



**Institución Universitaria**

# **Análisis de la avifauna en un bosque andino fragmentado para evaluar el potencial de aviturismo en Belmira (Antioquia)**

**Edwar Henry Guarín Galeano**

**Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia  
2022**

# **Análisis de la avifauna en un bosque andino fragmentado para evaluar el potencial de aviturismo en Belmira (Antioquia)**

**Edwar Henry Guarín Galeano**

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

**Magister en Desarrollo Sostenible**

Director(a):

Claudia Patricia Flórez Flórez  
MSc. Bosques y Conservación Ambiental

Codirector:

Carlos Javier Barrera Causil  
PhD. Doctor en Ciencias Estadísticas

Línea de Investigación:

Planificación y el Ordenamiento Sostenible del Territorio  
Línea de investigación en Estadística Bayesiana y Computacional

Grupo de Investigación:

Didáctica y Modelamiento de las Ciencias del Instituto Tecnológico Metropolitano-Davinci

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad, Ciencias Exactas y Aplicadas  
Ciudad, Colombia

Año, 2022

*Dedicatoria*

*A mi madre, mi padre, mis hermanos y a mis hijos, por ser el motor de mis deseos.*

*Las raíces de la educación son amargas, pero la fruta es dulce.*

*Aristóteles*

## Agradecimientos

A mi directora de tesis Claudia Patricia Flórez Flórez, a mi codirector de la tesis Carlos Javier Barrera Causil, al grupo de trabajo del proyecto de investigación José Luis González Montañez, Paula Andrea Salazar, al profesor Jorge Aubad, al grupo de docentes y directivas del programa de maestría en Desarrollo Sostenible del ITM, a la docente enlace Marta Luz Arango, a Jessica María Rojas Mora. A ellos mucha gratitud por el incansable apoyo.

Así mismo, agradezco a funcionarios de la alcaldía del municipio de Belmira Antioquia por facilitar el acercamiento con la comunidad impactada para realizar el trabajo de campo, de igual manera a todos los propietarios de los cinco predios, Aníbal Londoño y familia, Vicente Pulgarín esposa e hijas, Aicardo Villa, Francisco Aguilar, y a los acompañantes en campo, Jader Zapata Pérez, Jesús Sierra Bedoya, y Héctor Darío, quienes dedicaron tiempo o facilitaron permisos para el trabajo en los muestreos. A Southpole, a María Isabel Arango, a la Fundación Sofía Pérez de Soto, por las donaciones para compra de equipos de la investigación, a Victoria Restrepo Duperly, al Laboratorio de ornitología de Cornell por otorgarme una beca en la plataforma *Birds of the World* para consulta sobre la avifauna.

## Resumen

Las especies de aves en el mundo se han visto amenazadas por factores humanos o naturales que afectan su hábitat. Estos factores generan fragmentaciones de bosque que impactan directamente en la riqueza de las especies y por tanto se requiere definir estrategias para su conservación. La presente investigación tuvo como propósito evaluar la avifauna asociada a fragmentos de bosque andino, con fines de aprovechamiento ecoturístico. El trabajo se llevó a cabo haciendo valoraciones ecológicas realizadas sobre áreas seleccionadas y las especies de aves allí encontradas. Tiene lugar en la zona de amortiguación del Distrito de Manejo Integrado Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño del municipio de Belmira, Antioquia.

El área de interés para este estudio presenta escenarios naturales que poseen características susceptibles de ser aprovechadas para aviturismo y propuestas como zonas de espacios para uso público; para esta zona en específico no se cuenta con estudios realizados con métodos donde se realice una aproximación mediante estándares que sugieran el potencial del área para actividades de turismo ornitológico. En esta investigación, se estima a partir de los números de Hill la riqueza y abundancia de aves en fragmentos de bosque andino en el municipio de Belmira-Antioquia, con fines potenciales para el desarrollo de aviturismo. En la zona de estudio se observan más de 23 especies con medidas de potencial para aviturismo superiores a 24 puntos, siendo estos valores los más altos de la metodología evaluada; 32 especies se encuentra en valores entre 20 y 24, y tan sólo 22 especies están por debajo de los 20 puntos. Se evidencia además que, los índices de diversidad calculados presentan correlación negativa con la distancia a los cuerpos de agua, lo que quiere decir que la riqueza y abundancia de especies aumenta a medida que el punto de observación se encuentre más cercano a un cuerpo de agua. Al realizar este trabajo, se considera que en un futuro se pueden desarrollar actividades de observación de aves promovidas por las comunidades locales, donde puedan obtener beneficios económicos y sociales de manera sustentable.

**Palabras clave:** Aviturismo, Bosque Andino, Diversidad de aves, Números de Hill, Potencial de aviturismo, Riqueza de especies de aves.

## Abstract

Bird species in the world have been threatened by human or natural factors that affect their habitat. These factors generate forest fragmentation that directly impact the richness of species and therefore it is necessary to define strategies for their conservation. The purpose of this research was to evaluate the birdlife associated with Andean Forest fragments, for ecotourism purposes. The work was carried out making ecological assessments carried out on selected areas and the bird species found there. It takes place in the buffer zone of the District of Integrated Management System of Paramos and High Andean Forests of the Mid-Northwestern Antioquia of the municipality of Belmira, Antioquia.

The area of interest for this study presents natural scenarios that have characteristics that can be used for bird watching and use of spaces for public use; For this specific area, there are no studies carried out with methods where an approximation is made through standards that suggest the potential of the area for ornithological tourism activities. In this research, the richness and abundance of birds in fragments of Andean Forest in the municipality of Belmira-Antioquia is estimated from Hill's numbers, with potential purposes for the development of birdwatching. In the study area, more than 23 species are observed with measures of potential for bird watching greater than 24 points, these values being the highest of the evaluated methodology; 32 species are found in values between 20 and 24, and only 22 species are below 20 points. It is also evident that the calculated diversity indices present a negative correlation with the distance to the water bodies, which means that the richness and abundance of species increases as the observation point is closer to a water body. When carrying out this work, it is considered that in the future bird watching activities promoted by local communities can be developed, where they can obtain economic and social benefits in a sustainable manner.

**Keywords: Birdwatching, Andean Forest, Bird diversity, Hill numbers, Birdwatching potential, Bird species richness.**

# Contenido

	Pag.
<b>1. Descripción del proyecto .....</b>	<b>13</b>
1.1. Planteamiento del Problema.....	13
1.2. Justificación .....	17
<b>2. Estado del arte y marco teórico .....</b>	<b>20</b>
2.1. Estado del arte.....	20
2.2. Marco teórico .....	24
2.2.1. Ecoturismo.....	24
2.2.2. Aviturismo.....	25
2.2.3. Valor aviturístico potencial.....	25
2.2.4. Índices de diversidad.....	25
<b>3. Hipótesis y Predicciones .....</b>	<b>28</b>
3.1. Hipótesis.....	28
3.2. Predicciones .....	28
<b>4. Objetivos .....</b>	<b>29</b>
4.1. Objetivo General.....	29
4.2. Objetivos Específicos .....	29
<b>5. Metodología.....</b>	<b>30</b>
5.1. Área de estudio y selección de fragmentos de bosque Andino.....	32
5.2. Instalación de puntos de muestreo e identificación de especies.....	35
5.1.1. Fragmento número 1 .....	37
5.1.2. Fragmento número 2 .....	39
5.1.3. Fragmento número 3 .....	41
5.1.4. Fragmento número 4 .....	42
5.1.5. Fragmento número 5 .....	44
5.3. Estimación de diversidad y correlaciones .....	47
5.4. Valoración del potencial de aviturismo (PAV) .....	48
<b>6. Resultados.....</b>	<b>54</b>
6.1. Área de estudio y puntos de muestreo .....	54
6.2. Lista de identificación de especies en la zona de estudio .....	56
6.3. Estimación de diversidad y correlaciones.....	61
6.4. Valoración de variables para determinar el potencial de las aves registradas para prácticas de Aviturismo .....	71
<b>7. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>78</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>80</b>
<b>9. Anexos.....</b>	<b>87</b>

## Lista de figuras

Figura 1.	Zona de estudio. (Fuente propia, 2020).....	34
Figura 2.	Medición de distancias para puntos de conteo.....	37
Figura 3.	Señalización de puntos de conteo.....	37
Figura 4.	Marca de puntos de conteo .....	37
Figura 5.	Toma de datos en puntos de conteo .....	37
Figura 6.	Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 1.....	38
Figura 7.	Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 1.....	38
Figura 8.	Panorámica del fragmento 1 .....	38
Figura 9.	Toma de datos en el fragmento 1 .....	38
Figura 10.	Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 2.....	40
Figura 11.	Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 2.....	40
Figura 12.	Panorámica fragmento 2.....	40
Figura 13.	Panorámica fragmento 2.....	40
Figura 14.	Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 3.....	41
Figura 15.	Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 3.....	41
Figura 16.	Ave Registrada en fragmento 3.....	41
Figura 17.	Panorámica del fragmento 3. ....	41
Figura 18.	Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 4.....	42
Figura 19.	Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 4.....	42
Figura 20.	Interior de bosque fragmento 4.....	43
Figura 21.	Cobertura vegetal fragmento 4 .....	43
Figura 22.	Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 5.....	44
Figura 23.	Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 5.....	44
Figura 24.	Ave registrada en fragmento 5.....	44
Figura 25.	Cobertura vegetal fragmento 5 .....	44

Figura 26. Selección espacial de fragmentos de acuerdo con criterios de área y cobertura. (Fuente propia, 2020). .....	46
Figura 27. Ubicación espacial fragmentos de bosque estudiados.....	55
Figura 28. Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 1.....	56
Figura 29. Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 1.....	56
Figura 30. Número de especies por familia registradas en los fragmentos de bosque en el municipio de Belmira Antioquia .....	57
Figura 31. Representación de la abundancia por familias .....	60
Figura 32. Diversidad de especies para los números de Hill $q:0$ , $q \rightarrow 1$ y $q:2$ por fragmentos, con curvas de acumulación, enrarecidas y extrapoladas. ....	62
Figura 33. Diversidad de especies para los números de Hill $q:0$ $q \rightarrow 1$ y $q :2$ por puntos de muestreo.....	66
Figura 34. Correlaciones de los índices de Hill en los fragmentos versus distancia a centros poblados y cuerpos de agua.....	69
Figura 35. Correlaciones de los índices de Hill en los puntos de muestreo versus distancia al borde del fragmento.....	70

## Lista de Tablas

Tabla 1. Veredas donde se instaló los fragmentos estudiados. ....	35
Tabla 2. Fragmentos, área y propietarios de los fragmentos que cumplieron con los criterios de selección para estudio.....	54
Tabla 3. Listado de especies registradas en la zona de estudio. Las siguientes especies de aves fueron registradas al interior de los fragmentos de bosque durante la fase de campo de esta tesis de maestría. Abreviaturas: AE = Autoridad de la especie; CP = Estado de conservación acuerdo según UICN. ....	58
Tabla 4. Estimación de la abundancia, riqueza y probabilidad de observar una especie en cada uno de los fragmentos de bosque andino estudiado en Belmira Antioquia .....	61
Tabla 5. Índices de diversidad de los números de Hill $q= 0$ , $\rightarrow 1$ y $2$ , observada y estimada por fragmentos de bosque andino con los respectivos cálculos de error estándar además de sus intervalos de confianza al 95 % (LCL, UCL).....	64
Tabla 6. Estimación de la abundancia, riqueza y probabilidad de observar una especie en cada uno de los puntos de muestreo.....	65

**Tabla 7.** Índices de diversidad de Hill  $q= 0, \rightarrow 1$  y  $2$ . observada y estimada por puntos de muestreo y los respectivos cálculos de error estándar e intervalos de confianza al 95 % (LCL, UCL)..... 67

**Tabla 8.** Evaluación de la perceptibilidad de las aves. Pe = Perceptibilidad; DF = Determinante fijo; Pa = Periodo de actividad; Cm = Colorido y mimetismo; T = Tamaño; Pac = Perceptibilidad acústica; C = Conducta; Pi = Perceptibilidad de indicios; Gt = Grado de tolerancia..... 71

**Tabla 9.** Valor aviturístico potencial de las aves PAV; Ve = Valor estético; Ab= Abundancia; Pe = Periodo de actividad; Ec = Estado de Conservación; End = Endemismo; Vu = Valor de uso e importancia científica; Vh = Valor histórico-cultural; St = Singularidad taxonómica..... 74

## Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviatura	Término
A	Abundancia
Ab	Abundancia relativa
AE	Autoridad de la especie
C	Conducta de la especie
Cm	Colorido y mimetismo
CORANTIOQUIA	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
CP	Categoría de Amenaza
DMI	Distrito de Manejo Integrado
Ec	Estado de conservación
End	Endemismo (Endémico)
F1	Fragmento 1
F2	Fragmento 2
F3	Fragmento 3
F4	Fragmento 4
F5	Fragmento 5
GA	Gremios Alimenticios
Gt	Grado de tolerancia
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
LC	Preocupación menor
P1	Punto de muestro número uno
P2	Punto de muestro número dos
P3	Punto de muestreo número tres
Pa	Periodo de actividad
Pac	Perceptibilidad acústica
Pe	Perceptibilidad del ave
Pi	Perceptibilidad de indicios
PVA	Potencial del aviturismo
q:0	Riqueza de especies
q:1	Diversidad de Shannon
q:2	Diversidad de Simpson

RUNAP	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas Sistema de Páramos y Bosques Andinos del Noroccidente
SPBANMA	Medio Antioqueño
St	Singularidad taxonómica
T	Tamaño físico
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
Ve	Valor estético
Vh	Valor histórico cultural
Vu	Valor de uso e importancia científica

---

# 1. Descripción del proyecto

## 1.1. Planteamiento del Problema

Las especies de aves en el mundo se han visto amenazadas por la presencia de los humanos que poco a poco han ocupado su hábitat e impulsados por el desarrollo industrial, centrando sus necesidades para sobrevivir, contaminando o destruyendo cada uno de los recursos que las aves requieren para su subsistencia (Duque & Álvarez, 2013). Al igual que en muchos países en el mundo, la deforestación (legal o ilegal), ha propiciado el desplazamiento o extinción de las especies de aves (Rengifo et al, 2017). En particular, la avifauna, la cual es importante para la prestación de bienes y servicios ambientales, entre ellos; controlar la población de otras especies soporte de procesos y provisión de recursos, han sido afectadas por desarrollo insostenible a nivel mundial y por la falta de la aplicación de políticas, de igual manera por falta voluntad política para trabajar por la conservación (Muñoz & Quintana, 2010).

Como en otros países, el fenómeno de la deforestación (García Marín, 2016), y de la falta de aplicación en normatividad para la conservación de la fauna, esto no es ajeno para Colombia también. Según el sistema de monitoreo de bosques y carbono (SMBYC) del IDEAM, en 2021 se deforestaron 174.103 hectáreas de bosque en Colombia. En Antioquia, un departamento que se caracteriza por presentar un relieve variado, una parte plana y otra montañosa comprendiendo las cordilleras central y occidental de los Andes (Calderón & Benavides, 2021), se presentó en 2021, según SMBYC, un total de 9.751 hectáreas deforestadas, lo que equivale a un 5.6% del total de área deforestada en 2021. Si bien, de acuerdo con la misma fuente, Antioquia presentó una disminución en este aspecto respecto al año anterior, esta cantidad representa un área importante a considerar para la protección de nuestras especies.

Ahora bien, muchos espacios naturales no ofrecen alternativas que pueden convertirse en aliadas de las comunidades cercanas, en términos de beneficios económicos y sociales; teniendo siempre como principio el respeto por los ecosistemas y la conservación de la diversidad. Sin embargo, no siempre esas alternativas son conocidas, o si se conocen no se tienen las competencias y/o acompañamiento para un aprovechamiento responsable; por lo que se generan fuertes impactos de carácter negativo, que afectan considerablemente la calidad de los ecosistemas y la diversidad presente en ellos (González, et al, 2020).

No obstante, por ejemplo, en Perú y costa Rica, Ecuador y Colombia (Bravo et al., 2021), existen ejemplos sobre esquemas de aprovechamiento llevados a cabo, bajo criterios que favorecen un modelo más cercano a lo que se conoce como sostenible; se presta servicios de infraestructura en áreas protegidas para el disfrute de la observación de las aves, integrando elementos que incrementan el bienestar económico y social de las comunidades y a su vez propendan por la conservación de las especies y los espacios naturales.

El ecoturismo actualmente es una de las actividades económicas que muestra mayor crecimiento a nivel mundial (Crespo, 2020), dado que las personas cada vez más buscan espacios en los que puedan acceder a condiciones diferentes a las cotidianas. En el marco del ecoturismo, se encuentra lo que se puede mencionar como una de sus derivaciones, susceptible de ser explorada en múltiples espacios naturales y de uso público; se trata del aviturismo, como actividad que cada día va tomando más fuerza (Suárez, 2020).

De acuerdo con Albrieu et al. (2013), nuevas formas de turismo, como la mencionada, ofrecen oportunidades que pueden ser aprovechadas, según la presencia de especies endémicas, raras y amenazadas, ya que aportan nuevas alternativas atractivas para mercados y segmentos que se encuentren interesados en este tipo de experiencias de la observación de aves, sin embargo, algo fundamental es también el acceso y la adecuación de infraestructura mínima requerida. Dicho valor, en muchas ocasiones es ignorado por los planificadores rurales o los propietarios de los terrenos donde habitan este tipo de

especies de aves; probablemente por el desconocimiento de la existencia de métodos que permiten evaluar las variables asociadas a la diversidad de las especies en los territorios y que darían soporte a planes con fines de aprovechamiento turístico o esto se debe también a que las comunidades poseen una vocación bien definida a nivel productivo. Si embargo conocer nuevos métodos permiten clasificar y valorar las especies de fauna para llevar a cabo proyectos con criterios objetivos y estandarizados de una manera alternativa.

Para el Distrito de Manejo Integrado (DMI) de Belmira se han llevado a cabo diversos estudios que determinan la diversidad de aves tales como, aves en páramos de Colombia, (Córdoba, 2016); inventarios de aves en el Sistema de Biodiversidad del Instituto Humboldt, pero no se encuentran registros significativos o estudios asociados para otros ecosistemas, particularmente aquellos que cuentan con afectaciones producto de la intervención antrópica, y que evidencian características de fragmentación como lo es la zona de estudio donde se realizó esta investigación, que además no se encontró trabajo con registros de las especies de aves.

El avistamiento de aves es una actividad que viene en crecimiento en los últimos años en el mundo. En Colombia, según la Asociación Colombiana de Ornitología (2020), tiene la mayor diversidad de aves del mundo, con 2016 especies registradas (Ayerbe, 2022), lo cual confiere al aviturismo, un potencial para el fomento de actividades turísticas, generación de empleo, captación de recursos internacionales para el cuidado o la conservación de nuestras especies, y el aprovechamiento de espacios para uso público. Por lo anterior, es necesario reforzar estudios que permitan identificar la avifauna colombiana y poder así establecer mecanismos que faciliten la conservación de estas especies y el aprovechamiento del aviturismo como una actividad que proporcione valor a nuestros recursos, garantizar también el bienestar y la fácil accesibilidad de visitantes interesados. Además, un análisis de tipo cualitativo y cuantitativo soportado en una metodología validada, que permita identificar la existencia de un potencial en aviturismo en una región, sirve como base para el futuro desarrollo de planes estratégicos, que muestran el atractivo del lugar para dicha actividad. Así pues, el hecho de conocer las especies de aves y las dinámicas locales actuales del sitio, en cuanto a lo que puede

ofrecer en ecoturismo, es una de las principales motivaciones de los turistas al momento de elegir hacia dónde viajar.

Por lo anterior, en este trabajo, se realizó una identificación de la avifauna en fragmentos de bosque del municipio de Belmira – Antioquia, Colombia, con fines de aprovechamiento ecoturístico, y contrastando valoraciones ecológicas. Para ello, se determina la diversidad de especies de aves presentes en la zona de estudio, mediante índices de diversidad calculados a partir de datos de especies identificadas en campo. Además, se correlacionan variables propias del entorno con los índices de diversidad de especies. Esto para evaluar la relación de las variables contrastadas con la zona estudio propuesta para determinar el potencial del aviturismo.

## 1.2. Justificación

Colombia es reconocido en la actualidad como uno de los países más diversos en aves a nivel mundial (Avendaño et al., 2017), lo cual representa una oportunidad para implementar actividades turísticas en torno al avistamiento de aves y máxime cuando cerca de 20 kilómetros a la zona de estudio, se ha venido convirtiendo en un sitio de interés para la observación de aves por el reciente redescubrimiento del “montañesito” paisa o Gorrión Paisa, *Atlapetes blancae* (Correa et al., 2019). En Belmira, aunque se tiene conocimiento sobre su avifauna (Cuadros, 1988), la realización de análisis valorativos, de tipo cualitativo y también cuantitativo, basados en una metodología establecida específicamente para la determinación de diversidad y sus aportes al potencial de turismo ornitológico, se considera de alta relevancia; dada la posibilidad de proponer planes estratégicos para algunos sitios como destino a visitar. Lo anterior requiere que se reconozca y se visualice el sitio por la riqueza de las especies de aves presentes y que ofrece actualmente, para que puedan derivarse propuestas fundamentadas en criterios de base científica.

En el presente trabajo se plantea realizar la identificación y valoración de las aves presentes en los fragmentos de bosque estudiados en la zona de amortiguación del DMI SPBANMA de Belmira, y la relación de su diversidad con algunos parámetros como distancia a centros poblados y la cercanía a cuerpos de agua de dichos fragmentos. Lo anterior con el fin de analizar su potencial para el aviturismo y ampliar ofertas para aprovechamiento de espacios naturales para uso público, de acuerdo con el interés de proporcionar elementos que fomenten iniciativas y alternativas a la vocación económica tradicional del municipio; la cual ha estado fundamentada principalmente en actividades agropecuarias, con una marcada tendencia a la ganadería y también en el turismo, particularmente con destino al Páramo de Santa Inés, el cual se encuentra al interior del DMI en el municipio de Belmira. Las actividades que allí se realizan han sido una de las fuentes de ingreso para la comunidad, aunque es notoria la participación de agentes foráneos, que ha limitado el beneficio local.

De una propuesta de fortalecimiento con base en el ecoturismo podrían beneficiarse los pobladores y los propietarios de terrenos, en la medida que el municipio se vaya a dando

a conocer como potencial para el turismo de aves. La forma en que se vería beneficiada la población sería, por ejemplo, mediante la venta de alimentos y fortalecimiento de las asociaciones locales de turismo, conformadas por pobladores de la misma región.

Según Viñas et al. (2011) “la puesta en valor turístico de espacios sensibles como áreas prioritarias para conservación comporta una cuidadosa planificación y gestión que debe basarse en la utilización de herramientas técnicas y criterios de base científica”. “La valoración inadecuada de un sistema natural y la falta de planeación, puede provocar que las prácticas de turismo alternativo rompan con el criterio de sustentabilidad de sus propios principios” (García et al., 2019). En concordancia con esto, es importante mencionar que a través de la ejecución de esta propuesta no se pretende determinar inmediatamente si los espacios evaluados son aptos para el ecoturismo; el alcance corresponde con la descripción de su potencial para efectos de considerar iniciativas que pudieran ser de interés para el municipio.

Con investigaciones como la anterior, se permite evaluar la avifauna asociada a un bosque andino de la manera como lo propone González (1996), dado esto, con fines de aprovechamiento ecoturístico. Al valorar características ecológicas de las especies de aves, por fuera del DMI en el municipio de Belmira (Antioquia), mediante fases; en la primera determina los índices de diversidad de especies de aves encontradas en la zona estudiada, donde se realizan los cálculos a partir de las bases de datos con la información de las especies identificadas en campo.

Lo anterior, dado que el DMI presenta presiones por actividades relacionadas con ganadería, cultivos, es por ello que se busca con esta investigación proponer espacios de actividades relacionadas con turismo de naturaleza enfocada en el aviturismo para diversificar el uso de espacios públicos (Balza,1998) por fuera del área protegida ya declarada por CORANTIOQUIA

Por otro lado, se especifica las diferencias entre los fragmentos evaluados, contrastando las relaciones existentes entre las variables físicas y los índices de diversidad para cada

uno de ellos. Además, se estima la correlación entre ubicación de centros poblados y distancia a cuerpos de agua, donde se evalúa la incidencia de estas variables sobre la diversidad de las especies de aves presentes en los fragmentos de bosque. Por último, se obtiene una valoración paramétrica para determinar el potencial de las especies para prácticas de aviturismo (Jácome Negrete & Monar Barragán, 2020).

## 2. Estado del arte y marco teórico

### 2.1. Estado del arte

Para poder hablar sobre el turismo de observación de aves, es necesario reconocer que esta es una actividad recreativa, tiene sus orígenes en países como Gran Bretaña y Estados Unidos (Salinas & García, 2016). Sin embargo el tema de la observación de aves o aviturismo, se ha ido expandiendo a diferentes partes del mundo y sobre todo a países tropicales que poseen zonas que presentan altos niveles de endemismo en la avifauna (Bravo et al., 2021).

Según Price et al. (2011), (Benites & Mamede, 2020) en el mundo existen 34 puntos importantes para la observación de aves, de estos 34, 25 se encuentran situados en las montañas andinas; varias de ellas por lo general presentes en zonas prioritarias para conservación o protegidas bajo alguna figura, además cuentan con una alta diversidad ecosistémica gracias a su configuración geográfica y ambiental; del mismo modo estas áreas contribuyen con altas cifras de endemismo en las regiones que están ubicadas (Jácome-Negrete & Monar-Barragán, 2020). Actualmente Colombia es reconocido como el país de mayor diversidad de aves en el mundo (Sánchez et al., 2021), lo cual representa una oportunidad para el desarrollo de actividades turísticas en torno a la observación de estas especies, dejando ver mayores perspectivas de crecimiento del turismo de naturaleza en el país (Mora & Ramírez, 2019; Gómez-Cardona, Contreras, Guillen-Oñate, Maldonado & Bolaños, 2019), con más 2000 especies (Remsen, 2020) y (Ayerbe, 2022).

A nivel mundial muchos países han empezado a implementar prácticas de actividades en el sector ecoturístico enfocadas en la observación de aves, y no solamente prácticas, sino también su ordenamiento de esta actividad en el territorio (Vázquez et al., 2011), la oferta de este servicio ha incrementado en países como, México, Costa Rica, Ecuador, Perú, Argentina y por supuesto en Colombia (Bravo et al., 2021), es evidente de que los países que encuentran en el trópico son los que mejores oportunidades pueden ofrecer para desarrollar este tipo de servicios.

En diferentes países como en México, se ha implementado el aviturismo en Altas montañas del estado de Veracruz donde abunda una riqueza de especies importantes, por su rareza, vulnerabilidad, endemismo y otros intereses particulares apetecidos por observadores de aves, tanto nacionales como extranjeros. Se tuvo en cuenta que estos sitios donde se desarrolla la actividad hubiera por lo menos emprendimientos rurales donde las comunidades locales sean las más beneficiadas (Alcántara et al, 2020).

En este mismo país, se han realizado actividades ecoturísticas, gestionadas por las comunidades como una estrategia donde se promueve el desarrollo local, el cual está enfocado en ecoturismo (García et al., 2017). Estos procesos de gestión participativa en las comunidades promueven el desarrollo y dinamizan las capacidades locales con el fin de mejorar la calidad de vida de la población, sobre todo en los aspectos socioeconómicos.

Haciendo referencia a otros países, se identifican algunos casos como en Argentina, donde según Almendras et al, (2017) se realizó una identificación y valoración de las especies de aves para implementar actividades ecoturísticas. Estas actividades estuvieron enfocadas en una identificación de las especies de aves, donde se hizo el registro de cada una y se hizo valoraciones mediante algunas variables. Este tipo de actividades se han venido implementando con el ánimo de conservar tanto las especies silvestres como el espacio que ellas habitan. Jácome Negrete & Monar Barragán, (2020) describen otro estudio en el que se realizó la respectiva identificación de las especies de aves potenciales para el aviturismo. Se valoraron las variables mediante dos fórmulas, una denominada valor aviturismo potencial de las especies registradas (PAV), y perceptibilidad (Pe); esta última fundamentada en una encuesta aplicada a 25 personas.

Con respecto a Colombia en cuanto a la práctica del aviturismo, a finales del siglo diecinueve, la observación de aves comienza a ser una alternativa de turismo aunque poco explorada (Sepúlveda & Mendoza, 2018); en la actualidad el interés se conserva e incrementa, tanto en aficionados como especialistas y ornitólogos (Mora & Ramírez, 2019); sin embargo, como lo describen Muñoz & Quintana (2010), pese al potencial que se presenta, muchos planificadores y propietarios de predios rurales no tienen mucha confianza en esta alternativa o la ignoran, probablemente por el desconocimiento de métodos que permitan evaluar su viabilidad y conveniencia; razón por la cual es pertinente

---

la realización de estudios como los que se han conocido hasta el momento, que buscan fortalecer no solo las prácticas del aviturismo evidenciando sus beneficios a la comunidad, sino también las acciones encaminadas a proteger las áreas y espacios que buscan conservar el hábitat de las especies.

Muchos de los espacios en cuestión están siendo declarados áreas de conservación por las autoridades ambientales o áreas registradas mediante figuras de conservación voluntaria a través de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) (Gómez et al., 2021). Esta planificación y gestión del territorio es necesaria para poder contribuir con la conservación de las especies de aves en el presente y el futuro, donde las acciones de preservación respondan a las necesidades que requieren las especies para ser conservadas, mediante herramientas que permitan la creación de nuevas áreas protegidas tanto regionales como locales o, es más, en la implementación de corredores biológicos de conservación para las poblaciones de las especies de aves.

En el departamento de Meta, al oriente de Colombia, se realizaron estudios de valoración para el desarrollo de iniciativas comunitarias, donde se busca que el municipio de Cumaral Meta tenga algunas alternativas económicas en la prestación de servicios ecoturísticos, aprovechando el potencial de la avifauna presente gracias a esa ubicación estratégica en la geografía colombiana (Mora & Ramírez, 2019), al hacer parte de la franja adyacente a los Llanos Orientales y la cordillera Oriental.

En Antioquia, en temas de prestación servicios enfocados en productos de naturaleza, municipios como Anorí y Jardín se han posicionado como sitios con alta demanda para ser visitados por observadores de aves que vienen del extranjero como también nacionales (Amaya Ramírez et al., 2018). La plataforma eBird de la universidad de Cornell, posiciona tanto al municipio de Anorí, como al municipio de Jardín dentro los primeros cinco sitios para la observación de aves en Antioquia; esta plataforma los denomina *Hots pot*, además del reconocimiento de la comunidad “observadora de aves” no solo a nivel nacional, si no a nivel internacional por su alta presencia de especies de aves endémicas, casi endémicas y únicas por su particularidad para la observación.

Para el departamento de Antioquia mediante normatividad vigente a mediados del año 2022, específicamente en el mes de mayo, se adopta mediante Ordenanza número 14, el aviturismo como una actividad económica derivada del turismo de naturaleza para de esta manera poder garantizar la protección y conservación de las especies de aves y sus respectivos hábitat, esta ordenanza incluye 84 especies de aves emblemáticas, varias de ellas con alguna categoría de amenaza (Renjifo et al., 2016). Específicamente para la zona de estudio no se encontró ningún estudio con características similares, a diferencia de los realizados en Colombia con valoraciones multicriterio, pero si metodologías diferentes y sin utilizar las variables que se utilizaron en esta investigación (Bonilla & García, 2022).

Teniendo en cuenta lo mencionado, se evidencia con mayor fundamento, la necesidad de desarrollar e implementar metodologías que permitan el fomento de espacios para el disfrute de las especies de fauna (en este caso, de las aves), donde se puedan desarrollar proyectos ecoturísticos basados en criterios objetivos y estandarizados, con el fin de disminuir las prácticas basadas en decisiones intuitivas, sin una herramienta de gestión; que aporten elementos para el uso sustentable (Muñoz & Quintana, 2010), de este modo se puede pensar en aviturismo de conservación, haciendo un uso turístico recreativo basado en el conocimiento científico de la avifauna, de manera adecuada, de tal modo que, se puedan satisfacer las expectativas de quienes visitan, a la vez que se contribuye con la conservación de las especies, favoreciendo también la permanencia de la actividad en el tiempo (Vázquez et al., 2011).

## 2.2. Marco teórico

Algunos conceptos claves que dan cuenta del contenido de la investigación se presentan a continuación:

### 2.2.1. Ecoturismo

Conforme a la definición de la OMT (World Tourism Organization), el término «ecoturismo» se aplica a toda forma de turismo que reúne las siguientes características:

Gira en torno a la naturaleza y la principal motivación de los turistas, que es la observación y la apreciación del entorno natural, así como de las culturas tradicionales prevalecientes en las zonas naturales, donde Incluye aspectos pedagógicos y de interpretación de la naturaleza.

También la OMT describe el ecoturismo como la actividad que minimiza los impactos negativos sobre el entorno natural y sociocultural, donde se contribuye además con el mantenimiento de las zonas naturales que constituyen el atractivo ecoturístico, ya que: genera beneficios económicos para las comunidades receptoras, las organizaciones y las autoridades que gestionan las zonas naturales con fines de conservación. De igual manera ofrece a las comunidades locales oportunidades alternativas de empleo e ingresos; potencia la sensibilización de las poblaciones locales y de los turistas respecto a la importancia de la conservación de los bienes naturales y culturales (World Tourism Organization).

El ecoturismo se lleva a cabo cuando las personas realizan visitas a lugares de belleza natural, atraídas por el disfrute de la naturaleza, pero especialmente cuando el turista se siente sensibilizado por la conservación y el respeto por el medio ambiente, las culturas y los elementos patrimoniales que caractericen el sitio (Mulero y Rivera, 2018), citados por (Mora & Ramírez, 2019).

Según para Colombia en la Resolución 531 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, define el ecoturismo, como la actividad especializada y sostenible enfocada a crear conciencia sobre el valor de las áreas del sistema, a través de actividades

de esparcimiento tales como la contemplación, el deporte y la cultura, contribuyendo al cumplimiento de sus objetivos de conservación y a la generación de oportunidades sociales y económicas a las poblaciones locales y regiones.

### **2.2.2. Aviturismo**

El turismo ornitológico, es una rama específica en el turismo de naturaleza y/o ecoturismo, ya que tiene lugar en el medio natural, este contribuye a la conservación de los hábitats y recursos naturales también reaviva la economía de áreas rurales, (Perdomo et al., 2018), paisajes y biodiversidad, preservando criterios de orden para no afectar los ecosistemas y las mismas aves que son observadas (Almendras, Ferrari, & Diez, 2017). Consiste principalmente en la búsqueda, observación e identificación de las aves, al tiempo que se disfruta de la naturaleza en el hábitat natural. Es totalmente amigable con el ambiente, pues se requiere conservar los ecosistemas, para mantener las especies de aves, protegiendo así toda la biodiversidad que estos albergan, además de sus servicios ambientales como la producción de agua y oxígeno, control de la erosión, entre otros (Vázquez et al., 2011, Gómez-Cardona et al., 2019).

### **2.2.3. Valor aviturístico potencial**

El valor potencial de un lugar para ser considerado como alternativa para llevar a cabo actividades de turismo ornitológico debe coincidir, con que la especies de aves del lugar, estén acompañadas según Muñoz & Quintana (2010) y Almendras et al. (2017) por los siguientes características: Valor estético, Abundancia relativa, Perceptibilidad del ave, Estado de conservación, Endemismo, Valor de uso e importancia científica, Valor histórico cultural y Singularidad taxonómica.

### **2.2.4. Índices de diversidad**

Los índices de diversidad basados en la abundancia son los más utilizados en ecología, como por ejemplo el índice de Shannon o el de Gini-Simpson, que combinan la riqueza de especies con su equitabilidad. Son medidas legítimas de algo relacionado con la complejidad de las comunidades biológicas; pero no son directamente compatibles con las reglas de inferencia que utilizan los biólogos. Además, no comparten unidades entre sí, ni

con la riqueza de especies, por lo que sus valores no se pueden comparar directamente. Sin embargo, es posible convertirlos a una escala lineal de riqueza, y comparar unos con otros, calculando el número equivalente de especies: es decir, el número de especies igualmente comunes que compondrían una comunidad con la misma complejidad que la indicada por la medida original según Jost & González (2012).

Respaldando lo anterior, Cultid-Medina & Escobar, (2020) afirman que, durante varias décadas, para el estudio de la diversidad biológica, se han llevado a cabo mediciones y estimaciones de manera confusa, haciendo uso de una gran cantidad de índices, que no poseen unidades claras y que aportan un diagnóstico abstracto; sin embargo, en la actualidad “los biólogos cuentan con un marco conceptual y matemático unificado para la estimación y comparación de la diversidad en unidades con sentido ecológico (número efectivo de especies o diversidad de orden  $q$ :  $qD$ )”. Tradicionalmente se hacía uso, y todavía en algunos estudios son empleados, índices como el de Shannon y el de Simpson, de cuyos resultados se ha encontrado una falta de relativización sobre los grupos biológicos medidos, razón por la que el número de Hill ha pasado a ser un instrumento reconocido como de mayor confianza, en cuanto particulariza mejor los resultados (Garavito et al., 2022).

Se propone entonces el uso de los índices de diversidad de Hill, ya que son un tipo de estimación que permite relativizar los resultados. En concreto, miden la rareza media de las especies de la muestra, donde la rareza de una especie es el recíproco de su abundancia relativa. La diversidad de Hill expresa las versiones modificadas de los índices tradicionales de Shannon y Simpson. Con respecto a este índice, existe cada vez más consenso en que es la forma preferida de medir no solo la diversidad de especies de una comunidad, sino también la diferenciación entre comunidades, la diversidad funcional y filogenética, la diversidad genética y la uniformidad (El D., y & Biswas, 2019)

Hill (1973) integró la riqueza y la abundancia de especies en una medida de índices de diversidad conocida como números de Hill o números efectivos de especies, los cuales permiten calcular la *riqueza de especie* ( $q = 0$ ), *índice de Shannon* ( $q \rightarrow 1$ ),  $q$  tendiendo a 1, e *índice invertido de Simpson* ( $q = 2$ ). Estos se pueden obtener a través de la siguiente ecuación:

$$D^q = \begin{cases} D^0 = S; & \text{Riqueza de especies} \\ D^{-1} = e^{-\sum_{i=1}^S p_i \log p_i}; & \text{Índice de Shannon} \\ D^2 = \left( \sum_{i=1}^S p_i^2 \right)^{-1}; & \text{Índice invertido de Simpson} \end{cases}$$

donde  $S$  corresponde al número de especies observadas en un punto o área determinada y  $p$  es la abundancia relativa. Note que  $i = 1, 2 \dots, S$ , debido a que, en un área o punto determinado, se tienen repeticiones (réplicas) de conteos de especies. Las repeticiones o réplicas corresponde a cada visita en un determinado punto de conteo (Ruiz et al., 2019).

Los investigadores que utilizan números de Hill deben informar, al menos, la diversidad de todas las especies ( $q = 0$ ), especies “típicas” ( $q \rightarrow 1$ ), y de especies dominantes ( $q = 2$ ). Es importante entender que, de manera general, los números de Hill se consideran también como números efectivos o equivalentes de especies.

En este trabajo se obtienen las curvas acumuladas de diversidad estimada para diferentes tamaños de muestras. Es así que estos números de Hill son implementados para la estimación de la curva con tamaños de muestra no observados, es decir, interpolando o extrapolando en la muestra.

## **3. Hipótesis y Predicciones**

### **3.1. Hipótesis**

La avifauna encontrada en fragmentos de un bosque andino en el municipio de Belmira (Antioquia) constituye una alternativa potencial para el aviturismo.

### **3.2. Predicciones**

Se espera que en los fragmentos de bosque estudiados se encuentren especies de aves endémicas, y con otros atributos tales como, valor estético, valor histórico/cultural, singularidad taxonómica, perceptibilidad acústica y mimetismo, que favorezcan las posibilidades de proponer iniciativas con fines de turismo ornitológico.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Evaluar la avifauna asociada a un bosque andino, con fines de aprovechamiento ecoturístico, contrastando valoraciones ecológicas realizadas sobre fragmentos seleccionados de la zona de amortiguación del DMI del municipio de Belmira (Antioquia).

### **4.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar la diversidad de especies de aves presentes en la zona de estudio, mediante índices de diversidad, calculados a partir de las bases de datos de especies identificadas en campo.
2. Explicar las diferencias entre los fragmentos evaluados, contrastando las relaciones existentes entre las variables físicas y los índices de diversidad para cada uno de ellos.
3. Evaluar las variables del estado de conservación, asociadas a la avifauna de los fragmentos estudiados, relacionadas con los parámetros requeridos para su consideración como potencial para ecoturismo.

## 5. Metodología

A continuación, se describe de manera detallada la metodología de la presente investigación.

Como punto de partida para el estudio se llevó a cabo la selección del área de estudio, donde se llevaría a cabo la identificación de la avifauna. Fueron cinco fragmentos de bosque andino en el municipio de Belmira (Antioquia) ya que en la zona de estudio al realizar el análisis de cobertura no había fragmentos de bosque con mayor área, que permitiera poseer una distancia mínima de 100 m., a partir del borde del bosque hasta su interior (Kattan, 2002).

Posteriormente, se procedió a marcar recorridos desde el borde de cada fragmento hasta el interior de este. En cada uno se instalaron tres puntos de conteo con distancias de 50 metros entre ellos; el primer punto se instaló en todo el borde, otro al interior a 50 metros y el tercero, casi en la mitad de cada fragmento, con una distancia de 100 metros con relación al borde (para la medición de los recorridos, se utilizó una lienza métrica). El marcado de cada punto se hizo sobre una cinta *flagging* biodegradable. Posteriormente se procesó la información recolectada de acuerdo con lo propuesto por (García) 1996 y Ralph et al. (1996).

La identificación de las especies de aves se realizó de manera similar a lo propuesto por Ruiz et al. (2021) y et al. (2020) en Argentina y México. Para las aves registradas se realizó registro fotográfico y auditivo, definiendo 15 puntos (tres en cada fragmento), siguiendo las recomendaciones de Ruiz et al (2021). La recolección de datos se hizo en las primeras horas de la mañana, entre las 06:00 a. m. y las 09:00 a. m., y en las horas de la tarde, desde las 03:00 p. m. hasta las 05:00 p. m.; en cada punto se esperó durante 12 minutos, registrando todas las especies de aves vistas y escuchadas, anotando, sexo, nombre y distancia a la que se observó. Para la identificación de las especies de aves, se contó con

---

las guías de Ayerbe (2019), además de la audioteca de cantos de las especies de aves del mundo (Xenocanto, 2022).

Para estimar los índices de diversidad de especies de aves, se hizo el cálculo de los números de Hill (Mikery Gutiérrez & Pérez-Vázquez, 2018), a partir de lo cual se realizó el análisis de datos del número efectivo de especies (qD) o diversidad estimada, con intervalos de confianza del 95% para cada uno de los índices. Posteriormente se calcularon las correlaciones de Pearson entre los índices de diversidad y las variables asociadas al paisaje, para determinar cómo se puede ver afectada o beneficiada la diversidad de aves por variables del paisaje, como la cercanía o lejanía a centros poblados y distancia a cuerpos de agua.

La evaluación del potencial de aviturismo del área de estudio se obtuvo mediante la valoración para cada especie de aves registradas en el muestreo. Después de realizar la identificación de las especies de aves en los fragmentos estudiados, se pudo obtener el listado de la riqueza y abundancia de estas, junto con información asociada a cada especie, tanto cualitativa como cuantitativa para poder realizar una valoración multicriterio, con el fin de hallar los resultados propuestos en las fórmulas (PVA) de Potencial del Aviturismo.

Implementando la metodología propuesta por Jácome-Negrete y Monar-Barragán (2020), a partir de una valoración que permite obtener los datos numéricos asociados a cada una de las características, y/o atributos de los individuos bajo estudio y los cuales los denotamos por simplicidad del análisis como parámetros e hiperparámetros multicriterio de valoración de cada especie observada, para ello se utiliza la siguiente expresión,

$$PAV=1.5Ve+1.5Ab+1.5Pe+Ec+End+0.5Vu+0.5Vh+0.5St.$$

donde Ve corresponde al valor estético de la especie; Ab es la abundancia relativa; Pe representa la perceptibilidad del ave; Ec es el estado de conservación de las especies el cual está dado de acuerdo con las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, y calculado usando la guía de aves de Colombia de Ayerbe (2018) y la página de Birds of the World consultada en el año 2022; End es el endemismo; Vu corresponde al valor de uso e importancia científica; Vh es el valor histórico-cultural; por último, St es la singularidad taxonómica de la especie.

La singularidad taxonómica se determinó a partir de Data Zone de BirdLife International. La perceptibilidad del ave (Pe) la cual se obtiene con subparámetros correspondientes a una ecuación propuesta y descrita de forma detallada por Jácome-Negrete & Monar-Barragán (2020) como sigue:  $Pe=1,5Pa+1,5Cm+1,5T+Pac+C+0,5Pi+0,5Gt$ , donde Pa es el periodo de actividad, Cm corresponde al colorido y mimetismo de la especie, T es el tamaño físico de la especie, Pac es la perceptibilidad acústica de la especie, C cualifica la conducta, Pi son señales como plumaje y huellas, y Gt grado de tolerancia el cual se refiere a la distancia que pueda tener el observador con la especie.

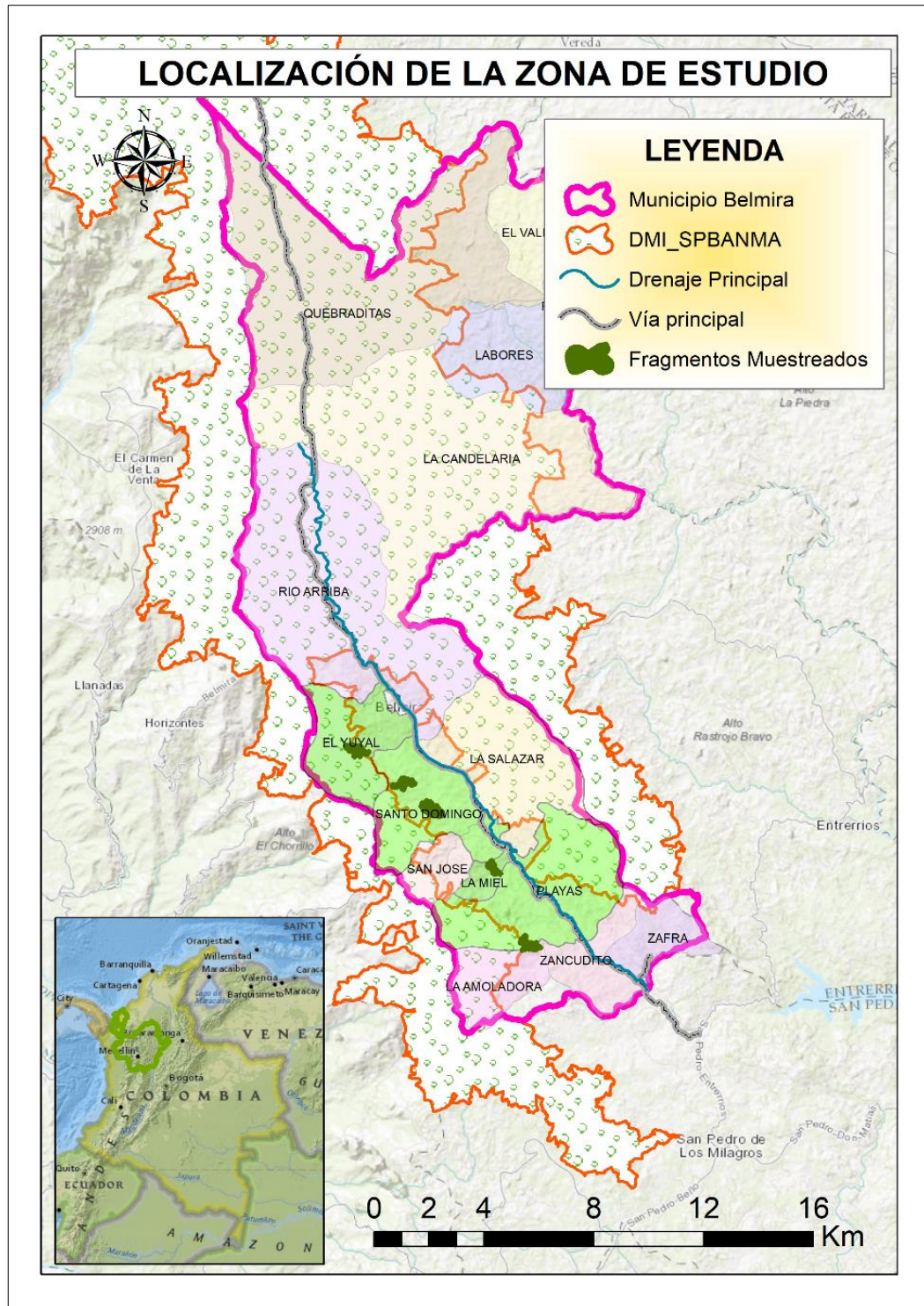
## 5.1. Área de estudio y selección de fragmentos de bosque andino.

La zona de estudio encuentra en el altiplano norte del departamento (Moncada, 2019). Precisamente en el flanco oriental de la cordillera Central, al Norte de Antioquia, en el municipio de Belmira. Los fragmentos de bosque en esta investigación se localizaron en la margen derecha del Río Chico.

La vegetación presente en estos fragmentos de bosque estudiado, coincide con especies nativas citadas por (Toro, 2012), entre ellas, el roble de tierra fría (*Quercus humboldtii*), sietecueros (*Andesanthus sp.*), Olivo de cera (*Morella pubescens*), Cedrillo (*Phyllanthus salviifolius*), Pategallina (*Schefflera esfaerocoma*), Guásimo o desvanecedora (*Tournefortia fuliginosa*), entre otras muchas especies de flora de gran importancia, tanto de refugio como alimento para las especies de aves presentes en el sitio de estudio.

En la selección de estos fragmentos de bosque andino se utilizó además un mapa digital de cobertura del suelo a escala 1:25.000, actualizado en el 2015, generado por CORANTIOQUIA el cual fue utilizado en la elaboración del Plan de Manejo del Distrito de Manejo Integrado (DMI) - Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño (SPBANMA) (Corantionquia, 2015).

Se revisó en la capa de áreas protegidas con Registro Único de áreas Protegidas (RUNAP) (2020), que los fragmentos estuvieran en la zona con función amortiguadora, es decir que no estuvieran al interior del Distrito de Manejo Integrado (DMI) - Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño (SPBANMA) como se menciona en la justificación.



**Figura 1.** Zona de estudio. (Fuente propia, 2020)

**Tabla 1.** Veredas donde se instaló los fragmentos estudiados.

Vereda	Número de Fragmento
Playas	1
La Miel	2
Santo Domingo	3
Santo Domingo	4
El Yuyal	5

En la figura número uno se muestra los fragmentos estudiados y su ubicación espacial, además del contexto de cómo se encuentran estos fragmentos con relación al municipio de Belmira Antioquia y al Distrito de Manejo Integrado, Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño, (SPBANMA). Después de haber definido los fragmentos que cumplieron con los criterios anteriormente mencionados, se validó en campo y se procedió a establecer los recorridos e instalar los tres puntos de conteo en cada fragmento.

## 5.2. Instalación de puntos de muestreo e identificación de especies

Con el fin de determinar el efecto de borde en un fragmento de bosque sobre la abundancia de aves, y basados en Kattan (2002), las áreas de muestreo corresponden a las que tengan una distancia mínima de 100 metros desde el borde del fragmento hasta el centro. De aquí, se realiza un análisis de coberturas de los predios empleando la metodología Corine Land Cover del IDEAM (2010) y se emplean imágenes satelitales disponibles tales como, una imagen del servidor de la gobernación de Antioquia-Colombia (2010) y una imagen Planet Scope (2020) de 3 metros de resolución espacial, con 4 bandas espectrales para el proceso en la herramienta ArcGis, con fecha del 18 de marzo y del 02 de agosto de 2020 (Planet Team, 2017).

---

En el área de estudio, 7 fragmentos (con un total de 94.3828 ha) cumplen los criterios mínimos de selección. Por lo cual, mediante un muestreo aleatorio simple, se seleccionan 5 fragmentos que equivalen al 78.73% del área total. La recolección de los datos se basa en la propuesta de Ralph et al. (1996), por lo que se realiza en tres diferentes puntos de conteo en cada fragmento seleccionado.

Estos puntos corresponden a; punto 1: borde del fragmento; punto 2: a 50 m., del borde; punto 3: a 50 m., del punto 2 siguiendo el Fragmento. Los puntos se marcan sobre una cinta flagging biodegradable, se instalan en la distancia correspondiente, y los Fragmentos se miden usando una lienza métrica. Al tener cinco fragmentos seleccionados y tres puntos de observación por fragmento, se obtienen en total 15 puntos de conteo, para los cuales se definen dos franjas horarias para la toma de datos, mañana (entre las 06:00 a.m. y las 09:00 a.m.) y tarde (desde las 03:00 p. m. hasta las 05:00 p.m.) En cada uno de los 15 puntos de conteo se capturan los registros de todas las especies que se observan y escuchan, utilizando binoculares Vortex 8x42 mm, y dispositivo portátil Zoom Hn4 Pro para grabación de cantos.

En cada punto se realiza la misma actividad de registrar las especies de aves vistas y escuchadas durante 12 minutos seguidos en radios fijos de 20 metros, tanto en horas de la mañana como en horas de la tarde, esto se hace durante 4 días continuos (Losada-Prado y Molina-Martínez, 2011; Ralph et al., 1996).

De acuerdo con Ralph et al. (1995), la recopilación de datos en campo debe tener mínimo dos réplicas por semana, obteniendo mejores datos si se realizan entre cuatro y ocho réplicas por semana. Es así como, en este trabajo se realiza un total de 8 réplicas (repeticiones) para cada punto de muestreo por semana. En definitiva, cada fragmento de bosque seleccionado presenta entonces 24 registros, para un total de 120 registros en toda el área de estudio. Se recopilan adicionalmente características de las especies como sexo, nombre, distancia a la que se observó con el fin de hacer un registro completo de las especies, y se identifican las especies usando la “Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana” (Ayerbe, 2019) y la audioteca de cantos de las especies de aves del mundo (Xeno-canto, 2020)



**Figura 2.** Medición de distancias para puntos de conteo



**Figura 3.** Señalización de puntos de conteo



**Figura 4.** Marca de puntos de conteo



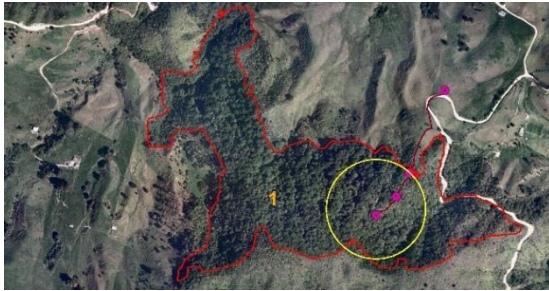
**Figura 5.** Toma de datos en puntos de conteo

El muestreo, se realizó durante los meses de julio y agosto de 2020, el trabajo de campo para cada fragmento corresponde a muestreos continuos de cuatro días como se describe anteriormente.

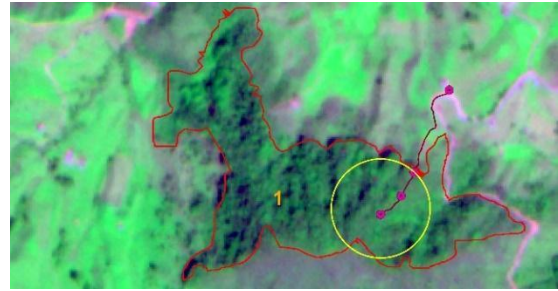
#### 5.1.1. Fragmento número 1

En la siguientes imágenes se representa el Fragmento número uno, en este se puede apreciar que está rodeado por potreros para la práctica de la ganadería de leche, también es evidente que en la parte derecha lo rodea una vía que comunica las veredas Playas y la Amoladora, esta vía sirve además para la comunicación alterna entre los municipios de Belmira y san Pedro de los Milagros. La línea roja es la delimitación del Fragmento, cuya área corresponde a 15,1596 hectáreas, y una pendiente, aproximadamente de 32 grados por donde se realizó el recorrido para la instalación de los puntos de conteo. Para hallar el porcentaje de pendiente se utilizó la fórmula, donde pendiente es igual a la diferencia de

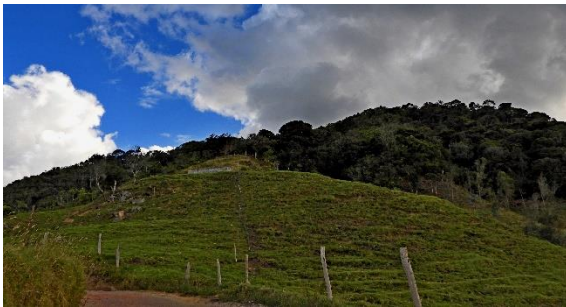
la altura máxima y altura mínima, sobre la distancia horizontal por 100. La vegetación presente en este fragmento comprende un parche de bosque nativo con especies de bosque altoandino, en su mayoría con representación de roble de tierra fría.



**Figura 6.** Imagen Servidor  
Gobernación de Antioquia 2010,  
fragmento 1.



**Figura 7.** Imagen Planet Scope 2020,  
Fragmento 1.



**Figura 8.** Panorámica del fragmento 1



**Figura 9.** Toma de datos en el  
fragmento 1

El fragmento número uno se encuentra localizado al sur del municipio de Belmira Antioquia, a una distancia de 14 kilómetros aproximadamente desde el municipio de Belmira, ubicado precisamente en la vereda Playas en límites con la vereda la amoladora, y sobre la vía que comunica las mencionadas veredas, presenta una cobertura de bosque denso de tierra firme, con presencia de un ecosistema de referencia del bosque andino según (Espinal, 1967). El Fragmento número uno presenta unas pendientes muy pronunciadas, sin embargo con el permiso de los propietarios se pudo establecer el por una zona que fue viable acceder para delimitar los 100 metros desde uno de sus bordes hasta el interior del bosque, definiendo también al interior del Fragmento, los tres puntos de conteo según la metodología propuesta para la investigación, Tanto para este fragmento de bosque como

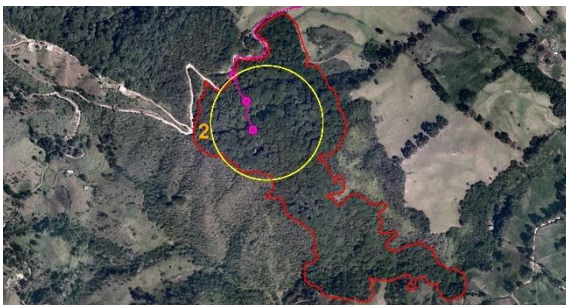
para los posteriores se definió un recorrido con tres puntos de conteo, separados por distancias de 50 metros entre puntos (Ruiz et al., 2020), donde él trabajó la toma de registros, identificación y conteos de las especies de aves, con el fin de determinar la riqueza presente de especies de aves.

Luego de realizar el trabajo de campo en el Fragmento número uno se pudo identificar una riqueza acumulada de 38 especies, 25 para el punto uno, 19 para el punto número dos y 18 para el punto número tres, en el punto número tres, siete especies no se repitieron en el punto número uno, ni en el punto número dos.

En las ocho visitas para cada uno de los tres puntos de conteo en este fragmento, la especie, que más se observó fue el *Myioborus ornatus* con 17 individuos, 13 individuos en punto uno y cuatro en el punto dos, después de esta especie otra de las más frecuentes fue la *Diglossa caerulescens* con ocho individuos en el punto uno, una especie en el punto dos y dos especies en el punto tres.

Este es el Fragmento que se encuentra más alejado a centro poblado, está ubicado en la vereda Payas, una vereda muy poblada y de fácil acceso. Por la parte baja del fragmento pasa la vía que comunica al municipio de Belmira con la vereda la Amoladora, que además es una vía alterna que comunica también a los municipios de Belmira y San Pedro de los Milagros, el recorrido cruza por las veredas Playas, La Amoladora y Río Frío, en la parte alta de esta última vereda existe un mirador turístico que es muy visitado tanto por la comunidad local, como por visitantes del área metropolitana de la ciudad de Medellín.

### 5.1.2. Fragmento número 2



**Figura 10.** Imagen Servidor  
Gobernación de Antioquia 2010,  
fragmento 2.



**Figura 11.** Imagen Planet Scope 2020,  
Fragmento 2.



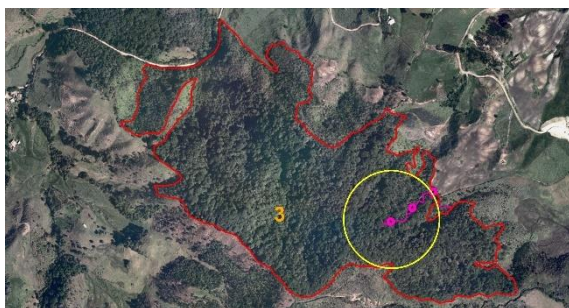
**Figura 12.** Panorámica fragmento 2

**Figura 13.** Panorámica fragmento 2

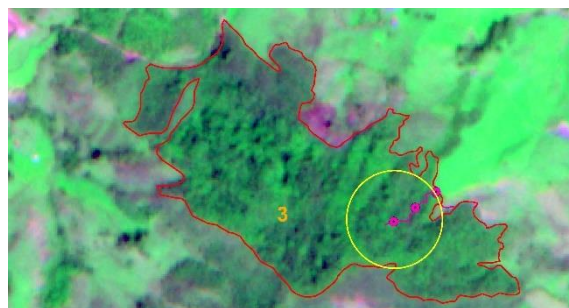
Este Fragmento de bosque se encuentra en la vereda Santodomingo, es un parche de bosque con pocas pendientes, en su vegetación predomina el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) con presencia de árboles con diámetros muy variados, además de la presencia de vegetación característica de bosque andino, como laureles de varios géneros, helecho arbóreo (*Cyathea sp.*), siete cueros (*Andesanthus sp.*), entre otros, este es uno de los predios con más fácil acceso, existe una carretera que rodea gran parte del perímetro del parche de bosque, para este fragmento al igual que para el fragmento número uno, se empleó la misma metodología tanto para instalación del Fragmento como para la toma de datos de la riqueza de las especies de aves. En este parche de bosque, al igual que el anterior, se pudo obtener una riqueza de especies de aves propias de la zona según las guías de aves de Colombia (Hilty, S. & Brown, 2009) y (Ayerbe, 2019).

Se pudo registrar un colibrí comúnmente asociado fuentes de agua en selvas de montaña, *Doryfera ludoviciae* (Hilty, S. & Brown, 2009), este no se registró en los demás parches. Este parche presenta evidentemente fragmentación, se evidencia actividades de entresaca de madera, algo que afecta con frecuencia la diversidad, en especial aves nativas (Vera et al., 2013).

### 5.1.3. Fragmento número 3



**Figura 14.** Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 3.



**Figura 15.** Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 3.



**Figura 16.** Ave Registrada en fragmento 3.



**Figura 17.** Panorámica del fragmento 3.

Este Fragmento se encuentra a una distancia aproximada de 6 kilómetros de la cabecera municipal de Belmira Antioquia en la vía que comunica, a este municipio con la ciudad de Medellín, la entrada a estos predios que comprenden el fragmento de estudio denominado número tres, se inicia el ingreso por el paraje El Descanso, el recorrido es a través de carretera destapada, luego de abandonar la vía principal hacia Medellín.

El fragmento está comprendido por varios predios y diferentes propietarios, sin embargo, para el estudio se contó con el apoyo de uno de los propietarios, el señor Aicardo Villa Londoño, este parche de bosque, presenta una cobertura de bosque denso de tierra firme (Corine Land Cover 2017), con abundante presencia de robles en buen estado adulto además de una gran cantidad de vegetación nativa que se encuentra asociada a estos rodales de roble (*Quercus humboldtii*), entre esa vegetación siete cueros, laureles, chagualón, helecho arbóreo, etc., cerca de la zona donde se implementó los puntos para

el muestreo, presenta un efecto de borde enmarcado por (*Bambusas*) comúnmente llamadas en la zona, como carrizo o chusque.

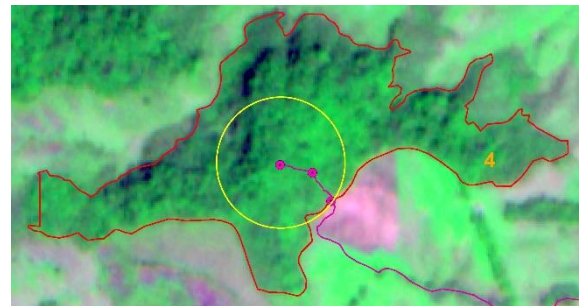
Desde punto dos, a cincuenta metros del borde y hacia el interior hasta el punto denominado tres a 100 metros del borde, la vegetación tuvo un cambio notable, donde se pudo percibir mucha presencia de árboles de mayor tamaño, algunos incluso con epifitas, el sotobosque tenía presencia de muchas aráceas, de la familia de los anturios y bromelias (cardos) como comúnmente se conocen en la zona. Para definir este Fragmento, se tuvo en cuenta, permiso de acceso al predio, este bosque poseía pendientes de difícil acceso para ingresar, Casi la totalidad del fragmento tenía aislamiento con cercas eléctricas o alambrados para evitar la ingreso del vacas.

En donde se estableció el transecto para este fragmento, se percibió durante todos los muestreos mucho ruido producido por las máquinas de ordeño, tanto en la mañana como en la tarde, ya que a una distancia de aproximadamente 300 metros se encuentra un establo de ordeño, donde realizan la actividad dos veces al día tanto en la mañana como en la tarde, sumado a eso el ruido del motor de vehículos recolectores de la leche que ingresan al establo. Hasta el borde del fragmento el ingreso se realizó a través de caminos utilizados para las labores de ganadería de las fincas y que se encuentran en los potreros. Este parche según el análisis espacial en la herramienta ArcGis fue el parche con el mayor número de área.

#### 5.1.4. Fragmento número 4



**Figura 18.** Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 4.



**Figura 19.** Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 4.



**Figura 20.** Interior de bosque fragmento  
4



**Figura 21.** Cobertura vegetal fragmento  
4

Este Fragmento se encuentra a una distancia aproximada de 5 kilómetros de la cabecera municipal del municipio Belmira Antioquia, en la vía que comunica a este municipio con la ciudad de Medellín, la entrada a estos predios que comprenden el fragmento de estudio denominado número cuatro, se inicia el ingreso por la finca de propiedad de la familia Aguilar, la cual conlleva a la vereda san Francisco, el recorrido es a través de una carretera destapada, luego de abandonar la vía principal hacia Medellín. Este fragmento fue el más distante de la vía principal.

Para el estudio se contó con el apoyo y permiso del propietario, este parche de bosque, presente una cobertura de bosque denso de tierra firme (Corine Land Cover 2017), con abundante presencia de robles con buen tamaño, una gran cantidad de vegetación nativa que se encuentra asociada a estos rodales de roble (*Quercus humboldtii*), entre esa vegetación siete cueros, laureles, chagualón, helecho arbóreo, etc., en el punto número uno presenta un efecto de borde enmarcado por (*Bambusas*) comúnmente conocidas en la zona como carrizo o chusque, además de unos rastrojos altos, también estaba expresada por robles de gran tamaño y especies pioneras, como siete cueros, encenillos entre otros.

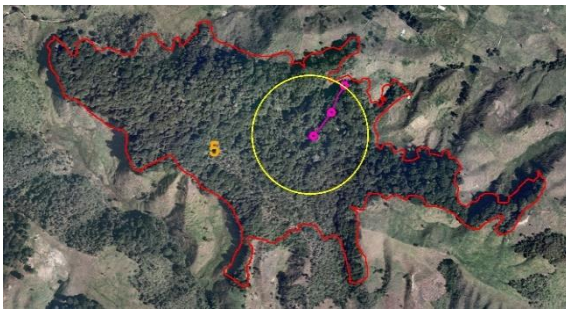
Del punto dos a cincuenta metros del borde y hacia el interior hasta el punto denominado tres a 100 metros del borde, la vegetación tuvo un cambio notable, donde se pudo percibir mucha presencia de árboles de mayor tamaño, el sotobosque se expresó con presencia de muchas aráceas, de la familia de los anturios y bromelias del grupo de los cardos.

En donde se estableció el Fragmento para este fragmento no se percibía ruido como en el fragmento anterior. El ingreso al Fragmento se realizó a través de carretera utilizada para

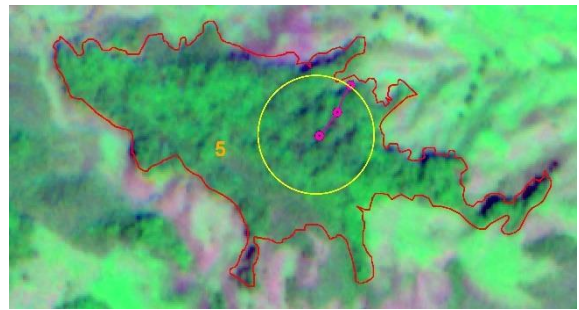
las labores de ganadería de la finca y otros predios aledaños, donde se cultiva papa. Este predio, al igual que los anteriores se encuentra rodeado por potreros para ganadería de leche a gran escala.

La riqueza de este predio está representada por 34 especies de aves, con abundancias diferentes en cada una de las especies, la especie más abundante, de acuerdo con los registros fue el cucarachero de pecho gris con una representación de 23 individuos en los tres puntos de conteo, un individuo en el punto uno, seis en el punto dos y 16 en el punto número tres.

#### 5.1.5. Fragmento número 5



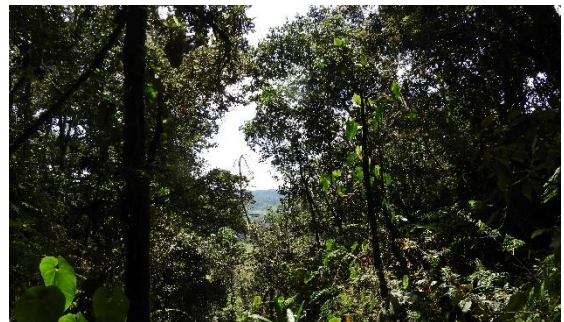
**Figura 22.** Imagen Servidor de la Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 5.



**Figura 23.** Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 5.



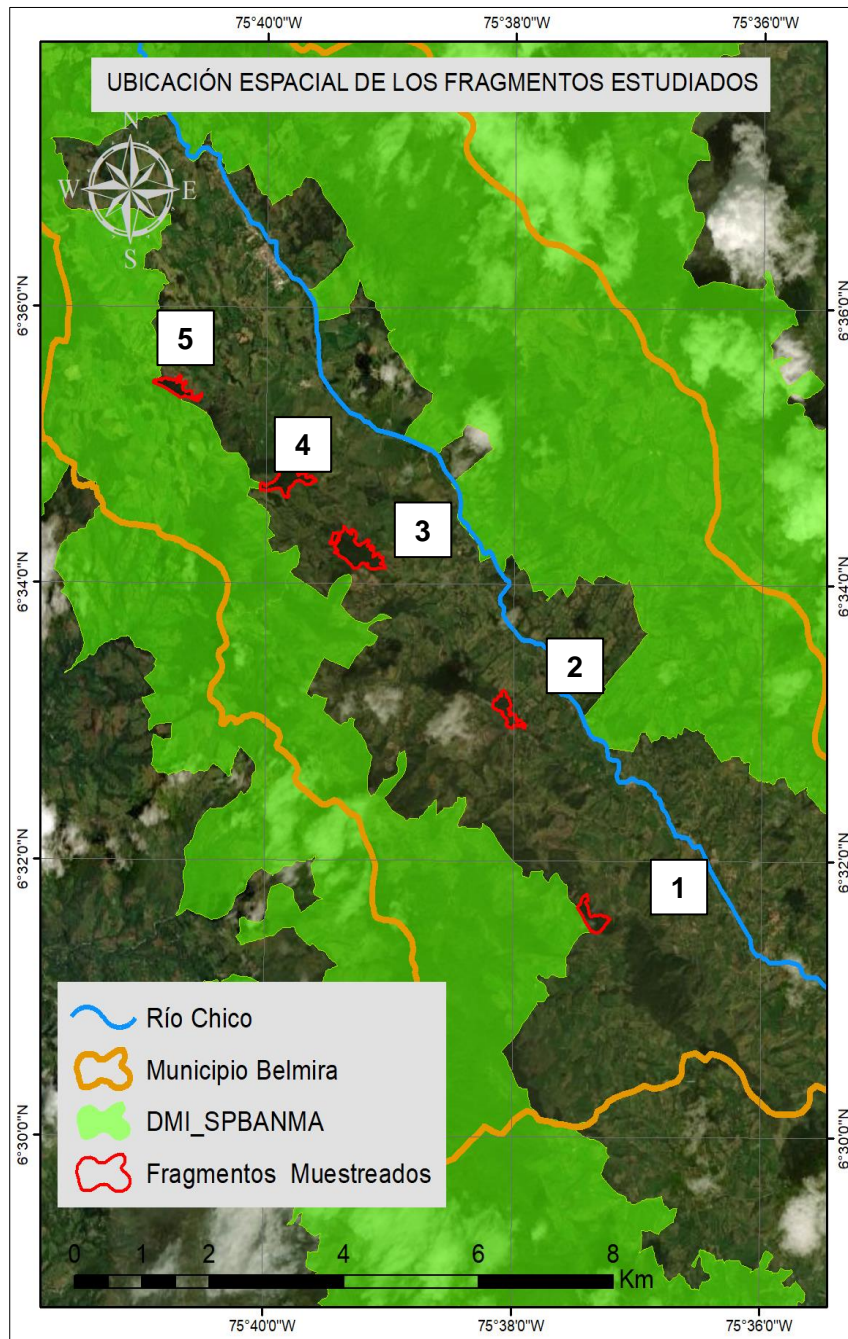
**Figura 24.** Ave registrada en fragmento 5



**Figura 25.** Cobertura vegetal fragmento 5

Este parche de bosque se encuentra en la vereda el Yuyal, dentro de un fragmento de bosque que está influenciado por potreros al igual que los demás fragmentos, el recorrido,

al interior de este fragmento se definió por una vega debido la dificultad de acceder por otros sectores del fragmento. El parche 5 presenta una vegetación densa, con presencia de robles de gran tamaño, un sotobosque con presencia de muchas bromelias, a diferencia del parche número tres no se escuchó tanto ruido emitido por máquinas de ordeño pese a que hay salas de ordeño relativamente cerca. Este parche presenta pendientes muy prolongadas, el ingreso de luz que penetró a la zona donde se realizó los puntos de conteo fue escasa, sin embargo, hubo facilidad de realizar la identificación de la riqueza de las especies de aves, si bien este predio fue uno de los más cercanos al centro poblado, no había carreteras de acceso cerca, el ingreso a este fragmento es viable a través de caminos de herradura.



**Figura 26.** Selección espacial de fragmentos de acuerdo con criterios de área y cobertura. (Fuente propia, 2020).

---

### 5.3. Estimación de diversidad y correlaciones

La riqueza empírica de especies varía con el esfuerzo de muestreo y, por lo tanto, también varía con la completitud de la muestra. Por lo tanto, se puede graficar la riqueza de especies esperada en función del tamaño de la muestra (este gráfico es conocido como curva de acumulación de especies) o en función de la cobertura de la muestra.

Teniendo la base de datos recolectados en campo con información sobre especies de aves de los muestreos realizados, se procedió a calcular la diversidad de especies de aves con los números de Hill (Chao, A. et. al. 2014), los cuales permitieron el análisis de datos del número efectivo de especies ( $qD$ ) o diversidad estimada. Con el fin de poder realizar las estimaciones para los siguientes órdenes,  $q = 0$  riqueza de especies,  $q \rightarrow 1$  exponencial de la entropía de Shannon, y el orden ( $q = 2$ ) la inversa de la concentración de Simpson.

Las estimaciones de la diversidad de Hill se hicieron usando remuestreo Bootstrap con 1000 simulaciones Abad & Casal (2021) y Efron, & Tibshirani (1993) de tal manera que se obtuvo la diversidad para el número de especies observadas a través de interpolación y extrapolación de datos, con el fin de poder conocer el comportamiento de estos estimadores. Estos cálculos se realizaron a través del paquete iNEXT del software R, R Core Team (2022) y Chao et al (2014).

Para explicar las diferencias entre los fragmentos evaluados, según las relaciones entre variables físicas como la distancia a cuerpos de agua y a centros poblados y los índices de diversidad de aves calculados con los números de Hill, se hizo un análisis descriptivo de las variables obtenidas en campo, calculando media, mediana, desviación estándar y rango intercuartílico para las variables cuantitativas, y se obtuvo las frecuencias observadas para las variables cualitativas.

Se calcularon las correlaciones de Pearson para las variables de distancia a cuerpos de aguas y distancia a centros poblados con el fin de encontrar posibles relaciones entre la diversidad y las variables mencionadas. Se hizo además comparación de poblaciones promedio de índices (poblaciones de índices en puntos observados o índices en fragmentos estudiados) usando una prueba o un test no paramétrico de Wilcoxon a un

---

nivel de significación de 0,05 con el fin de evidenciar si existe diferencia entre la diversidad promedio de especies por puntos de observación o por fragmentos.

## 5.4. Valoración del potencial de aviturismo (PAV)

Para valorar el (PVA), que significa Potencial de Aviturismo, se hizo uso de las siguientes fórmulas, y cada una de ellas posee determinantes fijos y es presentada por Muñoz-Pedrerros y Quintana (2010).

$PAV = 1,5Ve + 1,5Ab + 1,5Pe + Ec + End + 0,5Vu + 0,5Vh + 0,5St$ . Donde cada una de ellas, corresponde a lo siguiente.

Valor estético (Ve), corresponde a una valoración cuantitativa donde un número de 30 personas expertas en aviturismo, guías nacionales de observación de aves certificados por el SENA, pertenecientes a operadoras de aviturismo mediante una encuesta, calificaron lo que percibían de acuerdo con la forma y el color de cada una de las 77 especies registradas en la zona de estudio. Este ejercicio se realizó de acuerdo con lo sugerido por Muñoz & Quintana (2010) y trabajado por Jácome-Negrete & Monar-Barragán (2020). El ejercicio se realizó facilitando láminas digitales a color de las especies, donde cada encuestado valoró de 0 a 3, de acuerdo con su percepción; 0 era el valor para las menos llamativas y 3 para las más. Esta valoración individual se promedió para obtener la ponderación como resultado final de cada especie.

Puntaje y Criterios de valoración

0 = No atractivo (Na)

1 = Poco Atractivo (Pa)

2 = Atractivo (A)

3 = Muy atractivo (Ma)

En cuanto la abundancia relativa (Ab), para cada especie correspondió con el número relativo de individuos por especie, registrado en el área de la muestra y consignados, en

la base de datos. Ver anexo N 1, cuyo criterio de valoración se basó en lo trabajado por Jácome-Negrete & Monar-Barragán (2020), y (Varela et al. 2015), donde la valoración tuvo una escala de 0 a 3, de la siguiente manera:

#### Puntaje y Criterios de valoración

0 = Registro de especie ocasional o Vagabunda (V)

1 = Raro, registro de pocos individuos y no diariamente (R)

2 = Poco común, registros diariamente en números pequeños, 1 -10 individuos/día (PC)

3 = Común, > a 10 individuos/día (C)

La perceptibilidad del ave ( $Pe$ ), se valoró con los subparámetros correspondientes a una fórmula adicional propuesta por Jácome-Negrete & Monar-Barragán (2020) en la siguientes condiciones, que además como la formula PAV, también presenta un coeficiente fijo establecido por expertos ya definido en Jácome-Negrete & Monar-Barragán (2020):

$$Pe = 1,5Pa+1,5Cm+1,5T+Pac+C+0,5Pi+0,5Gt$$

Para el caso ( $Pa$ ), es periodo de actividad en el cual las especies son más activas, y está directamente relacionado con el momento de presencia o ausencia durante el día por condiciones solares, actividades en la noche para especies nocturnas o también comportamientos crepusculares, tanto en el día, como en el ocaso en el caso de las especies nocturnas.

#### Puntaje y Criterios de valoración

0 = Especies nocturnas, activas cuando no hay luz solar.

1 = Especies crepusculares, que desarrollan actividades durante el ocaso

2 = Especies diurnas, con actividades durante el período de luz solar

3 = Especies diurnas crepusculares con actividades tanto de día como en el ocaso

Como colorido y mimetismo ( $Cm$ ) donde estas características hacen alusión lo poco o muy vistoso de la especie de acuerdo con los colores del plumaje.

#### Criterios de valoración

0 = Colorido muy bajo: especies con bajos coloridos, colores mimetizados

1 = Colorido medio: especies con plumajes grises, verdosos, pardos, cafés y otros opacos

2 = Colorido alto: colores llamativos para observadores, blancos y negros puros

3 = Colorido muy alto: coloridos fuertes de contraste con el medio, brillantes y perceptibles, (rojos, amarillos y azules)

Tamaño físico de la especie (T).

Puntaje y Criterios de valoración

0 = Pequeño: menores de 20 cm de longitud

1 = Mediano: longitud 20 a 35 cm

2 = Grande: longitud 35 a 60 cm

3 = Muy grande: mayores de 60 cm de longitud

Perceptibilidad acústica (Pac) de la especie, tiene que ver con si es vocalmente perceptible o no.

Puntaje y Criterios de valoración

0 = Sin Perceptibilidad acústica: aves que no emiten sonidos perceptibles o con escasos cantos de intensidad reducida

1 = Perceptibilidad acústica media: aves que eventualmente emiten cantos, vocalizaciones y estos son medianamente percibidos

2 = Perceptibilidad acústica alta: con cantos o vocalizaciones claramente perceptibles, pero no fácilmente atribuibles a una especie en particular

3 = Perceptibilidad acústica muy alta: emiten sonidos de altas intensidades, peculiares y atribuibles claramente a una especie en particular

Conducta (C) de la especie, y se relaciona con ciertos patrones de comportamiento, como formas de desplazarse, estilos de alimentarse.

Puntaje y Criterios de valoración

0 = Conducta no llamativa de baja percepción, carece de conductas peculiares

1 = Medianamente llamativa, despliegan conductas peculiares, pero temporalmente irregulares o en ciertas épocas del año (apareamientos y migraciones)

---

2 = Conducta llamativa de alta perceptibilidad, pero no atribuible a una especie en particular  
3 = conducta muy llamativa, además de ser claramente percibida por el observador, conductas atribuibles a una especie en particular (estilos de vuelo, conductas agresivas)

Perceptibilidad de indicios (Pi) son aquellas señales involuntarias que dejan las especies como plumaje, huellas, pero que sin embargo son más evidentes para unas especies que para otras.

#### Puntaje y Criterios de valoración

0 = Sin indicios: aves que no dejan indicios perceptibles o rastros de su presencia  
1 = Perceptibilidad baja: los indicios de estas especies son escasamente perceptibles  
2 = Perceptibilidad media: dejan indicios medianamente perceptibles de sus actividades  
3 = Perceptibilidad alta: dejan indicios muy evidentes de sus actividades cecas plumas huellas comederos nidos

Grado de tolerancia (Gt) y se refiere a la distancia que pueda tener el observador con la especie.

#### Puntaje y Criterios de valoración

0 = Bajo: especies con conductas tímidas, cautelosas que huyen de la presencia humana  
1 = Medio: poseen cierto nivel de tolerancia al ser humano de acuerdo con las condiciones del tiempo y hábitat  
2 = Alto: especies que toleran la presencia humana, no se alejan de los observadores, permiten el acercamiento a mínimas distancias  
3 = Muy alto: especies con alto grado de tolerancia al acercamiento del ser humano, permiten incluso ser tocadas

Estado de Conservación (Ec): es un estado cuya definición está dada de acuerdo con las categorías según Unión internacional para la conservación de la naturaleza, para este trabajo esta verificación se realizó según la página de UICN (2022) La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y se apoyó con la guía de aves de Colombia de Ayerbe (2019) y en la página de *Birds of the World* consultada en el año 2022.

---

Puntaje y Criterios de valoración

0 = Datos insuficientes (DD) y Preocupación menor (LC)

1 = Casi amenazada (NT)

2 = Vulnerables (VU)

3 = En peligro crítico y en peligro (EN)

Endemismo (End): el concepto que define a una especie, la cual la asocia con un área de distribución, bien sea por un límite de área establecido a partir de 50.000 kilómetros cuadrados o también aquellas que están restringidas a un territorio pertenecientes a delimitación por un territorio político (Chaparro et al., 2013).

Puntaje y Criterios de valoración

0 = Especie no endémica del país

1 = Especie endémica del país

2 = Especie endémica de la región

3 = Especie endémica del área de estudio y/o área de influencia

Valor de uso e importancia científica (Vu): esta variable está asociada con los subparámetros de valoración asociados a la investigación o importancia de los ecosistemas.

Puntaje y Criterios de valoración

0 = Baja: Especies que no poseen importancia científica, especies generalistas

1 = Medio: especies que presentan menor importancia científica (Cacería deportiva)

2 = Alto: especies con veneficio para el ámbito rural, pero su captura es prohibida o regulada

3 = Muy alto: Especies con mucha importancia para los ecosistemas, son específicas y especialistas.

Valor histórico-cultural (Vh): acá cabe mencionar sobre todo si para este parámetro, la especie está asociada con algún uso que tenga que ver con la cultura de las comunidades o los pueblos donde se encuentra la especie, bien sea de manera cultural o social.

#### Puntaje y Criterios de valoración

0 = Muy bajo: especies que no poseen importancia cultural e histórica para el país

1 = Bajo: especies con mínimos aspectos culturales, históricos o religiosos de algunos pueblos originarios pero la comunidad los reconoce por que han convivido con ellos.

2 = Medio: especies con importancia cultural considerable para locales y zonas de influencia.

3 = Alto: Especies con importancia a nivel nacional, principalmente por valor simbólico y/o vinculación con mitos y leyendas.

Singularidad taxonómica (St): nivel de exclusividad o generalidad que presentan las especies en relación con sus niveles de clasificación taxonómica. Si una especie proviene de una línea genética única su valor de singularidad taxonómica será más alto. Esta característica refleja el valor del patrimonio genético de la biodiversidad. La singularidad taxonómica se determinó a partir de Data Zone de BirdLife International.

#### Puntaje y Criterios de valoración

0 = Especies con 5 o más especies dentro de un mismo género

1 = Especies con 2 ó 4 especies dentro de un mismo género

2 = Especies única en su género

3 = Especies única (monotípica) dentro de su familia o nivel superior

## 6. Resultados

### 6.1. Área de estudio y puntos de muestreo

Luego de haber analizado de manera espacial los fragmentos de bosque con la herramienta ArcGIS, se obtuvo un total de siete fragmentos de bosque; posteriormente estos se verificaron en campo para validar que cumplieran con los criterios de cobertura y medidas. Luego de revisarlos se realizó selección aleatoria simple para los cinco de ellos que cumplieron con los criterios. En la tabla 2 se relacionan los fragmentos seleccionados estudiados. Cabe mencionar que los criterios que debió cumplir cada fragmento, fue poseer área interior y tener área interior como mínimo de 100 metros desde el borde hasta el centro del fragmento, área interior, es considerada aquella área que se encuentra desde el borde del fragmento hacia adentro del bosque (Kattan 2002).

**Tabla 2.** Fragmentos, área y propietarios de los fragmentos que cumplieron con los criterios de selección para estudio.

Fragmento	Área ha	Propietarios	Vereda	Altitud Max	Altitud min
1	15,1596	Aníbal y Gloria	Playas	2676	2645
2	8,4066	Vicente Pulgarín	La Miel	2609	2606
3	22,2469	Aicardo Villa	Santo Domingo	2681	2642
4	13,4225	Francisco Aguilar	Santo Domingo	2705	2670
5	15,0739	Fernando López	Yuyal	2675	2643

En la figura 27 se visualiza la espacialización de los fragmentos de bosque, tanto los que se propusieron inicialmente, como aquellos que efectivamente fueron estudiados. El análisis se corrió en la herramienta ArcGIS, usando una imagen satelital de tres metros y cuatro bandas espectrales (Planescope, 2020). En color fucsia se señalan los fragmentos que se seleccionaron inicialmente en la matriz, en verde los fragmentos estudiados.

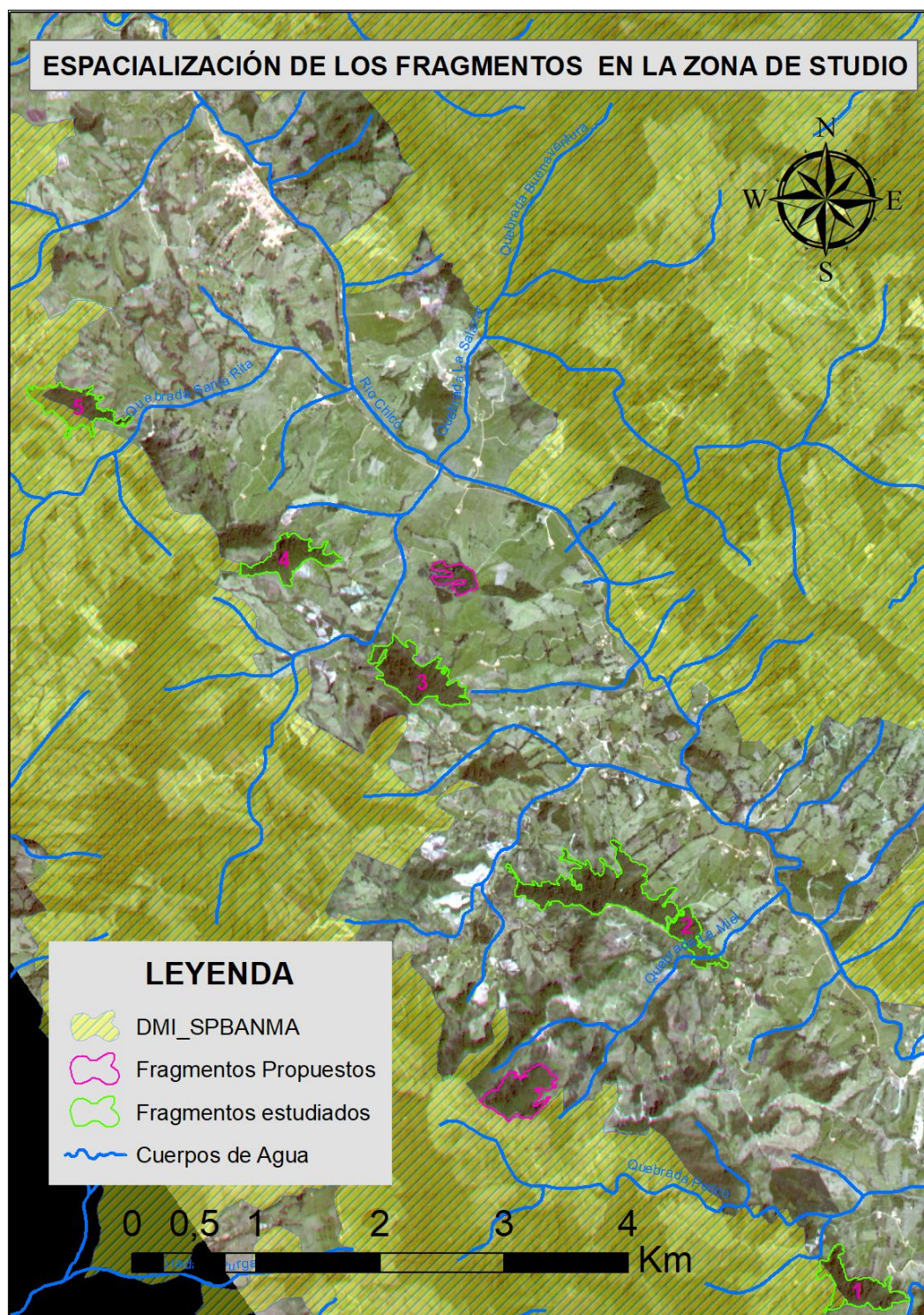
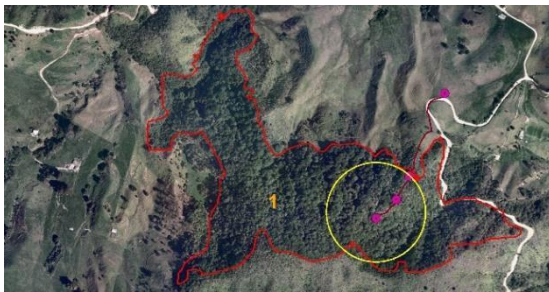
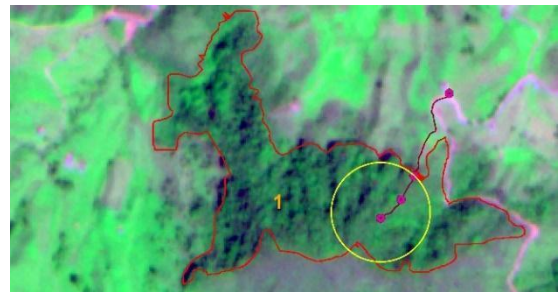


Figura 27. Ubicación espacial fragmentos de bosque estudiados.

En las figuras 28 y 29 se visualiza uno de los cinco fragmentos muestreados, se evidencia la ubicación de los puntos de conteo, así de esta manera o similar, se hizo el montaje para cada uno de los recorridos y puntos de conteo. La imagen del lado izquierdo corresponde a la imagen del servidor de la Gobernación de Antioquia (2010) y la del lado derecho corresponde a una imagen satelital de planet scope (2020). Para la imagen de la gobernación de Antioquia se utilizó el color natural del “Data View” del software ArcGis Pro. En color fucsia se puede apreciar el recorrido y los sitios donde se instaló los puntos fijos de observación, el color rojo representa el borde del fragmento, el círculo amarillo representa un Bauffer circular de 200 metros diámetro o en su defecto 100 metros de radio, con el cual se midió para poder verificar que los fragmentos poseen el área interior requerida y que además ha sido trabajada por Irene & Gallo, (2012) y (Kattan 2002).



**Figura 28.** Imagen Servidor Gobernación de Antioquia 2010, fragmento 1.

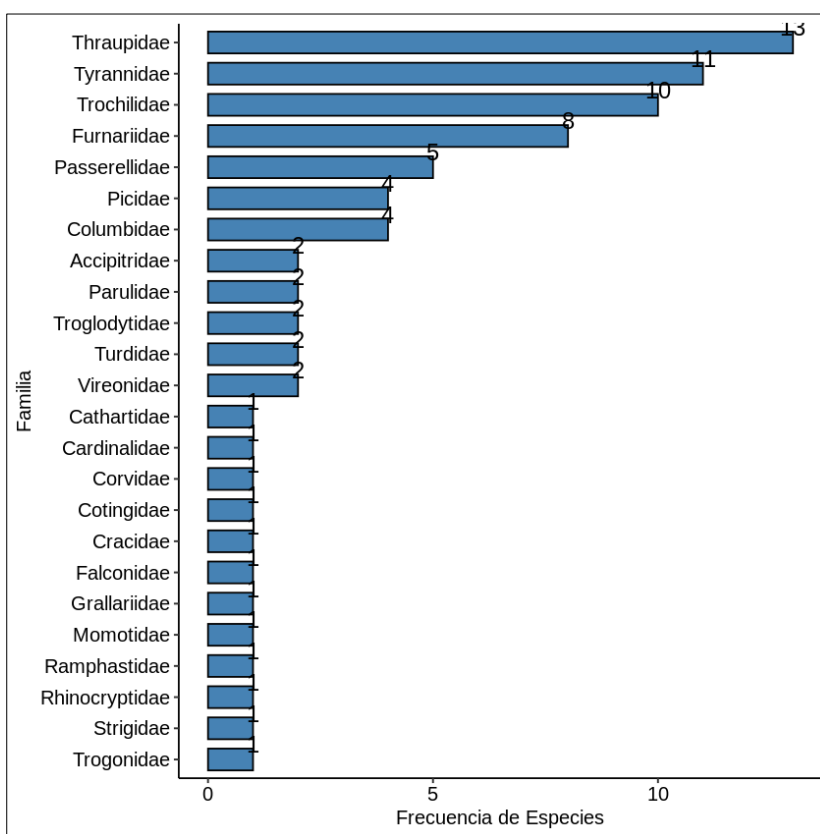


**Figura 29.** Imagen Planet Scope 2020, Fragmento 1.

## 6.2. Lista de identificación de especies en la zona de estudio

En los fragmentos de bosque andino analizados en el área de interés durante el periodo de observación descrito, se registraron 743 individuos de aves, distribuidos en 77 especies, las cuales fueron clasificadas por el experto en 24 familias y 68 géneros. En el momento del estudio, no se reportó especies migratorias dado que los muestreos se realizaron en los meses de julio y agosto del 2021, época en la cual no hay presencia de aves migratorias.

La distribución de frecuencias absolutas de las especies identificadas y clasificadas en las familias, evidencia que las tres familias de aves identificadas con el mayor número de especies registradas corresponden a “*Thraupidae*” de las Tangaras con 13 especies, “*Tyrannidae*” de los Atrapamoscas con 11 especies, y “*Trochilidae*” con 10 especies. De las especies determinadas en los diferentes fragmentos, las que presentan la mayor abundancia corresponden a “*Trochilidae*” (15.34%), “*Thraupidae*” (13.31%), “*Furnariidae*” (10.35%), “*Tyrannidae*” (8.87%), “*Troglodytidae* y *Parulidae*” (8.87%) las cuales representan el 65.43% del total de individuos registrados. Estos resultados muestran que las familias con más individuos encontrados en la zona son aquellas que tienen mayor riqueza de especies en Colombia (Ayerbe, 2018).



**Figura 30.** Número de especies por familia registradas en los fragmentos de bosque en el municipio de Belmira Antioquia

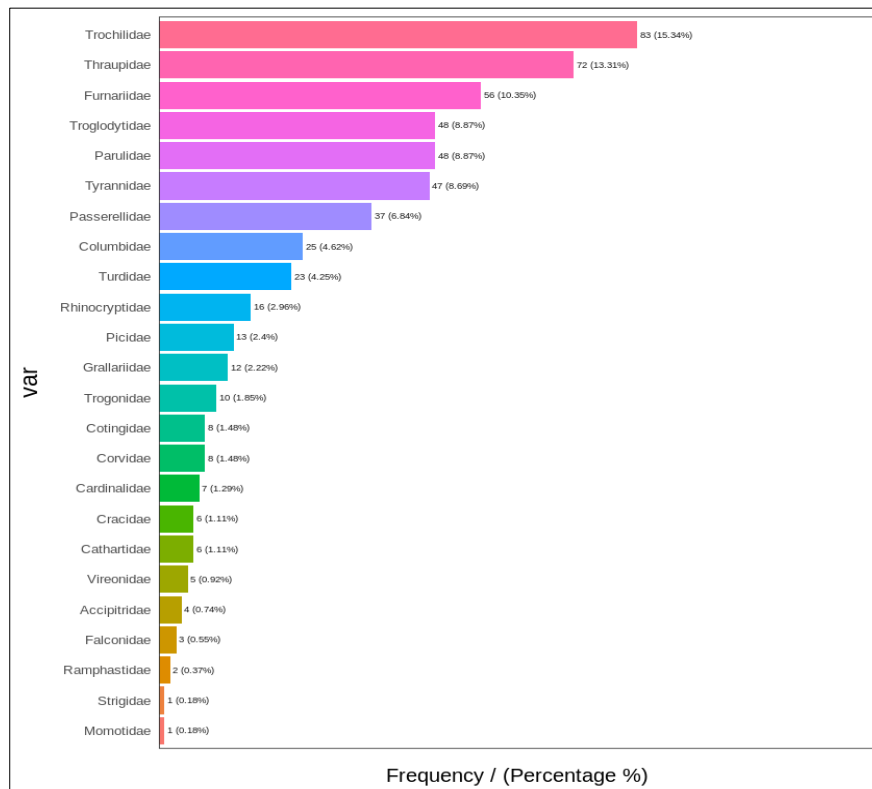
**Tabla 3.** Listado de especies registradas en la zona de estudio. Las siguientes especies de aves fueron registradas al interior de los fragmentos de bosque durante la fase de campo de esta tesis de maestría. Abreviaturas: AE = Autoridad de la especie; CP = Estado de conservación acuerdo según UICN.

Familia	Especie	Autoridad de la especie	CP
Cracidae	<i>Chamaepetes goudotii</i>	(Lesson, 1828)	LC
Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	(Lawrence, 1868)	LC
	<i>Patagioenas subvinacea</i>	(Lafresnaye, 1845)	LC
	<i>Zentrygon frenata</i>	(Tschudi, 1843)	LC
	<i>Zenaida auriculata</i>	(Des Murs, 1847)	LC
Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	(Bourcier & Mulsant, 1847)	LC
	<i>Colibri cyanotus</i>	(Bourcier, 1843)	LC
	<i>Colibri coruscans</i>	(Gould, 1846)	LC
	<i>Heliangelus exortis</i>	(Fraser, 1840)	LC
	<i>Aglaiocercus kingii</i>	(R.Lesson, 1832)	LC
	<i>Metallura tyrianthina</i>	(Loddiges, 1832)	LC
	<i>Coeligena torquata</i>	(Boissonneau, 1840)	LC
	<i>Boissonneaua flavescens</i>	(Loddiges, 1832)	LC
	<i>Ocreatus underwoodii</i>	(Say, 1822)	LC
	<i>Chaetocercus mulsant</i>	(Bourcier, 1843)	LC
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	(Bechstein, 1793)	LC
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	(Gmelin, 1788)	LC
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	(Vieillot, 1816)	LC
Strigidae	<i>Strix albitarsis</i>	(Bonaparte, 1850)	LC
Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	(Vieillot, 1817)	LC
Momotidae	<i>Momotus aequatorialis</i>	(Gould, 1858)	LC
Ramphastidae	<i>Andigena nigrirostris</i>	(Waterhouse, 1839)	LC
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	(Swainson, 1827)	LC
	<i>Dryobates fumigatus</i>	(d'Orbigny, 1840)	LC
	<i>Campephilus pollens</i>	(Bonaparte, 1845)	LC
	<i>Colaptes rubiginosus</i>	(Swainson, 1820)	LC
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	(J.F.Miller, 1777)	LC
Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	(Lafresnaye, 1842)	LC
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus latrans</i>	(Hellmayr, 1924)	LC
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus triangularis</i>	(Lafresnaye, 1842)	LC
	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	(Des Murs, 1849)	LC
	<i>Xenops rutilans</i>	(Temminck, 1821)	LC
	<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>	(Lafresnaye, 1840)	LC

Familia	Especie	Autoridad de la especie	CP
	<i>Thripadectes flammulatus</i>	(Eyton, 1849)	LC
	<i>Margarornis squamiger</i>	(Orbigny & Lafresnaye, 1838)	LC
	<i>Hellmayrea gularis</i>	(Lafresnaye, 1843)	LC
	<i>Synallaxis azarae</i>	(Orbigny, 1835)	LC
<b>Cotingidae</b>	<i>Pipreola riefferii</i>	(Boissonneau, 1840)	LC
<b>Tyrannidae</b>	<i>Hemitriccus granadensis</i>	(Hartlaub, 1843)	LC
	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	(Orbigny & Lafresnaye, 1837)	LC
	<i>Zimmerius chrysops</i>	(P.L.Sclater, 1859)	LC
	<i>Elaenia frantzii</i>	(Lawrence, 1865)	LC
	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	(d'Orbigny, 1840)	LC
	<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	(Tschudi, 1844)	LC
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	(Vieillot, 1819)	LC
	<i>Myiarchus cephalotes</i>	(Taczanowski, 1880)	LC
	<i>Ochthoeca diadema</i>	(P.L.Sclater, 1856)	LC
	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	(R.Lesson, 1832)	LC
	<i>Tyrannidae sp.</i>		?
<b>Vireonidae</b>	<i>Cyclarhis nigrirostris</i>	(Lafresnaye, 1842)	LC
	<i>Vireo leucophrys</i>	(Lafresnaye, 1844)	LC
<b>Corvidae</b>	<i>Cyanocorax yncas</i>	(Boddaert, 1783)	LC
<b>Troglodytidae</b>	<i>Troglodytes solstitialis</i>	(P.L.Sclater, 1859)	LC
	<i>Henicorhina leucophrys</i>	(Tschudi, 1844)	LC
<b>Turdidae</b>	<i>Myadestes ralloides</i>	(d'Orbigny, 1840)	LC
	<i>Turdus fuscater</i>	(Orbigny & Lafresnaye, 1837)	LC
<b>Passerellidae</b>	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	(Lafresnaye, 1840)	LC
	<i>Arremon assimilis</i>	(Boissonneau, 1840)	LC
	<i>Arremon brunneinucha</i>	(Lafresnaye, 1839)	LC
	<i>Zonotrichia capensis</i>	(P.L.Stadius Müller, 1776)	LC
	<i>Atlapetes latinuchus</i>	(Du Bus de Gisignies, 1855)	LC
<b>Parulidae</b>	<i>Myiothlypis coronata</i>	(Hartlaub, 1843)	LC
	<i>Myioborus ornatus</i>	(Boissonneau, 1840)	LC
<b>Cardinalidae</b>	<i>Piranga flava</i>	(Vieillot, 1822)	LC
<b>Thraupidae</b>	<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	(Lafresnaye, 1842)	LC
	<i>Conirostrum albifrons</i>	(Lafresnaye, 1842)	LC
	<i>Diglossa albilatera</i>	(Lafresnaye, 1843)	LC
	<i>Diglossa caerulescens</i>	(P.L.Sclater, 1856)	LC
	<i>Diglossa cyanea</i>	(Lafresnaye, 1840)	LC
	<i>Diglossa brunneiventris</i>	(Lafresnaye, 1846)	LC
	<i>Cnemoscopus rubrirostris</i>	(Lafresnaye, 1840)	LC
	<i>Iridosornis rufivertex</i>	(Lafresnaye, 1842)	LC

Familia	Especie	Autoridad de la especie	CP
	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	(Du Bus, 1846)	LC
	<i>Anisognathus somptuosus</i>	(Lesson, 1831)	LC
	<i>Sporathraupis cyanocephala</i>	(D'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	LC
	<i>Stilpnia heinei</i>	(Cabanís, 1851)	LC
	<i>Tangara vassorii</i>	(Boissonneau, 1840)	LC

Con respecto a la abundancia por familias en la zona de muestreo, en el área de estudio se registró un total de 24 familias, de las cuales las tres familias más abundantes, estuvieron representadas por los Trochilidae de los colibríes, la familia Thraupidae de las tánaras y la familia Furnaridae, de los trepatroncos y hojarasqueros, pues ellos tuvieron una abundancia por familia de 83, 72, 56 individuos respectivamente, con los siguientes porcentajes (15,34%), (13,31 %) y (10,35%) (Figura 31).



**Figura 31.** Representación de la abundancia por familias

De acuerdo con la figura 31, la distribución de las familias de las especies representadas en la zona de estudio en Belmira Antioquia es muy diversa, de acuerdo con Guidetti, B. Y. (2020)., sin importar una familia en específico, las aves prestan servicios ecosistémicos, de las especies de aves, las hay frugívoras dispersoras de semillas (Missano, 2022), insectívoras controladoras de plagas, carnívoras (carroñeras) que limpian cadáveres (Alba & González, 2022), nectarívoras que polinizan especies de plantas, entre otros servicios.

Para la zona de estudio se registró algunos colibríes como especies indicadoras y muy especialistas en cuanto al hábitat y alimento, otras especies insectívoras como los Tyrannidae, entre estas especies en Sirirí común (*Tyrannus melancholicus*) especies controladoras de insectos, un poco más generalistas, estas por ejemplo se registraron más cerca del borde de bosque (Lindwedel 2022), mientras que los anteriores su mayor abundancia se registró al interior del bosque. Así mismo las especies más comunes, o con mayor distribución geográfica a nivel local o nacional se registraron siempre cerca del borde de bosque en la zona de estudio en el municipio de Belmira Antioquia.

### 6.3. Estimación de diversidad y correlaciones

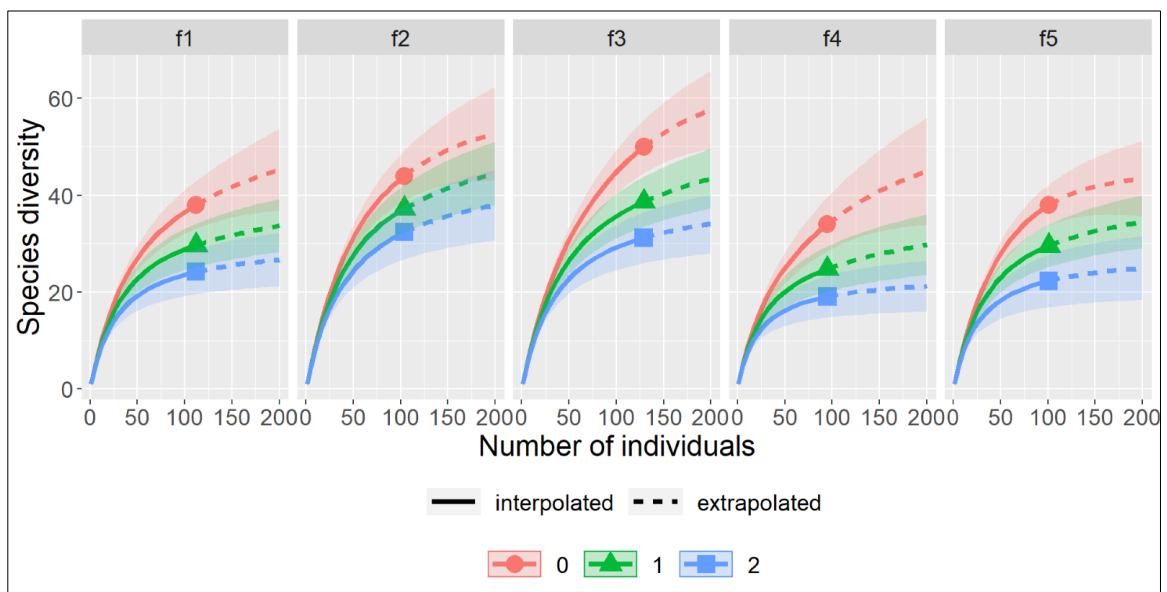
Los cálculos obtenidos (vía Bootstrap) para determinar abundancia, riqueza y la probabilidad estimada de cada uno de los fragmentos, se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Estimación de la abundancia, riqueza y probabilidad de observar una especie en cada uno de los fragmentos de bosque andino en Belmira Antioquia.

Fragmento	Abundancia observada por fragmento	Riqueza observada por fragmento	Probabilidad estimada para observar una especie
f1	112	38	0.8849
f2	104	44	0.8480
f3	129	50	0.8466
f4	95	34	0.8434
f5	101	38	0.8833

En la misma tabla se pueden apreciar los valores observados de abundancia, riqueza y la estimación de la cobertura de la muestra o cobertura muestral (probabilidad total de aparición de las especies observadas en la muestra) en cada uno de los cinco fragmentos de bosque andino para el municipio de Belmira (Antioquia), resaltando que el mayor número de especies fue observada en el tercer fragmento de bosque andino, en cual se identificaron 50 especies entre 129 individuos con una probabilidad total de aparición de las especies observadas en la muestra de aproximadamente 84.66%.

Para realizar las estimaciones de los números de Hill a partir de métodos de interpolación y extrapolación se seleccionan 40 nodos (*knots*) Chao et al (2014) espaciados teniendo en cuenta la abundancia observada en cada uno de los fragmentos de bosque andino, procediendo de la siguiente manera: se calculan las estadísticas de interés, estimaciones de diversidad, estimación de la cobertura de la muestra con su respectivo intervalo de confianza al 95%. Con base a la estimación de la cobertura de muestreo y los intervalos de confianza se realiza el trazado de la curva.



**Figura 32.** Diversidad de especies para los números de Hill  $q:0$ ,  $q \rightarrow 1$  y  $q:2$  por fragmentos, con curvas de acumulación, enrarecidas y extrapoladas.

---

Luego de realizar los cálculos de los datos utilizando los números de Hill, se procede a analizar el comportamiento de estos según lo expresado en cada una de las curvas de acumulación. Es evidente que para cada uno de los cinco fragmentos hay un comportamiento diferente en cuanto a la distribución de la diversidad según lo calculado con el número efectivo de especies. En este mismo sentido, se puede apreciar que el fragmento número tres de acuerdo con los cálculos, posee una mayor diversidad de especies según los números de Hill, permitiendo evidenciar en las curvas de acumulación las diferencias en la diversidad de las especies. Dado lo anterior según expresa la gráfica para cada curva de acumulación, donde cada uno de los colores corresponden a: rojo,  $q:0$ , el color verde representa a  $q \rightarrow 1$  y el azul a  $q:2$ .

Autores como Sosa (2008) argumentan que la estructura está relacionada con el aumento o disminución en cuanto a presencia de individuos o especies, es evidente en este fragmento, pues la dominancia de la cobertura del bosque en el borde está representada por rastrojos altos, situación que posibilita generar algunas dinámicas como; mayor visibilidad, facilidad del ingreso de luz, la cual incide en los cambios de floración y fructificación, atrayendo más individuos o especies.

En la tabla 5 se observan los índices de diversidad, explicando para cada uno de los fragmentos, como se disponen los números de Hill en el orden  $q:0$ ,  $q \rightarrow 1$  y  $q:2$ , además de los valores correspondientes para la diversidad tanto observada como estimada. En el anterior ejercicio deja ver que, en los resultados, los valores de confianza para el estimador  $q:0$ , o riqueza de especies el intervalo de confianza es muy amplio, por lo cual tiene poca precisión y el error de confianza es muy amplio, mientras que para  $q \rightarrow 1$  y  $q:2$ , hay poca variabilidad y el error de confianza es menor.

**Tabla 5.** Índices de diversidad de los números de Hill  $q=0, \rightarrow 1$  y  $2$ , observada y estimada por fragmentos de bosque andino con los respectivos cálculos de error estándar además de sus intervalos de confianza al 95 % (LCL, UCL).

Fragmento	Números de Hill	Diversidad observada	Diversidad estimada	Error estándar	LCL	UCL
F1	Species richness (q:0)	38.000	51.958	10.314	41.828	88.892
F1	Shannon diversity (q:1)	29.673	38.201	3.827	30.699	45.702
F1	Simpson diversity (q:2)	24.216	30.621	3.813	24.216	38.095
F2	Species richness (q:0)	44.000	56.677	8.302	47.931	84.881
F2	Shannon diversity (q:1)	37.256	50.530	4.214	42.271	58.789
F2	Simpson diversity (q:2)	32.383	46.574	4.516	37.723	55.425
F3	Species richness (q:0)	50.000	64.175	8.289	54.896	91.037
F3	Shannon diversity (q:1)	38.661	51.223	4.013	43.358	59.088
F3	Simpson diversity (q:2)	31.221	40.871	4.367	32.313	49.430
F4	Species richness (q:0)	34.000	52.553	12.950	39.397	97.779
F4	Shannon diversity (q:1)	24.819	33.489	3.837	25.968	41.009
F4	Simpson diversity (q:2)	19.080	23.624	3.371	19.080	30.231
F5	Species richness (q:0)	38.000	44.481	4.929	39.724	62.363
F5	Shannon diversity (q:1)	29.567	37.800	3.284	31.364	44.236
F5	Simpson diversity (q:2)	22.322	28.371	3.962	22.322	36.136

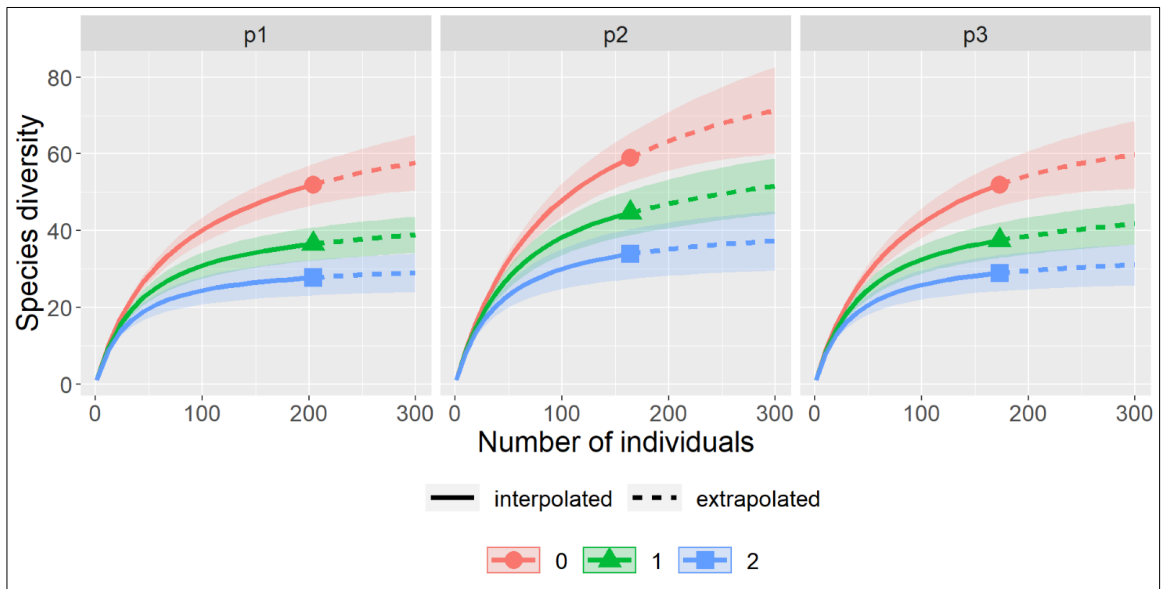
**Tabla 6.** Estimación de la abundancia, riqueza y probabilidad de observar una especie en cada uno de los puntos de muestreo.

Puntos de muestreo	Abundancia Observada	Riqueza observada	Probabilidad estimada para observar una especie
p1 = F1+F2+F3+F4+F5	204	52	0.9220
p2 = F1+F2+F3+F4+F5	164	59	0.8667
p3 = F1+F2+F3+F4+F5	173	52	0.9025

Como ya se ha mencionado, los puntos número uno es aquellos que se definieron en el borde de cada fragmento, los puntos número dos corresponden a los que se establecieron a 50 metros del borde y los puntos número tres son aquellos que se establecieron a 100 metros de distancia del borde de cada fragmento de acuerdo con la metodología trabajada por (Irene & Gallo, 2012) y que además coincidió con la parte central del fragmentos de bosque andino el cual fue seleccionado para el presente estudio.

Tomado como referencia los puntos de muestreo, podemos observar que, en promedio e independiente del fragmento muestreado, el punto 2 es el que posee mayor riqueza de especies, con una riqueza estimada de 59 y una probabilidad de observar una especie de 0.8667 (ver Tabla 5). Note que este resultado va de la mano con lo expuesto por Huayta et al., (2014), donde se afirma que las partes intermedias tienden a proporcionar la mayor riqueza de especies debido a que estos se convierten en puntos de transición. Así pues, que en zonas de transición (Henoa Francisco & Karen, 2019) suele ser mayor la riqueza de especies.

Por lo anterior para los fragmentos, en los puntos de conteo se realizaron las estimaciones de los números de Hill a partir de métodos de interpolación y extrapolación dónde se seleccionan 40 nodos (*knots*) Chao et al (2014) igualmente espaciados teniendo en cuenta la abundancia observada, pero en este caso para cada uno de los puntos de conteo y se procede de la siguiente manera: se calculan las estadísticas de interés, estimaciones de diversidad, estimación de la cobertura de la muestra con su respectivo intervalo de confianza al 95%. Con base a la estimación de la cobertura de muestreo y los intervalos de confianza se realiza el trazado de la curva.



**Figura 33.** Diversidad de especies para los números de Hill  $q:0$   $q \rightarrow 1$  y  $q:2$  por puntos de muestreo.

De acuerdo con la figura 13 se puede resaltar que, para los puntos ubicados a 50 metros del borde de los fragmentos, existe mayor diversidad, con respecto los puntos ubicados en los bordes de los fragmentos y el puntos ubicados a 100 metros del borde de los fragmentos, sin embargo, la tendencia para cada punto fue similar entre los tres puntos de conteo.

En la tabla 8 se expresa cada uno de los índices de diversidad, explicando para cada uno de los puntos de conteo, cómo se disponen los números del Hill en el orden  $q:0$ ,  $q \rightarrow 1$  y  $q:2$ , además de los valores de riqueza y diversidad de especies tanto observada como estimada.

**Tabla 7.** Índices de diversidad de Hill  $q= 0, \rightarrow 1$  y  $2$ . observada y estimada por puntos de muestreo y los respectivos cálculos de error estándar e intervalos de confianza al 95 % (LCL, UCL).

Punto de muestreo	Números de Hill	Diversidad observada	Diversidad estimada	Error estándar	LCL	UCL
P1	Species richness (q:0)	52.000	64.737	8.338	55.951	93.058
P1	Shannon diversity (q:1)	36.494	43.478	3.255	37.097	49.858
P1	Simpson diversity (q:2)	27.744	31.954	2.880	27.744	37.599
P2	Species richness (q:0)	59.000	80.866	12.339	66.802	120.281
P2	Shannon diversity (q:1)	44.674	58.700	4.630	49.625	67.775
P2	Simpson diversity (q:2)	33.874	42.432	4.813	33.874	51.865
P3	Species richness (q:0)	52.000	63.972	7.592	55.831	89.415
P3	Shannon diversity (q:1)	37.500	46.084	3.085	40.038	52.131
P3	Simpson diversity (q:2)	28.917	34.520	2.988	28.917	40.376

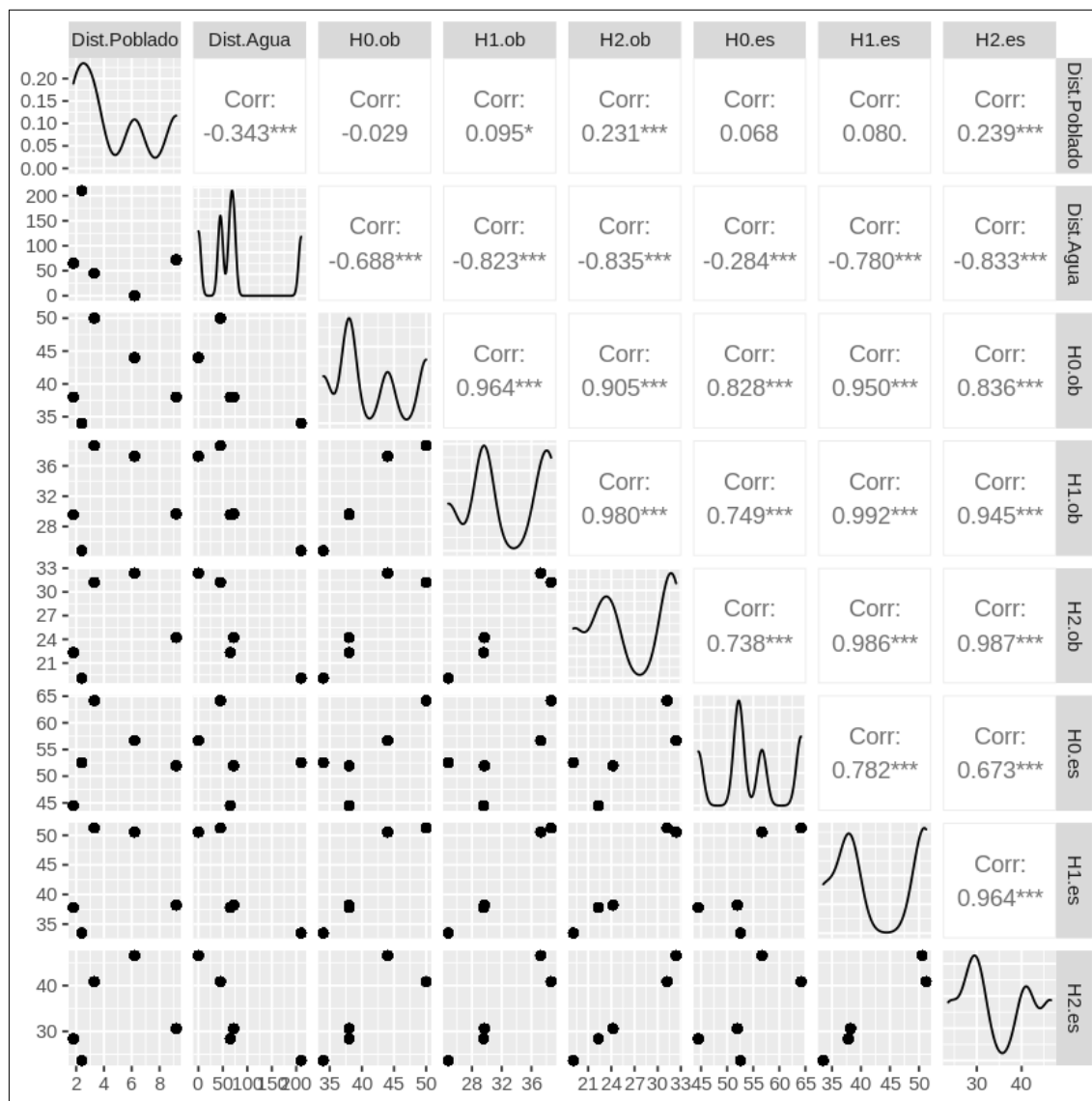
El anterior ejercicio deja ver que, en los resultados, los valores de confianza para el estimador  $q:0$ , o riqueza de especies el intervalo de confianza es muy amplio, por lo cual tiene poca precisión y el error de confianza es muy amplio, mientras que para  $q \rightarrow 1$  y  $q:2$ , hay poca variabilidad y el error de confianza es menor. Por lo anterior es más recomendable tener siempre en cuenta considerar en primera instancia los índices medidos con  $q \rightarrow 1$  y  $q:2$  (Lou et al., 2012).

**Correlaciones:** una vez estimados los valores explicados previamente, se obtuvo las correlaciones de los índices de Hill con las variables de paisaje como distancia a centros poblados y distancia a cuerpos de agua. En la siguiente gráfica se expresan los valores

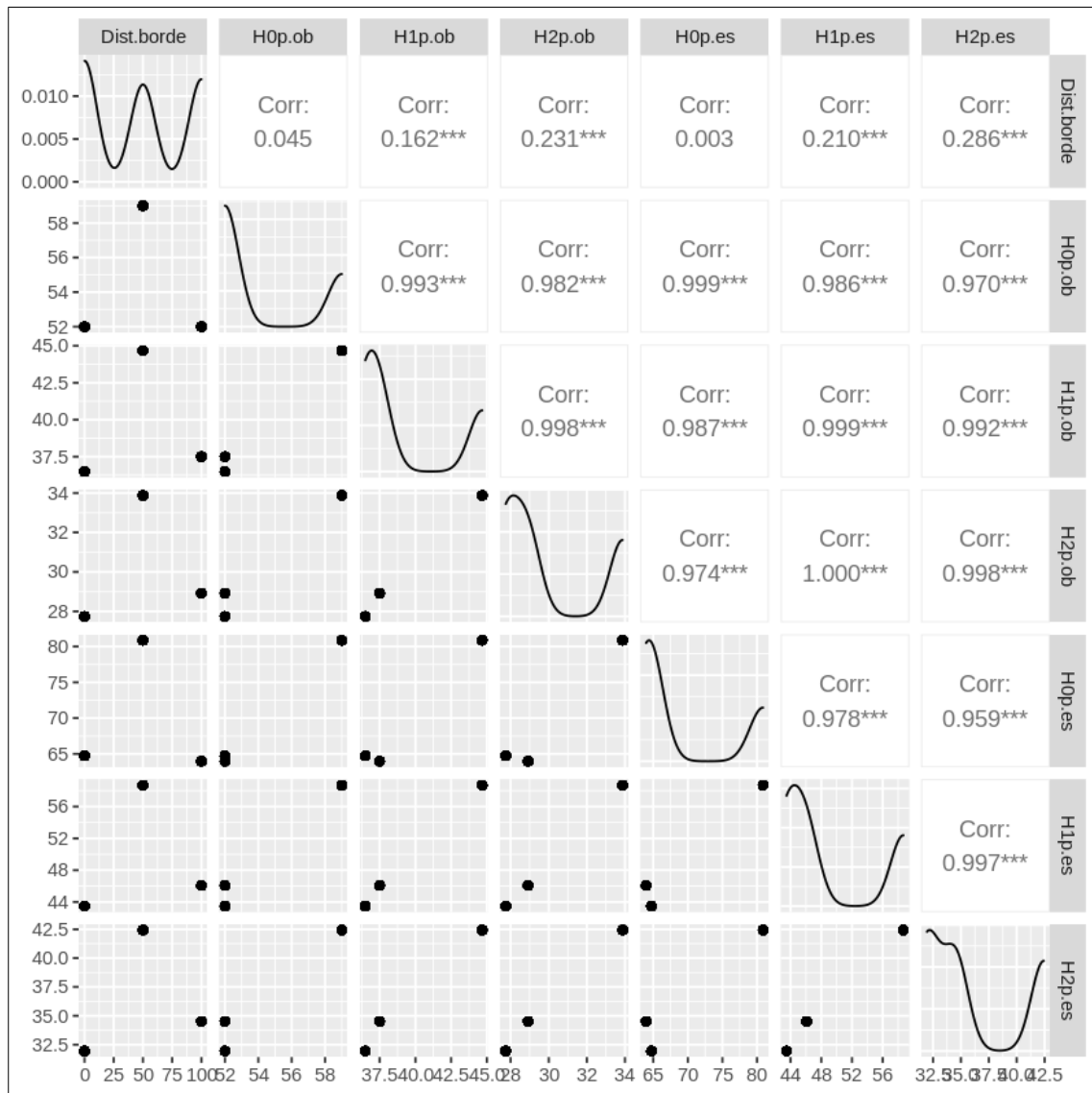
obtenidos de las correlaciones. Cabe mencionar que la distancia a centros poblados no es tan influyente para la zona de estudio, puesto que no se encontró una relación entre el aumento o la disminución de los índices de diversidad con relación a cada uno de los fragmentos estudiados, es probable que no haya una relación que impacte la disminución o el aumento de especies, dado que el municipio de Belmira no está representado por una población numerosa, la cual intervenga sobre los fragmentos de bosque andino estudiado. Mientras que la distancia entre fragmentos de bosque andino, y cuerpos de agua para la zona de estudio, sí se vio representado con leves cambios en la diversidad de las especies aves.

A medida que los fragmentos se encontraban más cerca de cuerpos de agua se observó un aumento en los índices de diversidad de las especies de aves, como propone Cárdenas et al. (2003), por esto es importante implementar corredores de conectividad a través de cuerpos de agua en estas zonas de estudio, para que las especies puedan tener una mejor movilidad o flujo entre fragmentos del bosque andino (Velázquez, 2017).

### Correlaciones con variables del paisaje



**Figura 34.** Correlaciones de los índices de Hill en los fragmentos versus distancia a centros poblados y cuerpos de agua.



**Figura 35.** Correlaciones de los índices de Hill en los puntos de muestreo versus distancia al borde del fragmento

Al analizar la correlación entre índices diversidad medidos mediante los números de Hill, y la distancia entre los puntos de muestreo para cada uno de los tres puntos establecidos en los cinco fragmentos de bosque andino, no hubo ninguna correlación, pues las especies, independientemente pueden distribuirse o moverse en los parches de bosque sin ninguna limitante.

## 6.4. Valoración de variables para determinar el potencial de las aves registradas para prácticas de Aviturismo

Según los índices especificados en Jácome-Negrete y Monar-Barragán (2020), la mayor valoración fue para el tucán de montaña *Andigena nigrirostris* (de 35.60 PVA), mientras la especie con menor valor fue para el víreo de corona parda *Vireo leucophrys* con una puntuación de 14.85. Las especies de aves identificadas y asociadas a los fragmentos de bosque andino, que resultaron con un potencial alto parara practicar el aviturismo, son aquellas que combinaban colores vistosos, y las menos atractivas, especies con tonos de colores opacos, en concordancia con lo planteado por Jácome-Negrete & Monar-Barragán (2020).

La tabla 9 corresponde a la valoración de la variable perceptibilidad del ave (Pe).

**Tabla 8.** Evaluación de la perceptibilidad de las aves. Pe = Perceptibilidad; DF = Determinante fijo; Pa = Periodo de actividad; Cm = Colorido y mimetismo; T = Tamaño; Pac = Perceptibilidad acústica; C = Conducta; Pi = Perceptibilidad de indicios; Gt = Grado de tolerancia.  $Pe = 1,5Pa+1,5Cm+1,5T+Pac+C+0,5Pi+0,5Gt$

Especies	DF Pa	(Pa)	DF Cm	(cm)	DF T	(T)	(Pac)	(C)	DF Pi	(Pi)	DF Gt	(Gt)	Total Pe
<i>Andigena nigrirostris</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	2	3	3	0,5	2	0,5	1	19,50
<i>Momotus aequatorialis</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	2	3	3	0,5	3	0,5	2	19,00
<i>Trogon collaris</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	1	3	3	0,5	1	0,5	2	18,00
<i>Cyanocorax yncas</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	1	2	3	0,5	2	0,5	1	17,00
<i>Chamaepetes goudotii</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	3	2	3	0,5	2	0,5	0	16,50
<i>Caracara plancus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	2	1	2	0,5	2	0,5	2	15,50
<i>Diglossa brunneiventris</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	3	1	3	0,5	3	0,5	0	14,50
<i>Rupornis magnirostris</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	2	3	2	0,5	3	0,5	1	14,50
<i>Zenaida auriculata</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	1	1	3	0,5	1	0,5	2	14,50
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	2	2	3	0,5	3	0,5	0	14,00
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	13,50
<i>Anisognathus somptuosus</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	13,50
<i>Atlapetes latinuchus</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	13,50
<i>Campephilus pollens</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	1	3	1	0,5	1	0,5	0	13,50
<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	13,50
<i>Colaptes rubiginosus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	1	2	2	0,5	1	0,5	0	13,50

<b>Especies</b>	<b>DF Pa</b>	<b>(Pa)</b>	<b>DF Cm</b>	<b>(cm)</b>	<b>DF T</b>	<b>(T)</b>	<b>(Pac)</b>	<b>(C)</b>	<b>DF Pi</b>	<b>(Pi)</b>	<b>DF Gt</b>	<b>(Gt)</b>	<b>Total Pe</b>
<i>Patagioenas fasciata</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	2	2	2	0,5	1	0,5	0	13,50
<i>Pipreola riefferii</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	3	2	0,5	1	0,5	1	13,50
<i>Diglossa brunneiventris</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	13,00
<i>Iridosornis rufivertex</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	13,00
<i>Patagioenas subvinacea</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	1	3	2	0,5	1	0,5	0	13,00
<i>Thripadectes flammulatus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	1	2	2	0,5	0	0,5	0	13,00
<i>Turdus fuscater</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	1	2	3	0,5	2	0,5	2	13,00
<i>Xiphorhynchus triangularis</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	1	2	2	0,5	0	0,5	0	13,00
<i>Chaetocercus mulsant</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	1	2	0,5	1	0,5	0	12,50
<i>Cyclarhis nigrirostris</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	3	2	0,5	0	0,5	0	12,50
<i>Henicorhina leucophrys</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	3	2	0,5	0	0,5	0	12,50
<i>Zentrygon frenata</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	1	2	1	0,5	1	0,5	0	12,50
<i>Arremon assimilis</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	12,00
<i>Arremon brunneinucha</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	12,00
<i>Grallaria ruficapilla</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	3	1	0,5	0	0,5	1	12,00
<i>Melanerpes formicivorus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	12,00
<i>Piranga flava</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	12,00
<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	1	2	2	0,5	1	0,5	0	12,00
<i>Zonotrichia capensis</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	3	3	0,5	1	0,5	2	12,00
<i>Colibri coruscans</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Colibri cyanotus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Coragyps atratus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Diglossa cyanea</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Margarornis squamiger</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Myioborus ornatus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Stilpnia heinei</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Tangara vassorii</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	11,50
<i>Agelaiocercus kingii</i>	1,5	3	1,5	3	1,5	0	0	2	0,5	0	0,5	0	11,00
<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	2	11,00
<i>Zimmerius chrysops</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	3	2	0,5	0	0,5	0	11,00
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	10,50
<i>Conirostrum albifrons</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	10,50
<i>Heliangelus exortis</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	10,50
<i>Hellmayrea gularis</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	1	0,5	0	0,5	0	10,50
<i>Hemitriccus granadensis</i>	1,5	3	1,5	2	1,5	0	2	1	0,5	0	0,5	0	10,50
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	10,50
<i>Dryobates fumigatus</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	1	0,5	0	10,50
<i>Myiarchus cephalotes</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	10,00

<b>Especies</b>	<b>DF Pa</b>	<b>(Pa)</b>	<b>DF Cm</b>	<b>(cm)</b>	<b>DF T</b>	<b>(T)</b>	<b>(Pac)</b>	<b>(C)</b>	<b>DF Pi</b>	<b>(Pi)</b>	<b>DF Gt</b>	<b>(Gt)</b>	<b>Total Pe</b>
<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	10,00
<i>Myiothlypis coronata</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	10,00
<i>Ochthoeca diadema</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	10,00
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	10,00
<i>Sporathraupis cyanocephala</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	10,00
<i>Cnemoscopus rubrirostris</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	9,00
<i>Doryfera ludovicae</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	9,00
<i>Metallura tyrianthina</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	9,00
<i>Myadestes ralioides</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	3	0	0,5	0	0,5	0	9,00
<i>Ocreatus underwoodii</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	1	2	0,5	0	0,5	0	9,00
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	1	9,00
<i>Xenops rutilans</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	2	1	0,5	0	0,5	0	9,00
<i>Boissonneaua flavescens</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	0	2	0,5	1	0,5	0	8,50
<i>Strix albitarsis</i>	1,5	0	1,5	0	1,5	2	3	0	0,5	3	0,5	2	8,50
<i>Diglossa albilatera</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	8,50
<i>Elaenia frantzii</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	8,50
<i>Troglodytes solstitialis</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	2	2	0,5	0	0,5	0	8,50
<i>Coeligena torquata</i>	1,5	3	1,5	1	1,5	0	0	2	0,5	0	0,5	0	8,00
<i>Scytalopus latrans</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	3	0	0,5	0	0,5	0	7,50
<i>Synallaxis azarae</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	3	0	0,5	0	0,5	0	7,50
<i>Vireo leucophrys</i>	1,5	3	1,5	0	1,5	0	2	1	0,5	0	0,5	0	7,50

La tabla 10 presenta la ponderación de las variables asociadas al potencial del aviturismo en la zona estudiada. En ella se puede apreciar que las aves con más colores son las que despiertan un mayor interés en los observadores, de acuerdo con la valoración propuesta por Muñoz & Quintana (2010) en Chile; quienes argumentan que los valores más altos para PVA, son aquellos que están entre 20 y 24, mientras que los valores que consideran altos son aquellos que oscilan entre 15 y 19 puntos; la ponderación media la determinan con valores entre 10 y 14, baja entre 5 y 9, y ya muy bajo, entre 0 y 4.

**Tabla 9.** Valor aviturístico potencial de las aves PAV; Ve = Valor estético; Ab= Abundancia; Pe = Periodo de actividad; Ec = Estado de Conservación; End = Endemismo; Vu = Valor de uso e importancia científica; Vh = Valor histórico-cultural; St = Singularidad taxonómica.  $PAV = 1,5Ve + 1,5Ab + 1,5Pe + Ec + End + 0,5Vu + 0,5Vh + 0,5St$

Especies	Ve	Ab	Pe	Ec	End	Vu	Vh	St	PAV
<i>Andigena nigrirostris</i>	4.35	1	29.25	0	0	0	0	1	35.60
<i>Momotus aequatorialis</i>	2.90	1	28.50	0	0	0	0	1	33.40
<i>Trogon collaris</i>	4.20	1	27.00	0	0	0	0	0	32.20
<i>Chamaepetes goudotii</i>	3.05	1	24.75	0	0	1	0	2	31.80
<i>Cyanocorax yncas</i>	3.75	1	25.50	0	0	0	0	1	31.25
<i>Caracara plancus</i>	2.75	1	23.25	0	0	0	0	2	29.00
<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	4.20	1	20.25	0	0	0	0	2	27.45
<i>Diglossa brunneiventris</i>	1.76	1	21.75	0	0	0	0	2	26.51
<i>Rupornis magnirostris</i>	2.55	1	21.75	0	0	0	0	1	26.30
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	3.15	1	21.00	0	0	0	0	1	26.15
<i>Zenaida auriculata</i>	2.25	1	21.75	0	0	0	0	1	26.00
<i>Anisognathus somptuosus</i>	3.71	1	20.25	0	0	0	0	1	25.96
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	3.65	1	20.25	0	0	0	0	1	25.90
<i>Iridosornis rufivertex</i>	4.20	1	19.50	0	0	0	0	1	25.70
<i>Colaptes rubiginosus</i>	3.11	1	20.25	0	0	0	0	1	25.36
<i>Pipreola riefferii</i>	4.10	1	20.25	0	0	0	0	0	25.35
<i>Henicorhina leucophrys</i>	3.35	2	18.75	0	0	0	0	1	25.10
<i>Campephilus pollens</i>	3.50	1	20.25	0	0	0	0	0	24.75
<i>Atlapetes latinuchus</i>	3.45	1	20.25	0	0	0	0	0	24.70
<i>Zentrygon frenata</i>	3.60	1	18.75	0	0	0	0	1	24.35
<i>Patagioenas fasciata</i>	2.85	1	20.25	0	0	0	0	0	24.10
<i>Cyclarhis nigrirostris</i>	3.35	1	18.75	0	0	0	0	1	24.10
<i>Thripadectes flammulatus</i>	3.56	1	19.50	0	0	0	0	0	24.06
<i>Chaetocercus mulsant</i>	4.10	1	18.75	0	0	0	0	0	23.85
<i>Turdus fuscater</i>	2.25	2	19.50	0	0	0	0	0	23.75
<i>Xiphorhynchus triangularis</i>	3.15	1	19.50	0	0	0	0	0	23.65
<i>Zonotrichia capensis</i>	2.60	1	18.00	0	0	0	0	2	23.60
<i>Myioborus ornatus</i>	3.30	2	17.25	0	0	0	0	1	23.55
<i>Colibri cyanotus</i>	3.20	2	17.25	0	0	0	0	1	23.45
<i>Coragyps atratus</i>	3.90	0	19.50	0	0	0	0	0	23.40
<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>	3.30	1	18.00	0	0	0	0	1	23.30
<i>Patagioenas subvinacea</i>	2.40	1	19.50	0	0	0	0	0	22.90
<i>Grallaria ruficapilla</i>	3.75	1	18.00	0	0	0	0	0	22.75
<i>Margarornis squamiger</i>	3.45	1	17.25	0	0	0	0	1	22.70
<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	3.15	1	16.50	0	0	0	0	2	22.65
<i>Diglossa caerulea</i>	3.35	2	17.25	0	0	0	0	0	22.60
<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	3.30	1	17.25	0	0	0	0	1	22.55

Especies	Ve	Ab	Pe	Ec	End	Vu	Vh	St	PAV
<i>Colibri coruscans</i>	3.15	1	17.25	0	0	0	0	1	22.40
<i>Arremon brunneinucha</i>	3.35	1	18.00	0	0	0	0	0	22.35
<i>Melanerpes formicivorus</i>	3.30	1	18.00	0	0	0	0	0	22.30
<i>Agelaiocercus kingii</i>	3.75	1	16.50	0	0	0	0	1	22.25
<i>Piranga flava</i>	3.15	1	18.00	0	0	0	0	0	22.15
<i>Arremon assimilis</i>	3.05	1	18.00	0	0	0	0	0	22.05
<i>Strix albitarsis</i>	4.20	1	12.75	0	0	0	3	1	21.95
<i>Stelpnia heinei</i>	3.60	1	17.25	0	0	0	0	0	21.85
<i>Tangara vassorii</i>	3.60	1	17.25	0	0	0	0	0	21.85
<i>Dryobates fumigatus</i>	2.90	1	15.75	0	0	0	0	2	21.65
<i>Diglossa cyanea</i>	3.30	1	17.25	0	0	0	0	0	21.55
<i>Helianthus exortis</i>	3.45	1	15.75	0	0	0	0	1	21.20
<i>Ocreatus underwoodii</i>	4.16	1	13.50	0	0	0	0	2	20.66
<i>Sporathraupis cyanocephala</i>	3.56	1	15.00	0	0	0	0	1	20.56
<i>Conirostrum albifrons</i>	3.56	1	15.75	0	0	0	0	0	20.31
<i>Hellmayrea gularis</i>	3.45	0	15.75	0	0	0	0	1	20.20
<i>Hemitriccus granadensis</i>	3.45	1	15.75	0	0	0	0	0	20.20
<i>Zimmerius chrysops</i>	2.70	1	16.50	0	0	0	0	0	20.20
<i>Myiothlypis coronata</i>	2.85	2	15.00	0	0	0	0	0	19.85
<i>Cnemoscopus rubrirostris</i>	3.20	1	13.50	0	0	0	0	2	19.70
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	2.90	1	15.75	0	0	0	0	0	19.65
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	2.85	1	15.75	0	0	0	0	0	19.60
<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	2.50	1	15.00	0	0	0	0	1	19.50
<i>Ochthoeca diadema</i>	3.50	1	15.00	0	0	0	0	0	19.50
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	3.50	1	15.00	0	0	0	0	0	19.50
<i>Doryfera ludovicae</i>	3.90	1	13.50	0	0	0	0	1	19.40
<i>Metallura tyrianthina</i>	3.41	1	13.50	0	0	0	0	1	18.91
<i>Xenops rutilans</i>	3.15	1	13.50	0	0	0	0	1	18.65
<i>Myiarchus cephalotes</i>	2.40	1	15.00	0	0	0	0	0	18.40
<i>Myadestes ralloides</i>	2.90	1	13.50	0	0	0	0	1	18.40
<i>Troglodytes solstitialis</i>	2.96	1	12.75	0	0	0	0	1	17.71
<i>Boissonneaua flavescens</i>	2.85	1	12.75	0	0	0	0	1	17.60
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2.35	1	13.50	0	0	0	0	0	16.85
<i>Coeligena torquata</i>	3.60	1	12.00	0	0	0	0	0	16.60
<i>Diglossa albilatera</i>	2.66	1	12.75	0	0	0	0	0	16.41
<i>Elaenia frantzii</i>	2.40	1	12.75	0	0	0	0	0	16.15
<i>Synallaxis azarae</i>	2.85	2	11.25	0	0	0	0	0	16.10
<i>Scytalopus latrans</i>	2.85	1	11.25	0	0	0	0	0	15.10
<i>Vireo leucophrys</i>	2.60	1	11.25	0	0	0	0	0	14.85

Del anterior cálculo tenemos que las siguientes tres especies reportaron el mayor puntaje de valoración con potencial para el aviturismo en el municipio de Belmira Antioquia: El

---

Tucán de montaña (*Andigena nigrirostris*), especie con estado de conservación (LC) preocupación menor UICN (2023). No amenazado globalmente. Hasta hace poco, la especie se consideraba Casi Amenazada; en la actualidad no presenta amenaza, pero probablemente todavía es una especie que su hábitat si está amenazado Corto, (2020). Es muy local en su rango de distribución. La falta de información biológica impide el seguimiento de poblaciones presentes en su área de distribución.

El Barranquero andino (*Momotus aequatorialis*), Especie con estado de conservación (LC) preocupación menor UICN (2023). El Motmot andino no tiene una calificación de conservación de la Lista Roja de la UICN, ya que BirdLife International todavía lo clasifica como conoespecífico con otros miembros del complejo "Motmot de corona azul" (BirdLife International 2011). Residente en los Andes desde el sur de Colombia hasta Bolivia. En Colombia, se distribuye en las tres cordilleras principales (Hilty y Brown, 1986), y (Schulenberg, 2020).

Trogón collarejo, (*Trogon collaris*), Especie con estado de conservación (LC) preocupación menor UICN (2023). Dado el alto tamaño de la población del Trogón de collar (5 000 000-50 000 000 de individuos maduros según BirdLife International (2012) y su amplia distribución, se considera una prioridad de conservación baja. Debido a la cantidad relativamente alta de información sobre la especie, también se la considera de baja prioridad para la investigación (Inmam, 2020).

Par consiguiente, se describe las tres especies que presentaron los porcentajes más bajos en la valoración potencial para el aviturismo en los fragmentos de bosque andino en el municipio de Belmira Antioquia: Colaespina de Azara (*Synallaxis azarae*), Especie con estado de conservación (LC) preocupación menor UICN (2023). No amenazado globalmente. Es muy común a común en la mayor parte de su área o rangos de distribución. Está presente en numerosas áreas protegidas. Tolera perturbaciones antropogénicas moderadas; presumiblemente se beneficia de la fragmentación del bosque según Remsen, Jr., JV (2020).

*Tapaculo Negruzco (Scytalopus latrans)*, Especie con estado de conservación (LC) preocupación menor UICN (2023). No amenazado globalmente. Bastante común a común y muy abundante en la mayor parte del rango en su área de distribución; menos común en la vertiente amazónica. Oportunistas y, a menudo, muy numeroso localmente (Krabbe et al ,2021).

Vireo Coronipardo (*Vireo leucophrys*), Especie con estado de conservación (LC) preocupación menor UICN (2023). Ave tiene con rango geográfico de distribución muy amplio y tamaño de poblacional muy abundante; en consecuencia, el estado de la Lista Roja de la UICN es de Preocupación Menor (BirdLife International 2013). La abundancia relativa del Vireo de cabeza marrón se evalúa como bastante común a común en toda su área de distribución (Hilty y Brown 1986),

De acuerdo con cada uno de los valores obtenidos por cada una de las especies, en la zona de estudio en el municipio de Belmira Antioquia, se observan más de 23 especies con medidas de potencial para aviturismo superiores a 24 puntos, siendo estos valores los más altos de la metodología evaluada; 32 especies se encuentra en valores entre 20 y 24, y tan sólo 22 especies están por debajo de los 20 puntos.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

En el municipio de Belmira-Antioquia, aunque es una zona con diferentes estudios relacionados con el aprovechamiento y cuidado del páramo y su fuente hídrica, la estimación de la diversidad y abundancia de aves a través de la metodología propuesta permite crear una nueva y potencial área de turismo ornitológico en la zona que beneficia no solo a sus pobladores, sino que promueve políticas de cuidado y conservación de las especies en su hábitat. Además, esta metodología permite clasificar y valorar las especies de aves existentes en la zona para con el fin de generar proyectos de mejora con criterios objetivos y estandarizados.

Los estimadores de diversidad y abundancia de especies obtenidos a través de los números de Hill muestran que los fragmentos estudiados poseen índices con valores entre medios y altos, esto comparado además con otros sitios de estudio, donde en mayor área estudiada se pudo encontrar menor riqueza de especies al igual que menor índices de diversidad, destacándose acá por ejemplo el fragmento 3 como el que más abundancia posee, y considerando además que el mejor punto de observación es aquel que se encuentra a 50 metros del borde de este. Nótese que la abundancia y diversidad de especies estimada no difiere estadísticamente respecto a la franja horaria que se escoja para el avistamiento, pero es importante tener en cuenta que para el desarrollo de esta actividad en la zona se recomienda seguir el protocolo de espera de un tiempo determinado antes de iniciar la observación para evitar generar impactos negativos por la presencia del observador.

Este muestreo fue suficiente para la época del año en que se realizó este trabajo de acuerdo con los resultados de las índices de diversidad de Hill, se pudo encontrar una diversidad alta, sin embargo, esta diversidad en la zona de estudio podría variar de acuerdo con las épocas en que se haga los muestreos, lo anterior dado por la variación del tiempos, entre tiempo seco, o tiempo lluvioso, además de época de migraciones boreales.

Con base en los valores de *PAV* calculados, podemos concluir que en la zona de estudio del municipio de Belmira hay características que son potencialmente aprovechables para el desarrollo de actividades de aviturismo, dado que, de las 77 especies registradas, 23 poseen un *PAV* superior a 24 puntos, lo cual representa un área latente para el aprovechamiento social y económico de la zona. Lo anterior, se apoya también en las 32 especies adicionales observadas que poseen un *PAV* entre 20 y 24, comprendiendo un rango medio de potencial de aviturismo. En este grupo de especies con puntajes altos de potencial de aviturismo destacamos al Tucán de Montaña Andígena *Nigrirostris*, con *PAV* de 35.60.

Dada la correlación negativa existente entre la distancia de los cuerpos de agua con los índices de abundancia y diversidad de Hill, podemos concluir que la cercanía a los cuerpos de agua tiende a incrementar el número de aves en un punto determinado. Es así que es importante promover la implementación de corredores de conectividad con cuerpos de agua en la zona de estudio con el fin de incrementar el flujo de aves entre los fragmentos estudiados.

## 8. Bibliografía

- Abad, R. C., & Casal, R. F. (2021). Técnicas de Remuestreo. 1-165. [Rubenfcasal.github.ido/book\\_remuestreo](https://github.com/Rubenfcasal/book_remuestreo)
- Alba-Quilo, J., & González-Zambrano, R. (2022). Percepciones biológicas y culturales en la conservación de las aves rapaces centrada en la UEF Domingo Faustino Sarmiento, Quito-Ecuador. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883., 5(10), 14-25.
- Albrieu, C., Ferrari, S., & Navarro, V. (2013). Desarrollo De Nuevos Productos Turísticos A Partir De Recursos Naturales En Áreas Urbanas De La Patagonia Austral. Dos Casos De Estudio: Río Gallegos Y 28 De Noviembre (SANTA CRUZ, ARGENTINA). *TURyDES*, 6(15).
- Alcántara-Salinas, G., Román-Hernández, D., Rivera-Hernández, J. E., Balderas-San Miguel, O., Vargas-Rueda, A. F., Neri-Fajardo, M. H., ... & Escalante-Pliego, P. (2020). La avifauna de la región de las Altas Montañas de Veracruz, México. *Agro Productividad*, 13(6).
- Almendras, A., Ferrari, S., & Diez, P. (2017). Evaluación de la Avifauna Para Uso Ecoturístico en Humedales del Sur de Santa Cruz. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 9(2), 78-95. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v9i2.247>
- Amaya Ramírez, S. A., Chacón Quintero, J. E., Arroyave-Suárez, J., & López Ramírez, C. (2018). Las TIC como herramienta de gestión sostenible para conservar los recursos naturales desde las comunidades rurales. *Revista Senova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 24. <https://doi.org/10.23850/23899573.1629>
- Asociación Colombiana de Ornitología (2020): Lista de referencia de especies de aves de Colombia - 2020. v2. Asociación Colombiana de Ornitología. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/qhsz0p>
- Ayerbe, F. (2019). *Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana* (A. Barragán (ed.); Primera Ed).
- Ayerbe, F. (2022). *Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana* (A. Barragán (ed.); Tercera. Wildlife Conservation Society – Colombia editorial Punto Aparte, Bogotá D. C., Colombia 472 pp.
- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., Cuervo, A. M., Stiles, F. G., & Renjifo, L. M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 2017(16), eA01-1-eA01-83.
- BENITES, Maristela; MAMEDE, Simone. Turismo de observação de aves no Tocantins: hotspots, desafios e perspectivas. *Identidades do turismo no Tocantins*. Palmas:

- 
- EDUFT, 2020, p. 62-75.
- Bonilla, N., & García, L. G. (2022). Métodos para evaluar el potencial del aviturismo en Santa María, Boyacá, Colombia. *Turismo y Sociedad*, 31, 227-280.
- Bravo, T. V. C., Morales, L. Y. E., García, O. C., Cahue, J. J. C., & Cajas, A. F. P. (2021). Aviturismo, alternativa para el desarrollo ecoturístico en el parque nacional Tingo María, Perú. *Revista Universidad y Sociedad*, 482-488.
- Calderón, J., & Benavides, A. M. (2021). Deforestación y fragmentación en las áreas más biodiversas de la Cordillera Occidental de Antioquia (Colombia). *Biota Colombiana*, 23(1), e942. <https://doi.org/10.21068/2539200x.942>
- Cárdenas, G., Harvey, C. A., Ibrahim, M., & Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40).
- Corantioquia. (2015). Actualización del plan de manejo del Distrito de Manejo Integrado – DMI Sistema de Páramo y Bosque Alto Andino del Noroccidente Medio Antioqueño -SPBANMA. 323.
- CORANTIOQUIA. (2015). *Estudio Técnico-Jurídico Para La Declaratoria De Un Área Protegida En La Región Del Alto De Ventanas*. June, 1-373.
- Corto, LL (2020). Black-billed Mountain-Toucan (*Andigena nigrirostris*), versión 1.0. En *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, DA Christie y E. de Juana, Editores). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE. UU. <https://doi.org/10.2173/bow.bbmtou1.01>
- Correa, R., Chaparro-Herrera, S., Lopera-Salazar, A., & Parra, J. L. (2019). Rediscovery of the Antioquia Brush Finch *Atlapetes blancae*. *Cotinga*, 41(August), 101-108.
- Crespo, J. A. (2020). Orígenes e impactos del ecoturismo. *Kalpana*, 18, 1-28.
- Cuadros, T. (1988). Aspectos Ecológicos De La Comunidad De Aves En Un Bosque Nativo En La Cordillera Central De Antioquia (Colombia). *Hornero*, 13(1), 8-20. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/008\\_ElHornero/008\\_ElHornero\\_v013\\_n01\\_articulo008.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/008_ElHornero/008_ElHornero_v013_n01_articulo008.pdf)
- Cultid-Medina, C., & Escobar, F. (2019). Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (qD). *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*, 175-202.
- Chao, A., Gotelli, NJ, Hsieh, TC, Sander, EL, Ma, KH, Colwell, RK y Ellison, AM (2014). Rarefacción y extrapolación con números de Hill: un marco para el muestreo y estimación en estudios de diversidad de especies. *Monografías ecológicas*, 84 (1), 45-67.
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. Á., Córdoba-Córdoba, S., & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota colombiana*, 14(2).

- Duque, A., & Álvarez, E. (2013). Impacto de la fragmentación en la diversidad de plantas vasculares en bosques andinos del nororiente de Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 115-137. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2013.2.a01>
- Efron, B. & Gong, G. (1983) A leisurely look at the boot-strap, the jackknife, and cross-validation. *The American Statistician* 37: 36–48.
- Espinal, L. S. sobre E. C.-Z. de vida-S. E. C. (1967). Apuntes sobre Ecología Colombiana - Zonas de vida - Sobre Ecología Colombiana.
- Freile, J., Varela, S., Cadena-Ortiz, H., Bahamonde-Vinueza, D., & Bonaccorso, E. (2015). Aves del Bosque Protector Jerusalén, Valle de Guayllabamba, Ecuador. *Lista de verificación*, 11 (5), 1-7.
- Garavito, L. S., Monrroy, J. G., & Cogollo, J. C. (2022). *Diversidad taxonómica y funcional de las aves en una zona rural paisaje de bosque alto andino, Colombia*. 17(1), 39-57. <https://doi.org/10.3897/neotropical.17.e66096>
- García Marín, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 11(2), 161-168. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>
- García, F. C., Federal, U., Grosso, D. M., Ananguera, U., Regina, M., Silva, D. A., Ananguera, U., & Brasil, M. S. (2019). *Las Aves Como Atractivo Turístico: El Turismo De Observación De Aves En Cuba Y Mato Grosso Do Sul, Brasil Birds As Tourist Attraction: Birdwatching Tourism in Cuba and Mato Grosso Do Sul, Brazil*.
- Geupel, CJRGR, Martin, PPTe y Milá, DFDB (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Gen. Tech. Representante PSW-GTR159*. Albany, CA: Estación de Investigación del Sudoeste del Pacífico, Servicio Forestal, Departamento de Agricultura de EE. UU.
- Gómez, C., Cadena, C. D., Cuervo, A. M., Díaz Cárdenas, J., García Cardona, F., Niño Rodríguez, N., Ocampo Peñuela, N., Ocampo, D., Seeholzer, G., Sierra Ricaurte, A., & Soto Patiño, J. (2021). Reexpedición Colombia: Entender el pasado para empoderar acciones que fortalezcan el conocimiento y conservación de las aves. *Biota Colombiana*, 23(1), e984. <https://doi.org/10.21068/2539200x.984>
- Gómez-Cardona, C. J., Contreras, A., Guillen-Oñate, K., Maldonado, C., & Bolaños, J. A. (2019). Potencial aviturismo en el Parque regional natural Boca de Guacamaya, Sucre, Colombia: una mirada desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos. *El hornero*, 34(1), 17-29.
- González, A. N., González, F. M. C., Dagostino, R. M. C., & González, O. N. (2020). Análisis de los métodos de evaluación de la aptitud del territorio para turismo alternativo. *El Periplo Sustentable*, (39), 139-162.
- Guidetti, B. Y. (2020). Servicios ecosistémicos brindados por aves frugívoras dispersoras de semillas en bosques con ganadería extensiva del Espinal de la Provincia de Entre Ríos.

- 
- Henao-Díaz, L. F., Arroyo, S., Cárdenas-Posada, G., Fernández, M., López, J. P., Martínez, D. C., ... & Madriñán, S. (2019). Caracterización biológica en la zona de transición bosque-páramo del Complejo de Páramos Chingaza, Colombia. *Biota Colombiana*, 20(1), 132-145.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54:427-432.
- Hilty, S. & Brown, W. (2009). Guía de las Aves de Colombia, Asociación Colombiana de Ornitología ACO, segunda Impresión.
- Hilty, SL y WL Brown (1986). Una guía de las aves de Colombia. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, EE. UU.
- Huayta, P., Alvis, N., & Huaylla, L. (2014). Riqueza y abundancia de aves en diferentes gradientes altitudinales de un paisaje de la comunidad Pomanasa, municipio de Poroma, Chuquisaca. *Ciencias Tecnológicas y Agrárias Handbooks*, 291.
- IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de La Tierra Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. En *IDEAM*.
- Inman, S. (2020). Collared Trogon (*Trogon collaris*), versión 1.0. En Aves del Mundo (TS Schulenberg, Editor). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE. UU. <https://doi.org/10.2173/bow.coltro1.01>
- Jácome Negrete, I. V., & Monar Barragán, H. P. (2020). Aves del sendero Cóndor Machay (cantón Rumiñahui, Pichincha-Ecuador): Evaluación de especies con valor para el aviturismo local. *Siembra*, 7(2), 069-092. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2114>
- Jost, L., & González-Oreja, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana*, 3-14.
- Kattan, G. H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, 1, 561-582.
- Krabbe, N., TS Schulenberg y GM Kirwan (2021). Blackish Tapaculo (*Scytalopus latrans*), versión 1.1. En Aves del Mundo (GM Kirwan, Editor). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE. UU. <https://doi.org/10.2173/bow.blatap1.01.1>
- León Balza, Sergio F. (1998). Conceptos sobre espacio público, gestión de proyectos y lógica social: reflexiones sobre la experiencia chilena. *EURE (Santiago)*, 24(71), 27-36. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71611998007100002>.
- Lindwedel Cruz, A. J. (2022). Evaluación de los requerimientos ecológicos de la comunidad de aves asociada a diferentes tipos de cobertura, como una contribución para la conectividad funcional en el corredor biológico interurbano El Achiote de Grecia, Alajuela.
- Losada-Prado, S., & Molina-Martínez, Y. G. (2011). Avifauna del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Colombia): Análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1),

---

271-294.

- Lou, J., González, J., & Oreja, J. A. G.-. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana*, 56 (January 2012), 3-14.
- Mikery Gutiérrez, M. J., & Pérez-Vázquez, A. (2018). Métodos para el análisis del potencial turístico del territorio rural. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9, 1729-1740. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1060>
- Missano, R. B. (2022). Métodos de amostragem para a construção de redes de frugivoria por aves.
- Moncada, P. S. (2019). Evaluación de los servicios ecosistémicos culturales asociados al Páramo de Santa Inés en el municipio de Belmira - Antioquia.
- Mora Forero, J. A., & Ramírez García, N. A. (2019). Potencialidad del aviturismo para el desarrollo de iniciativas comunitarias en Cumaral Meta (Colombia).
- Moral, M., Fernández, M. T., & Sánchez, M. de J. (2019). Análisis del turismo rural y de la sostenibilidad de los alojamientos rurales. *Revista Espacios*, 40, 14.
- Mulero M, A. M., & Mateos, M. R. (2018). 7 Turismo De Naturaleza Y Espacios Naturales Protegidos En España. *Ábaco*, (98), 84-96.
- Muñoz, A., & Quintana, J. (2010). Evaluación de fauna para uso ecoturístico en humedales del río cruces, sitio Ramsar de Chile. *Interciencia*, 35(10), 730-738.
- Nájera González, A., Carrillo González, F. M., Chávez Dagostino, R. M., & González, O. N. (2020). Análisis de los métodos de evaluación de la aptitud del territorio para turismo alternativo. *El Periplo Sustentable*, 39, 139. <https://doi.org/10.36677/elperiplo.v0i39.10063>
- Perdomo, O., & Salazar-Báez, P. (2018). Avifauna local: una herramienta para la conservación, el ecoturismo y la educación ambiental. *Ciencia en Desarrollo*, 9(2), 17-34.
- Peñuela, N. O., & Pimm, S. (2015). Elevational ranges of montane birds and deforestation in the Western Andes of Colombia. *PLoS ONE*, 10(12), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143311>
- Pizarro, A., Barrera, A., Ballestas, M., & Ramírez, J. (2021). Modelo logístico para el aprovechamiento del potencial turístico del municipio Santo Tomás-Atlántico en Colombia. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVII (2).
- Price, M., Gratzer, G., Alemayehu Duguma, L., Kohler, T., Maselli, D., & Romeo, R. (editors). (2011). *Mountain Forests in a Changing World - Realizing Values, addressing challenges*. Rome: FAO/MPS and SDC.
- Ralph C., Geupel G., Pyle P., Martin T., DeSante D. & M. B. Milá. (1995). *Manual de métodos de campo para monitoreo de aves terrestres*. General Technical Report, Albany CA: Pacific Southwest Station, Forest Service, US Department of Agriculture,

- pp. 59.
- Ralph, J., Geupel, G. R., Martin, P. P. T. E., Milá, D. F. D. B., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., Milá, B., C. John Ralph, Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Borja, D. F. D., Milá, B., Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., ... David, F. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres
- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, Á. M., Burbano-girón, J., & Velásquez-tibatá, J. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país.*
- Renjifo, L. M., & Amaya-Villarreal, Á. M. (2017). Evolución del riesgo de extinción y estado actual de conservación de las aves de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(161), 490-510.
- Remsen, Jr., JV (2020). Azara's Spinetail (*Synallaxis azarae*), versión 1.0. En *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, DA Christie y E. de Juana, Editores). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE. UU.
- Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H. A., Calderón-Parra, R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M. A., & Rodríguez-Contreras, V. (2020). Manual ilustrado para el Monitoreo de Aves. *PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres.*
- SAS, E. E., & CORANTIOQUIA. (2015). *Estudio Técnico-Jurídico Para La Declaratoria De Un Área Protegida En La Región Del Alto De Ventanas. June*, 1-373.
- Sánchez-Guzmán, J. N., Váquiro-García, J. C., & Losada-Prado, S. (2021). Caracterización espacio-temporal de la avifauna del cañón de Las Herosas, Chaparral, Tolima, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(177), 1113-1127.
- Salinas Chávez, E., & Cámara García, F. (2016). El turismo de observación de aves en Cuba.
- Schulenberg, TS (2020). Andean Motmot (*Momotus aequatorialis*), versión 1.0. En *Aves del Mundo* (TS Schulenberg, Editor). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE. UU. <https://doi.org/10.2173/bow.higmot1.01>
- Sepúlveda Rojas, E., Mendoza, J. C., & Pérez Rodríguez, A. C. (2018). Ornitología: una aproximación a las aves de humedal.
- Sosa, R. A. (2008). *Efectos de la fragmentación del bosque de caldén sobre las comunidades de aves en el centro-este de La Pampa* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).
- Suárez-Rojas, C. (2020). Valoración económica del ecoturismo el caso del santuario de fauna y flora los flamencos (Colombia). *Estudios y perspectivas en turismo*, 29(4), 1135-1154.

- 
- Toro, J. L. (2012). Árboles de las Montañas de Antioquia, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. (CORANTIOQUIA (ed.); Primera Ed). Impresos Begón Ltda.
- Tóthmérész, B. (1995). Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science*, 6(2), 283-290. <https://doi.org/10.2307/3236223>
- Vázquez, M. V., Encabo, M. E., & DP, B. (2011). Aviturismo y su ordenamiento en conservación. *Encuentro Internacional de Turismo, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina*
- Velásquez, P. (2017). Caracterización de la estructura del paisaje y su estado de conservación en las cuencas de cabecera de Medellín. *Trabajo de Grado, Especialización en Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ingenierías, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías, Medellín, Colombia.*
- Vera, J. C. B. (2017). Avifauna en un área perturbada del bosque andino en el Parque Nacional Natural Farallones de Cali, corregimiento de Pance, Valle del Cauca (Colombia).
- Xeno-canto, 2021 - Bird sounds from around the world. Xeno-canto Foundation for Nature Sounds.

## 9. Anexos

**Anexo 1: Base de datos recolectada en los muestreos en campo. Enlace DRIVE:**

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Kpo04qP5qncPpeb71r8YdKLlk46Jhd9l>

**Anexo 2: Encuesta sobre perceptibilidad de las especies de aves aplicada a 30 personas mediante formulario de Google. Enlace DRIVE**

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Kpo04qP5qncPpeb71r8YdKLlk46Jhd9l>

**Anexo 3: Guía fotográfica de las aves registradas en la zona de estudio. Enlace DRIVE**

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Kpo04qP5qncPpeb71r8YdKLlk46Jhd9l>