentes en los dos sistemas ganaderos*

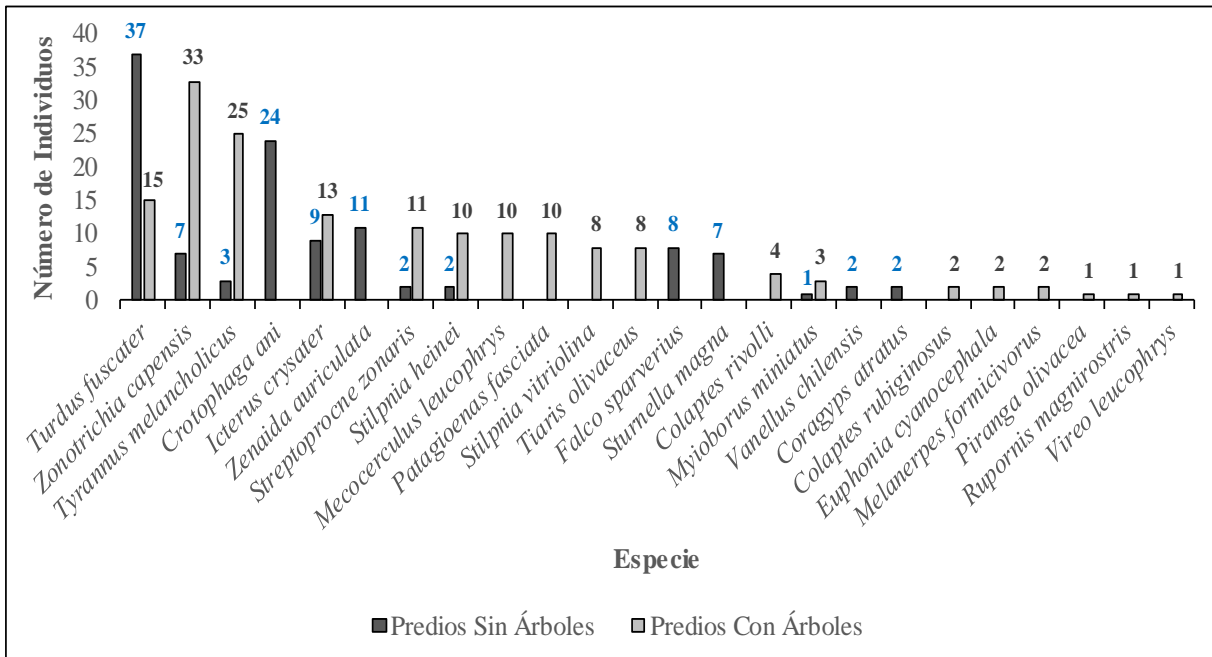


*Nota.* Se presentan las familias y el número de especies de aves que registra cada una, para los dos sistemas ganaderos.

Si siguiendo este orden, en los predios con árboles la especie *Zonotrichia capensis* presentó la mayor abundancia con 33 individuos, seguida por *Tyrannus melancholicus* con 25 individuos; por el contrario, las especies *Piranga olivacea*, *Rupornis magnirostris* y *Vireo leucophrys* registraron el menor número de individuos. Por otra parte, en los predios sin árboles la especie más abundante fue *Turdus fuscater* con 37 individuos, seguido por *Crotophaga ani* con 24 individuos, mientras que el *Myioborus miniatus* obtuvo el menor número de individuos (Figura 25). En el Apéndice G, se agregó el registro fotográfico de las especies observadas en los dos sistemas ganaderos.

Figura 25

Abundancia de especies de aves en los dos sistemas ganaderos



Nota. Número de individuos por cada especie para predios con árboles y sin árboles.

En la

Tabla 10, se muestra que las especies de aves presentes en los predios sin árboles en su totalidad son residentes o sedentarias en el país, mientras que en los predios con árboles se registró que la especie *Piranga olivacea* (Tángara veranera) es migratoria boreal; se destacan dos especies endémicas a nivel de subespecie y según su distribución, las cuales son *Colaptes rubiginosus buenavistae* (Carpintero Moteado) y *Melanerpes formicivorus flavigula* (Carpintero de Roble), asimismo, una especie casi endémica como lo es *Stelpnia vitriolina* (Tángara matorralera). En general, ninguna de las especies identificadas presenta algún estado de amenaza tanto a nivel nacional (Libro Rojo de Aves de Colombia), como mundial (IUCN).

Tabla 10

Endemismo y estados de conservación de avifauna para los dos sistemas ganaderos

Predios Sin Árboles					
Nombre científico	Nombre común	Familia	Distribución	IUCN	LR-COL
<i>Zenaida auriculata</i>	Paloma	Columbidae	R	LC	LC
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero Común	Cuculidae	R	LC	LC
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejos	Apodidae	R	LC	LC
<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván	Charadriidae	R	LC	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Chulo	Cathartidae	R	LC	LC
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	Falconidae	R	LC	LC
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí Común	Tyrannidae	R	LC	LC
<i>Turdus fuscater</i>	Mirla Común	Turdidae	R	LC	LC
<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetón	Passerellidae	R	LC	LC
<i>Icterus crysater</i>	Toche	Icteridae	R	LC	LC
<i>Sturnella magna</i>	Turpial Oriental	Icteridae	R	LC	LC
<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Adornada	Parulidae	R	LC	LC
<i>Stilpnia heinei</i>	Tángara Capirotada	Thraupidae	R	LC	LC
Predios Con Árboles					
Nombre científico	Nombre común	Familia	Distribución	IUCN	LR-COL
<i>Patagioenas fasciata</i>	Torcaza	Columbidae	R	LC	LC
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejos	Apodidae	R	LC	LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	Accipitridae	R	LC	LC
<i>Melanerpes formicivorus flavigula</i>	Carpintero de Roble	Picidae	E-Sub	LC	LC
<i>Colaptes rubiginosus buenavistae</i>	Carpintero Moteado	Picidae	E-Sub	LC	LC
<i>Colaptes rivoli</i>	Carpintero Candela	Picidae	R	LC	LC
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Piojito Gargantillo	Tyrannidae	R	LC	LC
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí Común	Tyrannidae	R	LC	LC
<i>Vireo leucophrys</i>	Vireo montañés	Vireonidae	R	LC	LC
<i>Turdus fuscater</i>	Mirla Común	Turdidae	R	LC	LC
<i>Euphonia cyanocephala</i>	Tangará cabeza celeste	Fringillidae	R	LC	LC
<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetón	Passerellidae	R	LC	LC
<i>Icterus crysater</i>	Toche	Icteridae	R	LC	LC
<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Adornada	Parulidae	R	LC	LC
<i>Piranga olivacea</i>	Tángara veranera	Cardinalidae	MB	LC	LC
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero cariamarillo	Thraupidae	R	LC	LC
<i>Stilpnia vitriolina</i>	Tángara matorralera	Thraupidae	CA	LC	LC
<i>Stilpnia heinei</i>	Tángara Capirotada	Thraupidae	R	LC	LC

*Nota.* IUCN - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Especies amenazadas a nivel mundial); LR-COL - Libro Rojo de Aves de Colombia (Especies amenazas a nivel nacional); R- Residente; E-Sub - Endémica a nivel subespecie; MB - Migratoria boreal; CA - Casi endémica; LC – Preocupación menor.

Por otra parte, los índices de Simpson y Margalef indican que los predios con árboles son más diversos y registran la mayor riqueza de avifauna en comparación con los predios sin árboles (Tabla 11); en términos de equidad los dos sistemas ganaderos presentan una diversidad media según el índice de Shannon.

**Tabla 11**

*Valores de diversidad de avifauna para los dos sistemas ganaderos*

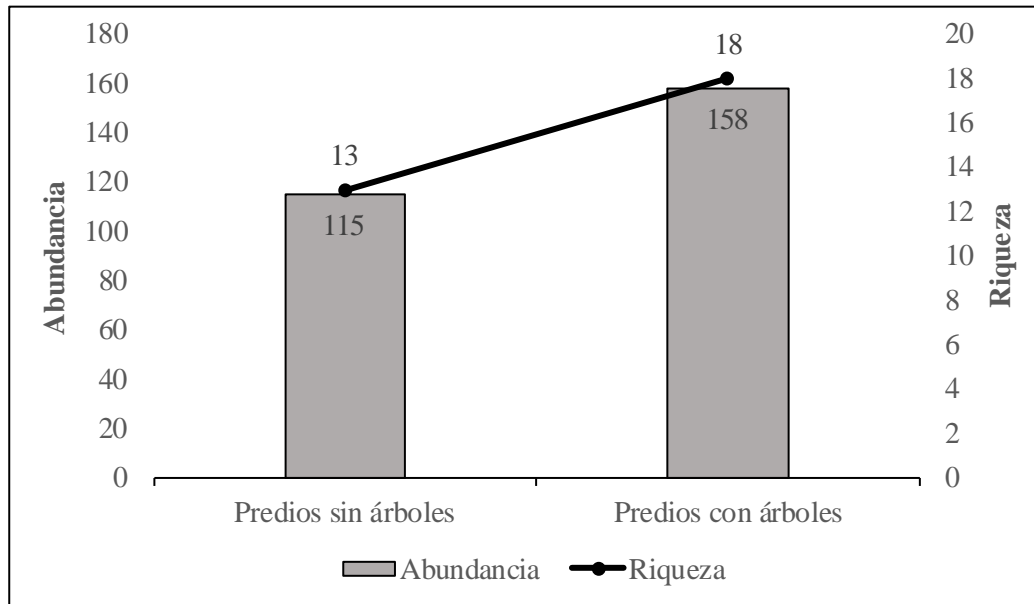
<b>Predios</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>
Sin árboles	2,06	0,82	2,53
Con árboles	2,48	0,89	3,36

*Nota.* Índices de diversidad de aves para predios con árboles y sin árboles.

Los predios con árboles presentaron la mayor abundancia y riqueza de aves con 159 individuos y 18 especies (Figura 26). Además, en términos de similitud, el cálculo del índice de Jaccard arrojó un valor de 0,28, lo que indica que los dos sistemas ganaderos comparten pocas especies.

**Figura 26**

*Riqueza y abundancia de avifauna en los dos sistemas ganaderos*



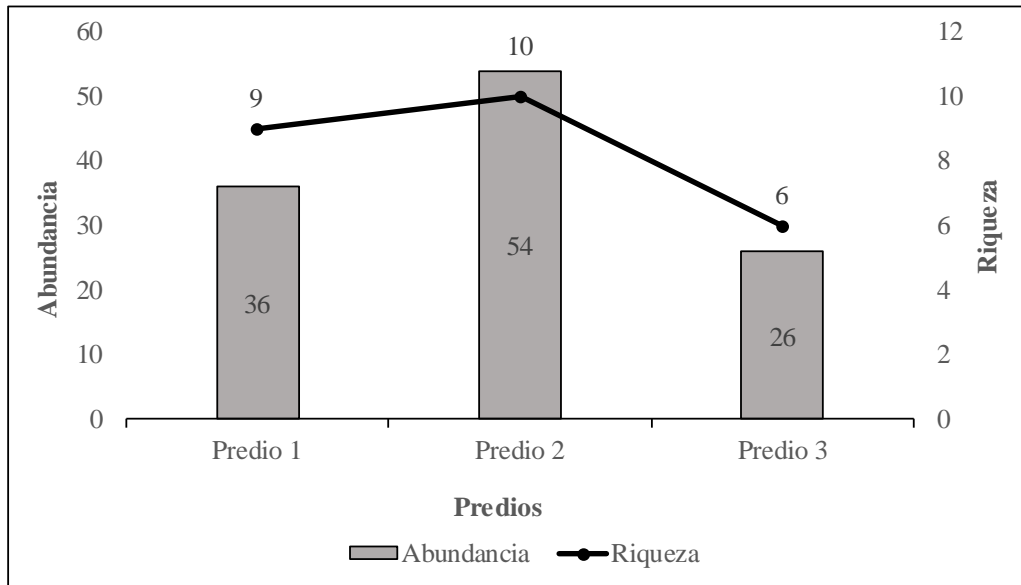
*Nota.* Se presenta el total de especies e individuos de aves para predios sin árboles y con árboles.

#### ***4.3.2 Diversidad y composición de avifauna por predios***

En cuanto a la diversidad de aves por predios, se evidencia que en el sistema ganadero sin árboles el predio 2 presenta la mayor riqueza y abundancia (10 especies y 53 individuos), mientras que el predio 3 presentó la menor riqueza y abundancia (seis especies y 26 individuos) (Figura 27). Es importante resaltar que, el predio 1 es el más diverso con relación al número de individuos por especie.

**Figura 27**

*Abundancia y riqueza de avifauna en los predios sin árboles*

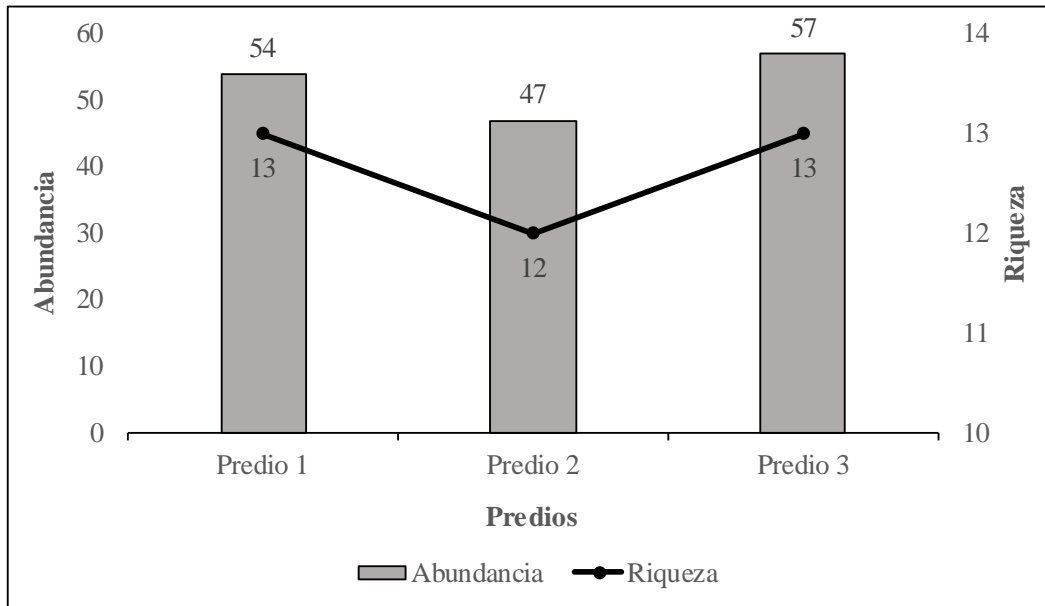


*Nota.* Total, de especies e individuos de aves por predios para el sistema ganadero sin árboles.

En la Figura 28 se observa que, en el sistema ganadero con árboles el predio 3 presentó la mayor abundancia de aves con 57 individuos, sin embargo, los predios 1 y 3 presentaron la mayor riqueza con 13 especies. Por otro lado, el predio 2 registró la menor abundancia y riqueza, pero es el más diverso en términos de número de individuos por especie.

**Figura 28**

*Abundancia y riqueza de avifauna en los predios con árboles*



*Nota.* Total, de especies e individuos de aves por predios para el sistema ganadero con árboles.

Por consiguiente, los índices de diversidad calculados (Tabla 12) indican que, en los predios sin árboles el predio 2 presenta la mayor dominancia (estimada por el índice de Simpson) con un valor de 0,86, de la misma manera registra la mayor diversidad en términos de equidad con un valor de 2,10 y la mayor riqueza con un valor de 2,26. Por otro lado, en los predios con árboles, según el cálculo de los índices de Shannon, Simpson y Margalef el predio 1 es el más diverso registrando valores de 2,32; 0,88 y 3,01, respectivamente.

Tabla 12

*Valores de diversidad de avifauna por predios*

<b>Predios sin árboles</b>			
<b>Predios N°</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>
1	1,90	0,81	2,23
2	2,10	0,86	2,26
3	1,25	0,59	1,53
<b>Predios con árboles</b>			
<b>Predios N°</b>	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Índice de Margalef</b>
1	2,32	0,88	3,01
2	2,24	0,87	2,86
3	2,23	0,87	2,97

*Nota.* Índices de diversidad de aves para los seis predios de los dos sistemas ganaderos.

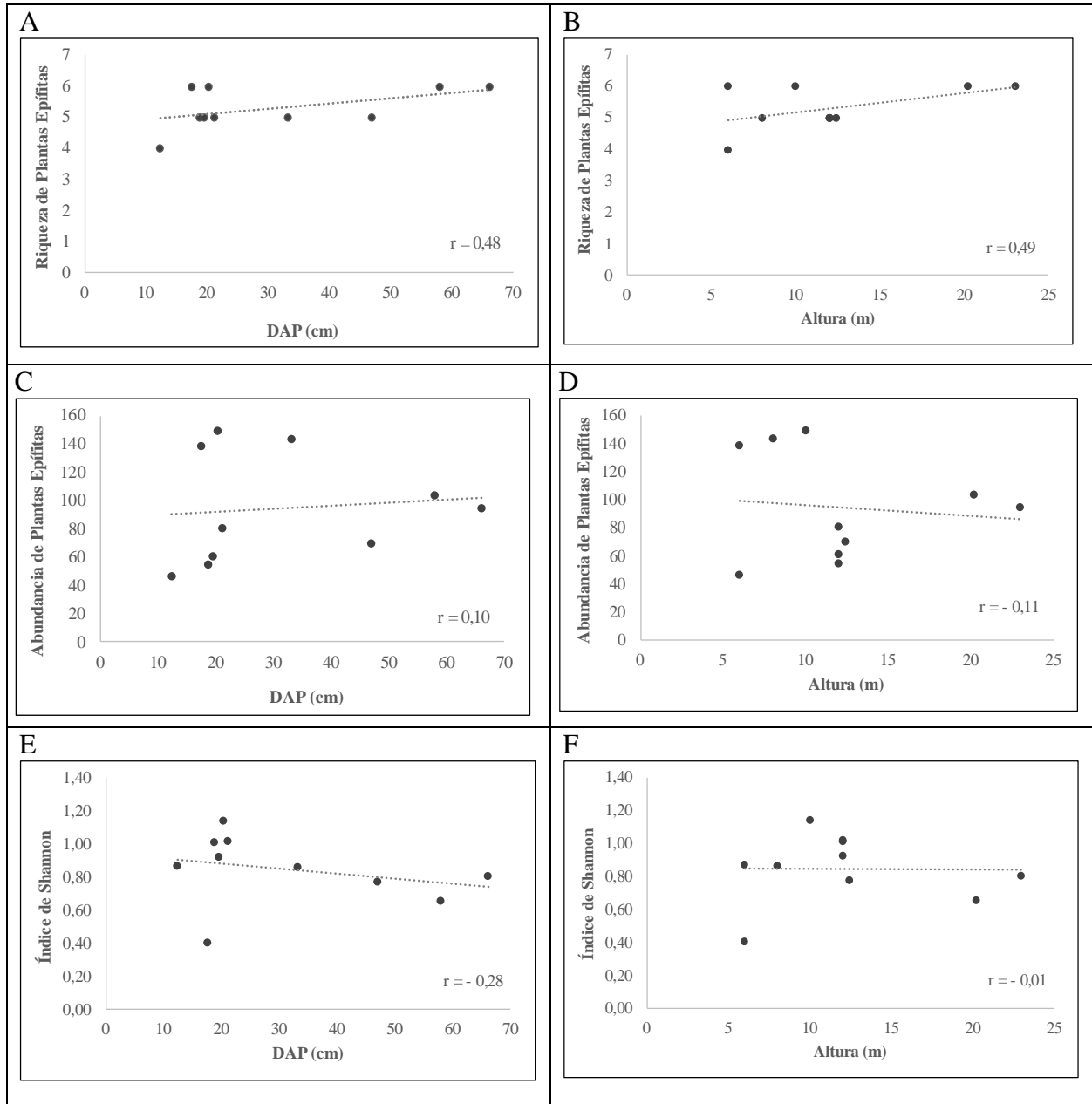
#### **4.4 Análisis de correlación entre variables**

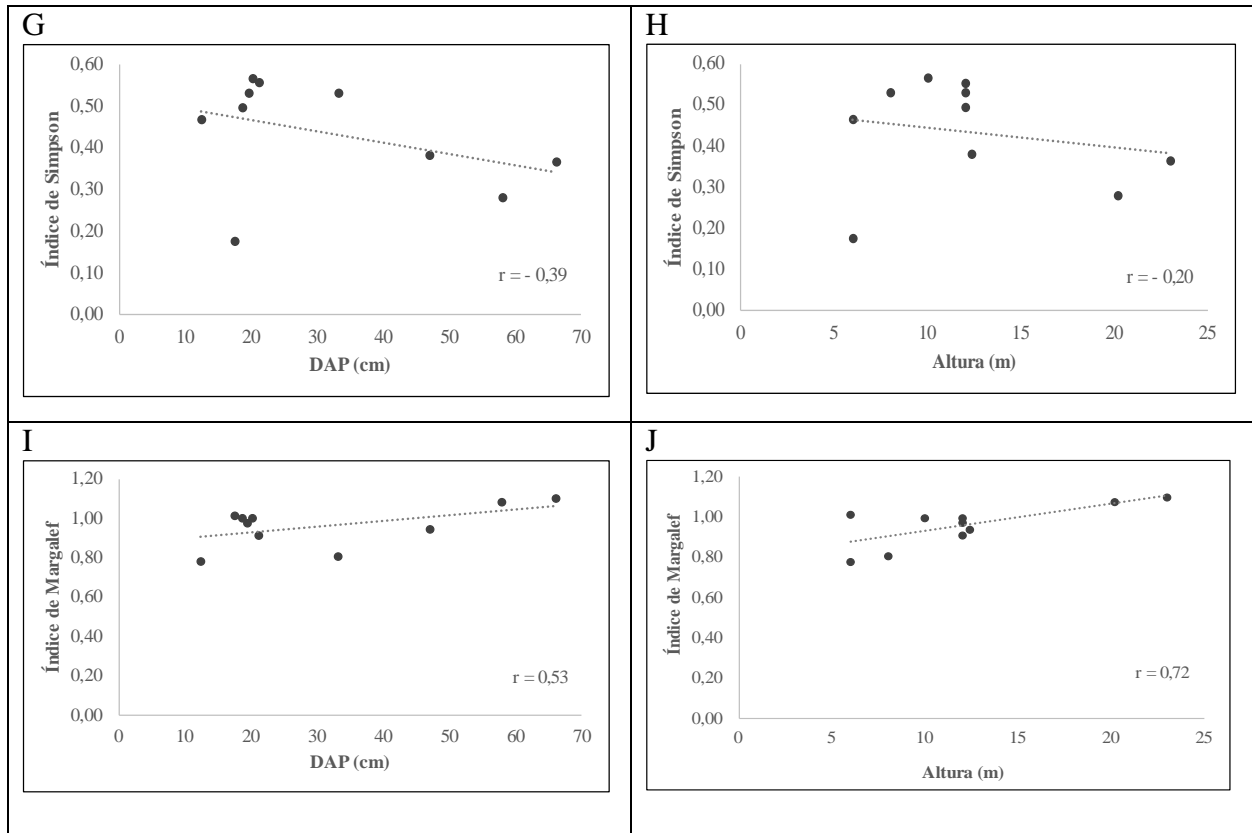
##### **4.4.1 Correlación entre árboles y epífitas**

Mediante el análisis de correlación se deduce que, en general, existe una baja relación entre las variables analizadas (Apéndice H). Sin embargo, en los predios sin árboles se presentaron correlaciones medias entre: DAP – Riqueza; Altura – Riqueza; DAP – Índice de Margalef y Altura – Índice de Margalef (Figura 29).

**Figura 29**

*Gráficas de dispersión de las correlaciones forófito - plantas epífitas predios sin árboles*



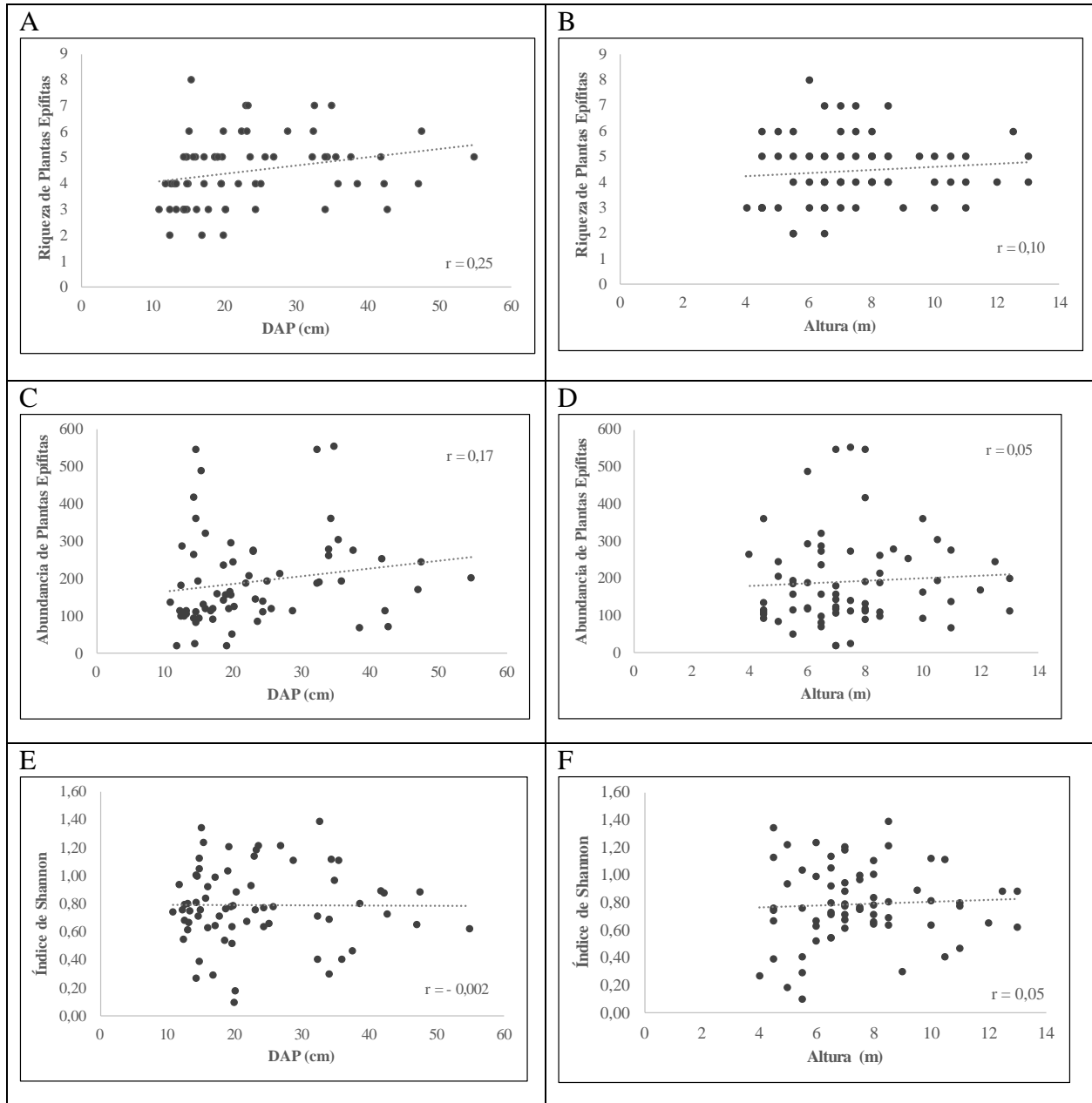


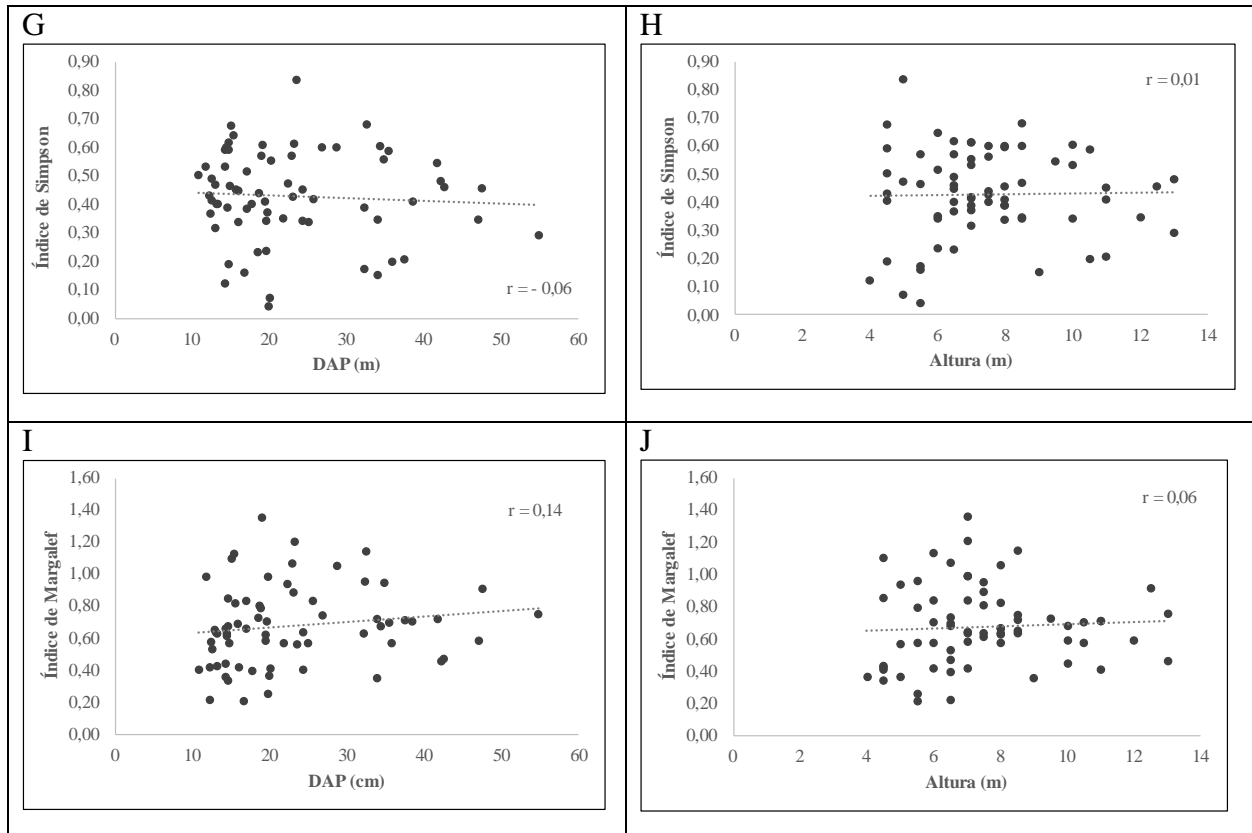
*Nota.* Se muestran las gráficas de dispersión de las correlaciones entre siete variables relacionadas a las plantas epífitas con el hospedero para los predios sin árboles.

Asimismo, los predios con árboles registraron correlaciones bajas entre las variables evaluadas, al igual se observa que la relación entre DAP – Índice de Shannon y DAP – Índice de Simpson presentaron correlaciones negativas (Figura 30) (Apéndice H).

**Figura 30**

*Gráficas de dispersión de las correlaciones forófito - plantas epífitas predios con árboles*





*Nota.* Se muestran correlaciones entre siete variables relacionadas a las plantas epífitas con el hospedero para los predios con árboles.

## 5. Discusión

Debido al incremento de la expansión agrícola y pecuaria se ha cambiado el uso del suelo, especialmente para la cría de ganado bovino, ocasionando la fragmentación de los diferentes hábitats. Es importante resaltar la presencia de árboles aislados y cercas vivas como estrategia de conservación de la diversidad. Estos árboles representan un papel importante en los ecosistemas

fragmentados, por presentar diferentes funciones ecológicas y prestar servicios ecosistémicos (Adrian et al., 2006).

En cuanto a la percepción de los servicios ecosistémicos, la mayoría de los encuestados tienen un sistema agropecuario en sus fincas. Los servicios de provisión fueron los más percibidos, ya que la comunidad tenía conocimiento de los productos que podía obtener de sus fincas. Dentro de este grupo los servicios más observados fueron materias primas y agua potable, en concordancia con la investigación de Aguado et al. (2018); esto debido a la presencia de relictos de bosque en sus fincas y a la siembra de árboles para la conservación como *Trichanthera gigantea* (Yátago), *Gliricidia sepium* (Matarratón), *Erythrina edulis* (Chachafruto), *Acacia mangium* (Acacia), *Alnus glutinosa* (Alisos), *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), *Cupressus* (Pino), *Quercus humboldtii* (Roble), *Salix humboldtiana* (Sauce), *Fraxinus chinensis* (Urapán), *Escallonia pendula* (Loqueto), *Myrsine guianensis* (Cucharero), *Sambucus* sp. (Sauco o Tilo) y *Cedrela odorata* (Cedro), ya que algunas de estas especies generan madera, leña, semillas, forraje y uso medicinal; además de la presencia de huertos y cultivos para el autoconsumo.

En cuanto a los servicios de regulación obtuvieron una percepción media, posiblemente porque las personas tienen poco conocimiento sobre los beneficios y funciones que ejercen los árboles aislados y las cercas vivas en las fincas. Aun así, los servicios más percibidos de este grupo fueron en primer lugar la regulación del clima, lo que concuerda con Wua et al. (2022) y Aguado et al. (2018); puesto que en las fincas donde hay presencia de árboles y arbustos que son usados para forraje y sombra, éstos generan un microclima más frío y húmedo, debido a la intercepción de la radiación y la precipitación. Asimismo, la absorción de agua a través del sistema de raíces y los flujos de escorrentía cortical alrededor del árbol, aumenta la infiltración y mejora la concentración de agua en el suelo (Filipović, 2020). También, los árboles aumentan la

concentración de nutrientes con la acumulación de hojarasca, procesos de intercambio de nutrientes en su follaje, y el estiércol de los animales lo que hace que el suelo sea más productivo (Adrian et al., 2006). En segundo lugar, el servicio de polinización fue percibido con un 95%, en vista de que la comunidad observó una alta asociación entre los árboles y plantas epífitas, aves, abejas, mariposas y hormigas, contrario a lo descrito por Gómez y Barón (2020), donde la polinización fue el menos percibido con un 5%.

Los servicios culturales registraron una baja percepción; esto porque las personas se encuentran dentro de una zona de confort, es decir, se produce y se trabaja de cierta manera en el entorno y no necesitan de más; al mencionarles los servicios culturales, ellos como residentes no lo ven como una opción económica y rechazan una nueva forma de aprovechar los paisajes, como por ejemplo el ecoturismo, avistamiento de aves y recreación con la naturaleza. Aun así, los servicios más percibidos dentro de este grupo fueron los valores estéticos debido a la vista paisajística y salud física y mental, en vista de que las personas salen a caminar por los senderos de sus fincas, diferente al estudio realizado por Villamagua (2017), que encontraron rituales y tranquilidad como los más importantes.

Por otro lado, en los dos sistemas ganaderos se registraron 18 especies arbóreas, pertenecientes a 16 familias y 956 individuos. Los predios con árboles obtuvieron la mayor presencia de individuos, esto se debe a que los dueños de las fincas permiten la regeneración natural de los árboles dentro del predio o como cercas vivas, en este caso porque tienen mayor durabilidad que los cercos artificiales para evitar el movimiento del ganado hacia otras fincas (Harvey et al., 2005; Andrade et al., 2008). Como era de esperarse, los predios con árboles obtuvieron el mayor número de individuos, pero en cuanto a la captura y almacenamiento de biomasa aérea en pie fue mayor en los predios sin árboles, aun cuando esos árboles son menos del

11% del total de los individuos en predios con árboles. Esto porque el DAP y la altura de los individuos de los predios con árboles es inferior a la de los individuos encontrados en los predios sin árboles, ya que presentan DAP y alturas superiores a los 60 cm y 30 m respectivamente, como las especies *Cupressus* y *Eucalyptus globulus* que registraron medidas superiores a las ya mencionadas, similar a lo reportado por Borrero (2012), donde los árboles con mayor porte registraron la mayor biomasa calculada.

Se registró una mayor abundancia de plantas epífitas en los predios con árboles; la alta presencia de árboles permite una mayor colonización de estas plantas, lo cual ya ha sido expuesto por varios autores (Köster et al., 2009; Werner y Gradstein, 2009; Francisco et al., 2021). En los dos sistemas, existe la presencia de árboles longevos con diámetros mayores a 40 cm, los cuales tienen el mayor número de individuos epífitos, en concordancia con el estudio de Zhao et al. (2015), donde obtuvieron que los árboles grandes o longevos albergan una proporción sustancial de la comunidad de epífitas. La presencia de las plantas epífitas en los sistemas ganaderos es de gran importancia, ya que éstas ofrecen diferentes servicios ecosistémicos al proporcionar alimento, hábitat para muchas aves, insectos, invertebrados y anfibios, importantes reguladores del agua, aportan al ciclo de nutrientes, conforman gran parte de la biomasa de los ecosistemas y representan un componente importante en la diversidad y función de los ecosistemas (Richards et al., 2020).

Teniendo en cuenta las correlaciones, se evidenció que son bajas, ya que, no existe un aumento continuo de plantas epífitas a medida que aumenta el DAP o la altura, diferente al estudio realizado por Spruch et al. (2019), donde observaron un aumento continuo en la abundancia de epífitas para árboles grandes. Respecto a la distribución vertical de las plantas epífitas, se evidenció que la mayor riqueza y abundancia se localizó en Z3, esto coincide con el estudio realizado por Espinoza y Joya (2020), que registraron una mayor riqueza y abundancia en los estratos

intermedios. Esto sucede porque estas plantas ocupan sitios donde varía la exposición de luz, y crean adaptaciones para sobrevivir, pues las que están mayormente expuestas al sol, tienen follaje grueso y estrecho para evitar la deshidratación, mientras que las especies con poca luz y condiciones de humedad tienen hojas más delgadas con textura ondulada y puntas goteantes para desechar el exceso de agua (Granados et al., 2003). Se observó que las especies más dominantes fueron *Tillandsia recurvata* en los predios con árboles, especie que es altamente tolerante a la radiación y sequías, y *Tillandsia biflora* en los predios sin árboles, especie que mejor se adapta al rango altitudinal donde se encuentran estos predios.

Gracias a la abundancia de las plantas epífitas, éstas atraen a las aves por poseer una gran fuente de alimento, además de los frutos que son proporcionados por los árboles. Es importante resaltar que cuanto mayor presencia de árboles haya en las fincas mayor será la presencia de aves, como lo demuestra Francioli et al. (2022), que registraron 53 especies en los sistemas con árboles y 43 especies en los pastizales sin árboles. La abundancia y la riqueza de aves también se debe a la época en que se realiza la observación, para el estudio se observó mayor presencia de aves en los meses de abril y mayo, época en que la flora comienza su etapa de fructificación. Además, la presencia de relictos de bosques cerca de los predios contribuye a que la diversidad de aves sea más alta. Las aves, son importantes en los sistemas ganaderos porque brindan control biológico de las plagas que se encuentran con mayor frecuencia en los pastos, además, polinizan vegetación nativa, son dispersores de semillas y tienen un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y restauración de las funciones en paisajes agrícolas (Gómez y García, 2014).

Para finalizar, como era de suponerse los predios con árboles registraron la mayor riqueza y abundancia que los predios donde la presencia de árboles es baja, por lo tanto, su importancia es evidente a nivel de paisaje al contribuir con la conservación, los procesos de regeneración natural

y la provisión de servicios ecosistémicos. Además, mejoran las condiciones de vida de las personas que habitan en el campo, al proveer servicios ecosistémicos como el mejoramiento del suelo, favoreciendo el establecimiento y mantenimiento de los pastos en los predios, como la provisión de sombra y forraje para el ganado. Asimismo, contribuyen en la fijación de carbono, reduciendo las emisiones de GEI generados por las actividades agropecuarias (Rojas et al., 2021). De igual forma, los árboles en las fincas son hábitat para el establecimiento de plantas epífitas que brindan una variedad de recursos y nichos para diferentes organismos, en los que se encuentran las aves, que en conjunto aportan con el aumento de la biodiversidad y cumplen funciones y atributos necesarios para la sostenibilidad del sistema y la protección de los recursos naturales, haciendo el sistema productivo ganadero más sostenible.

## **6. Conclusiones**

Estudiar la perspectiva de los servicios ecosistémicos desde el punto de vista de la comunidad es importante, ya que tienen un concepto diferente de los mismos, por ejemplo, consideran que los árboles dispersos o las cercas vivas son solo para la sombra o de barrera y son ajenos de los múltiples beneficios que estos les están proporcionando. Se determinó que los servicios más percibidos por la comunidad fueron los servicios de provisión, seguidos por los de regulación y culturales; de éstos los más usados son el agua para consumo humano y animal, y la leña para combustible son los más importantes en función de su frecuencia de uso.

Al evaluar la diversidad de especies arbóreas y plantas epífitas, se determinó que los predios con árboles presentaron la mayor riqueza y abundancia en comparación con los predios

sin árboles, la especie arbórea más abundante fue *Escallonia pendula*; en cuanto a plantas epífitas la especie más abundante fue *Tillandsia recurvata*, a nivel de estratificación vertical fueron más evidentes en el estrato superior, reflejando que éstas se adaptan mejor a esas condiciones climáticas. Por lo tanto, los predios con árboles proporcionan mayores servicios ecosistémicos.

Se logró identificar que cuanto mayor presencia de árboles existan en los sistemas ganaderos, mayor será la riqueza y abundancia de aves, se evidenció que el orden Passeriformes presentó la cantidad más alta de especies para los dos sistemas, las cuales son especies generalistas.

Por lo tanto, la presencia de árboles ya sean dispersos o como cercas vivas en los predios, brindan gran variedad de beneficios, tanto para el medio ambiente como para las comunidades, esto si se les da un buen manejo y uso sostenible y así mejorar la calidad de vida.

## **7. Recomendaciones**

Es necesario que los dueños de los predios, siembren árboles o implementen sistemas silvopastoriles, en pro de la sostenibilidad, sustentabilidad y rentabilidad que generan a la comunidad y al medio ambiente.

Para futuras investigaciones, se sugiere realizar estudios donde se identifiquen los cambios físicos y químicas del suelo debido a la presencia de árboles aislados en sistemas ganaderos.

Se sugiere dar continuidad a este tipo de investigaciones, teniendo en cuenta, que las comunidades carecen de información, acerca de los servicios ecosistémicos y otros temas relacionados con el medio ambiente.

**Referencias bibliográficas**

- Adrian, D., Joern, F., y David, B. (2006). Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. [Los árboles dispersos son estructuras clave – Implicaciones para la conservación]. *Biological Conservation*, *Volume (133)*. 311-321. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320706001807>.
- Aguado, M., González, J., Bellott, K., López, C., y Montes, C. (2018). Exploring subjective well-being and ecosystem services perception along a rural–urban gradient in the high Andes of Ecuador. [Explorando el bienestar subjetivo y la percepción de los servicios ecosistémicos a lo largo de un gradiente rural-urbano en los Andes altos de Ecuador]. *Ecosystem Services*, *Volume (34)*. Part A. Pages 1-10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617305284>
- Álvarez, F., Casanoves, F., Suárez, J., y Pezo, D. (2021). The effect of different levels of tree cover on milk production in dual-purpose livestock systems in the humid tropics of the Colombian Amazon region. [El efecto de diferentes niveles de cobertura arbórea en la producción de leche en sistemas ganaderos de doble propósito en el trópico húmedo de la Amazonía colombiana]. *Agroforest Syst*, *95*, 93–102.
- Andrade, H., Brook, R., y Ibrahim, M. (2008). Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. [Crecimiento, producción y secuestro de carbono de sistemas silvopastoriles con especies

maderables nativas en las tierras bajas secas de Costa Rica]. *Plant Soil*, 308, 11–22.  
<https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s11104-008-9600-x>

Ayerbe, F. (2019). Guía ilustrada de la avifauna colombiana, Segunda edición. Medellín, Colombia: Puntoaparte bookvertising.

Balvanera, P., y Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 8-15. ISSN: 1405-2849.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908502>

Ballesteros, H., y Aristizabal, G. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM. Subdirección de Meteorología* (Bogotá, Colombia). 96p.

Banks, C., Mark, R., Folkard, H., y Fraser, A. (2020). Countering the effects of habitat loss, fragmentation, and degradation through habitat restoration. [Contrarrestar los efectos de la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat a través de la restauración del hábitat]. *One Earth*, Volume 3, 672-676.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332220306060>

Barrios, N. (2019) ¿Qué son los servicios ecosistémicos? <https://www.cuc.edu.co/noticias/67-generales/4508-que-son-los-servicios-ecosistemicos>

Beaulieu, A. (2022). *The spruce. Herbaceous Plants: Definition and Examples*. [Plantas herbáceas: definición y ejemplos]. <https://www.thespruce.com/what-are-herbaceous-plants-2131063>

- Bethancourt, H., Lam, F., Vanderlinder, D., Martínez, M., Pérez, H., Arthur, J., y Martínez, A. (2016). *Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana*. BioPasos. <https://www.biopasos.com/documentos/086.pdf>
- Borrero, J. (2012). *Biomasa aérea y contenido de carbono en el campus de La Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá*. (Trabajo de Investigación). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D. C. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8987/BorreroBenavidesJuanCamilo2012.pdf?sequence=1>
- Briggs, D. (2003). Environmental pollution and the global burden of disease. [La contaminación ambiental y la carga mundial de enfermedades]. *British Medical Bulletin*, Volume 68, 1–24. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg019>
- Calle, Z., Murgueitio, E., y Chará, J. (2012). Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration. [Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje]. *Unasylva*, 63(1), 31- 40.
- Ceja, J., Espejo, A., López, A., García, J., Mendoza, A., y Pérez, B. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*, Vol. 1, Núm. 91, pp. 34-41. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463006.pdf>
- Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales [CREAF]. (2016). *¿Qué son los servicios ecosistémicos?* <http://blog.creaf.cat/es/conocimiento/que-son-los-servicios-ecosistemicos/>
- Contreras, S., Martínez, J., Raghavan, B., López, L., y Garrido, J. (2021). Silvopastoral systems: Mitigation of greenhouse gases in the Tropical Dry Forest-Colombia. [Sistemas

- silvopastoriles: mitigación de gases de efecto invernadero, bosque seco tropical - Colombia]. *Agronomía Mesoamericana*, 32 (3), 901-919. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v32i3.43313>
- Chará, A., y Chará, J. (2020). Efecto de los sistemas silvopastoriles sobre la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos en agro-paisajes tropicales. *Investigación pecuaria para el desarrollo rural*, 32 (11), 184.
- Cubbage, F., Balmelli, G., Bussoni, A., Noellemeyer, C., Pachas, A., Fassola, H., Colcombet, L., Rossner, B., Frey, G., Dube, F., Lopes de Silva, M., Stevenson, H., Hamilton, J., y Hubbard, W. (2012). Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. [Comparación de sistemas silvopastoriles y perspectivas en ocho regiones del mundo]. *Agroforestry Systems*, 86, 303–314. <https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1007/s10457-012-9482-z>
- De Groot, R., Wilson, M., y Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. [Una tipología para la clasificación, descripción y valoración de las funciones, bienes y servicios de los ecosistemas]. *Ecological economics*, 41(3), 393-408.
- de la Caridad Milera, M. (2021). Functions of ecosystemic services in animal husbandry systems in Cuba. [Funciones de los servicios ecosistémicos en los sistemas ganaderos en Cuba]. *Pastos y Forrajes*, 44. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942021000100022&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100022&lng=es&tlng=pt).

- Espinoza, P., y Joya, A. (2020). *Diversidad y distribución vertical de orquídeas y bromelias epífitas en bosques contrastantes de los Andes Noroccidentales* (tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Fajardo, D., Gonzales, R., Neira, L., Chara, J., y Murgueitio, E. (2009). Influence of silvopastoral systems on bird diversity in La Vieja watershed, Colombia. [Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia]. *Recursos Naturales y Ambiente*, (58), 9-16.
- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café. FNC – Cenicafé. (Colombia)*. 342p. [https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa\\_y\\_sistemas\\_agroforestales\\_con\\_caf%C3%A9.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf)
- Filipović, A. (2020). *Water Plant and Soil Relation under Stress Situations*. [Relación Agua Planta y Suelo en Situaciones de Estrés] In R. S. Meena, & R. Datta (Eds.), *Soil Moisture Importance*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93528>
- Francioli G., Abdon L., Schmitt F., Fernando J., Joshua F., Alfredo C., y Moreira, A. (2022). Response of birds to high biodiversity silvopastoral systems: Integrating food production and biodiversity conservation through applied nucleation in southern Brazil. [Respuesta de las aves a los sistemas silvopastoriles de alta biodiversidad: Integrando la producción de alimentos y la conservación de la biodiversidad a través de la nucleación aplicada en el sur de Brasil]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volumen. (324). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880921004138>
- Francisco, T., Rodrigues, D., Garbin, M., Misaki, F., y Ruiz, C. (2021). Role of spatial and environmental factors in structuring vascular epiphyte communities in two neotropical

- ecosystems. [Papel de los factores espaciales y ambientales en la estructuración de comunidades de epífitas vasculares en dos ecosistemas neotropicales]. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, Volume. (51)*.125621, ISSN 1433-8319. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1433831921000330>
- Gómez, J., y Barón, A. (2020). *Relación entre la estructura del paisaje y la provisión de servicios ecosistémicos bajo escenarios de cambio de uso del suelo*. (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Gómez, E., y García, J. (2014). Diversidad de avifauna en paisajes rurales de la cuenca del río La Vieja, Eje Cafetero de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*. 65–66. págs. 83 – 89.
- Granados, D., Hernández M., Sánchez, A., y López, G. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 9(2),101-111. ISSN: 2007-3828. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62913142001>
- Grebner, D., Bettinger, P., Siry, J., Boston, K. (2022). *Common forestry practices*. [Prácticas forestales comunes]. Introduction to Forestry and Natural Resources. Second Edition. 265-294. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128190029000110>
- Gutiérrez, C., Valderrama, C., y Klein, A. (2020). Biological corridors as important habitat structures for maintaining bees in a tropical fragmented landscape. [Los corredores biológicos como importantes estructuras de hábitat para el mantenimiento de las abejas en un paisaje tropical fragmentado]. *J Insect Conserv.* 24, 187–197. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00205-2>
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vílchez, S.,

- Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., ... y Sinclair, F. (2005). Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. [Contribución de las cercas vivas a la integridad ecológica de los paisajes agrícolas]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume (111). 200-230.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880905002823>
- Hernández, I., Pérez, E., y Sánchez, T. (2001). Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos, *Revista Pastos y Forrajes*. Vol. 24, No. 2 (1-2).  
<https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=906>
- Horsin, A., Bras, C., y Theau, J. (2018). *Extensive livestock production*. [Producción ganadera extensiva]. <https://dicoagroecologie.fr/en/dictionnaire/extensive-livestock-production/#:~:text=Extensive%20livestock%20production%20is%20an,to%20the%20farmed%20land%20area>.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2022). *Censos pecuarios Nacional*.  
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021). Crecimiento del hato de ganado bovino en Málaga Santander. Oficina ICA Málaga, Santander.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2020). *Cambio climático*. <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

- Johansson, D. (1974). *Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest*. [Ecología de epífitas vasculares en la selva tropical de África Occidental]. Acta Phytogeographica Suecia. 59. Uppsala.
- Kirch, W. (2008). *Microclimate*. [Microclima]. Encyclopedia of public health. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5614-7\\_2178](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5614-7_2178)
- Köster, N., Friedrich, K., Nieder, J., y Barthlott, W. (2009). Conservation of Epiphyte Diversity in an Andean Landscape Transformed by Human Land Use. [Conservación de la diversidad de epífitas en un paisaje andino transformado por el uso humano del suelo]. *Conservation Biology*, 23 (4), 911-919. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2008.01164.x>
- Linares, R. (2015). *Guía para el Desarrollo de la Ordenación Forestal Integral y Sostenible en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. Bogotá, D. C. 176 p. Anexos. ii.
- López, O., Sánchez, T., Iglesias, J., Lamela, L., Soca, M., Arece, J., y Milera, M. (2017). Silvopastoral systems as alternative for sustainable animal production in the current context of tropical livestock production. [Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical]. *Pastos y forrajes*, 40(2), 83-95. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200001&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Love, B., Bork, E., y Spaner, D. (2009). Tree seedling establishment in living fences: a low-cost agroforestry management practice for the tropics. [Establecimiento de plántulas de árboles

- en cercas vivas: una práctica de manejo agroforestal de bajo costo para los trópicos]. *Agroforestry Systems*, 77(1), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9244-8>
- Manning, A., Fischer, J., y Lindenmayer, D. (2006). Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. [Los árboles dispersos son estructuras clave – Implicaciones para la conservación]. *Biological Conservation*, 132, 311-321. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320706001807>
- Martínez, F. (2020). *Bancos de proteína*. InfopastosyForrajes.com. <https://infopastosyforrajes.com/bancos-de-forraje/bancos-de-proteina/>
- Mendieta, M. y Rocha, L. (2007). *Sistemas agroforestales*. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/1\\_RENF08M538.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf)
- Mijares, O. (2020). *Los servicios ecosistémicos son clave para el desarrollo de la vida en el planeta*. <https://lacontaminacion.org/servicios-ecosistemicos-clave-para-el-desarrollo-de-la-vida-en-el-planeta/>
- Millenium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. [Ecosistemas y Bienestar Humano]. 4 volumes. Island Press, EE.UU.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE\\_esp%C3%B1ol\\_web.pdf](http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_esp%C3%B1ol_web.pdf)

- Moran, D., y Blair, K. (2021). *Sustainable livestock systems: anticipating demand-side challenges, animal*. [Sistemas ganaderos sostenibles: anticipando los desafíos del lado de la demanda, animal]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731121001312>
- Nigel, E. (2009). *Biodiversity* [ Biodiversidad]. Encyclopedia of Insects. Second Edition. 75-80. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123741448000217>
- Nuestro municipio (2022). *Alcaldía Municipal de Málaga, Santander*. <http://www.malaga-santander.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Ospina, A. (2006). *Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. Asociación del colectivo de agroecología del Suroccidente Colombiano – ACASOC.
- Pérez, J., y Gardey, A. (2019). *Definición de plantas perennes*. <https://definicion.de/plantas-perennes/>
- Pezo, D. (2019). *Intensificación sostenible de los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: estado del arte*. Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo. Pdf.
- Pulido, P., y Renjifo, L. (2011). Live fences as tools for biodiversity conservation: a study case with birds and plants. [Cercas vivas como herramientas para la conservación de la biodiversidad: un estudio de caso con aves y plantas]. *Agroforestry Systems*. 81, 15–30. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9331-x>
- Real Academia Española [RAE]. (2021). *Avifauna*. <https://dle.rae.es/avifauna>

- Richards, J., Torrez, I., y Waller, D. (2020). Tree longevity drives conservation value of shade coffee farms for vascular epiphytes. [La longevidad de los árboles impulsa el valor de conservación de las fincas de café de sombra para las epífitas vasculares]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volumen (301).  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880920302103>
- Rojas, A., Ortiz, D., López, C., Rojas, R., y Erazo, B. (2021). Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 33(7).
- RH Corporative International. (2019). *La importancia de las aves para el medio ambiente*.  
<https://cirhe.com/las-aves-en-el-medioambiente/>
- Saldaña, T., Juárez, J., y Villar, C. (2014). *Las plantas epífitas, su diversidad e importancia*.  
<http://saberesciencias.com.mx/2014/04/01/las-plantas-epifitas-su-diversidad-e-importancia/>
- Sánchez, Y., Pimentel M., y Suárez, J. (2017). Importancia cultural de vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 20 (2), 393-401.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262017000200017&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262017000200017&lng=en&tlng=es).
- Spruch, L., Hellwig, J., Zotz, G., y Blasio, B. (2019). Modeling community assembly on growing habitat “islands”: a case study on trees and their vascular epiphyte communities. [Modelado del ensamblaje comunitario en "islas" de hábitat en crecimiento: un estudio de caso sobre árboles y sus comunidades de epífitas vasculares]. *Theoretical Ecology*, 12, 513–529.

<https://link-springer-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/article/10.1007/s12080-019-0425-4#citeas>

Stuart, P. (2022). "*deforestation*". [“Deforestación”]. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/deforestation>.

Trejo, I., Martínez, R., Meléndez., y Jiménez, D. (2021). Diversidad de epífitas vasculares en árboles remanentes del género *Ficus* (Moraceae) en sistemas silvopastoriles del sureste de México. *Acta botánica mexicana*, (128). <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1827>

Valdez C., Guzmán, M., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M., y Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Rev. Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>

Villamagua, G. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 102-114. <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/335096>

Werner, F., y Gradstein, S. (2009). Diversity of dry forest epiphytes along a gradient of human disturbance in the tropical Andes. [Diversidad de epífitas de bosques secos a lo largo de un gradiente de perturbación humana en los Andes tropicales]. *Journal of vegetation science*, 20 (1), 59-68. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1654-1103.2009.05286.x>

Wua, R., Tang, H., y Lu, Y. (2022). Exploring subjective well-being and ecosystem services perception in the agro-pastoral ecotone of northern China. [Explorando el bienestar subjetivo y la percepción de los servicios ecosistémicos en el ecotono agropastoril del norte

de China]. *Journal of Environmental Management*, Volumen (318).  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722011641>

Yepes, A., Navarrete, D., Duque, A., Phillips, J., Cabrera, K., Álvarez, E., García, M., y Ordoñez, M. (2011). *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-*. Bogotá D.C., Colombia. 162 p.

Zhao, M., Geekiyanage, N., Xu, J., Khin, M., Nurdiana, D., Paudel, E. y Harrison, R. (2015). *Structure of the Epiphyte Community in a Tropical Montane Forest in SW Chin.* [Estructura de la Comunidad de Epífitas en un Bosque Montano Tropical en SW China]. *PloS uno*, 10 (4), e0122210. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0122210>