



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

**TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Análisis de la diversidad de avifauna asociada a un sistema agroforestal de café en la microcuenca El Cristal, parroquia Malacatos, Loja.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**AUTORA:** Chininin Ramón, Estefanía Josenka

**DIRECTOR:** Ordóñez Delgado, Leonardo Yamhil, MSc

LOJA - ECUADOR

2017



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2017

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Doctor.

Leonardo Ordoñez Delgado

### **DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Análisis de la diversidad de avifauna asociada a un sistema agroforestal de café en la microcuenca El Cristal, parroquia Malacatos, Loja. Realizado por Chininin Ramón Estefanía Josenka, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, octubre de 2017

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Chininin Ramón Estefanía Josenka, declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Análisis de la diversidad de avifauna asociada a un sistema agroforestal de café en la microcuenca El Cristal, parroquia Malacatos, Loja. Siendo. Leonardo Ordóñez Delgado director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f).....

Autora : Chininin Ramón Estefanía Josenka

Cédula: 0706601325

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor y cariño a mis padres María del Carmen y Alfonso por todo su apoyo y esfuerzo, a mi hermanos Danny y Jenny por motivarme a diario, a mi abuelitos Néstor Y Elsa por inculcarme todo su sabiduría y a toda mi familia.

A mis amigos universitarios en especial a mis queridas amigas Alexandra, Evelyn y Joselyn por estar siempre a mi lado apoyándome, al profesor Leonardo por toda su paciencia y dedicación. A todas las personas que me apoyaron a lo largo de estos cinco años y permitieron que este sueño se haga realidad.

(Estefanía)

## **AGRADECIMIENTOS**

A Diego Armijos-Ojeda, Leonardo Ordóñez-Delgado, Adrián Orihuela, Joselyn Vinueza, Santiago Hualpa, Por la ayuda en el levantamiento de información de campo y Gustavo Samaniego propietario de la finca agroforestal.

(Estefanía)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA .....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	6
METODOLOGÍA.....	6
1.1 Área de estudio.....	7
1.1.1 Caracterización de hábitats.....	7
1.2 Metodología .....	9
1.2.1 Muestreo y registro de aves.....	9
1.2.2 Identificación de especies.....	9
1.3 Análisis de datos .....	10
1.3.1 Índice de Simpson (D).....	10
1.3.2 Índice de Shannon (H) .....	11
1.3.3 Curva de acumulación de especies.....	12
CAPÍTULO II.....	13
RESULTADOS .....	13
2.1 Riqueza y abundancia.....	14
2.2 Curva de acumulación de especies.....	15
2.3 Índice de diversidad .....	16
2.3.1 Nivel de abundancia de especies en el cafetal y pastizal.....	16
Fuente y elaboración: La autora .....	17
Fuente y elaboración: La autora .....	17
2.7 Abundancia relativa.....	17
Fuente y elaboración: La autora .....	18
Fuente y elaboración: La autora .....	19
2.8 Aspectos ecológicos.....	19

2.8.1 Especies endémicas registradas.....	19
Fuente y elaboración: La autora .....	19
2.8.2 Especies migratorias registradas. ....	20
Fuente y elaboración: La autora .....	20
2.8.3 Gremios alimenticios identificados en las especies registradas. ....	20
Fuente y elaboración: La autora .....	21
Fuente y elaboración: La autora .....	21
2.8.4 Sensibilidad ambiental. ....	22
Fuente y elaboración: La autora .....	22
Fuente y elaboración: La autora .....	23
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES .....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXOS.....	34

## RESUMEN

El cultivo de café de sombra un sistema productivo de importancia para la conservación de la diversidad biológica. El presente estudio permitió definir la composición de la avifauna presente en un sistema agroforestales de café y pastizales de la microcuenca El Cristal. Entre abril y mayo del 2017, se evaluó la riqueza de aves presentes, por medio de tres métodos: Captura con redes de niebla, registros visuales y auditivos. Los índices de diversidad establecen que el sitio posee diversidad alta según Simpson (0,86) y diversidad media según Shannon (2,66). Del total de especies registradas seis son endémicas, tres son migratorias, y no se registraron especies amenazadas. El total de especies es de 30 especies. Únicamente se registraron 11 especies en el pastizal, mientras que el cafetal que presentó 26 especies, del total 60% de las especies son insectívoras, de igual manera el 60% posee sensibilidad baja. Las especies de aves presentes en el cafetal utilizan al mismo como zona de alimentación, anidación, entre otros usos. Los cafetales arbolados, son elementos clave del paisaje, al mantener condiciones similares al ecosistema original.

**Palabras claves:** Aves, diversidad, sistema agroforestal, cafetales, Loja

## ABSTRACT

The cultivation of shade-grown coffee is a production system of high importance for the conservation of biological diversity. The present study allowed to determine the composition of the avifauna present in the agroforestry systems of coffee and grassland of the micro watershed of the El Cristal river. Between April and May of 2017, the local bird species richness was evaluated through three methods: fog net capture, visual and audio encounter surveys. The used diversity indices suggest that the site has a high diversity according to Simpson (0.86) and average diversity according to Shannon (2.66). Of the total number of recorded species (30) six are endemic, three are migratory and neither one is threatened. Only 11 species were recorded in the pasture, whereas in the coffee plantation from the 26 recorded species, 60% were insectivores and 60% had low sensitivity. The bird species from the coffee plantation used the site as a feeding nesting zone, among other uses. Wooded coffee plantations are key elements of the landscape, maintaining relatively similar conditions to the original ecosystem.

**Key words:** agroforestry system; birds; coffee plantations diversity; Loja

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de la biodiversidad puede tener efectos negativos sobre la sostenibilidad y el desarrollo económico de las regiones, con graves consecuencias sobre el bienestar de las comunidades humanas que dependen de los beneficios de la naturaleza para poder sobrevivir. Por tal razón es necesario buscar soluciones que estén científicamente respaldadas y que consideren como un gran objetivo, alcanzar sistemas de producción sostenible (Botero *et al.*, 1999).

La degradación de un ambiente afecta las interacciones entre la comunidad de la flora y fauna en los ecosistemas (Rossetti & Giraud, 2003). Como consecuencia se reduce la abundancia y diversidad de especies ingenieras o las pertenecientes a diferentes gremios tróficos las mismas que aportan al mantenimiento, conservación y restauración de los paisajes (Aizen & Feinsinger, 1994).

La conservación de la biodiversidad se ha convertido en una de las metas más importantes del manejo ecológico (Flores & Martínez, 2007). A pesar de que los ecosistemas son naturalmente fragmentados, el incremento actual de la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal ha sido generada principalmente por causas antropogénicas, tema que se ha vuelto muy severo en el último siglo (Sáenz *et al.*, 2013). La transformación de paisajes en las regiones tropicales a causa de la demanda alimentaria y la intensificación de los monocultivos ha sido una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, heterogeneidad de ecosistemas y cambios en la cobertura vegetal de los ecosistemas (Guhl, 2004).

Ecuador está experimentando una acelerada degradación de paisaje Sierra *et al.*, (1999) principalmente por diferentes actividades antropogénicas, como la quema de predios para promover el crecimiento de forraje nuevo, implementación de monocultivos, introducción de especies exóticas, urbanización, infraestructura vial y el tráfico vehicular, estos dos últimos han demostrado una afectación negativa a diversos grupos de organismos al eliminar por completo su hábitat (Astudillo *et al.*, 2014) o estructurarse como barreras para la movilidad de especies.

Pero, actualmente existen procesos productivos que son amigables con el ambiente y generan ingresos económicos para los agricultores, como ejemplo claro de esto tenemos los sistemas agroforestales (conjunto de técnicas de manejo de tierras mediante combinaciones de árboles forestales con cultivos) estos generan una mejor conservación de los recursos naturales y menor aplicación de insumos, lo que se traduce en menor costo de producción (DaMatta & Rodríguez, 2007). Además, se pueden aprovechar los productos adicionales (frutos, madera

o leña) de los árboles utilizados para proveer de sombra a los cultivos agroforestales, esto resulta en ingresos adicionales para el agricultor, además de constituirse en fuentes de alimentación al campesino y su familia, estos aportes positivos ha generado recientemente el interés sobre el uso de árboles para sombra, en diversos tipos de cultivos (Beer *et al.*, 1998).

Los cafetales arbolados o también denominados café bajo sombra son elementos importantes del paisaje vinculados a la conservación de la diversidad biológica, debido a que estos sistemas productivos conservan en gran medida la estructura y funcionamiento de los bosques nativos que reemplazaron, ya que se cultiva el café en conjunto con otros elementos florísticos principalmente locales (Perfecto *et al.*, 1996; Moguel & Toledo 2004; Schroth *et al.*, 2004); es decir, desempeñan un importante papel como refugio para la vida silvestre al albergar cierta cantidad de biodiversidad que ha sido capaz de adaptarse a este entorno (Richter *et al.*, 2007; Toledo & Moguel, 2012)

Dentro de los beneficios del suelo, propician la infiltración de agua y conservación del suelo gracias al gran aporte de materia orgánica que esta genera (Beer *et al.*, 1998; Soto-Pinto *et al.*, 2001), favorecen la captura de carbono (Pineda-Lopez *et al.*, 2005; Roncal-Garcia *et al.* 2008) y proporcionan otros servicios ambientales que aún no han sido valorados (Bishop & Landell-Mills, 2003; Manson *et al.*, 2008). Esta es una alternativa que contribuye a disminuir la degradación de los recursos que tienen una mayor demanda por ejemplo: agua y suelo (Lopez *et al.*, 2013).

Loja, provincia de fuertes rasgos andinos, presenta un relieve muy irregular, principalmente por la presencia de valles interandinos, y varias estructuras que conforman algunas cuencas hidrográficas, entre las que destacan las cuencas binacionales Catamayo-Chira, la cuenca del Chinchipe-Mayo y la cuenca del Zamora, la primera desemboca en el Pacífico y las otras en la vertientes del Atlántico (Correa-Conde & Ordoñez-Delgado, 2007). Además, esta zona se encuentra influenciada por la formación Fitogeografía Huancabamba, sector en el que la Cordillera Real de los Andes posee las altitudes más bajas, determinando de esta forma la presencia de flora y fauna con elevados niveles de diversidad y endemismo (Scgulenbergl & Awbrey, 1997). En esta zona las altitudes de los Andes van desde 500 m y no llegan a ser superior a los 3700 m. Esta es una de las principales barreras para la migración andina de flora y fauna, determinando así la presencia de especies únicas en lo que refiere a rasgos de distribución y endemismo restringido en esta región (Mittermier *et al.* 1999; Duellman 1979; Myers *et al.* 2000; Cuesta *et al.* 2005).

En Ecuador podemos encontrar aves en casi todo tipo de ambiente, ya que, por su capacidad de vuelo se movilizan a diferentes lugares según las necesidades que requieran, algunas aves son muy fáciles de observar, otras son muy escurridizas y para algunas encontrarlas supone un verdadero reto (Correa-Conde & Ordoñez-Delgado, 2007).

El conocimiento actual sobre las aves en Ecuador es superior al de otros países neotropicales, sin embargo, un análisis detallado de la información publicada hasta 2001 identifica importantes lagunas del conocimiento de este grupo de fauna (Freile *et al.*, 2006) principalmente en lo que se refiere a las dinámicas que se suceden en ecosistemas antropizados o con diferentes niveles de intervención.

En el presente trabajo de investigación presentamos los registros de aves existentes en un sistema agroforestal de café ubicado en la en la parte superior de la cuenca del río Malacatos, específicamente dentro de la microcuenca El Cristal.

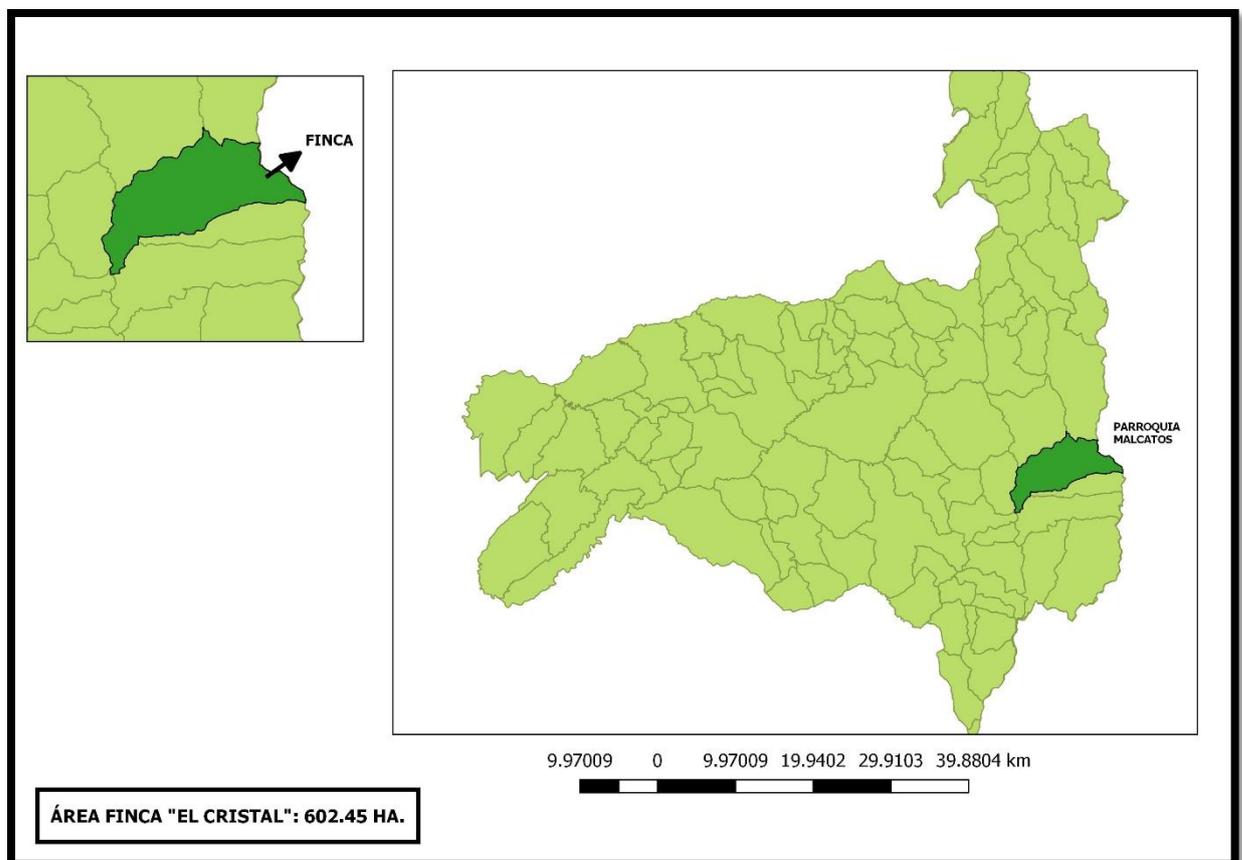
Para cumplir nuestros objetivos utilizamos a las aves como indicadores de diversidad biológica. Las aves se consideran uno de los grupos faunísticos más accesibles al momento de evaluar un ecosistema dado, debido a que son animales fáciles de detectar en el campo (Mena, 1997; Balmford, 2002; Bibby, 2002; Guayasamin & Bonacorso, 2011). Los muestreos de las comunidades de aves son de gran ayuda para diseñar e implementar políticas de conservación manejo de ecosistemas y hábitats. Por lo expuesto se han planteado los siguientes objetivos para el desarrollo de este trabajo:

Conocer la avifauna asociada a sistemas agroforestales de café y pastizales en la microcuenca El Cristal, parroquia Malacatos provincia de Loja-Ecuador, posteriormente identificar especies de aves con mayor relevancia para la conservación de acuerdo a la categoría que se encuentre y lograr definir estado de conservación, endemismo, nichos tróficos, sensibilidad ambiental, prioridad de conservación, prioridad de investigación para este sector.

**CAPÍTULO I**  
**METODOLOGÍA**

## 1.1 Área de estudio.

El estudio se lo realizó en la finca agroforestal El Cristal, la misma que se ubica en la microcuenca de nombre homónimo y pertenece a la parroquia Malacatos (Figura 1). Se encuentra ubicada al sureste de la ciudad de Loja y forma parte de la zona de amortiguamiento del noroeste del Parque Nacional Podocarpus en el cuadrante 9540016,03m N., a 9548701,44m N.; 695863,5m E., a 704744,46m E., a una altitud de entre 1200 a 2400 m.s.n.m.



**Figura 1.** Ubicación de la finca "El Cristal" provincia en Loja y en relación a la ciudad de Loja y la parroquia Malacatos

**Fuente y elaboración:** La autora

### 1.1.1 Caracterización de hábitats.

Se realizó una exploración inicial de los hábitats que se encuentran dentro de la finca con la finalidad de identificar los sitios estratégicos para la observación y captura de aves. Las zonas

estratégicas son definidas como estaciones de monitoreo, ubicadas en zonas representativas, que en teoría son las más óptimas para el muestreo de aves al reflejar mayores densidades (Álvarez *et al.*, 2006; Ralph, *et al.*, 1996). A partir de esto, dentro de dichas zonas se definió y se seleccionaron dos tipos de localidades que servirían para el presente estudio: cafetales y pastizales (Tabla 1).

El pastizal se compone principalmente de *Pennisetum clandestinum* comúnmente denominado kikuyo, esta especie es ampliamente utilizada como alimento para ganado bovino en la región Andina del Ecuador, el potrero no posee especies de árboles en su interior.

El cafetal se encuentra conformado por un conjunto de árboles de diferente especies: maderables nativos y comerciales, asociadas a la plantación, entre algunas de las especies más representativas presentes en este sistemas agroforestal están:

- Forestales: *Podocarpus oleifolius* (Romerillo), *Cordia alliodora* (Laurel costeño), *Triplaris cumingiana* (Fernán Sánchez), *Tabebuia chrysantha* (Guayacan), *Jacaranda mimosifolia* (Arabisco), *Alnus acuminata* (Aliso), *Lafoensia acuminata* (Guararo), *Centrolobium parabens* (Amarillo), *Cedrela odorata* (Cedro), *Juglans neotropica* (Nogal), *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán).
- Frutales: *Solanum betaceum* (Tomate de árbol), *Solanum quitoense* (Naranjilla).
- Arbusto: *Hybiscus rosacinensis* (Flor de Rey).

Estas especies sirven de sombra para el crecimiento del café, y generan una gran concentración de materia orgánica la cual aporta con nutrientes esenciales que beneficia al suelo.

**Tabla 1.** Ubicación de las dos localidades estudiadas dentro de la finca El Cristal.

Detalle de la Localidad	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
	Latitud	Longitud	
<b>Cafetal</b>	699895	9544346	1950
<b>Pastizal</b>	700012	9544027	2005

Fuente y elaboración: La autora

## **1.2 Metodología**

### **1.2.1 Muestreo y registro de aves.**

Se aplicaron tres técnicas de muestreo complementarias entre sí: Captura con redes de niebla, identificación por medio de registros visuales y toma de registros auditivos (cantos), muchas veces es más fácil escuchar a las aves que observarlas, por lo que su identificación por medio de sus cantos o llamados es clave para poder lograr los mejores resultados al momento de realizar muestreos de estas especies (Ordoñez-Delgado *et al.*, 2013).

La captura con redes de niebla se realizó en tres periodos de muestreo, con tres días cada uno, entre los meses de abril y mayo del 2007. Este método es uno de los más utilizados dentro del monitoreo de aves a nivel mundial, convirtiéndose actualmente en efectivas herramientas para el monitoreo de comunidades y poblaciones (Ralph *et al.*, 1996), además de eso permite valorar y evaluar el estado de salud de las aves.

Se colocaron dos sets de 3 redes anidadas en cada sitio de muestreo (cafetal y pastizal), separadas por más de 100 metros de distancia. Las redes permanecieron abiertas de 06:00 a 11:00 am y en la tarde de 16:00 a 18:30 pm. Las redes fueron revisadas cada 20 minutos. Al momento de lograr capturas las aves capturadas fueron transportadas en bolsas de tela para su respectiva identificación taxonómica y se tomaron medidas morfométricas básicas como el largo, ancho y alto del pico, largo del tarso, largo del ala, peso, ectoparásitos, sexo, nivel de grasa y parche (Anexo 1). Por otro lado, las observaciones directas y grabaciones de cantos se realizaron de manera aleatoria y en base a la oportunidad de registro, durante todo el día de 06:00 am a 18:00 pm.

### **1.2.2 Identificación de especies.**

La identificación de especies, su estatus migratorio, endemismo y análisis de distribución se realizó en base a las publicaciones de aves de Ecuador (Ridgely & Greenfield 2001; 2006; McMullan & Navarrete, 2013).

La clasificación taxonómica se fundamentó en las mismas publicaciones, considerando las actualizaciones correspondientes del South American Classification Committee (SACC) (Remsen *et al.*, 2016).

La categoría de amenaza se basó en el Red List de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2015). Para la identificación y comparación de registros

auditivos se utilizaron las bases de datos Xeno-Canto ([www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org)) y la colección de cantos de aves del Ecuador (Moore *et al.*, 2013). En donde correspondan, se presentan los códigos de las grabaciones de los cantos publicados en Xeno-Canto para los registros logrados.

Para el criterio de abundancia, se proponen cuatro categorías de abundancia relativa fundamentadas en las propuestas planteadas por Schulenberg *et al.* (2010) y Ordóñez-Delgado *et al.* (2016a), en donde una especie es:

- Muy común (MC): Cuando se registra diariamente en números moderados en el hábitat apropiado.
- Común (C): Hallada diariamente o casi a diario en pequeños números en el hábitat adecuado.
- Poco Común (PC): Especie que no se registra fácilmente, o puede ser registrada eventualmente en números muy pequeños en una semana o más de muestreo.
- Rara (R): Especie difícil de encontrar, aún en el hábitat adecuado y con pocos registros en el área de estudio

La definición de gremios tróficos se fundamenta en la publicación de del Hoyo *et al.* (2016); y, de manera adicional, se estableció el nivel de sensibilidad ambiental en base a Stolz *et al.* (1996).

### **1.3 Análisis de datos**

Los datos de campo recolectados fueron ingresados en una base de Excel. Y se analizaron los índices de diversidad de Shannon y Simpson, para los cálculos de riqueza y abundancia de la comunidad de aves en el lugar de muestreo, mediante el programa estadístico R (R Core Team, 2017)

#### **1.3.1 Índice de Simpson (D)**

Los resultados del análisis de diversidad de *Simpson* van de 0 a 1, en donde los valores que más se acerquen a 0 representan una baja diversidad, los que se acerquen más a uno será igual a una alta diversidad (Bravo-Nuñez, 1991; Ñique, 2010) (Tabla 2).

La fórmula para el cálculo del índice de Simpson se expresa de la siguiente manera:

$$D = 1 - \sum Pi^2$$

Donde:

**D**= Índice de Simpson

**Pi**= Proporción de individuos

**Tabla 2.** Valores de Referencia del Índice de Simpson

ÍNDICE DE SIMPSON	VALORES REFERENCIALES
0-0,33	Diversidad baja
>0,33-0,75	Diversidad media
>0,75-1	Diversidad alta

**Fuente:** Magurran (1989); Roldan (1998); Aguirre (2006)

**Elaborado por:** Ordoñez-Delgado, L. 2013

### 1.3.2 Índice de Shannon (H)

El resultado del análisis de Shannon se presenta en una escala del 0 al 4. Los valores menores a 1,5 determinan una diversidad baja, los superiores a 3,5 una diversidad alta y los valores intermedios entre 1,5 y 3,5 una diversidad media (Magurran, 2004) (Tabla 3).

La fórmula para el cálculo del índice de Shannon, se expresa de la siguiente manera:

$$H' = \sum Pi^2 ( \ln Pi )$$

Donde

H'= Índice de Shannon

Pi=proporción de individuos

Ln=logaritmo natural

En la siguiente tabla mencionamos los datos anteriormente indicados.

**Tabla 3.** Valores de Referencia del Índice de Shannon

Índice de Shannon	Valores referenciales
<1,5	Diversidad baja
>1,5 -<3,5	Diversidad media
>3,5	Diversidad alta

**Fuente:** Magurran (1989); Roldan (1998); Aguirre (2006)

**Elaborado por:** Ordoñez-Delgado, L. 2013

### 1.3.3 Curva de acumulación de especies

Una curva de acumulación o también llamada de colecta se basa en la incorporación de nuevas especies al inventario respecto del incremento en el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valderde & Hortal, 2003). Las curvas de acumulación permiten 1) dar fiabilidad los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observadas en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al.*, 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001)

**CAPÍTULO II**  
**RESULTADOS**

## 2.1 Riqueza y abundancia.

En los ocho días de muestreo efectuados en el área de estudio, entre abril y mayo (2017) se registró un total de 30 especies pertenecientes a 17 familias y 4 órdenes (Tabla 4), donde se consideró todas las especies presentes dentro de pastizales, cafetales, en sus bordes o aquellas que utilizaron estos sitios para movilizarse a otros remanentes de ecosistemas locales.

**Tabla 4.** Listado de especies totales presentes en el área de estudio, todas estas especies se encuentran categorizadas como Preocupación Menor (LC) según la UICN (2016).

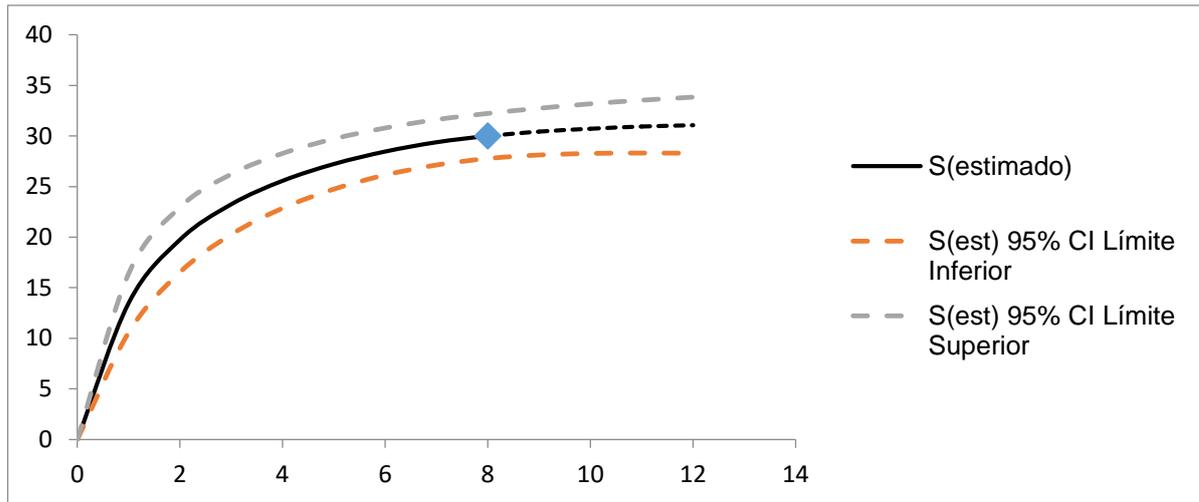
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Ambiente
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Caminero	Pastizal y Cafetal
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo Cuellicastaño	Cafetal
Apodiformes	Trochilidae	<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí Jaspeado	Pastizal
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Frentiestrella Arcoiris	Cafetal
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chaetocercus mulsant</i>	Estrellita Ventriblanca	Cafetal y Pastizal
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia Ventrirrufa	Cafetal y Pastizal
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucanete Esmeralda	Pastizal
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rivolii</i>	Carpintero Dorsicarmesí	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Gralaria Coroniscastaña	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes lachrymiger</i>	Trepatroncos Montano	Cafetal
Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius cinnamomeus</i>	Hornero del Pacífico	Cafetal
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>	Colaespina de Azara	Cafetal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus fumigatus</i>	Pibí Ahumado	Cafetal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos	Cafetal y Pastizal

Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i>	Pitajo Dorsipizarro	Cafetal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón Cejirrufo	Cafetal
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo leucophrys</i>	Vireo Gorripardo	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojirrojo	Cafetal
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Soterrey Ondeado	Pastizal
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo Ecuatoriano	Cafetal
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Grande	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara viridicollis</i>	Tangara Dorsiplateada	Cafetal y Pastizal
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila simplex</i>	Espiguero Simple	Cafetal
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	Pastizal
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Fueguero	Cafetal
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus trifasciatus</i>	Reinita Tribandeada	Pastizal
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza	Cafetal
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia cyanocephala</i>	Eufonia Lomidorada	Cafetal

**Fuente y elaboración:** La autora

## 2.2 Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies calculada a partir del programa EstimatS (Colwell 2016) con una proyección de cuatro días de muestreo adicionales nos define que en el sitio encontraríamos un máximo de 34 especies mientras que en el presente muestreo se logró el registro de 30 especies lo que representaría aproximadamente el 88% del total de especies estimadas. En este sentido, el uso de estimadores de riqueza de especies es útil para establecer cuán completa es una lista determinada (Gómez de Silva & Medellín 2001) (Figura 2).



**Figura 2.** Curva de acumulación de especies S: Estimado, CI lower: Límite Inferior, CI upper: Límite Superior.

**Fuente y elaboración:** La autora

## 2.3 Índice de diversidad

Dentro de los análisis la zona de estudio arrojó los siguientes resultados en los índices de diversidad: el índice de diversidad de Simpson, con un valor de 0,86 lo que representa una diversidad alta y el índice de Shannon, dio como resultado el valor de 2,66, lo cual representa una diversidad media (Magurran, 1989; Ordoñez-Delgado *et al.* 2013).

### 2.3.1 Nivel de abundancia de especies en el cafetal y pastizal.

En base a los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico existen diferencias significativas en la abundancia entre los distintos ambientes: cafetal y pastizal.

#### 2.3.1.1 Resultado - Índice de Shannon.

Es un índice clásico que combina la información de la riqueza de especies y la equidad en lo que se llama diversidad o heterogeneidad (Magurran, 2004; Moreno *et al.*, 2006). Este análisis refleja una diferencia en los dos lugares de estudio (Tabla 5).

**Tabla 5.** Resultados Análisis Índice de Diversidad de Shannon

Área de estudio	<i>Shannon</i>	Valores referenciales
Cafetal	2,8	Diversidad media
Pastizal	1,4	Diversidad baja

Fuente y elaboración: La autora

### 2.3.1.2 Resultado - Índice de Simpson.

Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), es decir que están influenciados por las especies más comunes (Moreno, 2001) (Tabla 6).

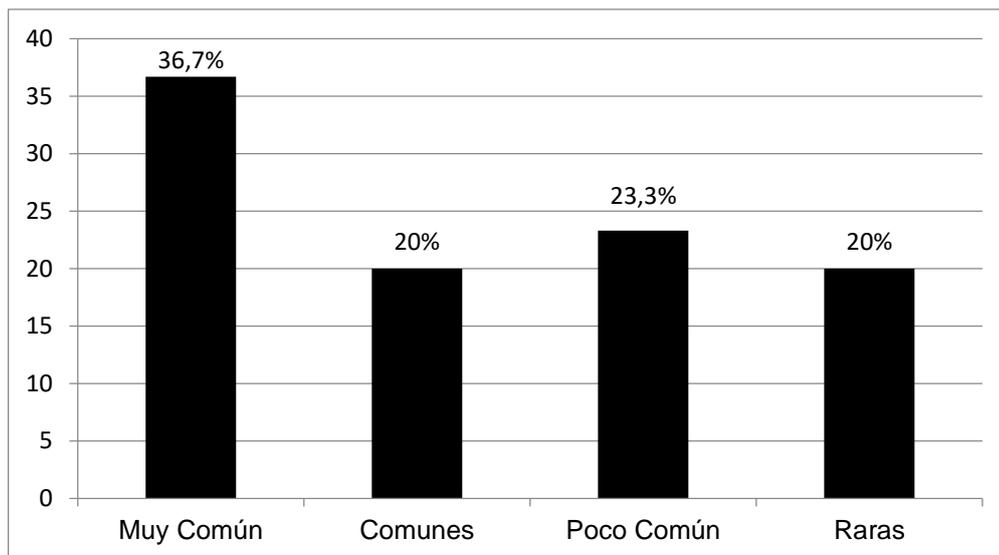
**Tabla 6.** Resultados Análisis Índice de Diversidad de *Simpson*

Área de estudio	<i>Simpson</i>	Valores referenciales
Cafetal	0,92	Diversidad alta
Pastizal	0,58	Diversidad media

Fuente y elaboración: La autora

## 2.7 Abundancia relativa

En cuanto a la abundancia relativa de las especies registradas en el área de muestreo se puede acotar que el 36,7 % de las especies son Muy Comunes, el 20% son Comunes, el 23,3% son especies Poco Comunes y los 20 % restantes son especies consideradas raras. (Figura 3)

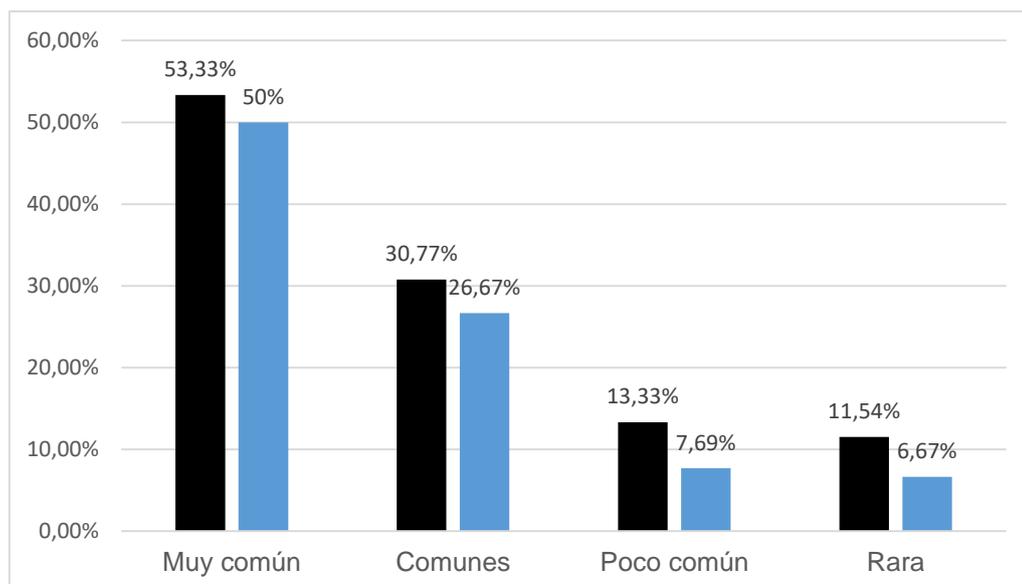


**Figura 3.** Análisis de Abundancia relativa total en el cafetal y pastizal

**Fuente y elaboración:** La autora

Al analizar el gráfico precedente se puede estimar que casi la mitad de todas las especies registradas corresponden a especies que se consideran Poco Comunes (23,3%) y Raras (20%), lo que implica que un número importante de especies se presentan eventualmente en los cafetales o solamente los utilizan como zonas de paso hacia otros remanentes con mayor cobertura, entre estos, el ave más destacada fue el Tucanete Esmeralda (*Aulacorhynchus prasinus*) el mismo que para movilizarse utiliza la vegetación nativa o remanente ya sea de áreas boscosas o bordes de los mismos, elementos del paisaje que se presentan en alguna medida en el área con café arbolado.

En la Figura 4 se presenta la información de abundancia relativa pero discriminando entre el cafetal (barras negras) y el pastizal (barras azules), se destaca en el gráfico que las diferencias entre los dos ecosistemas muestreados respecto de las especies muy comunes y raras es significativa, existiendo en cada caso aproximadamente la mitad de especies raras entre el cafetal y el pastizal, mientras que en especies comunes y muy comunes los números resultantes no difieren significativamente y por el contrario son casi similares.



**Figura 4.** Abundancia relativa entre el cafetal (columnas negras) y pastizal (columnas azules)

**Fuente y elaboración:** La autora

## 2.8 Aspectos ecológicos.

### 2.8.1 Especies endémicas registradas.

De todas las especies y en base a las propuestas de áreas de endemismo del Ecuador de Ridgely & Greenfield (2006), siete especies se consideran endémicas. Tres son endémicas de las Bajuras Tumbesinas, dos de la Sierra del Suroeste, y una de Sierra Sur.

**Tabla 5.** Especies endémicas registradas

Nombre científico	Área de endemismo en base a Ridgely & Greenfield (2006)
<i>Furnarius cinnamomeus</i> <i>Campylorhynchus fasciatus</i> <i>Turdus maculirostris</i>	Bajuras Tumbesinas
<i>Sporophila simplex</i>	Sierra Suroeste
<i>Basileuterus trifasciatus</i> <i>Coeligena iris</i>	Sierra Sur

**Fuente y elaboración:** La autora

### 2.8.2 Especies migratorias registradas.

Las especies migratorias, registradas fueron tres: Una migratoria austral y dos migratorias boreales y australes (Tabla 6).

**Tabla 6.** Especies migratorias registradas

Nombre científico	Migración
<i>Tyrannys melancholicus</i>	Migratoria Austral
<i>Vireo olivaceus</i>	Migratoria Boreal y Austral
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	

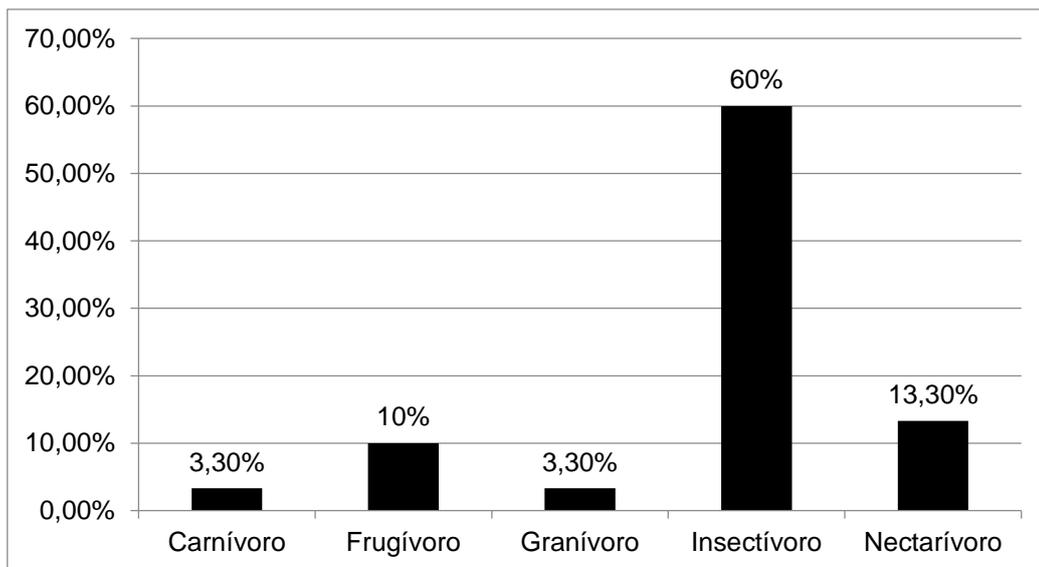
**Fuente y elaboración:** La autora

Las especies *Tyrannus melancholicus* y *Pygochelidon cyanoleuca* si bien poseen una población residente en el país, Ridgely & Greenfield (2006) proponen que algunos individuos que visitan la región en época de migración corresponderían a individuos que realizan migración austral desde el sur del continente hasta la región neotropical.

Por otra parte, *Vireo olivaceus* es una especie que a más de poseer poblaciones residentes también se considera que experimenta una dinámica de migración aun poco conocida en Ecuador, la misma que contaría con la presencia de individuos migratorios boreales y/o australes, tema que es necesario dilucidar por medio de investigaciones más detalladas, sin embargo, siguiendo la propuesta de Ridgely & Greenfield (2001; 2006) en el presente estudio se considerará como una especie migratoria.

### 2.8.3 Gremios alimenticios identificados en las especies registradas.

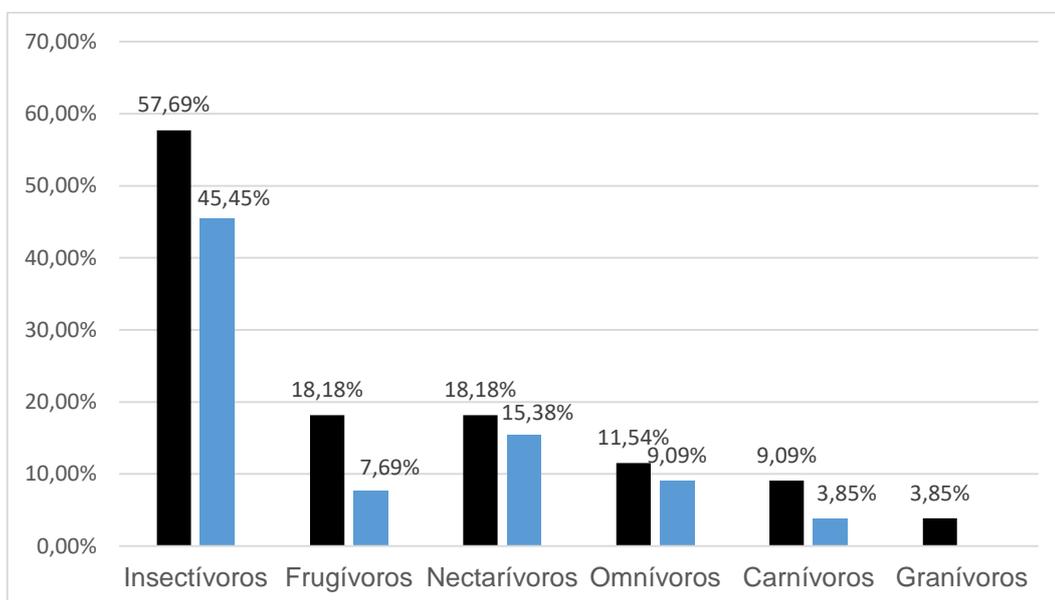
Respecto de los gremios alimenticios presentes, un 60% de las especies corresponden a cuyo principal elemento de consumo es de diferentes tipos de insectos, los frugívoros constituye el 10% de las especies, 10% los omnívoros, 13,3% nectarívoros, por el contrario los carnívoros y granívoros constituyen el 3.3% cada uno respectivamente (Figura 5).



**Figura 5.** Representación de los Gremios Alimenticios totales de Aves Asociados a los Sistemas Agroforestales de café y Pastizal

**Fuente y elaboración:** La autora

En los dos ambientes predominan las aves insectívoras, (Figura 6) ya que los resultados arrojaron valores altos en cada sitio muestreado, por otro lado en el pastizal no se encontró especies granívoras a diferencia que el cafetal.

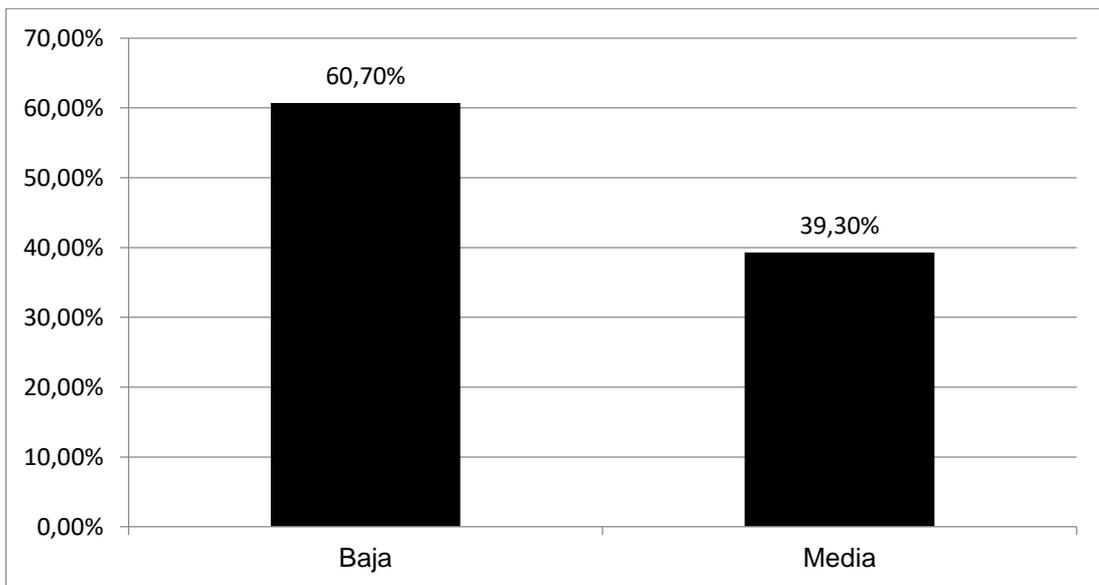


**Figura 6.** Gremios Alimentarios entre el cafetal (columnas negras) y pastizal. (Columnas azules)

**Fuente y elaboración:** La autora

#### 2.8.4 Sensibilidad ambiental.

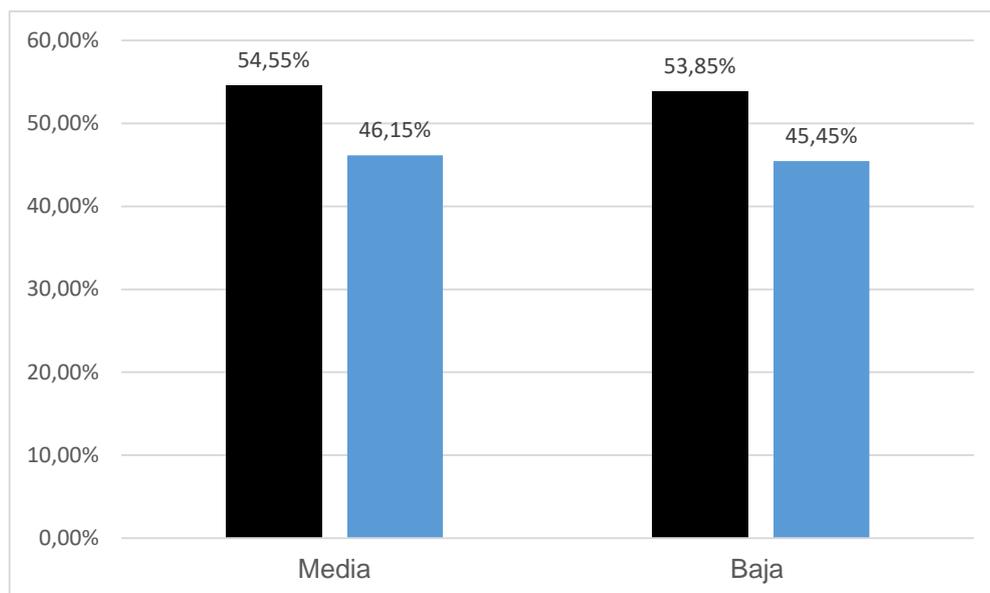
La sensibilidad ambiental en las aves se entiende como la capacidad de las mismas a adaptarse a los disturbios o cambios ambientales causados por actividades antrópicas (Stotz, 1996). En base a esto, nuestros resultados permiten observar la mayoría de las aves registradas al interior de los cafetales de las localidades de estudio corresponden a aves cuya sensibilidad a cambios ambientales no es significativa. Debido a que más de la mitad de las especies (60%) tiene sensibilidad baja. (Figura 7).



**Figura 7.**Sensibilidad Ambiental total de las aves registradas dentro del Cafetal y Pastizal

**Fuente y elaboración:** La autora

En la Figura 8, en el cafetal se encontró que más de la mitad de las especies tienen sensibilidad baja y poca sensibilidad media. En el pastizal existe una diferencia, las aves presentes poseen una sensibilidad media y poca sensibilidad baja. Esto se debe a la estructura de este ambiente ya que no existen los suficientes recursos que garanticen la supervivencia de la especie, enfocados principalmente en la disponibilidad de alimentos.



**Figura 8.** Sensibilidad ambiental entre el cafetal (color negro) y pastizal (color azul)  
**Fuente y elaboración:** La autora

## DISCUSIÓN

La riqueza de aves detectadas para el área de estudio fue baja, con un total de 30 especies en comparación con las aves asociadas a bosques de la parte baja de Cajanuma (Andrade, 1996) que totalizan 103 especies, o el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación de la Universidad Nacional de Loja que registra 114 especies (Ordoñez-Delgado *com. pers*). Sin embargo se debe considerar que los datos de las aves de Cajanuma y (PUEAR) corresponden a muestreos de mayor tiempo que el ejecutado en este trabajo. Además las localidades mencionadas poseen cobertura vegetal al ser un área no intervenida significativamente mayor al sector de estudio, el mismo que solamente guarda ciertas características del bosque dentro del cafetal, mientras que en las zonas de potrero se han perdido elementos claves presentes en el bosque como por ejemplo los estratos de distribución de las especies, lo que influye negativamente en especial aquellas especies asociadas a los estratos arbustivos (parte inferior) por ejemplo colaespinas (ej.: *Synallaxis azarae*) o algunas reinitas como *Basileuterus trifasciatus*.

A pesar del bajo número de especies registradas, se destaca el registro de seis especies endémicas procedentes de diferentes áreas de endemismo: Bajuras Tumbesinas (*Furnarius cinnamomeus*, *Campylorhynchus fasciatus*, *Turdus maculirostris*), Sierra Suroeste (*Sporophila simplex*) y Sierra sur (*Basileuterus trifasciatus*, *Coeligena iris*). Las áreas de

endemismo de aves (EBA) fueron propuestas por Stattersfield *et al.* (1998), sin embargo Ridgely & Greenfield (2001) trabajaron un alcance a estas áreas para plantearlas a una escala más local dentro del Ecuador. De todas estas especies, únicamente *Coeligena iris* se considera un ave ligada a áreas con buena cobertura vegetal mientras que el resto son aves con características generalistas o toleran en buena medida la alteración antrópica de los ecosistemas (Stotz *et al.*, 1996).

Por otro lado, en este trabajo se logró el registro de dos especies fuera de sus rangos de distribución previamente conocidos, *Aulacorhynchus prasinus* que se distribuye principalmente entre los 1500 y 2800 m en la ladera este de la cordillera andina del Ecuador, y de la cual solamente existen un par de registros reportados recientemente en la hoya de Loja (Ordoñez-Delgado *et al.*, 2016). Sin embargo se desconocía de su presencia en el sector de Cajanuma y su parte baja, la captura de dos individuos en este trabajo evidencia que esta especie posee una distribución y presencia mayor a la estimada previamente para esta región. Y por otro lado, se logró la captura de un individuo de *Turdus maculirostris*, la altitud referencial conocida para esta especie es de 1900 m s.n.m. al oeste de los Andes (Ridgely & Greenfield 2006), ubicando a este registro en el límite superior de la distribución conocida, sin embargo es conveniente recalcar que no se contaba con evidencia de la presencia de esta especie en esta zona.

A pesar de que en el estatus migratorio real de algunas poblaciones de aves residentes del país aún no es muy claro, basados en la literatura existente definimos a las especies *Tyrannus melancholicus*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Vireo olivaceus*, como migratorias. Tema que cobra significativa importancia en la actualidad, ya que se considera que las poblaciones de aves migratorias a nivel mundial se encuentran seriamente amenazadas, principalmente por la pérdida de hábitats (Runge *et al.*, 2015; Bairlein, 2016). Su registro define otro nivel de importancia del sitio y del sistema agroforestal presente en el sitio, ya que tanto aves residentes y/o migratorias utilizan estos ecosistemas. Varios estudios (Botero *et al.*, 1999; Tejeda-Cruz & Sutherland, 2004) plantean que los cafetales arbolados, por lo general, albergan una alta riqueza de especies migratorias por la presencia de las diferentes plantaciones y las coberturas vegetales aledañas. Lo que difiere significativamente con zonas dominadas por: Pastizales, cerca de áreas urbanas o aquellas que no presenten cobertura arbórea, las mismas que muestran una riqueza de biodiversidad reducida (Petit *et al.*, 1999). Los resultados aquí presentados reflejan la necesidad de generar nuevas investigaciones

acerca de las comunidades de aves en estos tipos de ecosistemas (cafetales arbolados) y analizar su rol como corredores biológicos de dispersión.

La disponibilidad de recursos alimentarios es uno de los factores determinantes en la dinámica y estructuración de las comunidades de aves (Nocedal, 1984; Wolda, 1990; Smith & Rotenberry, 1990). Especies con especializaciones morfológicas como los colibríes (Holmes, 1990) requieren de ciertos recursos puntuales, como flores para su presencia y mantenimiento, en el presente caso, la presencia del *Coeligona iris*, es una especie asociada a bosques y denota la importancia del sistema agroforestal como proveedor de recursos; y, por otro lado, la presencia de un significativo número de aves insectívoras dentro del cafetal (N=13) corrobora la importancia de este sistema productivo como elemento clave del paisaje para el mantenimiento de estas especies en el sector.

Al existir una predominancia de especies insectívoras se cumple la teoría de que este grupo de especies pueden ayudar a controlar algunas de las plagas del café. Otro elemento importante de recalcar, respecto al rol ecológico de los insectívoros dentro de los cafetales, es la posibilidad de que estas aves se alimenten de coleóptero *Hyotheremus hampei* (Broca del café) como reporta (Kellermann *et al.*, 2008), Esto sugiere que las especies de este gremio diversifican sus hábitos alimentarios y consumen insectos como fuente de proteínas (Lara & Ornelas, 1998).

## CONCLUSIONES

El sitio investigado alberga una comunidad diversa e importante de aves, la presencia de especies residentes, endémicas y migratorias denotan la importancia de los cafetales como ecosistema clave para la presencia de especies; además, se comprobó que existe una marcada diferencia en la riqueza de especies entre los dos tipos de ecosistemas agroproductivos, siendo el cafetal arbolado el que presentó la mayor riqueza, abundancia y diversidad, seguido el pastizal en cuanto a abundancia pero con poca riqueza y diversidad. Esta diferencia está ligada a la cantidad de recursos presentes en cada área, un ecosistema más complejo (cafetal arbolado) alberga un conjunto de interacciones más diverso que un ecosistema productivo con menos elementos (potrero).

Si bien la mayoría de las especies registradas corresponden a especies con sensibilidad baja y ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo, la riqueza registrada en los cafetales denotan no solo la importancia de este tipo de ecosistema para la conservación de especies, si no que refleja la importancia del sector como área de presencia de especies endémicas de zonas secas y montañas del sur del Ecuador, tema que aún no se ha estudiado de manera detallada y denota importantes vacíos de información (Ordóñez-Delgado *et al.*, 2016, 2017).

Este estudio refleja una vez más la importancia de los sistemas agroforestales de café como elemento productivo amigable con la naturaleza, ya que demuestra la presencia en su interior de un número importante de especies, una red trófica compleja, fortalece la conectividad de los ecosistemas fragmentados al permitir la movilidad de especies; pero además, provee de recursos económicos a los productores locales, demostrando así que temas como conservación y desarrollo productivo pueden ser actividades compatibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2006). Estructura y funcionamiento de los ecosistemas en el ambiente (Modulo 2). Unidad 2: La Flora. Programa de Maestría en Administración Ambiental - Área Agropecuaria y de Recursos Naturales No Renovables. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aizen, M. A., & Feinsinger, P. (1994). Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, 75(2), 330-351.
- Almazán-Núñez, R. C. & A. G. Navarro S. (2006). Avifauna de la subcuenca del río San Juan, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 77: 103-114.
- Alvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H.,... & Villarreal, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Andrade, P. (1996). Aves de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus. Fundación Ecológica Arcolris. Loja.
- Astudillo, P; Samaniego, G; Machado, P; Aguilar, J; Tinoco, B; Graham, C; Latta, S; Farwing, N. (2014). The impact of roads on the avifauna of páramo grasslands in Cajas National Park, Ecuador. Inglaterra. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. p 2.
- Bairlein, F. (2016). Migratory birds under threat. *Science*, 354(6312), 547-548.
- Balmford, A. (2002). Selecting sites for conservation. In: Norris, K., y D. J. Pain (eds.). *Conserving Bird Biodiversity. General Principles and their Application. Conservation Biology Series, 7*, Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 74–104.
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D., & Somarriba, E. (1997). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*, 38(1-3), 139-164.
- Beer, J., R. Muschler, D. Kass y E. Somarriba. (1998). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38,139–164.
- Bibby, C.(2002). Why conserve bird diversity? In: Norris, K., y D. J. Pain (eds.). *Conserving Bird Biodiversity. General Principles and their Application. Conservation Biology Series, 7*, Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 20–33.

- Bishop, J., & Landell-Mills, N. (2003). Los servicios ambientales de los bosques: información general. La venta de servicios ambientales forestales: mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. Semarnat-INE. México. p, 43-75.
- Botero, J. E., Verhelst, J. C., & Fajardo, D. (1999). Las Aves Migratorias en Zona Cafetera Colombiana. Avance Técnico 266. *Cenicafé*.
- Bravo-Núñez, E. (1991). Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. Hidrobiológica. Vol. 1 (1). Revista del Departamento de Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.
- DaMatta, Fabio; Rodríguez, Nelson; (2007). Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agrnómica y ecofisiológica. *Agronomía Colombiana*, Enero-Junio, 113-123.
- Dummel, Claudio J, & Pinazo, Martin A. (2013). Efecto de variables de paisaje y de rodal sobre la diversidad de especies arbóreas en el sotobosque de plantaciones de Pinus taeda en la provincia de Misiones, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 34(3), 331-342. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002013000300009>.
- Flores, B & Martínez, A. (2007). Monitoreo de aves del sotobosque en bosques con diferentes intensidades de aprovechamiento forestal. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. p 3. (En línea). Formato PDF. Disponible en: [http://www.ibifbolivia.org.bo/uploads/Publicacionesdt/2007Flores\\_Martinez\\_Monitoreoaves.pdf](http://www.ibifbolivia.org.bo/uploads/Publicacionesdt/2007Flores_Martinez_Monitoreoaves.pdf)
- Freile, J. F., Carrión, J. M., Prieto-Albuja, F., Suárez, L., & Ortiz-Crespo, F. (2006). La ornitología en Ecuador: un análisis del estado actual del conocimiento y sugerencias para prioridades de investigación. *Ornitología Neotropical*, 17, 183-202.
- Gómez de Silva, H. & R. Medellín. (2001). Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: Case-study of Mexican land birds. *Conservation Biology*. 15: 1384-1395.
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4(4), 379-391.

Guayasamin, J. M. & E. Bonacorso. (Eds.) Evaluación Ecológica Rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador. Conservación Internacional. Quito, Ecuador.

Guhl, A. (2004). Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997. *Cenicafé*, 55(1), 29-44.

Holmes, R. T. (1990). Ecological and evolutionary impacts of bird predation on forest insects: An over-view. Pp. 6-13. In: M. L. Morrison, C. J. Ralph, J. Verner & J. R. Jehl (eds). *Avian foraging: Theory, methodology, and applications*. Studies in Avian Biology 13.

Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.) (2016). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from <http://www.hbw.com/> on 17 June 2017).

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*, 8(31), 151-161.

Kellermann, J. L., Johnson, M. D., Stercho, A. M., & Hackett, S. C. (2008). Ecological and economic services provided by birds on Jamaican Blue Mountain coffee farms. *Conservation Biology*, 22(5), 1177-1185.

Lara, C. & J. F. Ornelas. (1998). Forrajeo de artrópodos por dos colibríes mexicanos en condiciones de aviario. *Ornitología Neotropical* 9: 41-50.

López, M. R., Alvarado, J. V., Vera, R. M., & Ramírez, M. L. (2013). Rentabilidad de fincas de café. R. López M., G. Díaz P., A. Zamarripa C., Eds. *El sistema producto café en México: problemática y tecnología de producción*. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz.

Magurran, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedra. Barcelona.

Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science. Oxford-U.S.A. 256 p.

Manson, R.H., A. Contreras & F. Lopez-Barrera. (2008). Estudios de la biodiversidad en cafetales. In: R.H. Manson, V. Hernandez-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter, eds. *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservacion*. Inecol, INE-Semarnat. Mexico, D.F. p:1-14.

- Mena, P.A. (1997). Diversidad y abundancia relativa de las aves en Sinangüé, Reserva Ecológica Cayambe – Coca, Sucumbíos, Ecuador. En: Mena, P.A., A. Soldi, R. Alarcón, C. Chiriboga & L. Suárez (Eds.). Estudios Biológicos para la Conservación, Diversidad, Ecología y Etnobiología. EcoCiencia. Quito. Ecuador.
- Moguel, P. & V.M. Toledo. (2004). Conservar produciendo: biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *Biodiversitas* 55:2-7.
- Moore, J.V., Krabbe, N., & Jahn, O. (2013). Bird Sounds of Ecuador: A Comprehensive Collection. [MP3 DVD]. John V. Moore Nature Recordings. San José, Ca. U.S.A.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T –Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. GORFI (ed.). Zaragoza.
- Moreno, C., I. Zuria, M. García, G. Sánchez, I. Castellanos, M. Martínez & A. Rojas. 2006. Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. *Interciencia* 31: 67-71p.
- Ñique, M. (2010). Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Nocedal, J. (1984). Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 6: 1-37.
- Ordóñez-Delgado L, Reyes-Bueno F, Orihuela-Torres A & Rosado D (2017) First record of *Turdus ignobilis* Sclater, 1857 (Aves: Turdidae) in the Andes of Ecuador. *Check List* 13(2): 2103. <https://doi.org/10.15560/13.2.2103>.
- Ordóñez-Delgado, L., D. Valle, D. Veintimilla & F. López. (2013). Seminario de Fin de Titulación: Técnicas de Muestreo de Vertebrados Terrestres. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.
- Ordóñez-Delgado, L., Reyes-bueno, F., Orihuela-torres, A., & Armijos-ojeda, D. (2016). Registros inusuales de aves en la hoya de Loja, Andes sur del Ecuador, 8, 26–36.
- Ordóñez-Delgado, L., Tomás, G., Armijos-Ojeda, D., Jara-Guerrero, A., Cisneros, R., & Espinosa, CI (2016a). Nuevos aportes al conocimiento de avifauna en la región tumbesina; implicaciones para la conservación de la Reserva de Biosfera del Bosque Seco, Zapotillo, Ecuador. *Ecosistemas* 25 (2): 13-23. Doi.: 10.7818/ECOS. 2016.25-2.03.

- Perfecto, I., Rice, R.A., Greenberg, R., Vand der Voort, M.E. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8):598-609.
- Petit, L. J., Petit, D. R., Christian, D. G., & Powell, H. D. (1999). Bird communities of natural and modified habitats in Panama. *Ecography*, 22(3), 292-304.
- Pineda López, M. D. R., Ortiz Ceballos, G., & Sánchez Velásquez, L. R. (2005). Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. *Madera y Bosques*, 11(2).
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159-Web, Washington DC.
- Remsen, J. V. (1994). Use and misuse of bird lists in community ecology and conservation. *Auk* 111: 225-227.
- Remsen, J.V., Areta Jr. J.I., Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F., & Zimmer, K.J. (2016,). A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Version 9 august 2016. URL: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.
- Richter, A., M.A. Klein, T. Tschardt & M. Jason. (2007). Abandonment of coffee agroforests increases insect abundance and diversity. *Agroforestry Systems* 69(3):175-182.
- Ridgely, R.S., & Greenfield, P. (2001). *The Birds of Ecuador. Status, Distribution and Taxonomy - Field Guide*. New York: Cornell University Press.
- Ridgely, R.S., & Greenfield, P. (2006). *Aves del Ecuador: Guía de Campo*. Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia y Fundación de Conservación Jocotoco. Quito. Ecuador.
- Roldan, G. (1988). *Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquía*. Bogotá, Colombia.
- Roncal-García, S M; Soto-Pinto, L; Castellanos-Albores, J; Ramírez-Marcial, N; de Jong, B H; (2008). *Sistemas agroforestales y almacenamiento de Carbono en comunidades indígenas de*

Chiapas, México. *Interciencia*, 33() 200-206. Recuperado de <http://nnc.redalyc.org/articulo.oa?id=33933308>.

Rossetti, M. A., & Giraudo, A. R. (2003). Comunidades de aves de bosques fluviales habitados y no habitados por el hombre en el río Paraná medio, Argentina. *El hornero*, 18(2), 89-96.

Runge, C. A., Watson, J. E., Butchart, S. H., Hanson, J. O., Possingham, H. P., & Fuller, R. A. (2015). Protected areas and global conservation of migratory birds. *Science*, 350(6265), 1255-1258.

Sáenz, J. C., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D., & Pérez, M. (2013). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia.

Schroth, G., C.A. Harvey & G. Vincent. (2004). Complex Agroforests: Their Structure, Diversity, and Potential Role in Landscape Conservation. In: G. Schroth, G.A.B. Fonseca, C.A. Harvey, C. Gascon, H.L. Vasconcelos y A.M.N. Izac, eds. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington, DC. p:227-260.

Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J., & Parker III, T. (2010). *Birds of Peru: Revised and updated edition*. Princeton University Press. New Jersey. USA

Sierra, R; Campos, F & Chamberlin, J. (1999). El mapa de vegetación del Ecuador Continental. Un estudio basado en la biodiversidad de ecosistemas y su ornitofauna. Ministerio de Ambiente, Proyecto INEFAN/GEF-BIRF EcoCiencia, Quito, Ecuador. FLACSO.

Smith, K. G. & J. T. Rotenberry. (1990). Quantifying food resources in avian studies: Present problems and future needs. Pp. 3-5. In: M. L. Morrison, C. J. Ralph, J. Verner & J. R. Jehl (eds). *Avian foraging: Theory, methodology, and applications*. Studies in Avian Biology 13.

Soberón, J.&J.Llorente. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.

Soto-Pinto, L., Romero-Alvarado, Y., Caballero-Nieto, J., & Segura Warnholtz, G. (2001). Woody plant diversity and structure of shade-grown-coffee plantations in Northern Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 49(3-4), 977-987.

Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J., & Wege, D.C. (1998). Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation. *Bird Life Conserv. Ser. no. 7*. BirdLife International, Cambridge, Reino Unido.

Stotz, D.F., Fitzpatrick, J.W., Parker, T.A., & Moskovitz, D.K (1996). Neotropical Birds: Ecology and Conservation. Univ. Chicago Press, Chicago.

Tejeda-Cruz, C., & Sutherland, W. J. (2004,). Bird responses to shade coffee production. In *Animal Conservation forum* (Vol. 7, No. 2, pp. 169-179). Cambridge University Press.

Toledo, V.M. & P. Moguel. (2012). Coffee and sustainability: the multiple values of traditional shaded coffee. *Journal of Sustainable Agriculture* 36(3):353-377.

Wolda, H. (1990). Food availability for an insectivore and how to measure it. Pp. 38-43. In: M. L. Morrison, C. J. Ralph, J. Verner & J. R. Jehl (eds). *Avian foraging: Theory, methodology, and applications*. *Studies in Avian Biology* 13.

[www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org)

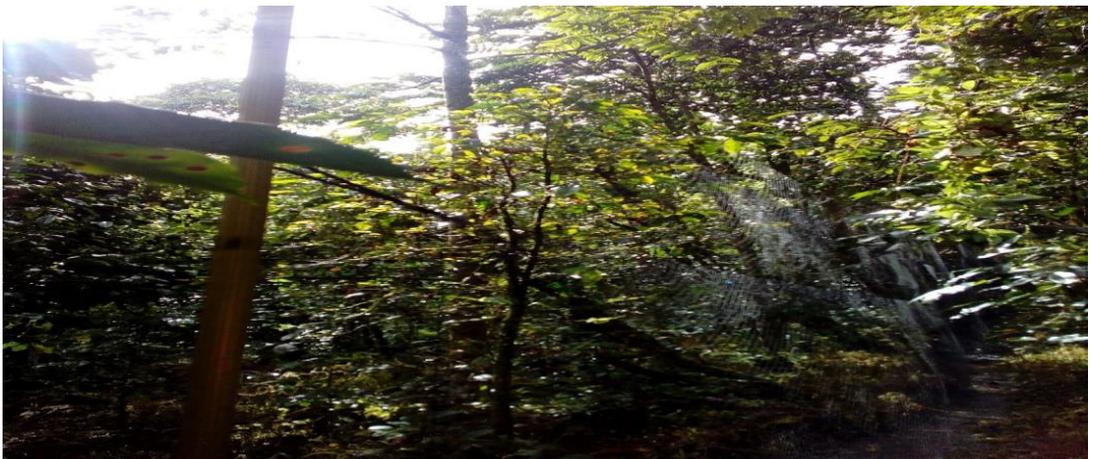
## **ANEXOS**



**Anexo 4.** Redes colocadas en el Pastizal



**Anexo 5.** Redes colocadas en el Cafetal



**Anexo 6.** Extracción de aves en las redes de niebla



Registros fotográficos de aves capturadas dentro del cafetal	
Fotografía	Nombre científico-Nombre común
	<p><i>Synallaxis azarae</i> (Colaespina de Azara)</p>
	<p><i>Turdus maculirostris</i> (Mirlo Ecuatoriano)</p>



*Lepidocolaptes lacrymiger*  
(Trepatroncos Montano)



*Vireo leucophrys*  
(Vireo Gorripardo)



*Coeligena iris*  
(Frentiestrella Arcoiris)

		<p><i>Zonotrichia capensis</i> – juvenil (Chingolo)</p>
		<p><i>Aulacorhynchus prasinus</i> (Tucanete Esmeralda)</p>
		<p><i>Chaetocercus mulsant</i> (Estrellita Ventriblanca)</p>