

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ciencias de la Vida**

Variabilidad espacio temporal de aves presente en el Bosque y Vegetación

Protector Prosperina

VIDA-389

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Biólogo**

Presentado por:

Kevin Genito Moreira Casquete

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## **Dedicatoria**

---

A ESPOL, quien me abrió sus puertas y me regaló un sinfín de amistades, maestros y conocimiento, especialmente a FIMCP y FCV, mis dos hogares dentro de esta institución; a todos mis maestros, mi familia, amigos y a mis compañeros que aún están en la carrera. Todo lo que hago, se lo dedico a ellos.

## Agradecimientos

---

Todo mi agradecimiento a mi Dios, de quien lo tengo todo; mis Padres, quienes se expusieron a los golpes de la vida para permitirme llegar hasta aquí; a mis hermanas que siempre cuidaron de este pequeño ser humano y a su sueño de perseguir su pasión y a mi profesor, tutor y amigo Julián por permitirme conocer el maravilloso mundo de la conservación y de las aves; acompañándome, instruyéndome y aconsejándome en todo el proceso de investigación y presentación del presente documento.

## Declaración Expresa

---

Yo, Kevin Genito Moreira Casquete acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 15 de octubre del 2024.



---

Kevin Genito Moreira Casquete

## Evaluadores

---

---

**Diego Arturo Gallardo Polit**

Profesor de Materia

---

**Julián Alfredo Pérez Correa**

Tutor de proyecto

## Resumen

El estudio de la diversidad de aves es clave para la conservación de ecosistemas, ya que estas especies cumplen roles ecológicos esenciales. Este estudio analiza la variabilidad espaciotemporal de la comunidad de aves en el Bosque y Vegetación Protector Prosperina (BVPP), Guayaquil, Ecuador. Se realizaron conteos en tres transectos (SM, SA, SF) con muestreos matutinos y vespertinos, evaluando la riqueza de especies con los índices de Chao1 y Margalef, y la abundancia mediante mapas de calor. La  $\beta$  diversidad se analizó con NMDS basado en los índices de Bray-Curtis y Jaccard. Se aplicó PERMANOVA para determinar el efecto de variables ambientales y Modelos Lineales Generalizados (GLM) para evaluar su influencia en la abundancia. Los resultados muestran que la composición de especies varía significativamente entre transectos y a lo largo del tiempo, con mayor diversidad en áreas con mayor cobertura vegetal. Se concluye que la comunidad de aves del BVPP está influenciada por factores ambientales y espaciales, resaltando la importancia del monitoreo para la conservación

**Palabras Clave:** Diversidad de aves, Variabilidad espacio-temporal, bosque seco tropical, Espol.

### ***Abstract***

*The study of bird diversity is essential for ecosystem conservation, as these species play key ecological roles. This research analyzes the Spatio-temporal variability of the bird community in the Prosperina Protected Forest and Vegetation (BVPP), Guayaquil, Ecuador. Bird counts were conducted in three transects (SM, SA, SF) during morning and afternoon surveys. Species richness was assessed using Chao1 and Margalef indices, while abundance was analyzed through heatmaps. Beta diversity was examined using NMDS based on Bray-Curtis and Jaccard indices. PERMANOVA was applied to determine the influence of environmental variables, and Generalized Linear Models (GLM) were used to evaluate their impact on bird abundance. The results show significant variations in species composition between transects and overtime, with higher diversity in areas with greater vegetation cover. It is concluded that the BVPP bird community is influenced by environmental and spatial factors, highlighting the importance of continuous monitoring for conservation strategies.*

*Keywords: Bird diversity, Spatio-temporal variability, Tropical dry forest, ESPOL*

## Índice general

Resumen .....	I
<i>Abstract</i> .....	II
Índice general .....	III
abreviaturas .....	V
Simbología .....	VI
Índice de figuras .....	VII
Índice de tablas.....	IX
Capítulo 1 .....	1
1.1    Introducción .....	2
1.2    Descripción del problema.....	3
1.3    Justificación del problema .....	5
1.4    Objetivos.....	5
1.4.1    Objetivo general .....	5
1.4.2    Objetivos específicos.....	6
1.5    Marco teórico.....	6
1.5.1    Diversidad de aves .....	6
1.5.2    Importancia ecológica de la diversidad de aves .....	6
1.5.3    Dinámica espacio temporal en comunidades de aves .....	7
1.5.4    Estudios similares.....	8
Capítulo 2 .....	9
2.    Metodología .....	10
2.1    Área de estudio.....	10
2.2    Métodos de muestreo .....	10
2.3    Recolección de datos .....	11
2.4    Análisis de resultados.....	12
2.4.1    Riqueza.....	13

2.4.2	Abundancia y dominancia.....	13
2.4.3	Cálculo de $\beta$ diversidad.....	13
Capítulo 3.....		15
3.	Resultados y análisis .....	16
3.1	Riqueza y curvas de acumulación .....	16
3.2	Abundancia y dominancia.....	19
3.3	Similitud de las comunidades.....	27
3.4	Influencia de factores ambientales .....	28
Capítulo 4.....		30
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	31
4.1	Conclusiones.....	31
4.2	Recomendaciones .....	31
Referencias.....		33

### Abreviaturas

BVPP	Bosque y Vegetación Protector Prosperina
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GLM	Modelos Lineales Generalizados
GPS	Sistema de posicionamiento Global
NMDS	Escalamiento multidimensional no Métrico
PERMANOVA	Análisis Multivariado Permutado de la Varianza
QGIS	Sistema de Información Geográfica de software libre
SA	Sendero Albarrada Los Monos
SF	Sendero que lleva de FADCOM a la Granja Experimental de ESPOL
SHAPE	Formato de archivo de capas para el uso en Sistemas de Información Geográfica
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SM	Sendero que pasa por el Mirador del BVPP

## Simbología

m Metro

## Índice de figuras

Figura 1. Área del Bosque y Vegetación Protector Prosperina.....	10
Figura 2. Curvas de acumulación de especies por franjas y muestreos de SF.....	18
Figura 3. Curvas de acumulación de especies por franjas y muestreos de SA.....	19
Figura 4. Curvas de acumulación de especies por franjas y muestreos de SM.....	19
Figura 5. Mapa de calor de abundancia de los 3 transectos en todo el período de muestreo.....	20
Figura 6. Mapa de calor de abundancia de SM.....	21
Figura 7. Mapa de calor de abundancia de SA.....	22
Figura 8. Mapa de calor de abundancia de SF.....	23
Figura 9. Especies más abundantes de cada muestreo en SM.....	23
Figura 10. Especies más abundantes de cada muestreo en SA.....	24
Figura 11. Especies más abundantes de cada muestreo en SF.....	24
Figura 12. Mapa de calor de dominancia de los 3 transectos en todo el período de muestreo...	25

Figura 13. Mapa de calor de dominancia de SM.....	
.....	25
Figura 14. Mapa de calor de dominancia de SA.....	
.....	26
Figura 15. Mapa de calor de dominancia de SF.....	
.....	27
Figura 16. NMDS de $\beta$ diversidad por Bray-Curtis.....	
.....	27
Figura 17. NMDS de $\beta$ diversidad por Jaccard.....	
.....	28

**Índice de tablas**

Tabla 1. Modelo de bitácora realizado por el estudiante.....	12
Tabla 2. Riqueza observada y estimada de la muestra .....	16
Tabla 3. Riqueza observada y estimada por transecto .....	17
Tabla 4. Riqueza observada y estimada por muestreo .....	17

# Capítulo 1

## 1.1 Introducción

Las aves son animales vertebrados mayormente voladores que se caracterizan por presentar plumas, dos pares de alas por extremidades posteriores, huesos huecos y ser ovíparas (Hickman, Roberts, & Parson, 2000, pp575-576). Se sabe que, de las especies terrestres; las aves son la clase más abundante, existiendo a la fecha de la publicación; 11 195 especies de aves identificadas en el mundo, de las cuales 9677 (86.5%) de especies están en preocupación menor mientras que 1321 especies (11.7%) se encuentra amenazada o en peligro de extinción y 164 especies se encuentran extintas (Hickman, Roberts, & Parson, 2000, pp575-576; IUCN, 2024).

Las aves se distribuyen ampliamente en el planeta y en todos los niveles tróficos de los consumidores: primarios, secundarios y terciarios; lo que implica el uso de diversos nichos ecológicos para cada especie, cumpliendo con roles ecosistémicos importantes, pues ciertas especies contribuyen al proceso de la polinización de plantas, otras dispersan sus semillas de acuerdo a su alimentación y otras son controladoras de poblaciones de diversas especies de roedores, reptiles, peces e insectos (Hickman, Roberts, & Parson, 2000, pp 786-820; Navarro y Sánchez González, 2003; Berlanga et al., 2010; Barragán, 2019; Gill y Donsker, 2018).

Esta distribución es cosmopolita en el planeta, considerando que existe una capacidad de carga específica para cada especie; lo que da a entender que si las aves presentan una diversidad amplia en el planeta, hay mayores beneficios para los ecosistemas donde habitan, dando paso al estudio de la ecología de aves (Hickman, Roberts, & Parson, 2000; Maglianesi, 2022).

Los estudios de ecología de aves, como las variaciones espacio temporales de comunidades, gremios y diversidad de especies, son vitales para el manejo y gestión de la Biodiversidad del medio ambiente que influye en todo el bienestar de la población humana, pues según un artículo de Acción por el Clima (Naciones Unidas, 2022) “más de la mitad del PIB mundial depende de la naturaleza”. Acción por el Clima, se ha convertido en uno de los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) junto con los objetivos Vida Submarina y Vida de Ecosistemas

Terrestres; que buscan proteger el medio ambiente perjudicado por el avance de las actividades antropogénicas y el cambio climático, lo que ha llevado a los involucrados en la Gestión de la biodiversidad a formar nuevas estrategias de conservación, como lo es el Marco para la Biodiversidad Global posterior a 2020 (Naciones Unidas, 2022).

Dentro de las soluciones que presentan los países para estas vías de mitigación de los impactos climáticos y antropogénicos, se encuentran las áreas protegidas: territorios de tierra o mar legalmente separadas para preservar y mejorar la calidad de los espacios naturales y por ende su biodiversidad; dentro de las cuales requieren una serie de lineamientos estipulados para un correcto manejo de los recursos naturales, denominados planes de manejo de áreas protegidas que buscan aumentar el número de áreas bajo conservación; donde se involucran los estudios de la ecología de las especies presentes y como mitigar el impacto negativo en ellos, entre esas especies, las aves (Holling et al., 1978; UICN, 1994; Aldridge et al., 2004; Walters, 2007; Dudley, 2008, Pp 10; Naciones Unidas, 2022).

## **1.2 Descripción del Problema**

El aumento de actividades humanas, como la agricultura que produce mayor frontera agrícola, la urbanización, la deforestación, el crecimiento de la población humana y el mal manejo de los recursos son un peligro para las aves nativas y silvestres, pues estas actividades reducen su área de hábitat, lo que produce una colonización y dominancia de pocas especies, frecuentemente generalistas invasoras, que reduce la abundancia y biodiversidad de aves, inclusive llegando a desaparecerlas de su hábitat natural y por ende alterando los roles ecosistémicos de las mismas (INE-Semarnap, 2000; Brawn et al., 2001; Ramírez-Alborez, J., 2006; Sulaiman, 2013; Barragán, K., 2019)

Ecuador es un país conocido por su biodiversidad, ubicado entre los 17 países más biodiversos del mundo, a pesar de su extensión territorial pequeña de 256.370 km<sup>2</sup> en

comparación de otros países megadiversos, como Brasil de 8,515.770 km<sup>2</sup> (Mittermeier, et al., 1997; Grupo Banco Mundial, 2024). Cuenta con 1685 especies de aves, el 15% del mundo y el 23% de las aves del continente americano; de las cuales 87 especies se encuentran amenazadas (UICN, 2024).

Al igual que en demás países, Ecuador ha sufrido un aumento del urbanismo, fronteras agrícolas y deforestación; perdiendo alrededor de 1,100.000 Hectáreas de cobertura natural, siendo el bosque seco tropical uno de los más afectados por el uso comercial de las maderas de los árboles de este bioma, alcanzando una pérdida de 110.000 Hectáreas; todo esto en un período de 38 años hasta 2023 (Suárez, 1998; Mapbiomas Ecuador, 2023). Sin embargo, existen alrededor de 887.703,56 hectáreas protegidas o bajo conservación dentro de Ecuador que buscan mitigar los efectos negativos de la pérdida de biodiversidad por pérdida de hábitat, reguladas por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAE), siendo El Bosque y Vegetación Protector Prosperina (BVPP) parte de estas áreas protegidas (MAE, 2023; INABIO, 2024).

El BVPP se ubica dentro de los límites la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en Guayaquil, Provincia del Guayas; preservando parte del remanente del bosque seco tropical se hayan alrededor del 12.7% de especies de aves en Ecuador: 213 especies de las cuales 12 están en categoría de amenaza, un número alto de riqueza si se compara con países de Europa que no superan las 600 especies (Plan de Manejo Integral del Bosque y Vegetación Protector Prosperina, 2022; UICN, 2024).

A pesar de que existe gran número de especies dentro del BVPP y se han realizado estudios de riqueza y evaluaciones ecológicas rápidas (Krauth, K. & Salazar, J., 2018), no se conoce cómo estas se relacionan entre sí, qué gremios se distribuyen en los diferentes microbiomas que presenta el Bosque protector, cuáles son los índices de abundancia, dominancia o riqueza que permita describir la distribución de estas especies presentes ni cómo estas pueden variar a lo largo del tiempo por la presencia de épocas lluviosa y seca. No existen estudios

ecológicos que detallen a profundidad las comunidades de aves para llevar a cabo un plan de manejo integral correcto de esta área protegida.

### **1.3 Justificación del Problema**

El MAE establece lineamientos específicos para la elaboración de planes de manejo en las áreas protegidas del país. Estos lineamientos, descritos en el *Plan de Manejo de Áreas Protegidas*, orientan la estructura y contenido que deben cumplir dichos planes para garantizar su aprobación y efectiva implementación. Entre los seis programas fundamentales que deben incluirse, el manejo de la biodiversidad ocupa el tercer lugar, lo que implica una correcta administración de la flora y fauna del BVPP con el fin de cumplir todos los aspectos legales necesarios para su aprobación y protección por parte del estado (MAE, 2023).

Conocer las comunidades de aves y cómo se comportan en espacio y tiempo permiten un conocimiento y manejo integral de las áreas de conservación, ya que éstas son relativamente fáciles de encontrar por observación o sonido, siendo excelentes estimadores de la biodiversidad en un ecosistema al utilizarlas como bioindicadores (Hickman, Roberts, & Parson, 2000).

### **1.4 Objetivos**

Teniendo clara la importancia de evaluar las comunidades de aves presentes en un área con gran número de especies y sus posibles variaciones dentro de los diferentes ecosistemas y a lo largo del tiempo, surge la pregunta: ¿Existe variación espacio temporal en la comunidad de aves del Bosque y Vegetación Protector Prosperina? Lo que nos permite plantear los objetivos descritos a continuación

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar la variación espacio temporal en la comunidad de aves mediante trabajo de campo para conocer la diversidad e interacciones de la avifauna presente en el Bosque y Vegetación Protector la Prosperina

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Identificar la riqueza de aves y su similitud en las zonas de muestreo del Bosque y Vegetación Protector La Prosperina.
2. Estimar la abundancia de aves y dominancias de especies en las zonas de muestreo del Bosque y Vegetación Protector la Prosperina.
3. Determinar la similitud de las comunidades de aves en las zonas de muestreo dentro del Bosque y Vegetación Protector Prosperina.

## **1.5 Marco teórico**

### **1.5.1 Diversidad de aves**

La diversidad de aves es un indicador clave de la calidad ecológica de los ecosistemas y varía considerablemente en función del tipo de hábitat y las estrategias de manejo aplicadas (González-Taboada et al., 2007; Anastasio et al., 2017; López-Becerra & Barrón-Sevilla, 2018). En España, la riqueza de aves paserinas ha sido asociada con factores como la historia ecológica, la disponibilidad de energía y la estructura del hábitat, resaltando la importancia de los procesos a escala local (González-Taboada et al., 2007). En áreas urbanas como Guayaquil, se identificaron 113 especies de aves, lo que subraya el papel de los gradientes urbanos en la observación de aves y el desarrollo del aviturismo (Ruiz et al., 2017). En paisajes agropecuarios, se han registrado 50 especies, con una mayor diversidad en zonas de vegetación secundaria (Anastasio et al., 2017). Asimismo, en bosques bajo manejo, se han documentado 35 especies, lo que indica que las prácticas de manejo sostenible pueden contribuir a la conservación de la avifauna (López-Becerra & Barrón-Sevilla, 2018).

### **1.5.2 Importancia ecológica de la diversidad de aves**

La diversidad de aves es un aspecto importante para el equilibrio de un ecosistema y los servicios que este ofrece, protegiéndolo ante posibles cambios ambientales (Mekonen, 2017;

Weeks et al., 2020; Bhowmick, 2021; Rong et al., 2023). Al ser excelentes bioindicadores frente a los cambios de hábitat y condiciones ambientales, la salud de un ecosistema puede medirse por la diversidad de aves presentes (Mekonen, 2017; Bhowmick, 2021); además, éstas cumplen con varios roles ecosistémicos como la polinización de flores, dispersión de semillas y control de plagas potenciales como insectos y mamíferos pequeños (Weeks et al., 2020; Rong et al., 2023). Se conoce que, a mayor diversidad de aves en un ecosistema, éste es más saludable, resiliente y funcional, reduciendo riesgos de extinción y degradación de las comunidades de especies que habitan en él (Weeks et al., 2020; Bhowmick, 2021) por lo que estudios y monitoreos de la diversidad y dinámica de las poblaciones de aves contribuyen significativamente al manejo de los recursos ambientales, optimizando las iniciativas y estrategias de conservación (Mekonen, 2017; Weeks et al., 2020; Rong et al., 2023).

### **1.5.3 Dinámica espacio temporal en comunidades de aves**

La estructura y la diversidad de aves presenta variaciones en la abundancia y reemplazo de especies según cambia el hábitat y el tiempo, afectados por factores ambientales, impactos antropogénicos, y procesos naturales internos (Camargo et al., 2019; Chuanwu et al., 2019; García-Navas et al., 2020; Fischer, 2022; Koshelev et al., 2020). La temperatura y la precipitación son factores importantes para el reemplazo de especies dentro de un ecosistema, alterando la comunidad de aves (Koshelev et al., 2020); en ecosistemas estables como las estepas, el reemplazo a lo largo del tiempo causado por estos factores es mínimo y la abundancia de las especies presenta mayor variación, mientras que en los ecosistemas tropicales se muestra una pronunciada alteración estacional de la diversidad y estructura de aves (Santillán et al., 2018; Koshelev et al., 2020). Los factores que amenazan a la dinámica natural de las comunidades de aves son la fragmentación y el cambio climático global, mientras que la fragmentación de los bosques disminuye la diversidad de especies, el cambio climático produce una reducción en la riqueza taxonómica espacial (Prieto-Torres et al., 2016; Camargo et al., 2019) ; sin embargo, los

ecosistemas dinámicos pueden mostrar resiliencia frente a estos factores y ser objetos de estudio, así como de conservación (Chuandong et al., 2024; Dharmawan et al., 2024).

#### **1.5.4 Estudios similares**

Existen varios estudios sobre las variaciones de las comunidades de aves, por ejemplo, se realizó un estudio en la ciudad de Guadalajara, México; donde se muestra como la urbanización influye en los cambios de las comunidades de aves, dando como resultado un aumento en la riqueza de aves cuando hay mucha riqueza de especies vegetales y mayor cercanía a áreas naturales (Barragán, 2019). En Chiapas estado de México, se determinó que existe mayor riqueza de especie de aves en áreas donde la cobertura vegetal o selva intacta era original de más del 50%, el gremio insectívoro es predominante en todos los sitios de muestreo del estudio y señala la importancia de los hábitats secundarios, es decir reincorporación de cobertura vegetal (Ramírez, 2006).

## Capítulo 2

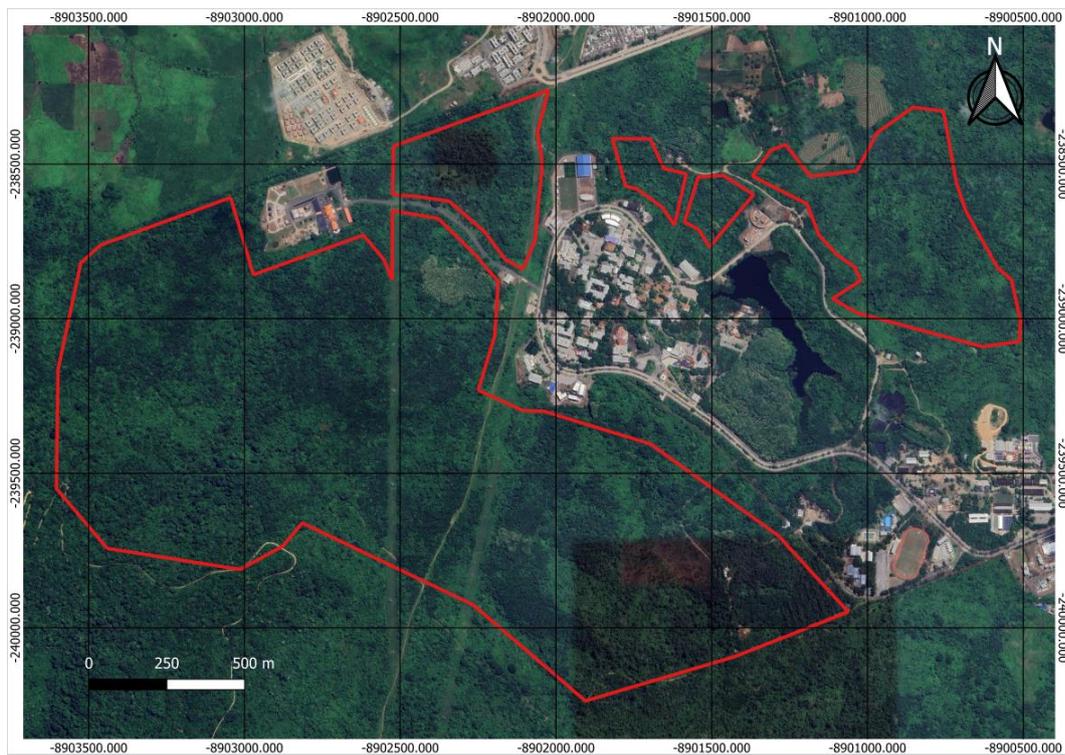
## 2. Metodología.

### 2.1 Área de estudio

El Bosque y vegetación Protector Prosperina se encuentra dentro de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ubicada en la Parroquia Tarqui de la Ciudad de Guayaquil-Guayas, en el Km 30.5 Vía Perimetral. De las 570 Hectáreas de ESPOL, 283.6 Hectáreas son áreas protegidas de BVPP divididos en 5 polígonos (Plan de manejo integral BVPP, 2022).

#### Figura 1

*Área del Bosque y Vegetación Protector Prosperina*



### 2.2 Métodos de muestreo

El muestreo se realizó por observación y grabación de audios en tres transectos que fueron denominados sendero albarrada los monos (SA), un transecto que presenta mayor cobertura vegetal natural con un diferencial de altitud desde los 171.67 m hasta los 238.39m y una transición de bosque seco a semihúmedo por las cercanías de las montañas; sendero mirador (SM) que presenta mayor variedad de vegetación entre nativa e introducida, con una altitud que

va en ascenso desde el inicio del transecto con 122.35 m hasta el final con 254.10 m, lindando con el transecto SM; y sendero FADCOM- Granja (SF) que presenta vegetación marcada del bosque seco tropical y lindera con cultivo agrícola, con una altitud entre los 60.72 m hasta los 93.29 m. SM y SF son transectos abiertos al público, mientras que SA es un transecto restringido de uso investigativo. Cada transecto fue dividido en 10 puntos de conteo fijos separados 150 m entre ellos; en un período de dos meses con tres sesiones de muestreo para cada uno de los transectos seleccionados.

Las sesiones de muestreo se realizaron en dos franjas horarias: entre 7:00 am y 10:00 am (matutina), y entre las 3:00 pm y 6:00 pm (vespertina); cada sesión duró aproximadamente 5 horas, 2 H 30min para cada franja horaria. En total se realizaron 9 sesiones de 2 franjas horarias, con un esfuerzo combinado de 45 horas de observación de campo.

Para el proceso de muestreo en los puntos de cada transecto se estableció una permanencia de 5 minutos para grabar registros sonoros por medio de la aplicación Merlín por el mismo periodo de tiempo y observar las aves presentes con binoculares (10X42), con la finalidad de registrar la mayor cantidad de especies posibles por audio y por vista; en un radio de observación de hasta 20 metros alrededor del observador.

### **2.3 Recolección de datos**

Por medio del uso de una bitácora, se registraron las variables para cada transecto: Fecha de observación, Transecto y Franja horaria; mientras que para cada punto de los transectos se registraron dos tipos de variables: para cada especie identificada: nombre común o código de 6 letras de la especie, número de individuos, comportamiento observado (Perchado, Vuelo, Suelo, Canto) y Distancia al observador (entre 0m a 20 m); y las variables para cada Punto: Punto del transecto, hora cuando se comenzó las observaciones (formato HH:MM), Altitud (m), y Cobertura vegetal presente (%). Para el registro de transectos, así como de los puntos y altitudes; se utilizaron archivos de los límites de BVPP provistos por el Coordinador del bosque (Plan de manejo integral BVPP, 2022) en formato SHAPE para crear un mapa con la ayuda de la

aplicación QGIS (ver. 3.34.7), el cual se subió dentro de la aplicación para smartphones Avenza Maps (5.5.3 (214) ver 2 ARCH64) que permite utilizar mapas generados georreferenciados; para tomar cada punto y su altitud respectiva en el proceso de muestreo. Para la cobertura vegetal, se tomaron fotos paralelas al suelo hacia el cielo para estimar un porcentaje de cobertura vegetal por zona, la cual no abarcó todo el perímetro de 20m de diámetro.

### Tabla 1

*Modelo de bitácora realizado por el estudiante*

---

Fecha:

---

Transecto:

---

Franja horaria:

---

Especie	# indiv.	Comportamiento	Distancia	Punto	Hora	Altitud	Cobertura veg.

---

## 2.4 análisis de los resultados

Los datos obtenidos de los registros fueron transcritos y organizados en una hoja de cálculo de *Microsoft Excel* (Versión 16.0). Cada variable registrada, mencionada previamente, fue distribuida en columnas específicas. Adicionalmente, se incorporaron dos nuevas variables: *nombre científico* y *familia* de las especies observadas. Posteriormente, los datos fueron analizados utilizando el software *R* (Versión 4.4.2). Para el análisis estadístico y visualización de datos, se emplearon los paquetes *vegan* (Oksanen et al., 2020), *iNEXT* (Hsieh et al., 2016), *ggplot2* (Wickham, 2016) y *MASS* (Venables & Ripley, 2002).

### **2.4.1 Riqueza**

Se calcularon las riquezas relativas observadas y estimadas de cada muestreo, así como las riquezas acumuladas de cada transecto y del estudio en general. Para calcular las riquezas estimadas se emplearon los índices de Chao1 y de Margalef, con la finalidad de comparar los resultados de ambos estimadores. Se Generaron curvas de acumulación de especies con la finalidad de evaluar si fue o no suficiente cada muestreo. Luego, se calculó el porcentaje de la riqueza obtenida, que son la relación entre la riqueza observada y la riqueza estimada de cada transecto y muestreo.

### **2.4.2 Abundancia y Dominancia**

Para la abundancia se realizó un mapa de calor para cada transecto y un mapa de calor general con la finalidad de visualizar como se distribuyó la abundancia total de cada punto de conteo en cada muestreo a lo largo del tiempo. Para los mapas de calor de cada transecto se sumaron las abundancias de cada especie presente en el punto; mientras que , para el mapa de calor de abundancia de todo el período de muestreo, para cada transecto se eligió la mayor abundancia de los tres muestreos observada para ser representada, ya que no se conoce si los individuos presentes fueron o no los mismos; además se realizaron gráficos de las 5 especies más abundantes de cada transecto en cada muestro, utilizando el número de abundancia más alto de los 10 puntos de cada transecto. Para la dominancia, se empleó el índice de Simpson inverso ( $1/D$ ) y los resultados fueron representados en tres mapas de calor, uno para cada transecto; donde se visualizaron los índices de dominancia de cada punto en cada muestreo y un mapa de calor que mostró la dominancia promedio de cada punto en cada transecto.

### **2.4.3 Cálculo de $\beta$ diversidad**

Se aplicó el índice de Bray-Curtis que considera la abundancia de las especies y el índice de Jaccard, que solo considera a las especies presentes; a cada punto del muestreo para evaluar la  $\beta$  diversidad, qué tan parecidas son las comunidades en cada punto de los tres transectos. Ambos índices se representaron en un Escalado multidimensional no métrico (NMDS) de 90 datos, los cuales representan los puntos de muestreo en cada transecto a lo largo de los tres muestreos; se consideró a la franja horaria como una sola variable dentro de la comunidad para estos análisis, dando un total de dos NMDS y se compararon las diferencias y similitudes que presentaron.

Para evaluar si los factores ambientales influyen en la comunidad de las aves del estudio, se realizaron Análisis de Varianza Multivariado por Permutaciones (PERMANOVA) basados en los valores de abundancias de Bray-Curtis para observar el efecto de las variables ambientales: transecto, punto, franja horaria, fecha, altitud y cobertura vegetal; en la composición de las especies. Luego se emplearon Modelos Lineales Generalizados (GLM), los para observar el efecto de estas variables. Para GLM se utilizó como familia exponencial a la distribución binomial negativa, puesto que se trabajaron con Abundancias representativas de un punto mas no de las especies, en donde si existen los valores de cero. Los resultados mostraron la significancia de cada variable mencionada, en las comunidades de aves de los muestreos.

## Capítulo 3

### 3. Resultados y análisis

#### 3.1 Riqueza y curvas de acumulación

Durante todo el período de muestreo dentro de BVPP, Se registró una riqueza observada de 88 especies de aves de las 213 registradas previamente, es decir; la mínima riqueza de aves en BVPP (Tabla 3).

**Tabla 2**

*Riqueza observada y estimada de la muestra*

Área	Riqueza Observada	Chao1	Margalef	Riqueza obtenida (%)
BVPP	88	110.22	11.62	79.84

Mientras que Chao1 sugiere que 22 especies no fueron detectadas; Margalef muestra un alto grado de diversidad, coincidiendo ambos estimadores con la alta riqueza que BVPP presenta. De las 88 especies identificadas, *Lonchura malacca*, *Legatus leucophaeus*, *Passer domesticus*, *Sayornis nigricans*, *Piranga flava*, *Euphonia chlorotica*, *Adelomyia melanogenys*, *Contopus fumigatus* y *Henicorhina leucophrys* fueron identificadas por medio de la aplicación Merlin, sin embargo; ocho de estas especies no presentan distribución dentro del BVPP, según los registros previos encontrados en la página web de *eBird* (eBird, 2025), lo que puede sugerir una deficiencia en la identificación por audio de nuevas especies. Las aves de BVPP presentaron un comportamiento mayormente críptico debido al mimetismo y estructura de la cobertura vegetal y a la cercanía de los transectos con las aves, esto puede disminuir las observaciones de especies e individuos o volver más complicada su identificación por observación.

SA es un área para investigación, por lo que la interacción con actividades humanas es más baja que en comparación con SM y Sf, sin embargo; SM es quien presenta mayor riqueza de los tres transectos como se muestra en la tabla 4, debido a que existe una mayor variación en la cobertura vegetal. Si bien es cierto que SA presenta ecosistemas de transición, las especies

vegetales presentes son más similares, lo que implica un nicho ecológico más uniforme, a comparación con SM, que presentaba diferentes nichos a lo largo de los puntos de muestreo.

**Tabla 3**

*Riqueza observada y estimada por transecto*

Transecto	Riqueza Observada	Chao1	Margalef	Riqueza obtenida (%)
SA	53	73.25	8.801501357	72.35
SF	53	63.28571429	7.628284403	82.93
SM	60	80.04545455	9.490709085	74.96

SF es un transecto que lindera con la granja experimental de ESPOL, gracias a la disponibilidad de alimento y cobertura vegetal que ofrece la granja es similar en cuanto a variedad de nichos como SM, por lo que se registró la presencia de diversas especies de aves a pesar de presentar una cobertura vegetal seca antes del segundo muestreo donde aparecieron las primeras lluvias, siendo el segundo transecto con mayor riqueza en el muestreo 1, como se observa en la tabla 5. De manera general, cada transecto presentó un aumento en la riqueza, sin embargo; SM y SF presentaron un crecimiento en curva, que podría estar relacionado a la estructura vegetal presente a lo largo del transecto; además, es posible que SA al ser un transecto con una estructura vegetal más uniforme y lineal, incida en el crecimiento lineal de la riqueza, además SF es quien más se acercó a la riqueza estimada de Chao1 como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

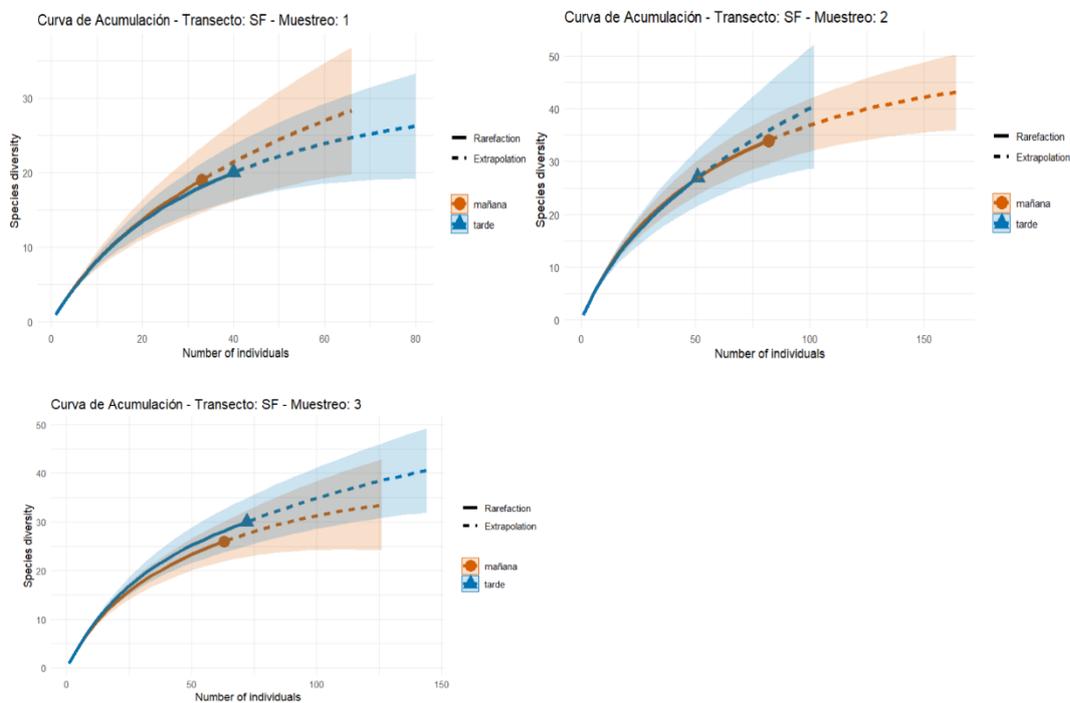
*Riqueza observada y estimada por muestreo*

Transecto	Muestreo	Riqueza Observada	Chao1	Margalef	Riqueza obtenida (%)
SA	1	19	29	4.051634702	65.52
SA	2	29	38.38888889	6.004152608	75.54
SA	3	38	66.9	7.148170341	56.68
SF	1	28	42.08333333	5.360383972	66.54
SF	2	41	50.8	6.838396141	80.71
SF	3	35	39.5	5.646880609	88.61
SM	1	36	59.14285714	6.644066515	60.87
SM	2	28	47.6	5.38140205	58.82
SM	3	40	76.75	7.722992486	52.12

En varios de los puntos de los transectos a lo largo de los muestreos 2 y 3 de SA y SM se encontraron especies raras, es decir, un único individuo de una especie presente en un solo punto; esto refleja en los porcentajes de la riqueza obtenida presentados en la Tabla 5, que muestran un valor de Chao más alto que la riqueza observada en SA3, SM2 y SM3. Los resultados de curvas de acumulación revelaron una necesidad de mayor esfuerzo de muestreo, pues solo en algunas franjas horarias se logró alcanzar una estabilización aproximada, corroborando los resultados de las riquezas, además, en la mayoría de cada muestreo se lograba identificar un solo individuo en todo el transecto, por lo que se esperaba este resultado (Figuras 2, 3 y 4).

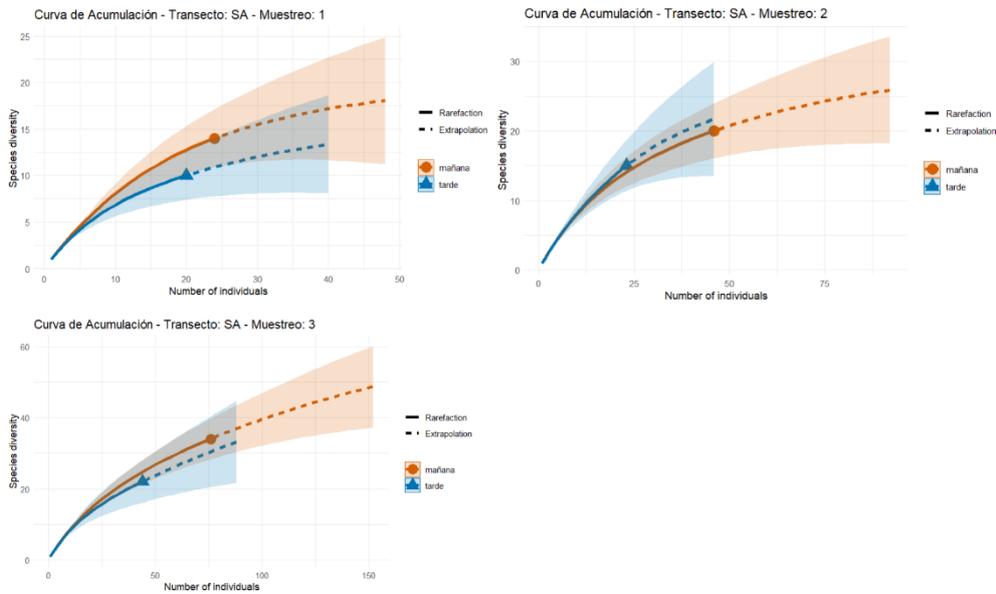
## Figura 2

### Curvas de acumulación de especies por franjas y muestreos de SF

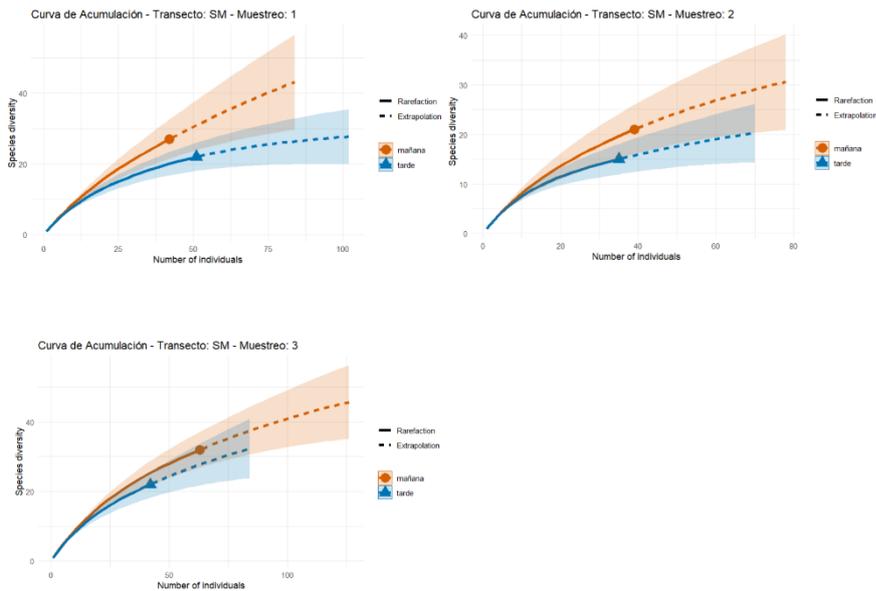


**Figura 3**

*Curvas de acumulación de especies por franjas y muestreos de SA*

**Figura 4**

*Curvas de acumulación de especies por franjas y muestreos de SM*



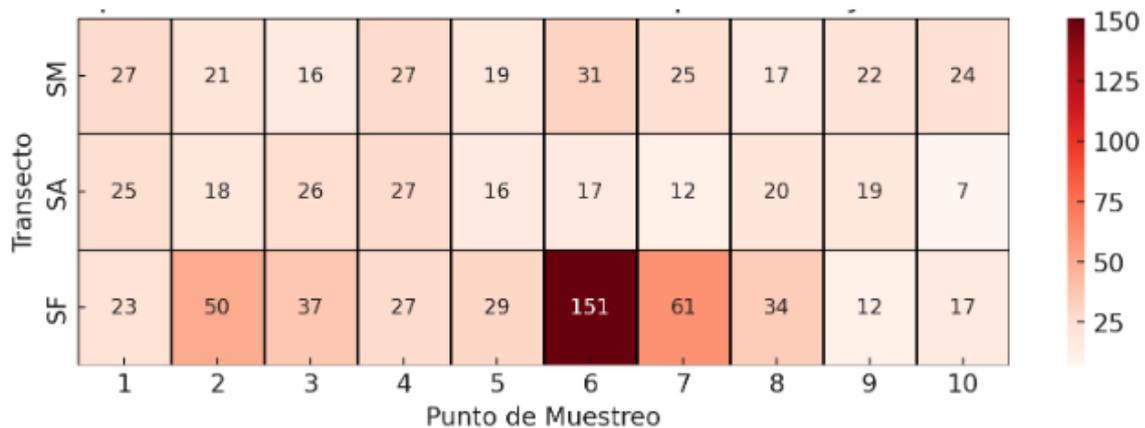
### 3.2 Abundancia y dominancia

BVPP presenta una abundancia equilibrada en toda el área de estudio, a excepción de picos como el punto 2, 6 y 7 de SF como se muestra en la figura 5. Estos puntos son los que mayor interacción tienen con las condiciones ambientales de la granja experimental de Espol,

factores que muestran aprovechar las especies de aves para obtener recursos, como el caso del punto 2 donde hay varias especies de árboles con cobertura vegetal verde constante que sirven como linderos; el punto 6 que consta de una zona de plantación de cacao y otra grande de pastizales y el punto 7 una zona que lindera con una elevación donde hay plantación de cacao. Para el punto 2 y 6 es posible que aumente la abundancia de las especies como *Thraupis episcopus*, *Forpus coelestis*, *Lonchura malacca*, *Sporophila corvina* y *Sicalis flaveola* por la presencia de los frutos de los árboles del punto 2 y de las semillas de los pastizales del punto 6, en donde también aumentaron su altura; mientras que en el punto 7, la geografía de la plantación puede que beneficie a la vegetación silvestre en cuanto a la disponibilidad de agua y nutrientes que se riegan al cacao, pues en todo el período la cobertura vegetal cercana se mantuvo con mucho follaje.

#### Figura 5

Mapa de calor de abundancia de los 3 transectos en todo el período de muestreo

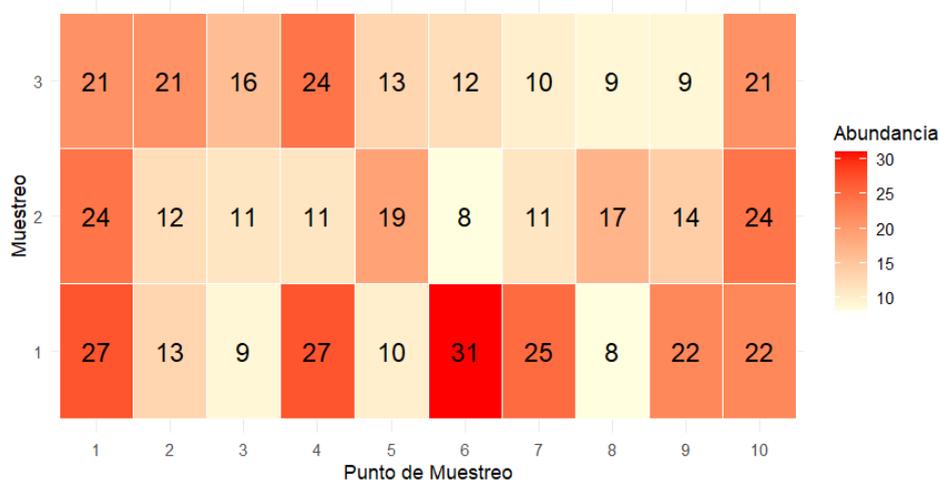


En cuanto a la abundancia de SM como se observa en la Figura 6, existe una distribución más equilibrada a medida que avanza el período de muestreo, mientras que en el muestreo 1 existe una marcada abundancia en los puntos 1,4, 6, 7, 9 y 10; llegando al muestreo 3 a tendencia se reduce y se equilibran las abundancias. Los puntos 1,6, 7, 9 y 10 presentan una vegetación con más follaje o con variación de cobertura vegetal, mientras que el punto 4 hay varios árboles de *Tectona grandis* y árboles frutales plantados. Es posible que en el muestreo 1 las comunidades

de aves se reuniesen mayormente en estos puntos por disponibilidad de alimento y de refugio; mientras que conforme aumentaba la cobertura vegetal en todos los puntos, las comunidades lograrán distribuirse uniformemente.

**Figura 6**

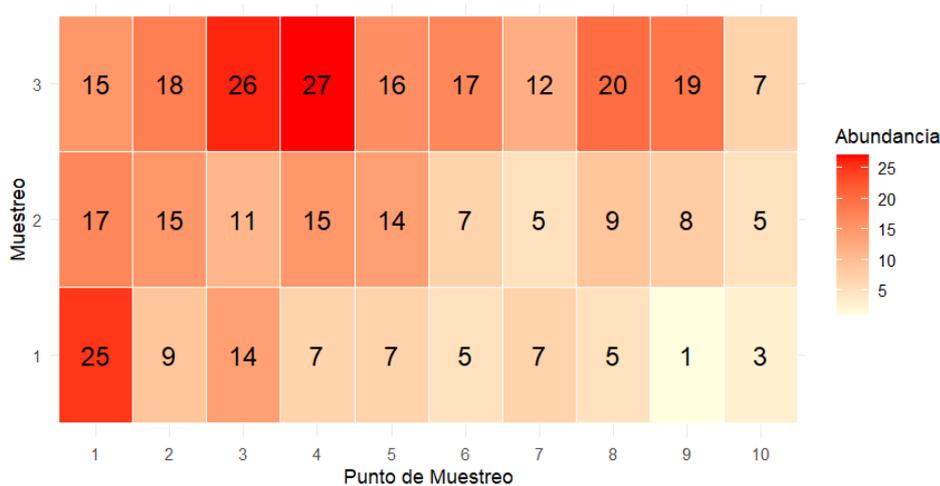
*Mapa de calor de abundancia de SM*



La abundancia de SA tiende, según la Figura 7; tiende a disminuir mientras se avanza en el transecto, patrón que se repite en cada muestreo. Los resultados no concuerdan con la cobertura vegetal del punto 8 y 9, donde aumenta la humedad y mantiene constante el follaje de la vegetación alrededor; sin embargo, la altura de los árboles aumenta considerablemente, así como la facilidad de identificar por audio y por vista las especies. Siendo estos puntos de avistamiento de especies raras, es posible que la baja densidad se deba al esfuerzo de observación e identificación por parte del investigador. El aumento que se observa concuerda con la presencia de frutos y flores de ambos puntos, lo que atrajo a más especies cerca del perímetro de observación. En los puntos 3 y 4 se observan especies arbóreas más frondosas, pero de una altura cercana a los 8 m, lo que albergó mayores especies por los recursos que presentaban ambos puntos.

**Figura 7**

Mapa de calor de abundancia de SA

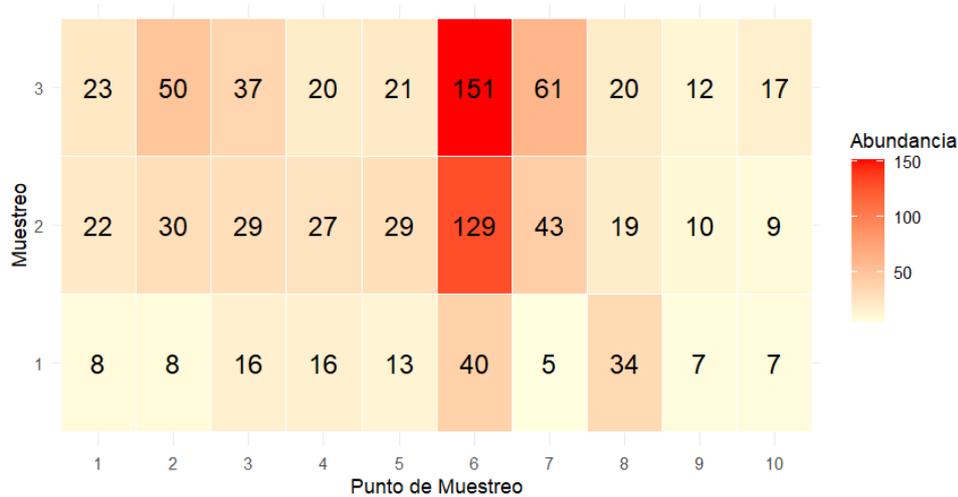


SF es el transecto que más equilibrio de abundancia presenta en todo el período de muestreos, además evidencia la particularidad de los puntos 2, 6 y 7 mencionados previamente. SF muestra el beneficio del agrocultivo sustentable a los ecosistemas alrededor (Figura 8) pues la granja, a pesar de que cuenta con un gran monocultivo como el cacao, presenta diferentes árboles distribuidos dentro de la plantación. A lo largo del período de muestreo se observó como las especies interactuaban con los recursos de la granja, obteniendo alimento y perchándose para pasar de zonas agrícolas a las áreas protegidas, esto puede explicar las abundancias del muestreo 1 en los puntos 3, 4 y 8; donde estaban cerca de plantaciones de cacao y especies arbóreas con buen follaje. Así mismo, la abundancia marcada del punto 6 se debe principalmente a las especies espigueras *Forpus coelestis*, *Lonchura malacca* y *Sporophila corvina*, quienes se encontraban en grandes bandadas perchadas en los árboles o forrajeando los pastizales, mientras que en punto 2 del muestreo 3, por el florecimiento de los árboles que hacen de lindero en toda la granja experimental, como se mencionaba previamente. En este punto se observó la presencia de varias especies de la familia Tyrannidae y Thraupidae en el tercer muestreo.

Se puede observar las especies más abundantes en SM, SA y SF en las Figuras 9, 10 y 11; mostrando una variación en las especies más abundantes de cada muestreo.

**Figura 8**

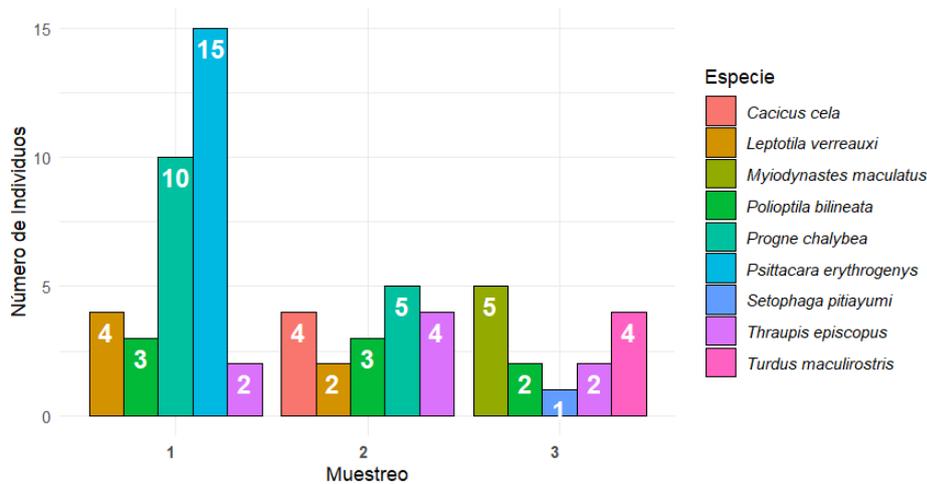
Mapa de calor de abundancia de SF



esto puede deberse a las adaptaciones que presentan al entorno y a la disponibilidad de alimentos; pues *Thraupis e.* se la observó alimentarse de diferentes especies vegetales y tanto *Polioptila b.* como *Leptotila v.* acostumbraban a permanecer cerca de los troncos y alimentándose de insectos.

**Figura 9**

Especies más abundantes de cada muestreo en SM

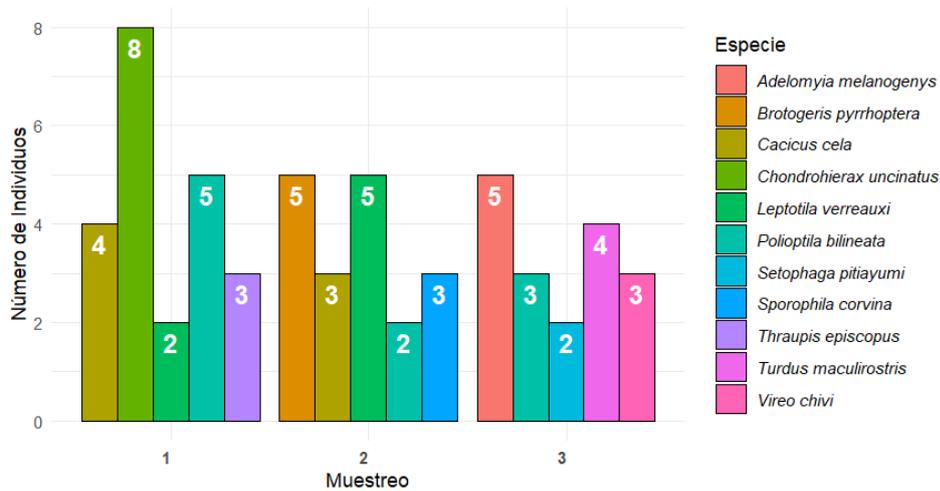


Especies como *Cacicus cela*, *Turdus maculirostris*, *Adelomyia melanogenys* y *Forpus coelestis* Aumentaron su abundancia en zonas donde la cobertura vegetal aumentaba, por lo que se puede inferir que son especies que necesitan de una cobertura vegetal más frondosa para aumentar su población en un punto, en unos casos posiblemente para: protegerse como *Cacicus*

*c.*, *Turdus m.*, para mimetizar con el entorno como *Forpus c.* y encontrar alimento como *Adelomyia m.* quien de las observaciones de esta especie fueron alimentándose o perchada cerca de las flores de los árboles.

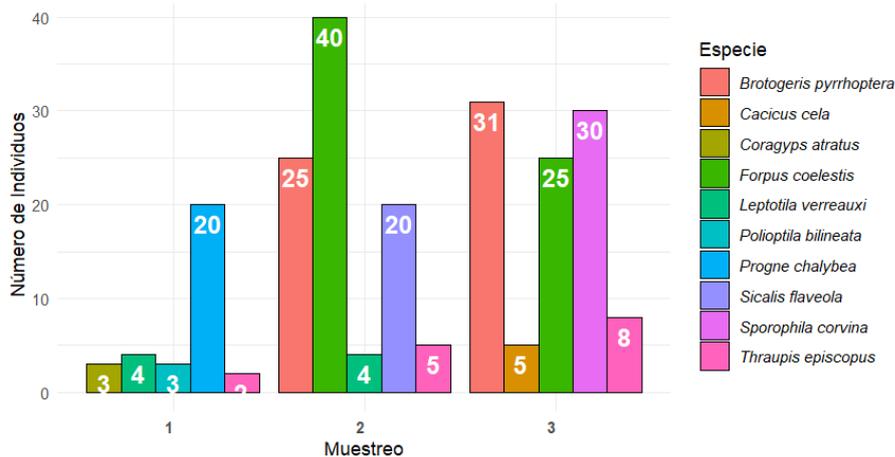
**Figura 10**

*Especies más abundantes de cada muestreo en SA*



**Figura 11**

*Especies más abundantes de cada muestreo en SF*

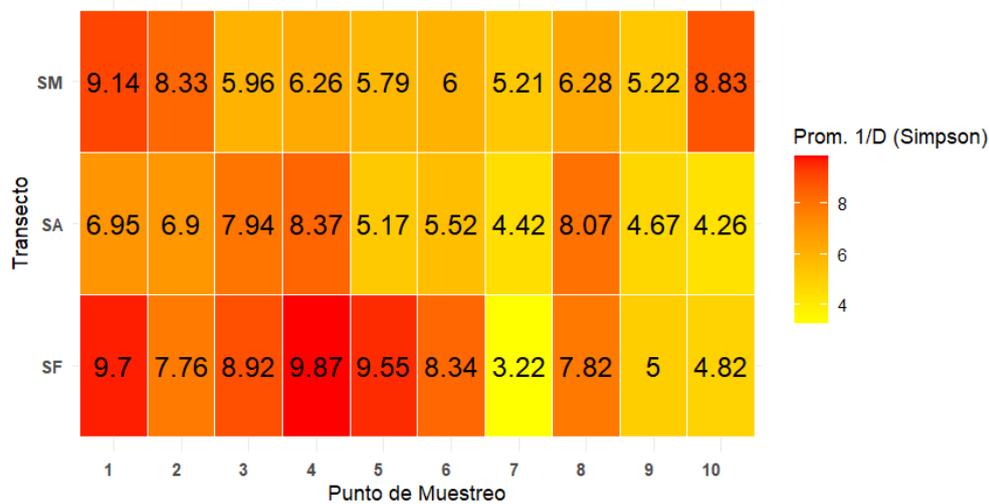


Se puede observar en la figura 12 las dominancias de cada transecto, siendo SF el transecto con mayores índices diversidad, mientras que SA es el que presenta menores índices. Así mismo, en el transecto de SF presenta el menor índice de los puntos de todos los transectos, mientras que SM presenta índices de dominancia más equilibrados. Considerando los valores obtenidos la diversidad es de moderada a alta con mayor tendencia a ser alta; con los valores más

altos en los puntos iniciales de cada transecto, esto se debe tanto a la variedad como a la estructura de la cobertura vegetal presente, pues en puntos iniciales de SA y SM presentan una cobertura vegetal más diversa, mientras que en SF presenta una variación marcada por tiempo.

**Figura 12**

*Mapa de calor de dominancia de los 3 transectos en todo el período de muestreo*



Se puede observar que en cada transecto la diversidad aumentó conforme avanzaban los muestreos; SM alcanzó su máxima diversidad en el transecto 3 como se observa en la figura 13, los puntos 1, 2 y 10 pueden considerarse como puntos calientes para observación, pues albergan mucha más diversidad, corroborada por los datos recolectados en los muestreos.

**Figura 13**

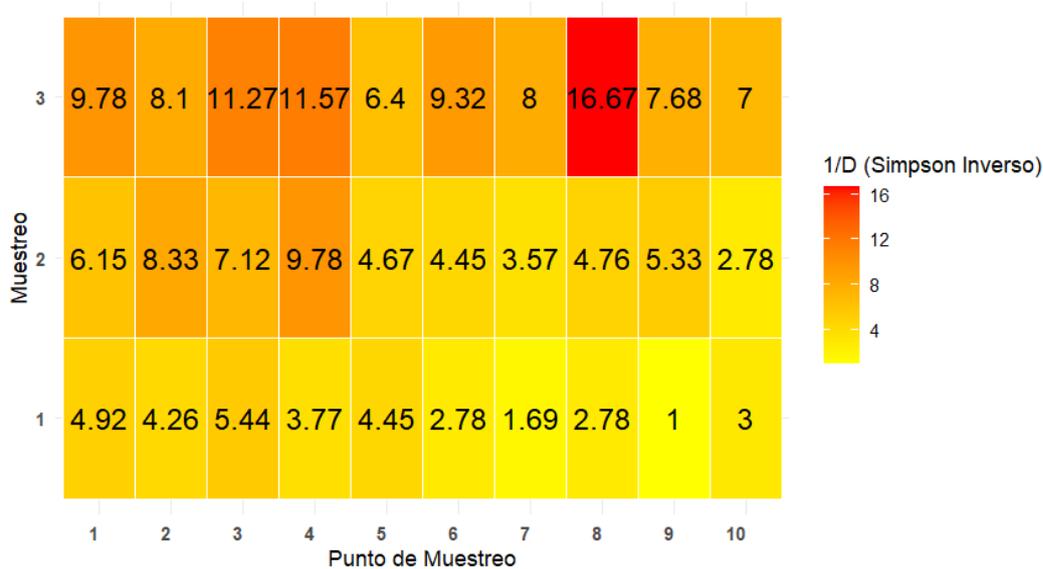
*Mapa de calor de dominancia de SM*



SA es el transecto que mejor se observa el aumento progresivo de la diversidad desde el muestreo 1 al 3 (Figura 14), es posible que la distribución uniforme de la cobertura vegetal permita una diversidad más equilibrada. Aun así, los puntos 7, 8, 9 y 10 necesitan un mejor método de recolección para corroborar los resultados.

**Figura 14**

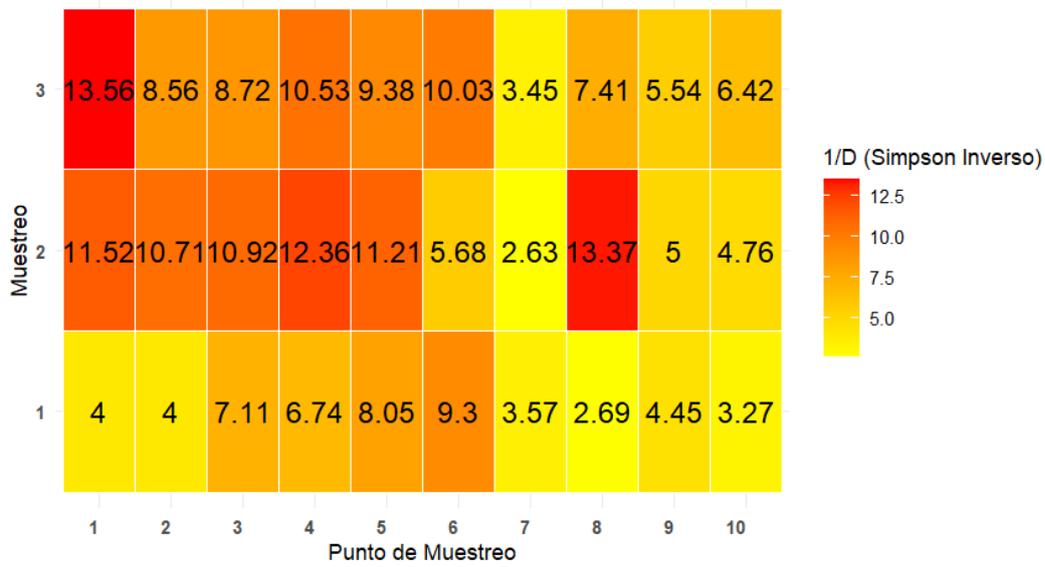
*Mapa de calor de dominancia de SA*



Los puntos 1, 2, 8, 9 y 10 de SF (figura 15) mostraron una vegetación mayormente caudocifólea, por lo que en el muestreo 1 cuando no había presencia de lluvias la diversidad no fue alta, cambiando a una vegetación abundante en hojas en el muestreo 3. El punto 7 a pesar de tener alta abundancia, no muchas especies aprovechan este lugar, o en su caso no fueron capaces de observarse en el muestreo. El punto 7 podría explicar cómo son las estructuras e interacciones de las comunidades.

**Figura 15**

*Mapa de calor de dominancia de SF*

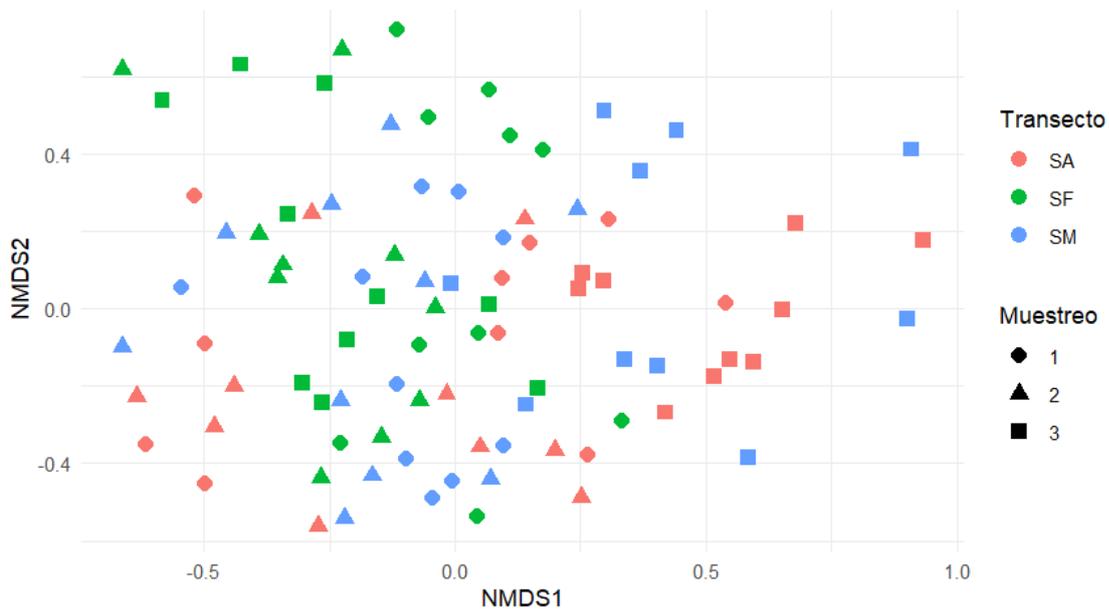


### 3.3 Similitud de las comunidades

Los NMDS de Bray-Curtis (Figura 16) y de Jaccard (Figura 17) revelaron comunidades mayormente similares en los tres transectos, sin embargo; existen especies en SA y SM posiblemente especialistas que se adapten a condiciones específicas en el muestreo 3, etapa donde aparecieron las precipitaciones más fuertes.

**Figura 16**

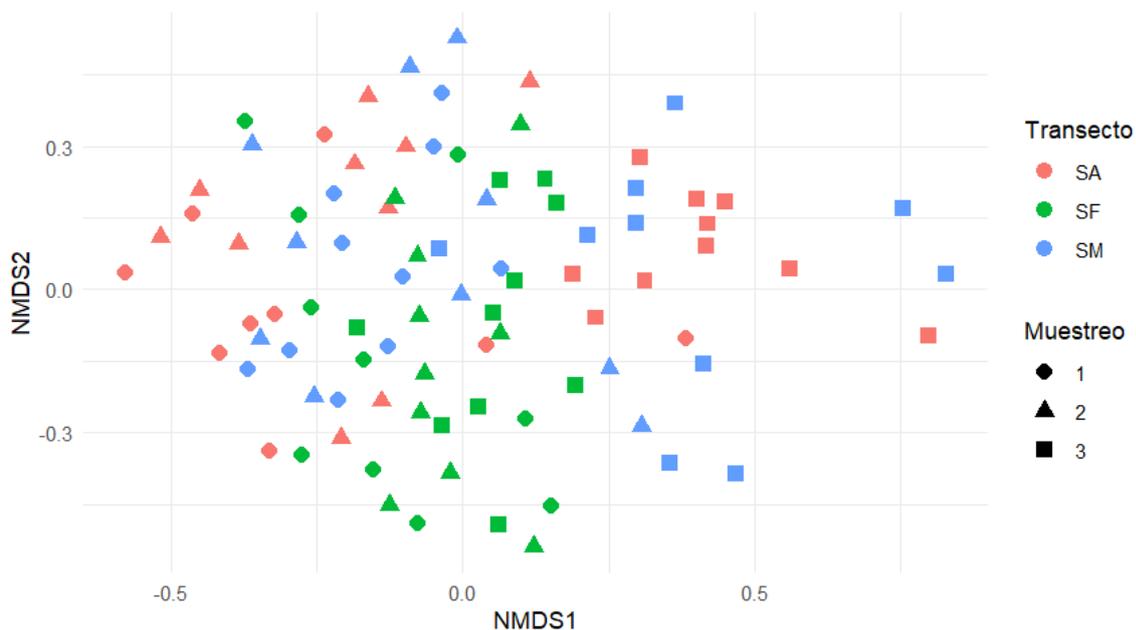
*NMDS de  $\beta$  diversidad por Bray-Curtis*



En Jaccard podemos observar que son pocos los puntos con comunidades posiblemente especialistas; mientras que con Bray-Curtis se muestra que incluso la cantidad de individuos es diferente, por lo que es posible, que además que las especies que varían sean diferentes en el muestreo 3 de algunos puntos de SA y SM, existan otras variables que influyan en estas comunidades para que sean diferentes de los demás puntos. Existen puntos del transecto de SF que en Bray-Curtis aparentemente son diferentes, pero en Jaccard aparecen como similares a los demás puntos, lo que nos indica que en SF la composición es similar a los demás puntos de los transectos SM y SA que los rodea, sin especies aparentemente especialistas, pero que varían en abundancia en comparación con los otros transectos.

**Figura 17**

*NMDS de  $\beta$  diversidad por Jaccard*



### 3.4 Influencia de factores ambientales

Los valores del PERMANOVA basados en los resultados de Bray-Curtis nos muestra un modelo significativo ( $F(11, 78) = 2.63$ ,  $R^2 = 0.27$ ,  $p = 0.001$ ) que explica el 27% de cómo las comunidades de aves variaron, lo que nos muestra que, aunque las comunidades sean similares,

estas presentan una variación significativa en los factores ambientales que afectan a las comunidades, como en el caso del avistamiento de especies especialistas. Sin embargo, realizando un modelo de GLM para evaluar la influencia de los factores ambientales: Punto de muestreo, Fecha, altitud y cobertura vegetal; se obtuvo una significancia ( $AIC = 509.48$ ,  $\chi^2(11) = 53.73$ ,  $p < 0.001$ ) para los puntos de muestreo, donde la abundancia disminuye a medida que avanzan los puntos de muestreo ( $\beta = -0.0849$ ,  $z = -3.70$ ,  $p < 0.001$ ) y una de las fechas, 15/01/2025; presentó en efecto positivo ( $\beta = 0.7307$ ,  $z = 2.21$ ,  $p = 0.027$ ) resultado que no coincide con la variable cobertura vegetal, la cual se estimó que no presentan efectos significativos ( $\beta = -0.0008$ ,  $p = 0.607$ ), considerando que la variación de cobertura vegetal está influenciada por la precipitación, factor que aumentó en la fecha mencionada. Es posible que existan errores en la toma de datos de cobertura vegetal, en la ejecución de los modelos, no considerando correctamente las variables y que se necesite la toma de otras variables para mejorar el modelo.

## Capítulo 4

## **4.1 Conclusiones y recomendaciones**

### **4.1.1 Conclusiones**

Después de analizar los resultados obtenidos en la investigación, podemos concluir los siguientes puntos:

- Considerando el tiempo y el área que abarcaron los puntos de muestreo, BVPP registra una alta riqueza, que puede verse reflejada en cada transecto; además se espera que ésta aumente en futuros estudios conforme se mejoren los esfuerzos de muestreo.
- BVPP es un área protegida con buena diversidad de aves, y ésta tiende a aumentar conforme en época de lluvias, mientras que la abundancia mantiene una relación con la cobertura vegetal, pues tendió a aumentar mientras mayor variedad y cobertura vegetal presentaba un punto de los transectos, además, esta es beneficiada por agro-cultivos sustentables.
- Las comunidades de aves son similares en las especies presentes, pero presentan cierta diferencias en sus abundancias entre los transectos, sin embargo, existen puntos que pueden albergar especies especialistas que no aparezcan en otros períodos del año, por tanto hay mayor variación de comunidad en el tiempo que en el espacio y éstas comunidades están afectadas por el entorno y los factores ambientales que presentan las diferentes hábitats, sin embargo; en este estudio no se logró evaluar correctamente cuáles son estos factores.

### **4.1.2 Recomendaciones**

Luego de analizar los resultados y culminar con las conclusiones del proyecto, es necesario discutir sobre las limitaciones y sugerencias que pueden beneficiar al estudio a futuro, así como a nuevos temas de investigación que complementen los resultados de este proyecto:

- La cobertura vegetal es una variable que se ve afectada por la precipitación, por lo que, es recomendable que se realicen otros métodos más precisos para medirla, como el

uso de SIGs para cada área de los puntos de los transectos; y así poder evaluarla con más precisión en los modelos de PERMANOVA y NGL.

- La aplicación de Merlin registró especies de aves que no correspondían a su área de distribución, por lo que se recomienda considerar los límites de la aplicación para identificar y comprobar la literatura de cada especie, así como realizar un estudio para la identificación de especies y mantener actualizada la base de datos.
- Dadas las condiciones del estudio, es necesario la capacitación de los investigadores para identificar cantos y llamadas de aves o en su caso, la conformación de grupos de observación para mejorar la calidad y eficacia de identificación de aves, ya que se requiere de una identificación más precisa de cada especie que la que presenta el proyecto. la capacitación de identificación por vista, aunque es necesaria, se puede realizar a medida que se realizan los muestreos, pues las condiciones del estudio y el uso de aplicaciones como Merlin permiten ganar experiencia de observación directa en el campo, a diferencia de los audios que son más complicados de identificar por los comportamientos de las aves en campo.
- El estudio presente, requiere de más tiempo, una evaluación a la metodología de recolección de datos, así como de un monitoreo a lo largo de los años, por lo que se recomienda con realizar semestralmente una evaluación de la Variación espacio temporal de las comunidades de ave; así como establecer nuevos transectos y más puntos de muestreo para reforzar los resultados.
- Se recomienda realizar otras investigaciones, como las interacciones de las comunidades de aves presentes en BVPP, pues varias especies compiten por espacio y recursos, observando en el estudio varias interacciones interespecíficas.

## Referencias

- Aldridge, C. L., Boyce, M. S., & Baydack, R. K. (2004). Adaptive management of prairie grouse: How do we get there? *Wildlife Society Bulletin*, 32(1), 92–103. [https://www.nrel.colostate.edu/assets/nrel\\_files/labs/aldridge-lab/publications/Aldridge\\_et\\_al-AM\\_of\\_Prairie\\_Grouse\\_WSB\\_%2832%2992-103.pdf](https://www.nrel.colostate.edu/assets/nrel_files/labs/aldridge-lab/publications/Aldridge_et_al-AM_of_Prairie_Grouse_WSB_%2832%2992-103.pdf)
- Anastasio, J. C., Mancilla, A. L., Martínez, D. C., & Barradas, A. C. (2017). *Riqueza y diversidad de aves en un paisaje Agropecuario en el ejido Chalahuiyapa, Huejutla, Hidalgo*. 5(1), 105–110. <https://doi.org/10.47808/REVISTABIOAGRO.V5I1.100>
- Barragán, K. (2019). *Variación Espacio-Temporal De La Comunidad De Aves Y Sitios De Anidación En Tres Parques Urbanos De Guadalajara, Jalisco, México* [Tesis De Grado Universidad De Guadalajara]. Biblioteca Cucba. [HYPERLINK "http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6026"](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6026)
- Berlanga, H., J. A. Kennedy, T. D. Rich, M. C. Arizmendi, C. J. Beardmore, P. J. Blancher, G. S. Butcher, A. R. Couturier, A. A. Dayer, D. W. Demarest, W. E. Easton, M. Gustafson, E. Íñigo-Elías, E. A. Krebs, A. O. Panjabi, V. Rodríguez Contreras, K. V. Rosenberg, J. M. Ruth, E. Santana-Castellón, R. M. Vidal y T. Will. 2010. Conservando a nuestras aves compartidas: la visión trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres. Ithaca: Cornell Laboratory of Ornithology.
- Brawn, J.D., Robinson, S. K. y Thompson III, Frank R. (2001). The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 251-76.
- Bhowmick, S. R. (2021). Biodiversity assessment of bird species as bioindicators and the impact of air pollution on the ecological community. *International Journal of Pure and Applied Zoology*, 18–25. <https://www.alliedacademies.org/articles/biodiversity->

assessment-of-bird-species-as-bioindicators-and-the-impact-of-air-pollution-on-the-ecological-community.pdf

Chuandong, Tan., Bo, Xu., Ge, Hong., Xuefei, Wu. (2024). 2. Integrating habitat risk and landscape resilience in forest protection and restoration planning for biodiversity conservation. *Landscape and Urban Planning*, doi: 10.1016/j.landurbplan.2024.105111

Chuanwu, Chen., Chuanwu, Chen., Marcel, Holyoak., Yanping, Wang., Yanping, Wang., Xingfeng, Si., Ping, Ding. (2019). 4. Spatiotemporal distribution of seasonal bird assemblages on land-bridge islands: linking dynamic and static views of metacommunities. doi: 10.1186/S40657-019-0164-7

Dharmawan, I. W., Yunita, Lisnawati., Hengki, Siahaan., Bambang, Tejo, Premono., Mohamad, Iqbal., Ahmad, Junaedi., Niken, Sakuntaladewi., Bastoni, Bastoni., Ridwan, Fauzi., Ramawati, Ramawati., Ardiyanto, Wahyu, Nugroho., Ni, Kadek, Erosi, Undaharta., Anang, S., Achmadi., Titiek, Setyawati., Chairil, Anwar, Siregar., Pratiwi, Pratiwi., Sona, Suhartana., Soenarno., Dulsalam., Asep, Sukmana. (2024). 1. Use of an Adaptive-Vegetation Model to Restore Degraded Tropical Peat Swamp Forest to Support Climate Resilience. *Land*, doi: 10.3390/land13091377

Dudley, N. (Ed.). (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Gland, Suiza: UICN. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/paps-016-es.pdf?>

eBird. (2025). *eBird Basic Dataset*. Cornell Lab of Ornithology. Retrieved January 15, 2025, from <https://ebird.org>

Faggi, A., Perepelizin, P. (2006). Riqueza De Aves A Lo Largo De Un Gradiente De Urbanización En La Ciudad De Buenos Aires. *Revista Del Museo Argentino Ciencias Naturales N.S.*, 8(2): 289-297. [HYPERLINK](#)

"<http://revista.macn.gob.ar/ojs/index.php/RevMus/article/view/327>"

<Http://Revista.Macn.Gob.Ar/Ojs/Index.Php/Revmus/Article/View/327>

Fischer, T. (2022). 1. Spatio-Temporal Variation in Bird Assemblages in a Subtropical Urban Ecosystem. *Diversity*, doi: 10.3390/d14050341

García-Navas, V., Sattler, T., Schmid, H., Ozgul, A. (2020). 5. Spatial heterogeneity in temporal dynamics of Alpine bird communities along an elevational gradient. *Journal of Biogeography*, doi: 10.1111/JBI.14045

Gill, F y Donsker, D. (2018). *IOC World Bird List (v 8.2)*. Obtenido de <http://www.worldbirdnames.org>

González-Salazar, C., Martínez-Meyer, E., López-Santiago, G. (2014). A Hierarchical Classification Of Trophic Guilds For North American Birds And Mammals. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 85: 931-941. [HYPERLINK](https://doi.org/10.7550/rmb.38023)  
["https://doi.org/10.7550/rmb.38023"](https://doi.org/10.7550/rmb.38023) [https://Doi.Org/10.7550/Rmb.38023](https://doi.org/10.7550/rmb.38023)

González-Taboada, F., Nores, C., & Álvarez, M. Á. (2007). Breeding bird species richness in Spain: assessing diversity hypothesis at various scales. *Ecography*, 30(2), 241–250.  
<https://doi.org/10.1111/J.0906-7590.2007.04824.X>

Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M. B., Guerrero, M., & Suárez, L. (Eds.). (2002). *Libro rojo de las aves del Ecuador*. Quito, Ecuador: SIMBIOE, Conservación Internacional, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, UICN.

Grupo Banco Mundial. (2024). *Superficie terrestre total (km<sup>2</sup>)*. Recuperado el 8 de febrero de 2025, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.SRF.TOTL.K2?view=map>

Hickman, C., Roberts, L., & Parson, A. (2000). *Principios Integrales De Zoología*. Madrid: Mcgraw-Hill Interamericana.

Holling, C. S. (Ed.). (1978). *Adaptive Environmental Assessment and Management*. Chichester, UK: John Wiley & Sons. <https://pure.iiasa.ac.at/823/1/XB-78-103.pdf>

- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- INE-Semarnap. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-Semarnap), México.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). (2019). *Aumento y mantenimiento del territorio continental bajo conservación o manejo ambiental*. Recuperado el 8 de febrero de 2025, de <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/2019/01/29/5-aumento-y-mantenimiento-del-territorio-continental-bajo-conservacion-o-manejo-ambiental/>
- Koshelev, O. I., Koshelev, V. O., Fedushko, M. P., & Zhukov, O. (2020). *Time turnover of species in bird communities: the role of landscape diversity and climate change*. 28(4), 433–444. <https://doi.org/10.15421/012056>
- Krauth, K., & Salazar, J. (2018). *Distribución de la avifauna en ESPOL mediante EER y la creación de mapas para impulsar el avistamiento de aves como una actividad recreativa dentro del campus*. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador.
- Krishna, Kanta, Medhi., Jyotismita, Das., Rajib, Lochan, Dhar., Dulumoni, Das., Farishta, Yasmin., Arup, Kumar, Hazarika. (2024). 1. Bird-Ecosystem Relationship in an Urbanizing Habitat: Implications for Conservation and Ecosystem Stability. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, doi: 10.56557/upjoz/2024/v45i154251
- López-Becerra, J. L., & Barrón-Sevilla, J. A. (2018). *Diversidad de aves en un bosque bajo manejo forestal en la Sierra Norte de Puebla, México*. 19(2), 168–179. <https://doi.org/10.28947/HRMO.2018.19.2.338>

- Maglianesi, M. (2022). *Avifauna Neotropical: Ecología Y Conservación*. Cartago: Editorial Tecnológica De Costa Rica.
- MapBiomias Ecuador. (2024). *Fact Sheet Colombia – Colección 2, versión 5*. Recuperado el 8 de febrero de 2025, de [https://ecuador.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/7/2024/11/FACTSHEET\\_COL2\\_v5.pdf](https://ecuador.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/7/2024/11/FACTSHEET_COL2_v5.pdf)
- Mekonen, S. (2017). Birds as Biodiversity and Environmental Indicator. *Advances in Life Science and Technology*, 60(21), 16–22. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/download/39931/41049>
- Mexican Protected Areas for their conservation. *Global change biology*, 22(1), 364–379. <https://doi.org/10.1111/gcb.13090>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAE). (2023). Lineamientos para la elaboración de planes de manejo de las áreas protegidas del Ecuador. MAE, Dirección de Áreas Protegidas y Otras Formas de Conservación. Quito – Ecuador.
- Mittermeier, R. A., Robles Gil, P., & Mittermeier, C. G. (1997). *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations*. CEMEX.
- Moliterno de Camargo, U., Moliterno de Camargo, U., Roslin, T., Roslin, T., Ovaskainen, O., & Ovaskainen, O. (2019). Spatio-temporal scaling of biodiversity in acoustic tropical bird communities. *Ecography*, 42(11), 1936–1947. <https://doi.org/10.1111/ECOG.04544>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol.1 Zaragoza: CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA, 84pp.
- Naciones Unidas. (2022). *Biodiversidad y cambio climático*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/biodiversity>
- Navarro, A. G. y Sánchez-González, L. A. 2003. La diversidad de las aves. En H. Gómez de Silva y A. Olivares (Eds.) *Conservación de Aves. Experiencias en México* (pp. 24-85) México: CIPAMEX National Fish and Wildlife Foundation CONABIO.

- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., ... & Wagner, H. (2020). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Plan de Manejo Integral del Bosque y Vegetación Protector Prosperina. (2022). *Anexos del Plan de Manejo Integral del Bosque y Vegetación Protector Prosperina*. ESPOL.
- Prieto-Torres, D. A., Navarro-Sigüenza, A. G., Santiago-Alarcon, D., & Rojas-Soto, O. R. (2016). Response of the endangered tropical dry forests to climate change and the role of Mexican Protected Areas for their conservation. *Global Change Biology*, 22(1), 364–379. <https://doi.org/10.1111/gcb.13090>
- R., Bala., Kamalpreet, Kaur., Amandeep, Kaur., Harsimran, Kaur. (2022). 4. Avian Diversity and Its Feeding Guilds in Respect to the Rural Landscape of District Barnala (Punjab). *Advances in zoology and botany*, doi: 10.13189/azb.2023.110103
- Ramírez-Alborez, J. (2006). Variación En La Composición De Comunidades De Aves En La Reserva De La Biosfera Montes Azules Y Áreas Adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotrópica*, 6(2). HYPERLINK "https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000200019" <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000200019>
- Romero-Díaz, C., Ugalde-Lezama, S., Valdez-Hernández, J., Arango-Arámula, L., Olmos-Oropeza, G., García-Núñez, R. (2022). Ecología Trófica De Aves Insectívoras En Sistemas Agroforestales Y Bosque Mesófilo De Montaña. *Abanico Veterinario*, 12:1-17. HYPERLINK "http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.7" [Http://Dx.Doi.Org/10.21929/Abavet2022.7](http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.7)
- Rong, A., Besra, S., Chatterjee, L., Samanta, T., Mazumdar, S., Hazra, D. S., Samrat, C., & Roy, A. B. (2023). *A Comprehensive Study on Diversity and Land Use of the Bird Species around Eco Park Area, Kolkata, West Bengal*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3503617/v1>

- Ruiz, J. R. L., Murillo, J. R., & Merino, J. A. (2017). *Diversidad de aves en gradientes urbanos, potencial uso recreativo y aviturismo en la ciudad de Guayaquil*. 10(22), 50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7932281>
- Salma, Wakass., Mohamed, Mounir., Wafae, Squalli., Ismail, Mansouri., Youssef, Dbiba., M., Zakaria, Hmidani., Soukaina, Chellik., Ikram, Douini., Mohammed, El, Youssi., Mohammed, Azzouzi., A., Ezaidi. (2022). 3. Diversity of avian species, their ecosystems and climate conditions in two zones of High Atlas (central Morocco) for ecotouristic purposes. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, doi: 10.31893/jabb.23004
- Santillán, V., Quitián, M., Tinoco, B. A., Zárate, E., Schleuning, M., Böhning-Gaese, K., & Neuschulz, E. L. (2018). Spatio-temporal variation in bird assemblages is associated with fluctuations in temperature and precipitation along a tropical elevational gradient. *PLOS ONE*, 13(5). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0196179>
- Suárez, L. 1998. La fragmentación de los bosques y la conservación de los mamíferos. Pp. 83-92. En D. Tirira (Ed.): *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Sulaiman, S., Nik Hanita, N. M. e Idilfriti, S. (2013). Contribution of vegetation in urban parks as habitat for selective bird community. *Procedia. Social and Behavioral Sciences* 85, 267-281.
- Triay, O., Hechavarría, G., Lores, I., Jiménez, J. (2019). Estructura Trófica Y Partición De Nicho De La Comunidad De Aves De Un Bosque Tropical Cubano. *Unión De Ornitólogos De Chile, Revista Chilena De Ornitología*, 25(2): 47-61. <https://Aveschile.Cl/Wp-Content/Uploads/2019/12/Triay-Et-Al-Aves-Cuba.Pdf>
- UICN. (11 De Noviembre De 2024). Obtenido De <https://www.iucnredlist.org>

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (1994). *Directrices para las categorías de manejo de áreas protegidas*. Gland, Suiza: UICN.  
<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1994-007-Es.pdf>
- Ulisses, Moliterno, de, Camargo., Ulisses, Moliterno, de, Camargo., Tomas, Roslin., Tomas, Roslin., Otso, Ovaskainen., Otso, Ovaskainen. (2019). 3. Spatio-temporal scaling of biodiversity in acoustic tropical bird communities. *Ecography*, doi: 10.1111/ECOG.04544
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S (4th ed.)*. Springer.  
<https://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/>
- Verea, C., Fernández-Badillo, A., & Solórzano, A. (2000). Variación En La Composición De Las Comunidades De Aves De Sotobosque De Dos Bosques En El Norte De Venezuela. *Ornitología Neotropical*, 11: 65–79.  
[http://Www.Ibiologia.Unam.Mx/Pdf/Links/Neo/Rev11/Vol\\_11\\_1/Orni\\_11\\_65-80.Pdf](http://Www.Ibiologia.Unam.Mx/Pdf/Links/Neo/Rev11/Vol_11_1/Orni_11_65-80.Pdf)
- Walters, C. J. (2007). Is adaptive management helping to solve fisheries problems? *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(4), 304–307.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2193/0091-7648%282004%2932%5B92%3AAMOPGH%5D2.0.CO%3B>
- Weeks, B. C., Naeem, S., Lasky, J. R., & Tobias, J. (2020). Diversity reduces extinction risk at global scales. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.09.17.296285>
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer.  
<https://ggplot2.tidyverse.org>