



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente

“Relaciones entre la diversidad de aves y los sistemas agroforestales y convencionales de cacao de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba”

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero en
Manejo y Conservación del Medio
Ambiente

AUTOR:

Andrés David Maldonado Rojas

DIRECTOR:

Ing. Christian Alberto Mendoza León, Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 25 de enero del 2023

Ing. Christian Alberto Mendoza León, Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Relaciones entre la diversidad de aves y los sistemas agroforestales y convencionales de cacao de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba”** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, de la autoría del estudiante **Andrés David Maldonado Rojas** con **cédula de identidad Nro. 1150103727**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Christian Alberto Mendoza León, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Andrés David Maldonado Rojas**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad.: 1150103727

Fecha: 10 de agosto de 2023

Correo institucional: andres.maldonado@unl.edu.ec

Teléfono: 0990138259

Carta de autorización por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo, **Andrés David Maldonado Rojas** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Relaciones entre la diversidad de aves y los sistemas agroforestales y convencionales de cacao de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba”** como requisito para optar por el título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los diez días del mes de agosto de dos mil veintitrés.

Firma: 

Autor: Andrés David Maldonado Rojas

Cédula: 1150103727

Dirección: Loja, Avenida orillas del Zamora y Nangaritza

Correo electrónico: andres.maldonado@unl.edu.ec

Teléfono: 0990138259

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Christian Alberto Mendoza León, Mg. Sc.

Dedicatoria

Todo mi esfuerzo y lucha constante por alcanzar una de mis más anheladas metas se lo dedico con mucho amor y respeto a Dios y a la Virgen del Cisne, a mí abuela Rosa Victoria, padre, madre y hermanos, por apoyarme incondicionalmente moral, espiritual y económicamente, muy por encima de las muchas limitaciones, inculcando en mí, la perseverancia y los valores necesarios para finalizar una etapa más de mi vida.

Andrés David Maldonado Rojas

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja y a la carrera de Ingeniería en manejo y Conservación del medio Ambiente por brindarme los recursos necesarios para realizar el presente Trabajo de Titulación, al Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ) por aportar con los materiales y equipos necesarios para realizar el levantamiento de información en campo. A mi padre el Dr. Ulvio Maldonado por la ayuda en la identificación de las especies de aves en campo, a mi hermano Ricardo por haber colaborado en levantamiento de información durante los meses que se realizó el muestreo, de igual manera a los señores propietarios y familiares de las fincas donde se realizó el estudio: Vicente Maldonado; Jaime Valarezo; Amaro Cuenca; Ulvio Maldonado, ya que sin su colaboración y disposición no se hubiera podido realizar la investigación. Al Ingeniero Christian Mendoza por dirigirme en el proceso de elaboración, ejecución y finalización del presente Trabajo de Titulación.

Andrés David Maldonado Rojas

Índice de contenidos

| | |
|--|------------|
| Portada..... | i |
| Certificación..... | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de autorización..... | iv |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimiento..... | vi |
| Índice de Contenidos | vii |
| Índice de Tablas..... | ix |
| Índice de Figuras | x |
| Índice de Anexos | xi |
| 1. Título..... | 1 |
| 2. Resumen | 2 |
| 2.1. Abstract | 3 |
| 3. Introducción..... | 4 |
| 4. Marco teórico..... | 6 |
| 4.1. Diversidad de aves..... | 6 |
| 4.2. Conservación de la avifauna..... | 6 |
| 4.3. Sistemas agroforestales..... | 7 |
| 4.3.1. Características de los sistemas agroforestales | 7 |
| 4.3.2. Importancia de los sistemas agroforestales | 8 |
| 4.4. Sistemas de producción convencionales..... | 8 |
| 4.4.1. Impactos de los sistemas convencionales a la biodiversidad..... | 9 |
| 5. Metodología..... | 10 |
| 5.1. Área de estudio | 10 |
| 5.2. Diseño de investigación..... | 11 |
| 5.3. Metodología para cumplir con el primer objetivo | 12 |
| 5.3.1. Puntos de conteo de radio fijo | 12 |
| 5.3.2. Registro de cantos | 13 |
| 5.3.3. Curva de acumulación de especies..... | 13 |
| 5.3.4. Riqueza y abundancia..... | 14 |
| 5.3.5. Curva de rango-abundancia..... | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3.6. Prueba de Wilcoxon (Mann – Whitney U)..... | 15 |
| 5.4. Metodología para el segundo objetivo..... | 16 |
| 5.4.1. Cálculo de la Diversidad..... | 16 |
| 5.4.2. Índice de equidad de Pielou | 16 |
| 5.5. Metodología para el tercer objetivo..... | 17 |
| 5.5.1. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)..... | 17 |
| 5.5.2. Comparación de riqueza de especies entre el sistema Agroforestal y Convencional de cacao | 17 |
| 6. Resultados | 18 |
| 6.1. Resultados primer objetivo..... | 18 |
| 6.1.1 Riqueza | 18 |
| 6.1.2. Abundancia..... | 22 |
| 6.2. Resultados segundo objetivo | 24 |
| 6.2.1 Cálculo de la diversidad..... | 24 |
| 6.3. Resultados tercer objetivo | 24 |
| 6.3.1 Comparación de la composición entre comunidades de aves para el sistema agroforestal y convencional de cacao..... | 24 |
| 7. Discusión | 26 |
| 8. Conclusiones | 32 |
| 9. Recomendaciones | 33 |
| 10. Bibliografía | 34 |
| 11. Anexos | 41 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1. Resultados de la prueba de Mann – Whitney U para la riqueza de especies | 22 |
| Tabla 2. Resultados prueba de Mann – Whitney U para la abundancia de especies..... | 23 |
| Tabla 3. Resultados de especies por familia en el sistema agroforestal y convencional de cacao. | 46 |
| Tabla 4. Resultados de la abundancia obtenida en el sistema agroforestal de cacao y promedio de especies observadas por muestreo (punto de conteo, 10 min)..... | 48 |
| Tabla 5. Resultados de la abundancia obtenida en el sistema convencional de cacao y promedio de especies observadas por muestreo (punto de conteo, 10 min)..... | 50 |
| Tabla 6. Resultado Índice de Shannon en el sistema agroforestal de cacao..... | 51 |
| Tabla 7. Resultado Índice de Shannon sistema convencional de cacao..... | 53 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----------|
| Figura 1. Mapa de ubicación de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba, Loja Ecuador. | 11 |
| Figura 2. Mapa de ubicación de las fincas seleccionadas y las plantaciones agroforestales y convencionales de cacao para la presente investigación..... | 12 |
| Figura 3. Curva de acumulación de especies realizada con las unidades de muestreo, en el software R, para toda el área de estudio. Se indica los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 con su desviación estándar..... | 18 |
| Figura 4. Curva de acumulación de especies realizada en el software R, para el sistema agroforestal de cacao. Se indica los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 con su desviación estándar. | 19 |
| Figura 5. Curva de acumulación de especies realizada en el software R, para el sistema convencional de cacao. Se indica los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 con su desviación estándar. | 19 |
| Figura 6. Número de familias de aves registradas, clasificadas por orden. | 20 |
| Figura 7. Riqueza de especies por familia, sistema agroforestal de cacao..... | 21 |
| Figura 8. Riqueza de especies por familia, sistema convencional de cacao | 21 |
| Figura 9. Curvas de rango abundancia: (a) curva de rango abundancia para el sistema agroforestal de cacao y (b) curva de rango abundancia para el sistema convencional de cacao | 23 |
| Figura 10. Resultado del análisis escalamiento multidimensional no métrico NMDS: a) sistema agroforestal de cacao y b) sistema convencional de cacao, realizado en el software Past. | 25 |
| Figura 11. Resultado, análisis de rarefacción para el sistema agroforestal y convencional de cacao, programa iNEXT..... | 25 |

Índice de anexos

| | |
|---|-----------|
| Anexo 1. Muestreo realizado, puntos de conteo de radio fijo y grabaciones de los cantos de las aves..... | 41 |
| Anexo 2. Ejemplo de aves observadas en la presente investigación..... | 42 |
| Anexo 3. Número de especies por familia del sistema Agroforestal y Convencional de cacao. | 46 |
| Anexo 4. Número de individuos por especie y abundancia relativa del sistema agroforestal de cacao..... | 48 |
| Anexo 5. Número de individuos por especie y abundancia relativa del sistema convencional de cacao. | 50 |
| Anexo 6. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon para el sistema agroforestal y convencional de cacao..... | 51 |
| Anexo 7. Certificación de traducción del Resumen (Abstract) | 55 |

1. Título

“Relaciones entre la diversidad de aves y los sistemas agroforestales y convencionales de cacao de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba”

2. Resumen

Los pequeños y medianos agricultores utilizan principalmente los sistemas convencionales de producción agrícola, los cuales se caracterizan por el uso de una amplia variedad de agroquímicos. Estos sistemas presentan una estructura vegetal simple y homogénea, sin vegetación herbácea en el estrato bajo ni árboles de otras especies en el dosel. Por lo tanto, resulta necesario aplicar técnicas para mitigar la pérdida de diversidad de fauna y flora, especialmente la diversidad de aves, ya que éstas prestan servicios ecosistémicos importantes. En el presente estudio, realizado en la parroquia el Rosario, cantón Chaguarpamba, donde se seleccionaron tres plantaciones en sistemas agroforestales y tres para el sistema convencional de cacao, en cada sistema de producción se establecieron 15 puntos de conteo. Se evaluó la riqueza de aves a través del índice de Margalef. Además, se determinó la diversidad de especies utilizando los índices de Shannon y Pielou. Para comparar las diferencias entre los dos estratos, se realizó un análisis mediante la técnica de ordenación no métrica (NMDS) y ANOSIM. Los análisis determinaron que existe una riqueza alta, una diversidad media para el sistema agroforestal y media para el convencional, a su vez los resultados del (NMDS), determinaron que existe una diferencia en la composición de la comunidad de especies para los sistemas agroforestales y convencional de cacao. De esta manera se evidencia que los sistemas agroforestales de cacao contribuyen en la conservación de la diversidad de aves ya que los mismos debido a su compleja estructura vegetal brindan las condiciones necesarias para albergar a las aves.

Palabras claves: Conservación, sistemas productivos, riqueza y abundancia de aves, cultivo tradicional.

2.1. Abstract

Small and medium farmers mainly use conventional agricultural production systems, which are characterized by the use of a wide variety of agrochemicals. These systems have a simple and homogeneous vegetation structure, with no herbaceous vegetation in the lower stratum and no trees of other species in the canopy. Therefore, it is necessary to apply techniques to mitigate the loss of fauna and flora diversity, especially the diversity of birds, since they provide important ecosystem services. In the present study, conducted in El Rosario parish, Chaguarpamba canton, where three plantations were selected for agroforestry systems and three for the conventional cocoa system, 15 counting points were established in each production system. The richness of birds was evaluated through the Margalef index. In addition, the species diversity was determined using the Shannon and Pielou indices. To compare the differences between the two strata, an analysis was carried out using the non-metric ordination technique (NMDS) and ANOSIM. The analyses determined that there is a high richness, medium diversity for the agroforestry system and medium for the conventional system, while the NMDS results determined that there is a difference in the composition of the community of species for the agroforestry and conventional cocoa systems. Thus, it is evident that the cocoa agroforestry systems contribute to the conservation of bird diversity because of their complex vegetation structure, which provides the necessary conditions to host birds.

Key words: Conservation, productive systems, bird richness and abundance, tradicional cultivation.

3. Introducción

La biodiversidad está disminuyendo a un ritmo acelerado en todo el mundo, y las actividades humanas son una de las principales causas de ello (Garbach et al., 2010). Es bien conocida la relación entre la pérdida de diversidad y la deforestación como resultado de la ampliación de la frontera agrícola y el aumento de los pastizales para el pastoreo (Aguilar et al., 2017).

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), en Ecuador, aproximadamente el 45,5% de la superficie total se destina a actividades agrícolas, siendo los cultivos de caña, banano, palma africana, arroz, café y cacao los más representativos en el país (INEC, 2020). Esto provoca una transformación o fragmentación del paisaje y modifica la población de aves, así como su composición, y esta fragmentación del hábitat es una de las principales causas de impacto en la biodiversidad (Santos y Tellería, 2006).

Los pequeños y medianos agricultores utilizan principalmente sistemas convencionales de producción agrícola, que se caracterizan por el uso de una gran variedad de agroquímicos y una estructura vegetal simple y homogénea, sin vegetación herbácea en el estrato bajo ni árboles de otras especies en el dosel (Wenny et al., 2011). Estos sistemas generan diversos impactos ambientales que afectan la biodiversidad, especialmente la fragmentación del hábitat resultante de la expansión de la frontera agrícola (Cárdenas et al., 2003). Esta fragmentación del hábitat afecta la diversidad de aves al limitar su suministro de alimentos y por ende reducir la diversidad de especies y perturbar procesos ecológicos (Verga et al., 2018).

Por lo tanto, es necesario aplicar técnicas agropecuarias adecuadas para mitigar la pérdida de diversidad de fauna y flora, especialmente la diversidad de aves, debido a los servicios ecosistémicos que prestan (Torres et al., 2018). Los sistemas agroforestales, que combinan especies forestales con cultivos, desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de los servicios ambientales (Casanova-Lugo et al., 2016). Según Hernández (2020), la integración y conservación intencional de árboles en los sistemas de producción agrícola puede brindar una oportunidad para consolidar dicha actividad y la conservación de la biodiversidad en paisajes dominados por la agricultura convencional.

En los sistemas agroforestales de cacao, debido a su estructura vegetal compleja con dosel alto y denso, pueden mantener niveles de riqueza de aves similares a los bosques primarios (Kloch et al., 2016), lo que los convierte en una herramienta importante para conservar la riqueza y diversidad de las poblaciones de aves (Pinto et al., 2021). Los cultivos

de cacao tienen un gran potencial para albergar aves, tanto migratorias como residentes, debido a las características del cultivo y la calidad de los recursos disponibles para las aves (Hernández, 2020).

La importancia de un sistema agroforestal radica en que puede llegar a convertirse en un ecosistema que mantiene una alta riqueza y abundancia de aves y de esta manera contribuir al mantenimiento de la biodiversidad, proporcionando las condiciones necesarias como alimentación y refugio para la fauna en general; a su vez, se logra mitigar el impacto que causan las actividades de producción agropecuaria convencional al medio ambiente (Pinto et al., 2021).

La parroquia el Rosario, perteneciente al cantón Chaguarpamba, es una zona dedicada a la agricultura convencional es decir a la producción agrícola basada en rozar el monte, quemar y sembrar y en la utilización de una gran cantidad de químicos (Caldas, 2013), para la producción de cultivos como el café, maní, plátano, maíz, etc. En este sentido teniendo en consideración la importancia que tienen los sistemas agroforestales de cacao y los impactos que provocan los sistemas convencionales al ambiente, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo se relaciona la diversidad de aves con los sistemas agroforestales y convencionales de cacao, en la parroquia El Rosario, cantón Chaguarpamba?

La presente investigación pretende comprobar cómo contribuyen los sistemas agroforestales de cacao en la diversidad de las comunidades de aves, de la parroquia El Rosario, como insumo para la gestión adecuada de sistemas agroforestales y que permita fomentar la aplicación de este tipo de sistemas de producción y contribuir con la conservación de la biodiversidad. Por lo cual este estudio ha planteado como objetivo general: Determinar la relación de los sistemas de producción de cacao con la diversidad de aves, de la parroquia El Rosario, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja y como objetivos específicos i) Estimar la riqueza y abundancia de especies de aves en los sistemas agroforestales de cacao y en los sistemas convencionales de producción. ii) Determinar la diversidad de aves asociadas a los sistemas agroforestales de cacao y los sistemas convencionales de producción y iii) Determinar la relación de la diversidad de aves con el sistema convencional de producción y con el sistema agroforestal de cacao.

4. Marco teórico

4.1. Diversidad de aves

La diversidad de aves en cualquier hábitat puede verse influida por las características de la vegetación y la disponibilidad de recursos alimenticios (Rengel et al., 2013). Por lo que la cobertura vegetal influye en la diversidad de aves, es decir al existir una mayor perturbación del hábitat va a provocar una disminución en la diversidad y abundancia de estas especies (López-Muñoz et al., 2022).

Las aves proporcionan numerosos beneficios ecológicos, entre ellos podemos destacar la dispersión de semillas, la polinización de muchas especies de plantas y los servicios de control de plagas mediante el consumo de insectos (Cejuela et al., 2015). Además, las aves pueden ser muy buenas indicadores para “evaluar el impacto de los cambios en el uso de la tierra o del efecto del cambio climático sobre la biodiversidad” (Zaccagnini et al., 2011).

Es por ello que al ser un grupo sensible a las variaciones que podría sufrir un hábitat, ya sea producto de actividades antrópicas realizadas por el ser humano, las aves se consideran bioindicadores de la calidad de ecosistemas (Xu et al., 2018), Por lo tanto, las aves por su capacidad de volar y de moverse con velocidad entre sitios a gran distancia, “pueden captar rápidamente diferencias en la disponibilidad de recursos” (Zaccagnini et al., 2011).

4.2. Conservación de la avifauna

Se ha demostrado que a nivel mundial el número de aves ha sufrido un deterioro notable, es decir, de acuerdo a datos del índice de la lista roja revela que este deterioro ha provocado que exista más especies cercanas a la extinción, como especies de aves que antes eran abundantes y ahora están en descenso y esto está sucediendo en una gran variedad de hábitats como son los bosques y tierras de cultivo (BirdLife Internacional, 2018). Por ello la importancia de conservar la avifauna, debido a que las aves son indicadores útiles para saber de la calidad de un ecosistema.

El producto de las diversas actividades antrópicas que realiza el ser humano ha provocado que exista una presión sobre la comunidad de aves, generando una reducción en lo que compete a la riqueza y abundancia, por ello resulta muy necesario establecer zonas de conservación de avifauna y de esta manera poder mantener los beneficios socioambientales que este grupo nos brinda (Villa et al., 2008). Es por esta razón que resulta muy importante conservar fragmentos de bosques o especies forestales en plantaciones agrícolas ya que este tipo de vegetación se convierte en un ambiente muy importante para las especies que no se

adaptan con facilidad a los cambios generados por las actividades antrópicas y necesitan de recursos y condiciones únicas que les brindan los bosques (Lindwedel, 2022).

4.3. Sistemas agroforestales

La definición impulsada por el centro mundial de agroforestería (ICRAF), en cooperación con el centro para la investigación forestal internacional (CIFOR) se define el término agroforestal como el “cultivo de árboles en asociación con los cultivos y/o ganado, ya sea en mezcla espacial o secuencia temporal”. Por ende, estos sistemas pueden atraer una gran variedad de aves y servirles como refugio (Pinto et al., 2021). Es un sistema de gestión sostenible de cultivos y tierras que tiene como objetivo aumentar continuamente la productividad, combinando la producción de cultivos forestales (incluidos árboles frutales y otros cultivos) con campos o cultivos en la misma unidad de tierra (Ruiz y Espinoza, 1992). Desde un punto de vista ecológico, los sistemas agroforestales mejoran, entre otros aspectos, la biodiversidad, a través de la creación de áreas heterogéneas originadas por los animales (Mosquera-Losada et al., 2015).

4.3.1. Características de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales tienen en cuenta varios aspectos como la **Estructura:** como ya se ha mencionado anteriormente esta técnica consiste en la combinación de árboles con cultivos, es decir “la integración y conservación intencional de árboles en los sistemas de producción han brindado una oportunidad para consolidar la producción agrícola y la conservación de la biodiversidad en paisajes dominados por la agricultura convencional” (Hernández, 2020). La estructura de estos sistemas está integrada por componentes (herbáceo, arbóreo y arbustivo) verticales y horizontales que simulan un ambiente natural el cual favorece a la conservación de especies faunísticas (García-Núñez et al., 2020).

Con lo que respecta a la **Sustentabilidad:** se enfoca en que los sistemas agroforestales optimizan los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos o animales, dentro de estos sistemas productivos se incrementa la biodiversidad, es decir, la variabilidad de todos los organismos vivos y complejos ecológicos en los cuales éstos ocurren (Corella, 2016). El enfoque sería imitar o utilizar los ecosistemas naturales como modelos y emplear sus particularidades ecológicas al sistema agrícola y así mantener la biodiversidad (Altieri y Nicholls, 2004). Además, los sistemas agroforestales son alternativas sostenibles para la ampliación en biodiversidad animal y vegetal (Sánchez y Vera, 2017).

El **Incremento en la productividad**: donde se toma en cuenta que al aplicar esta técnica se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de producción ya que se hace un uso eficaz de los recursos naturales (Kloch et al., 2016). La producción de sistemas agroforestales requiere buenas prácticas agrícolas para transformar las unidades de producción agrícola en fincas integradas, sostenibles e independientes de los agroquímicos (Vaca et al., 2018), y la **Adaptabilidad cultural/socioeconómica**: donde los sistemas agroforestales se adaptan particularmente a las realidades de los pequeños agricultores, debido a que son técnicas que se pueden aplicar ya sea a pequeña escala y no se necesita una gran inversión (Torres et al., 2018).

4.3.2. Importancia de los sistemas agroforestales

Según; Corella (2016), los sistemas agroforestales cumplen cinco funciones esenciales en el mantenimiento de la biodiversidad:

- Proporcionar hábitats para especies tolerantes a las perturbaciones.
- Permite la preservación de material genético para especies susceptibles.
- Reducir la destrucción del hábitat y proporcionar alternativas más productivas y sostenibles a los sistemas agrícolas tradicionales (es decir, modernos) que cada vez requieren más tierra.
- Proporciona comunicación a través de corredores entre restos de hábitat, creando una red integrada que promueve la conservación de la flora y la fauna.
- Brindar servicios de control de erosión y recarga de aguas subterráneas, lo que evita la degradación y pérdida del hábitat.

Por lo mencionado anteriormente es importante aplicar estrategias de conservación del hábitat, para mitigar el impacto a la biodiversidad, en este sentido llevar un manejo adecuado de las actividades antropogénicas puede asegurar la capacidad de zonas agrícolas para mantener la biodiversidad y contribuir a la conservación (Garbach et al., 2010).

4.4. Sistemas de producción convencionales

Los sistemas convencionales de producción son aquellos en los que se emplea una gran cantidad de químicos y la forma de producción genera diversos impactos al medio ambiente (Filloy et al., 2010), básicamente en este tipo de producción está basada en la labranza intensiva y monocultivos.

Por lo cual el uso intensivo de la tierra ha sido una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad, es decir la biodiversidad no solo está siendo afectada por la disponibilidad y la calidad del hábitat local, sino también por las características del paisaje circundante (Rüdisser et al., 2015).

Cuando se aplica técnicas tradicionales de producción agrícola por parte de los pequeños y medianos agricultores, provoca que se generen impactos al medio ambiente como es la desertificación y contaminación de recursos como es el agua, aire y suelo, ya que se fragmenta el hábitat y por ende se expande la frontera agrícola, afectando principalmente a la biodiversidad del lugar y por ende al objeto de estudio como son las aves, debido a que la diversidad de aves se encuentra relacionada con la cobertura vegetal (Pinto et al., 2021).

4.4.1. Impactos de los sistemas convencionales a la biodiversidad

El uso humano de la tierra puede promover la invasión de especies (afectando a las especies endémicas en la disponibilidad de recursos) o la extinción local al alterar las condiciones ambientales, lo que puede cambiar drásticamente la composición de las comunidades locales de aves (Fillooy et al., 2010).

Vale mencionar que la intensificación agrícola provoca cambios en la vegetación nativa, esto debido a la fragmentación del hábitat, lo que por general crea parches aislados de vegetación nativa u original, y estos pueden verse afectados por altos niveles de alteración y modificación y a su vez no proporcionan un hábitat adecuado para las especies de aves nativas las cuales son muy sensibles a los cambios estructurales y micro climáticos asociados con la fragmentación (Collard et al., 2009).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la parroquia El Rosario, se encuentra ubicada al Noreste de la cabecera cantonal de Chaguarpamba, a una distancia aproximada de 55 km por la vía que une los barrios Yaguachi y Cordillera de Ramos. La distancia desde la ciudad de Loja hacia la parroquia es de 132 Km. El territorio de la parroquia El Rosario, se encuentra ubicada en la Cuenca del río Puyango, Subcuenca del río Luis y río Yaguachi; microcuencas de la quebrada Usulaca, quebrada Fátima, y río Umbalao (Figura 1) (GAD El Rosario, 2015).

En esta zona encontramos dos tipos de ecosistemas como son el Bosque siempreverde estacional montano bajo del Catamayo-Alamor: “Ecosistema que continúa al bosque siempreverde estacional piemontano, principalmente al sur de la cuenca del río Puyango sobre terrazas, vertientes, estribaciones andinas con fuertes pendientes, crestas y cumbres de las elevaciones de la cuenca Puyango sobre los 1600 msnm”, y zonas de intervención o antropogénicas; lo que corresponde a áreas para la producción agrícola con cultivos de ciclo corto (como cultivos de maíz, caña, etc.) y zona de explotación ganadera (GAD El Rosario, 2015).

El clima de la parroquia El Rosario es Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo y Tropical Mega térmico Seco anual, con una precipitación de 278mm en el mes de febrero y de 8mm en el mes de agosto, además, tiene dos épocas claramente definidas la época lluviosa de diciembre a abril y la época seca de mayo a noviembre, las coordenadas geográficas en cuanto a la latitud de 03° 47'00" N; una longitud de 70°36'00" E y la temperatura oscila entre los 18 y 24 °C (GAD El Rosario, 2015). Cabe destacar que para la presente investigación se trabajó con una altitud de 800 a 900 msnm, valores obtenidos en campo.

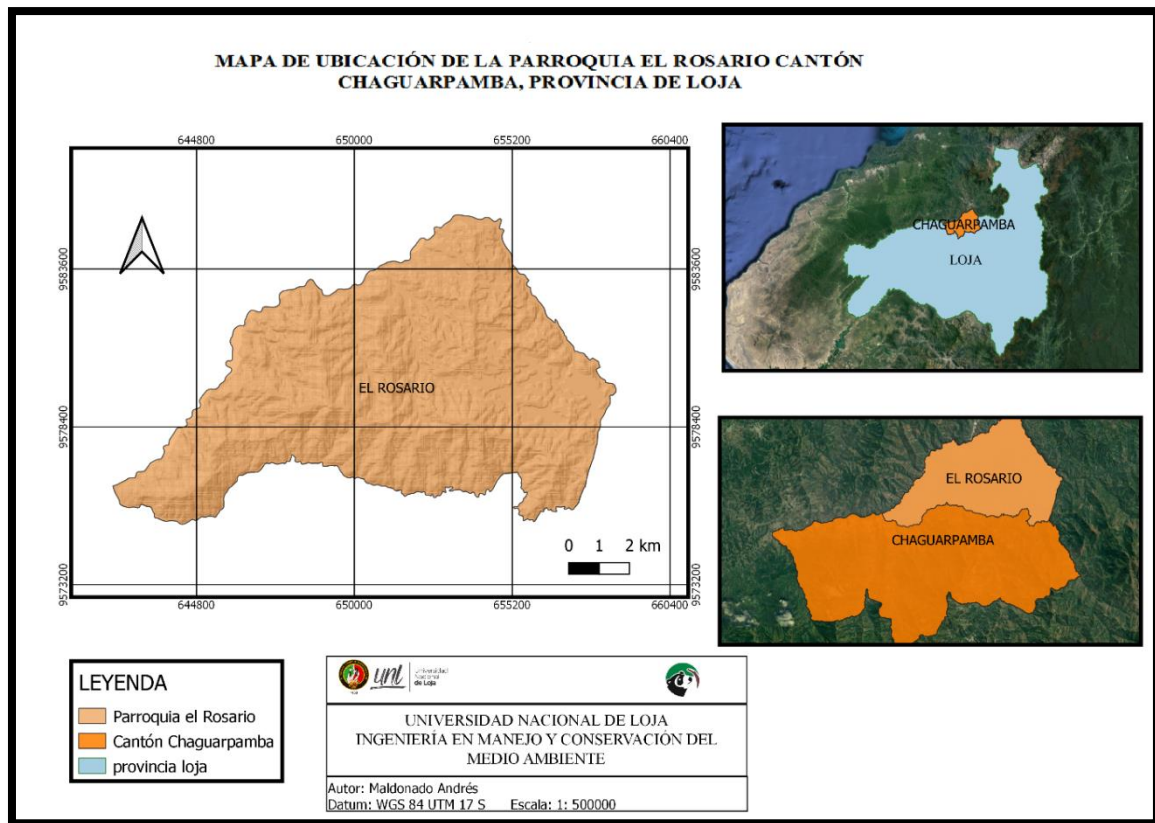


Figura 1. Mapa de ubicación de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba, Loja Ecuador.

Elaboración: Autor

5.2. Diseño de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo descriptiva – correlacional, ya que se va a realizar un muestreo de la comunidad de aves y se va a determinar cómo varía la diversidad de aves de acuerdo con el sistema de producción de cultivo, enfocado en el método inductivo – deductivo.

Es importante mencionar que para el estudio se seleccionaron cuatro fincas de la parroquia el Rosario perteneciente al cantón Chaguarpamba como se puede observar en la Figura 2, donde se seleccionaron 3 plantaciones para sistemas agroforestales y 3 convencionales de cacao, estas fincas cumplían con las condiciones necesarias para poder realizar la investigación, se aplicó un muestreo estratificado aleatorio. Cabe destacar que la distancia aproximada entre las fincas más cercanas es de 968 m y las más alejadas se encuentran a una distancia de 1785 m, valores obtenidos a través del programa Google Earth Pro.

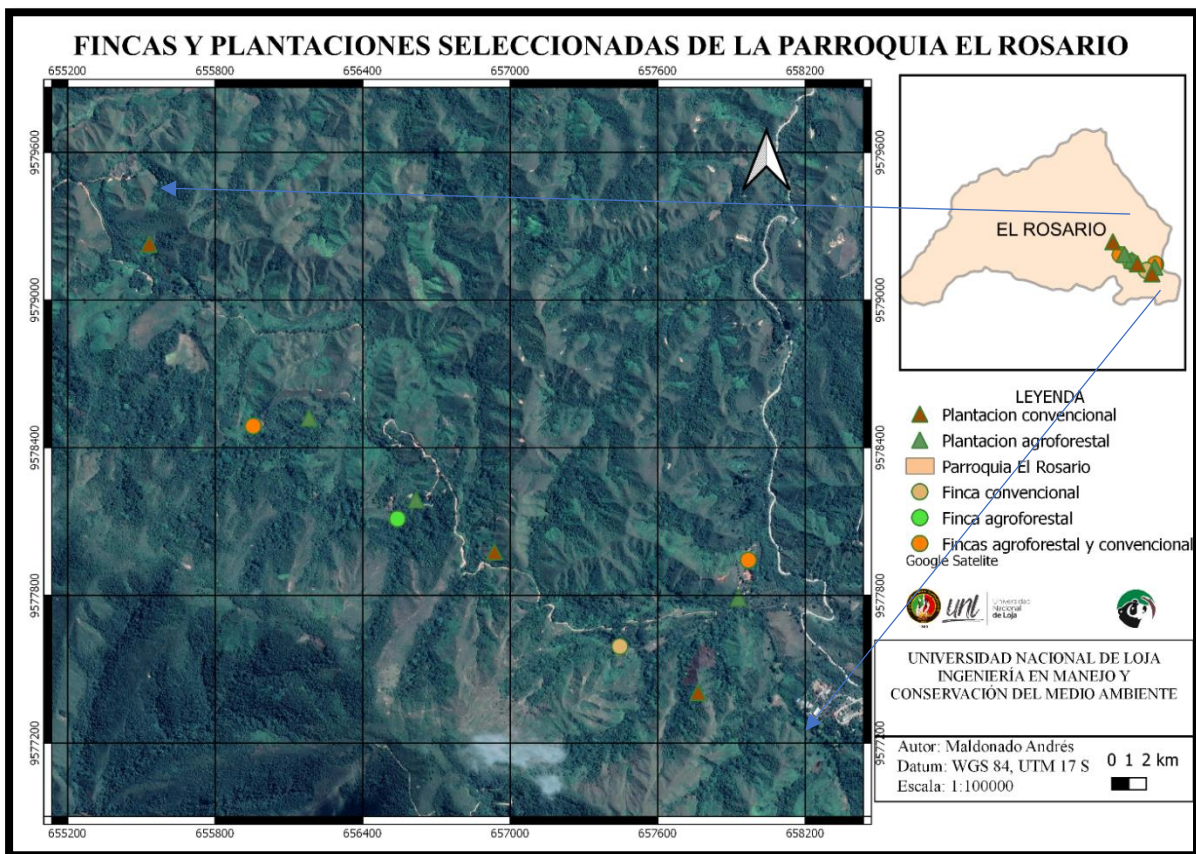


Figura 2. Mapa de ubicación de las fincas seleccionadas y las plantaciones agroforestales y convencionales de cacao para la presente investigación.

Elaboración: Autor

5.3. Metodología para cumplir con el primer objetivo

5.3.1. Puntos de conteo de radio fijo

En primer lugar, se seleccionaron los puntos de observación en los dos sistemas de producción de cacao considerados: producción convencional y agroforestal. Se eligieron tres plantaciones para el sistema agroforestal y otras tres para el sistema convencional. En cada plantación se ubicaron cinco puntos de conteo de radio fijo con una separación mínima de 100 metros entre ellos (Ralph et al., 1996), para garantizar la independencia de las unidades de muestreo.

Para la observación de las especies de aves *in situ* se utilizaron binoculares 8x40 (Anexo 1). Se realizó una observación de aves por un lapso de 10 minutos en cada punto de conteo, considerando un radio de observación de 25 metros en cada punto. El horario de muestreo fue de 06:00 a 10:00 de la mañana y de 16:00 a 18:00 de la tarde, tres días a la semana, ya que estos

horarios son recomendados para detectar la presencia de aves (Chettibi et al., 2013). Se realizaron muestreos cada 15 días, desde el 13 de mayo hasta el 26 de junio de 2022, realizando un total de cuatro muestreos, obteniendo un esfuerzo de muestreo de 72 horas efectivas.

Además, para la identificación de las aves, se utilizó la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2006), el registro de aves del Ecuador de la página BIOWEB, actualizado al 7 de febrero del 2021 y la aplicación Merlín Bird ID, aplicación gratuita desarrollada por el laboratorio de Ornitología de Cornell la cual facilita identificar las aves en el momento que se visualiza una especie.

5.3.2. Registro de cantos

Se realizaron registros auditivos de todas las especies de aves escuchadas en cada punto de conteo con una grabadora marca Marantz por un tiempo de 10 minutos (Anexo 1) y para la identificación de los cantos grabados se utilizó la página web xeno-canto (Xeno-canto, 2022).

5.3.3. Curva de acumulación de especies

Para la elaboración de la curva de acumulación de especies y el análisis de los estimadores de riqueza no paramétricos se consideró las unidades de muestreo (puntos de conteo de radio fijo) y los muestreos realizados, realizando un levantamiento de información de 30 puntos de conteo de radio fijo por muestreo.

Se realizó una curva de acumulación de especies para el área de estudio utilizando el paquete “vegan” (Oksanen et al., 2020), en el programa estadístico R V.4.2.2 (R Core Team, 2020), esta curva permite evidenciar el número de especies acumuladas conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, en este sentido la riqueza va a aumentar hasta llegar a un punto en el cual por más que se realice un mayor esfuerzo de muestreo el número de especies alcanzará un máximo y la curva se estabilizará. Además, se realizó una curva de acumulación para cada sistema de producción seleccionado.

De igual manera se utilizaron los estimadores no paramétricos ACE (el cual es un estimador de cobertura el cual es basado en la abundancia, el cual separa las especies observadas en grupos de especies abundantes y raras con 10 o menos individuos en la muestra) (Ecuación 1) y Chao 1 (el cual sirve para calcular la riqueza de especies esperada basándose en el número de especies del muestreo en el que sólo están representadas por uno o dos individuos, en el caso de abundancias o que se registraron en una o dos muestras) (Ecuación 2) (Escalante, 2003).

Para estos análisis se basó en los puntos de conteo de especies empleados en la investigación, es decir los 15 puntos para el sistema agroforestal de cacao y los 15 puntos para el sistema convencional de cacao en los cuatro muestreos realizados.

$$S_{ACE} = S_A + \frac{S_r}{C_{ACE}} + \frac{F^1}{C_{ACE}} y^2 ACE$$

Ecuación 1: Estimador no paramétrico ACE

Donde:

S_{ACE} = Estimador de riqueza de especies

S_A = número de especies abundantes

S_r = número de especies raras

F^1 = número de especies con i individuos

C_{ACE} = estimador de la cobertura muestral

$y^2 ACE$ = coeficiente de variación de la abundancia de las especies

$$Chao 1 = S \frac{a^2}{2b}$$

Ecuación 2: Chao 1

Donde:

S = número de especies en una muestra

a = número de especies que están representadas por un solo individuo

b = número de especies representados por dos individuos en la muestra.

5.3.4. Riqueza y abundancia

Para cumplir con el primer objetivo se calculó la riqueza y abundancia en el sistema Agroforestal y Convencional, sumando todas las especies obtenidas (riqueza) y de individuos (abundancia) acumulados en los dos meses de muestreo.

Para la riqueza se utilizó el Índice de diversidad de Margalef (Ecuación 3) donde se considera que un índice con “valores menores a 2 denotan una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5 o superiores reflejan una riqueza de especies alta” (Margalef, 1951). Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Moreno, 2001). Supone que hay una

relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1989).

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Ecuación 3: Índice de Margalef

Donde:

Dmg = Diversidad Margalef

S = número de especies

Ln = Logaritmo natural

N = número total de individuos

En el caso de la abundancia, se calculó la abundancia relativa (Ecuación 4) que es la proporción de individuos por especie con respecto al total (Moreno, 2001).

$$Ab \% = \frac{ni}{N} * 100$$

Ecuación 4: Abundancia relativa

Donde:

ni = número de individuos por especie

N = número de individuos totales en la muestra

Además, con lo que respecta a la abundancia se cuantificó el número absoluto de individuos y se procedió a calcular la media de abundancias de los 30 puntos de muestreo realizados en la investigación y de esta manera evitar una sobreestimación.

5.3.5. Curva de rango-abundancia

Se realizaron curvas de rango-abundancia, las cuales representan un método gráfico que ordena a las especies en rango de mayor a menor abundancia, permitiendo comparar entre muestras los aspectos biológicamente importantes de la diversidad de especies.

5.3.6. Prueba de Wilcoxon (Mann – Whitney U)

Para comparar la relación entre la riqueza y abundancia entre los sistemas agroforestales y los sistemas convencionales de producción de cacao, se utilizó la prueba de Wilcoxon (Mann – Whitney U), se seleccionó esta prueba debido a que los datos no presentaron una distribución normal, evidenciada a través de la prueba de Kolmogorov, al obtener un p valor de 0.0001. Este análisis se lo realizó en el programa estadístico InfoStat versión estudiantil (InfoStat, 2008).

5.4. Metodología para el segundo objetivo

5.4.1. Cálculo de la Diversidad

Se calculó la diversidad aplicando los índices de Shannon-Wiener (Ecuación 5), (Moreno, 2001). Se utilizó el programa estadístico R V.4.2.2 (R Core Team, 2020). Para el análisis de los datos obtenidos en la investigación.

Con lo que respecta al Índice de Shannon se utiliza la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum Pi (Ln Pi)$$

Ecuación 5: Índice de Shannon

Donde:

H' = Índice de Shannon

Pi = Proporción de individuos

Ln = Logaritmo natural

Es importante mencionar que existen valores de referencia para el índice de Shannon, es decir van de acuerdo con una escala; por ejemplo, si se obtiene valores inferiores a 1,5 se considera una diversidad baja, con valores de 1,5 a 3,5 una diversidad media y valores mayores a 3,5 se obtiene una diversidad alta (Magurrán, 1989).

5.4.2. Índice de equidad de Pielou

También se utilizó el Índice de equidad de Pielou (Ecuación 6), el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Valdez Marroquín et al., 2018).

$$J' = (H') / (H' \max)$$

$$J' = H' / \ln(S)$$

Ecuación 6: Índice de equidad de Pielou

Donde:

J' = Índice de Pielou

H' = Es el índice de Shannon-Wiener

H' max = ln (S)

(S) = Riqueza de especies

Para este índice existen valores de referencia es decir su valor va de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Magurrán, 1989).

5.5. Metodología para el tercer objetivo

5.5.1. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

Se realizó el análisis NMDS, el cual es un método estadístico multivariante adecuado para ordenar espacialmente estaciones en función de datos de comunidades. Se usa cuando los datos se presentan de manera discontinua, arbitraria o cuando no son normales (Ramírez, 2016). De igual manera para verificar la significancia de los sistemas observados en la prueba anterior, se aplicó una prueba de similitudes ANOSIM, para determinar las diferencias estadísticas entre los dos sistemas (Clarke y Warwick, 2001), esto se realizó utilizando la distancia Bray-Curtis en el software estadístico PAST 4 V4.09 (Hammer et al., 2001).

5.5.2. Comparación de riqueza de especies entre el sistema Agroforestal y Convencional de cacao

Para cumplir con este objetivo se realizó un análisis de la rarefacción por cobertura de la muestra, es decir para el sistema agroforestal y convencional de cacao se utilizó el procedimiento de Chao y Jost, utilizando el programa iNEXT. “Este método analítico estandariza comunidades igualmente muestreadas, de manera que aprovecha la mayor parte de la información obtenida en campo, y se propone como un método más adecuado que la rarefacción tradicional para evaluar la proporción de riqueza” (Chao y Jost, 2012).

6. Resultados

6.1. Resultados primer objetivo

6.1.1 Riqueza

Curva de acumulación de especies

Como se puede apreciar en la Figura 3, la curva de acumulación de especies nos permitió corroborar que el muestreo fue eficiente ya que la curva tiende a estabilizarse, pero no se alcanza totalmente la asíntota. Esto evidencia que la muestra se consideró aceptable para la realización de los análisis.

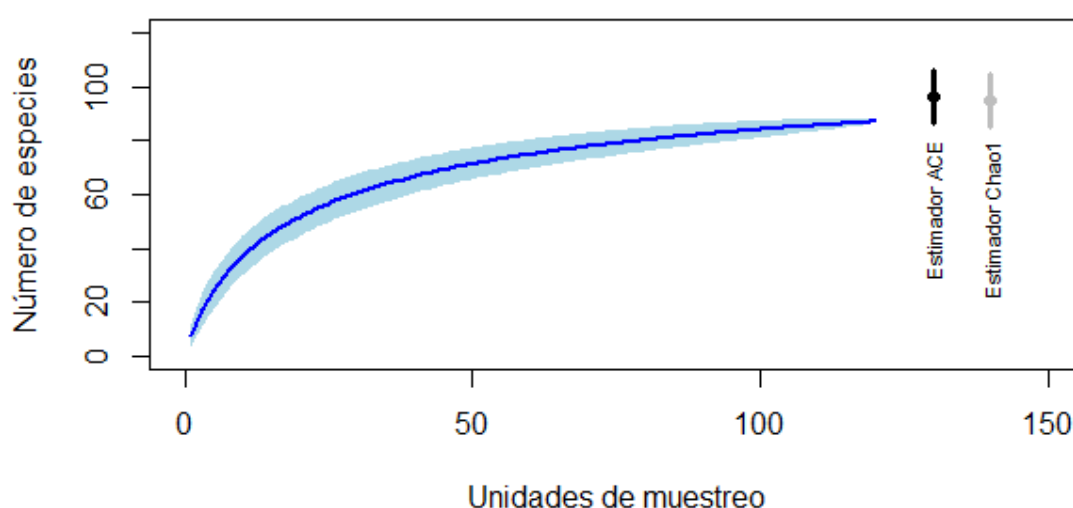


Figura 3. Curva de acumulación de especies realizada con las unidades de muestreo, en el software R, para toda el área de estudio. Se indica los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 con su desviación estándar. Elaboración: Autor

En cuanto al estimador no paramétrico Chao1, se obtuvo una riqueza esperada de 95 especies y para el estimador ACE, 96 especies. Esto nos indica las especies que se pudieron haber encontrado si es que el tiempo de muestreo hubiera sido mayor. De igual manera en base a los resultados obtenidos la eficiencia de muestreo para la presente investigación es del 89 %.

De igual manera para evaluar la eficiencia de muestreo realizado en cada sistema de producción seleccionado se graficó la curva de acumulación de especies para el sistema agroforestal y convencional de cacao, como se observa en las Figuras 4 y 5, las curvas tienden a estabilizarse sin embargo no se alcanza una asíntota completa, lo que nos indica que aumentado el esfuerzo de muestreo se puede registrar más especies como es el caso del sistema convencional de cacao en el cual se estima encontrar un mayor número de especies. En base a los estimadores no paramétricos Chao1 y ACE, para el sistema agroforestal de cacao se estima

una riqueza esperada de 79 y 80 especies respectivamente, obteniendo una eficiencia de muestreo para este sistema de 87% y para el sistema convencional se estima una riqueza de 66 especies lo que nos da una eficiencia de muestreo del 80%.

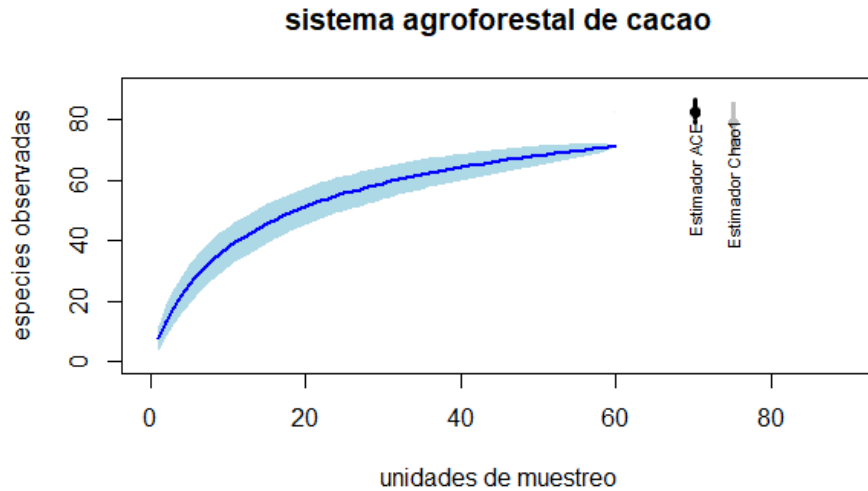


Figura 4. Curva de acumulación de especies realizada en el software R, para el sistema agroforestal de cacao. Se indica los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 con su desviación estándar. Elaboración: Autor

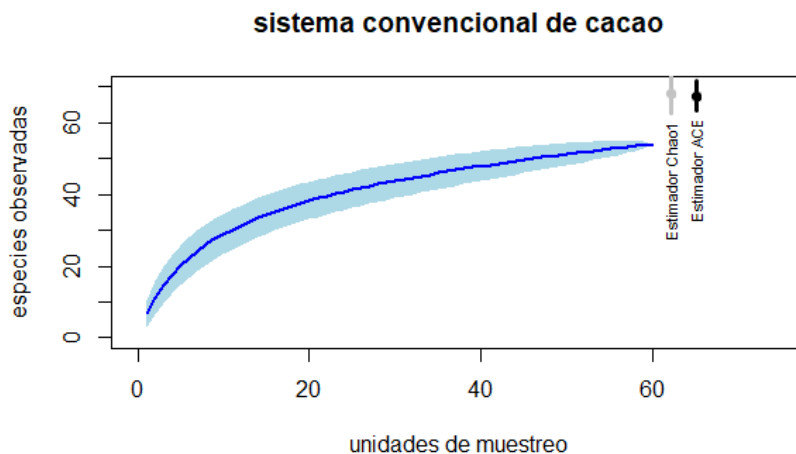


Figura 5. Curva de acumulación de especies realizada en el software R, para el sistema convencional de cacao. Se indica los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 con su desviación estándar. Elaboración: Autor

Diversidad del sistema agroforestal y convencional de cacao

En toda el área de estudio se registraron 86 especies de aves, las cuales pertenecen a 12 órdenes de 32 familias. En el sistema agroforestal de cacao, se registró una media de 29,70 individuos pertenecientes a 70 especies. En el sistema convencional de producción de cacao se

registró una media de 29,93 individuos de 53 especies. Además, el orden Passeriformes es el más diverso en cuanto al número de familias, con 19 familias registradas (Figura 6).

Estos resultados obtenidos denotan la importancia que tiene dicho sistema de producción agroforestal en la conservación de la diversidad de especies, encontrando un número importante de aves.

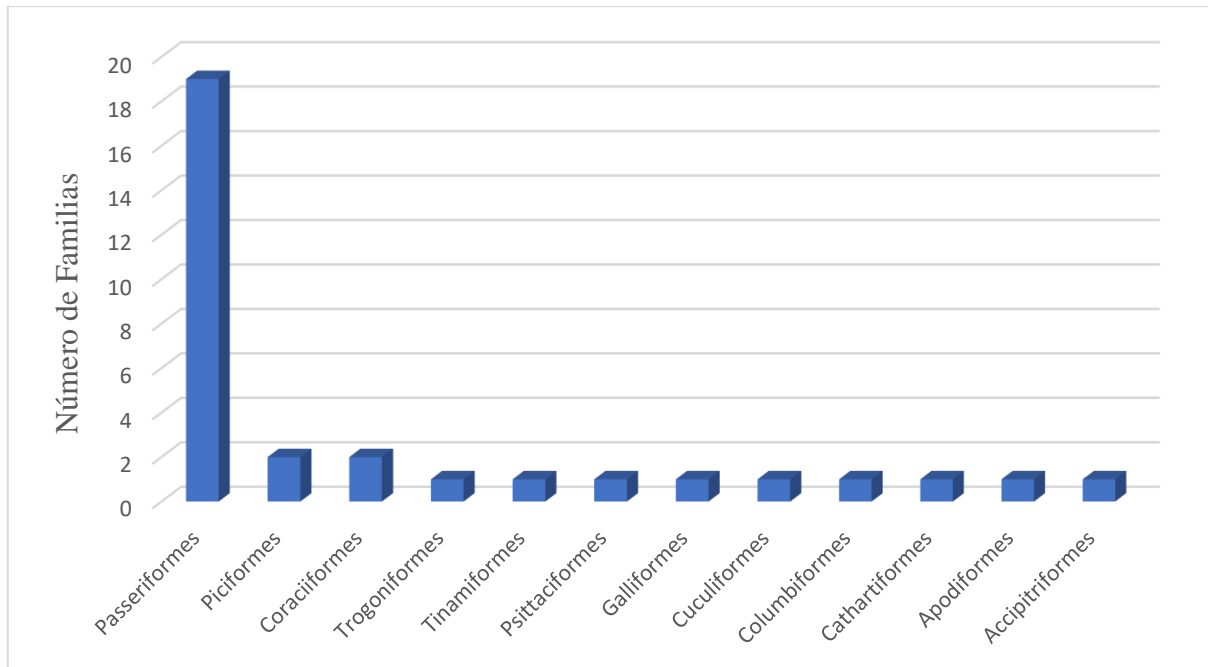


Figura 6. Número de familias de aves registradas, clasificadas por orden.

Fuente y Elaboración: Autor

Índice de Margalef

El resultado del índice de Margalef nos indica que el lugar de estudio presenta una riqueza alta de especies al obtener valores superiores a 5, obteniendo una riqueza mayor en el sistema agroforestal de cacao con valor de 10,13 especies y para el sistema convencional de cacao un valor de 7,62 especies.

Como se puede observar en la Figura 7, con lo que respecta al sistema agroforestal de cacao las familias con mayor riqueza de especies fueron Tyrannidae, Thraupidae, Trochilidae (Ver Anexo 3, Tabla 3).

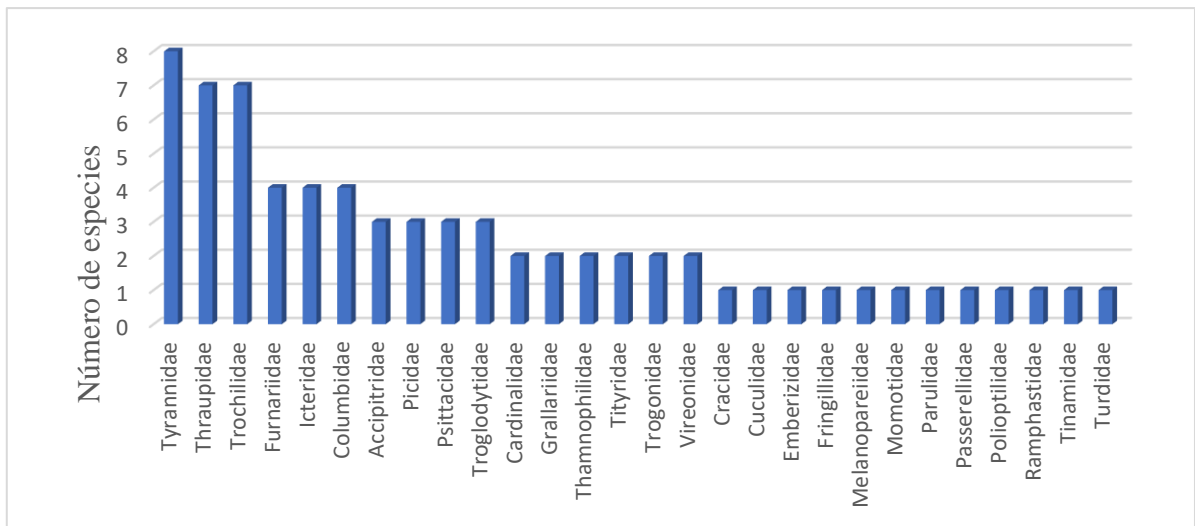


Figura 7. Riqueza de especies por familia, sistema agroforestal de cacao.
Fuente y Elaboración: Autor

Como se observa en la Figura 8, en el sistema convencional de cacao las familias con mayor riqueza de especies fueron Thraupidae, Icteridae, Trochilidae y Columbidae (Ver Anexo 3, Tabla 3).

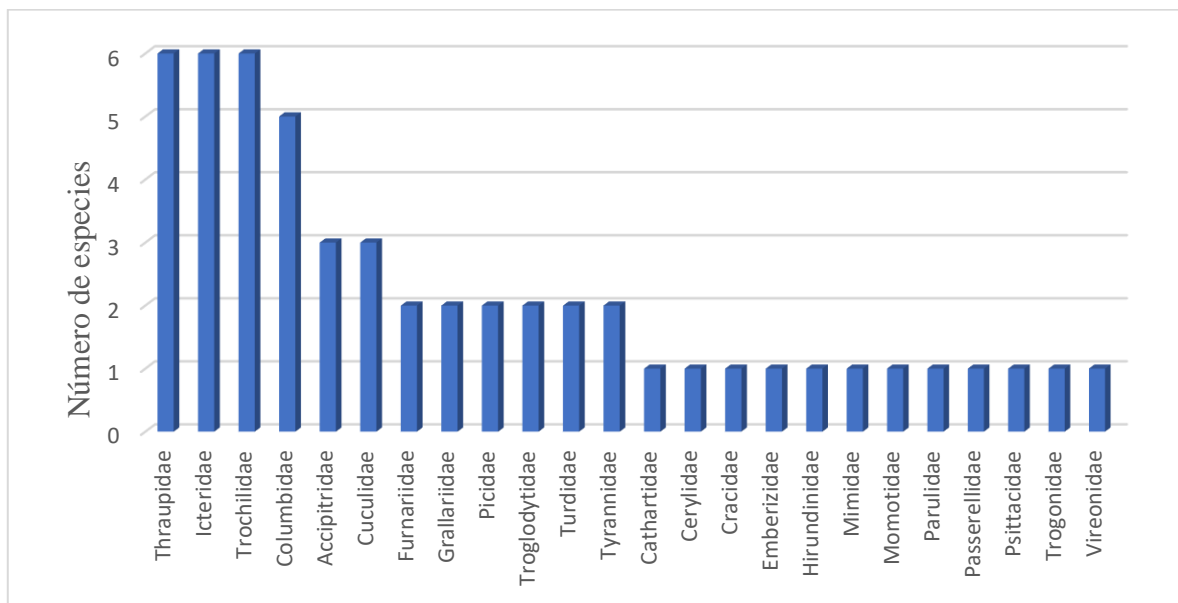


Figura 8. Riqueza de especies por familia, sistema convencional de cacao
Fuente y Elaboración: Autor

Se aplicó la prueba de Mann – Whitney U para la riqueza de especies de los sistemas agroforestales y convencionales de cacao y se obtuvo como resultado que no existe una diferencia significativa en la riqueza de especies de dichos sistemas de producción (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la prueba de Mann – Whitney U para la riqueza de especies

| Clasificación | Sistema |
|----------------------|--------------------|
| Variable | Cuenta de especies |
| Grupo 1 | Agroforestal |
| Grupo 2 | Convencional |
| n (1) | 70 |
| n (2) | 53 |
| Media (1) | 6,69 |
| Media (2) | 7,36 |
| DE (1) | 8,52 |
| DE (2) | 9,22 |
| W | 3273,00 |
| p (2 colas) | 0,9465 |

6.1.2. Abundancia

Sistema agroforestal

Entre las especies más abundantes tenemos: *Ortalis erythroptera* obteniendo una abundancia media de **5,90** individuos, representando una abundancia relativa de 13,69 % de todas las especies registrados en el sistema de producción agroforestal; *Icterus mesomelas* con una abundancia media de **6,40** individuos lo que equivale a una abundancia relativa de 8,83 %; *Thraupis episcopus* con una abundancia media de **6,22** individuos equivalente a una abundancia relativa de 6,18 % (Ver Anexo 4, Tabla 4).

Sistema convencional

Las especies más abundantes fueron: *Leptotila verreauxi* obteniendo una abundancia media de **7,94** individuos, representando una abundancia relativa de 15,66 % de todas las especies registrados en el sistema de producción convencional; *Ortalis erythroptera* con una abundancia media de **5,35** lo que representa el 9,97 % de abundancia relativa; *Crotophaga sulcirostris* con una abundancia media de **9,33** individuos representando el 7,67 % de abundancia relativa y *Zenaida auriculata* con una abundancia media de **6,38** individuos y una abundancia relativa del 7,34 % (Ver Anexo 5, Tabla 5).

Curva de rango-abundancia

Como se puede observar en la Figura 9, la curva de rango-abundancia existe una alta dominancia de las especies *Ortalis erythroptera* e *Icterus mesomelas* para el sistema agroforestal de cacao frente a las demás especies encontradas en dicho sistema. Mientras que

para lo que compete al sistema convencional de cacao existe una dominancia alta de la especie *Leptotila verreauxi*, perteneciente al género Columbidae. Las especies de aves que se muestran en la curva de rango abundancia se las puede observar en el registro fotográfico del Anexo 2, literales (b, d, e, f, j, k).

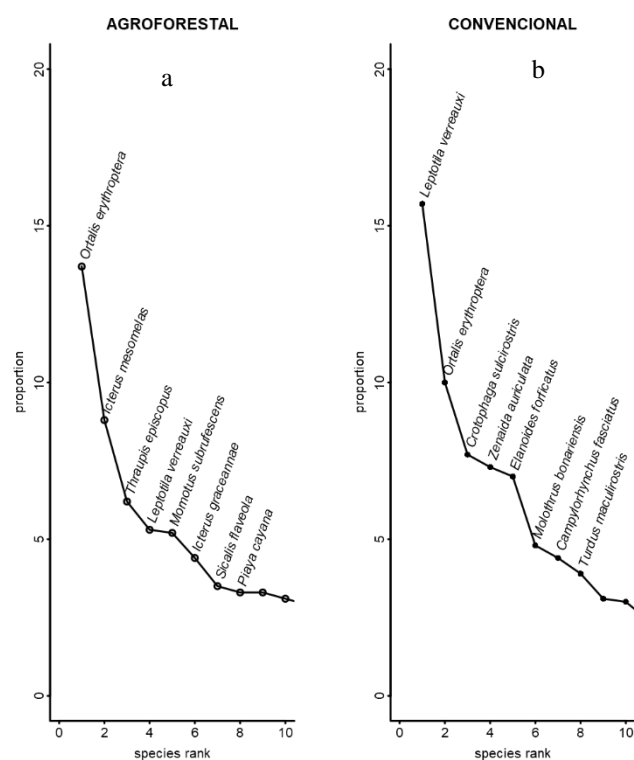


Figura 9. Curvas de rango abundancia: (a) curva de rango abundancia para el sistema agroforestal de cacao y (b) curva de rango abundancia para el sistema convencional de cacao
Elaboración: Autor

Como se puede observar en la Tabla 2 donde se muestra los resultados del valor p del test estadístico no paramétrico Mann-Whitney U respecto a las comparaciones de medias de la abundancia, se puede evidenciar que no existe una diferencia significativa para la abundancia de especies entre el sistema agroforestal de cacao y el convencional. Lo que indica que en ambos sistemas de producción se encontró una abundancia semejante de individuos.

Tabla 2. Resultados prueba de Mann – Whitney U para la abundancia de especies.

| Clasificación | Sistema |
|---------------|--------------------|
| Variable | Cuenta de especies |
| Grupo 1 | Agroforestal |
| Grupo 2 | Convencional |
| n (1) | 70 |
| n (2) | 53 |
| Media (1) | 12,94 |
| Media (2) | 17,23 |
| DE (1) | 20,05 |

| | |
|--------------------|---------------|
| DE (2) | 26,67 |
| W | 3328,50 |
| p (2 colas) | 0,8275 |

6.2. Resultados segundo objetivo

6.2.1 Cálculo de la diversidad

Índice de Shannon.

El Índice de diversidad de Shannon - Weaver muestra que en la parroquia el Rosario, cantón Chaguarpamba con lo que respecta a los sistemas agroforestales y convencionales de cacao cuenta con una diversidad media de aves, con un valor promedio a 3,5 y 3,1 respectivamente (Ver Anexo 6, Tablas 6 y 7).

Índice de equidad de Pielou

Cabe recalcar que una vez aplicado el índice de Equidad de Pielou se obtuvo un valor de 0,80 para el sistema agroforestal de cacao y 0,82 para el sistema convencional del cacao, lo que también se define como una diversidad alta, este resultado nos indica que existe una alta homogeneidad entre las especies registradas en la presente investigación es decir nos muestra que la mayoría de las especies están distribuidas uniformemente.

6.3. Resultados tercer objetivo

6.3.1 Comparación de la composición entre comunidades de aves para el sistema agroforestal y convencional de cacao.

Una vez realizado el análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS), se comprueba que existe una diferencia en la composición de la comunidad de aves de ambos sistemas de producción seleccionados, agroforestal y convencional de cacao. (Figura 10).

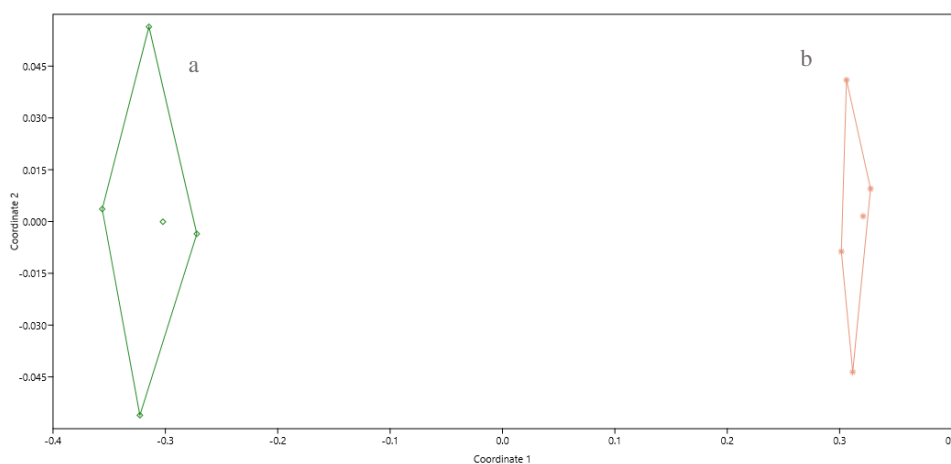


Figura 10. Resultado del análisis escalamiento multidimensional no métrico NMDS: a) sistema agroforestal de cacao y b) sistema convencional de cacao, realizado en el software Past. Elaboración: Autor.

La comparación estadística (ANOSIM), entre los dos grupos (Agroforestal y Convencional) establecidos, en el análisis de similitud permitió obtener un nivel de significación $p = 0,0086$ y una fuerza de los factores sobre las muestras $R = 1$. Resultados que afirman que sí existe una diferencia significativa entre ambos grupos, es decir los grupos difieren en la composición de la comunidad de aves en los sistemas de producción. Esto nos indica que los sistemas agroforestales debido a su estructura están albergando una mayor variedad de especies de aves volviéndolo en un ambiente clave para mantener la biodiversidad en sistemas de producción agrícola. La Figura 11 nos demuestra que existe una diferencia entre la riqueza de especies para los sistemas agroforestales y convencionales, porque no se superponen los intervalos de confianza, estandarizando a 400 individuos.

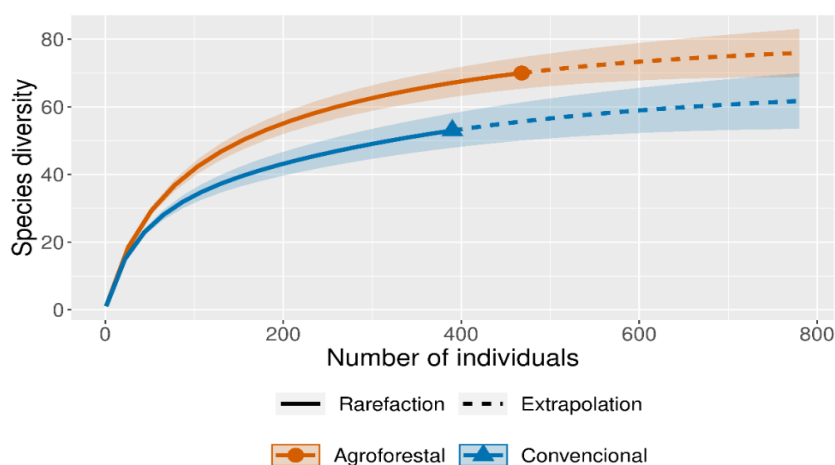


Figura 11. Resultado, análisis de rarefacción para el sistema agroforestal y convencional de cacao, programa iNEXT. Elaboración: Autor

7. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que los sistemas agroforestales de cacao donde se conserva una mayor cantidad de especies forestales, es decir, donde existe una mayor complejidad estructural que les brinda las condiciones necesarias a las aves, tales como hábitat y alimentación, pueden albergar una riqueza alta de especies de aves. De esta manera, se demuestra que en un estrato vegetal más diverso y complejo puede prestar mejores y mayores oportunidades de nicho para la avifauna (Ramos et al., 2020). También se ha observado el mismo patrón en un estudio realizado en Colombia, en el cual determinan la relación de la diversidad de aves con sistemas agroforestales donde se menciona que los sistemas agroforestales pueden llegar a mantener un nivel de riqueza de aves alto (Kloch et al. 2016).

Para la presente investigación con lo que respecta a la diversidad de especies, se demuestra que de acuerdo al índice Shannon la zona de estudio posee una diversidad media de especies, obteniendo un índice mayor de diversidad de especies de aves en los sistemas agroforestales de cacao en comparación con el sistema convencional, sistemas que se caracterizan por su complejidad estructural; por lo que se puede inferir que las aves usan con mayor frecuencia este sistema de producción. Estos resultados son semejantes en otras investigaciones que analizan la diversidad de aves en sistemas con este tipo de característica donde se determina que la “diversidad de aves depende principalmente de la heterogeneidad del medio o de la complejidad en su estructura vegetal” (MacArthur y MacArthur, 1961). Estos sistemas agroforestales de cacao se convierten en ambientes que pueden llegar a albergar una diversidad alta de especies de aves (Benítez y Larrea, 2009).

Sin embargo, cabe mencionar que para el sistema convencional de cacao se obtuvo también una diversidad media, lo que podría significar que las características que tiene dicho cultivo influye en la diversidad de aves; es decir pese a que se trata de un sistema convencional de producción donde no se conserva una mayoría de especies forestales, las características que tiene el cultivo de cacao logra marcar una diferencia positiva en lo que compete a la diversidad de especies ya que él mismo les brinda los recursos necesarios como alimentación, refugio y hábitat para albergar a las especies de aves. En este sentido los resultados de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos en los sistemas convencionales de cacao del presente estudio se podrían corroborar con los resultados de Cook et al. (2020), donde se menciona que las condiciones o características del tipo de cultivo influyen en la diversidad o riqueza de especies, por ende, esto provoca que no exista un impacto significativo sobre la diversidad y no se vea

una afectación notable en este aspecto. Además, de lo señalado sería importante mencionar que al existir bosque, árboles frutales y otros tipos de cultivos cerca de las plantaciones agroforestales y de las fincas donde existe cacao de tipo convencional esto provocaría que no se vea un impacto muy grande o significativo en la diversidad, de igual manera en el caso de la zona de estudio no existe una agricultura intensificada ese también pudo haber sido un factor determinante al momento de calcular la riqueza y diversidad, ya que según Villa et al. (2008) ha mayor nivel de perturbación del paisaje la diversidad de especies se va a ver afectada a una mayor medida, resultados que pueden demostrar que la zona de investigación no se encuentra en un grado de perturbación mayor y por eso se logra encontrar una diversidad media en este tipo de sistema.

Sin embargo; pese a que no existe una diferencia significativa en la riqueza de especies encontradas en el sistema agroforestal y convencional de cacao, sí existe diferencia en la composición de las comunidades de aves, lo que nos demuestra la importancia de los sistemas agroforestales para conservar la biodiversidad en procesos de producción agrícola. Basándose en los resultados obtenidos se puede inferir que al conservar una mayor cubierta vegetal es decir especies forestales en los cultivos, se logra albergar una riqueza alta de especies con necesidades de recurso y condiciones muy diferentes a las aves que se desarrollan en los cultivos convencionales, esto también es demostrado en el trabajo realizado por Hernández (2020), en el cual se hace un análisis de varias investigaciones realizadas en América Latina sobre la relación que existe y la influencia de los sistemas agroforestales certificados y convencionales en la comunidad de aves; obteniendo como resultado que en un 76% de estudios aceptan la hipótesis que la diversidad de avifauna se conserva en sistemas agroforestales donde existe una mayor complejidad estructural y especies forestales, manteniendo niveles de riqueza altos, en el mismo estudio se hace énfasis que las aves hacen uso de estos sistemas gracias a la composición florística presente en estos lugares, debido a la conservación de especies de plantas, diversidad de especies de árboles, una cantidad adecuada de árboles de sombra, cobertura de dosel y su manejo es de forma orgánica. Se observa también, en el estudio de Naoki et al. (2017), donde se encontró una relación positiva en la conservación de especies forestales y las aves, encontrando para el estudio 43 especies de aves y eso considerando que solo se aplicó un método de muestreo como es el de Puntos de conteo a diferencia de la presente investigación donde se aplicaron dos métodos de observación por esa razón se logró registrar una mayor cantidad de aves. Cabe destacar que para el área de estudio el número de especies de aves observadas en sistemas agroforestales tienen una representación del 4.12 % de las 1699

aves registradas a nivel nacional, y para la plantación de cacao convencional un 3,11 % (Freile y Poveda, 2019). De esta manera los resultados ayudan a fortalecer las afirmaciones mencionadas anteriormente acerca de la importancia de estos sistemas para la diversidad de aves.

Además, en el estudio de Naoki se comprobó que, a mayor complejidad en la estructura vegetal del sistema de producción de cacao, es decir tienen doseles altos, existe vegetación herbácea en el estrato bajo y se conservan especies de plantas, se observa un mayor número y variedad de especies de aves y para el sistema convencional de cacao la frecuencia de aves disminuye hasta en un 37 %. A su vez esto también es observado en los estudios realizados por Van Bael et al. (2007), donde se evaluó la diversidad de aves en cultivos de cacao, en el cual se observó que la diversidad y abundancia de aves estaban significativamente relacionadas a los cultivos de cacao donde existía una mayor conservación de especies forestales, registrando una mayor visita de aves a estos tipos de sistemas de producción. Estas afirmaciones podrían ayudar a comprender mejor los resultados obtenidos en la presente investigación, es decir pese a que no se evaluó específicamente la composición en la estructura vegetal de los sistemas agroforestales de cacao, sí se evidenció que el sistema agroforestal alberga una mayor cantidad de especies de aves, por lo que se puede inferir que la estructura vegetal y la presencia de hábitats adyacentes a los cultivos de cacao logra influir en los parámetros de riqueza y diversidad evaluados.

Esta diferencia entre la composición de las comunidades para el sistema agroforestal y convencional de cacao, se debe a la asociación de diversas poblaciones de varias especies de aves encontradas para cada sitio, además el análisis (ANOSIM) realizado igualmente demostró una diferencia en ambos sistemas de producción. Se podría mencionar que esto es producto de las características que tienen dichos cultivos, es decir es conocido que los sistemas agroforestales tienen la característica principal de conservar una mayoría de especies forestales, mientras que en los convencionales la conservación es mínima y por ende existe esta relación entre el sistema de producción y las especies de aves que visitan con una mayor frecuencia cada tipo del cultivo (Corella, 2016), destacando del presente estudio que para el sistema agroforestal de cacao se encontraron especies que no se observaron en el sistema convencional del cacao como es el caso de: *Arremon assimilis*, *Pheugopedius sclateri*, *Coereba flaveola*, *Dendrocincla fuliginosa*, *Euphonia xanthogaster*, *Megarynchus pitangua*, *Pachyramphus albogriseus*, entre otras, pertenecientes a varias familias lo que nos demuestra esta diferencia en la composición de las comunidades de aves para cada sistema de producción.

Los resultados obtenidos demuestran que el tipo de sistema de producción agroforestal se convierte en un ambiente clave para mantener la avifauna, es decir los sistemas agroforestales de cacao en el área de estudio parecen atraer más a las aves que los sistemas convencionales de cacao porque mantienen una composición comunitaria más compleja de aves debido a una mayor diversidad de árboles que ofrecen recursos. Cuando se conservan especies forestales en cultivos también aumenta el número especies de aves por ende este tipo de sistemas ayuda a conservar la diversidad y se generan diversos beneficios para el medio ambiente, esto es observado en el estudio realizado en Colombia donde se enfocaron principalmente en los servicios ecosistémicos encontrados en este tipo de sistemas agroforestales; por lo tanto mencionan que las aves generan diversos beneficios para el ambiente y específicamente para la plantación agroforestal como son la polinización, dispersión de semillas y control de plagas, encontrando una asociación positiva entre las aves y el sistema agroforestal (Ramos et al., 2020).

Esos resultados concuerdan con el estudio realizado en Guatemala donde se enlistan los beneficios que proporcionan las aves al ambiente y a los sistemas agroforestales haciendo un énfasis en el control de plagas como uno de los principales servicios, por ello se está generando un control biológico para el cultivo, reduciendo de esta manera la herbivoría de las hojas del cultivo de cacao, la cual es uno de los problemas principales causados por insectos que se vuelven plaga, generando un beneficio para el agricultor (Greenberg et al. 2000). Al existir una asociación de las aves a estos sistemas agroforestales de cacao, estarían ayudando indirectamente a los agricultores a mejorar el rendimiento de sus cultivos y también es conocido que estos sistemas de producción de manera agroforestal brindan diversos beneficios como es el mejoramiento de la fertilidad del suelo, suministro de materia orgánica entre otros. Además, Benites y Larrea (2009) en su investigación mencionan un punto muy importante y es un ingreso extra que podrían tener los agricultores al desarrollar actividades de aviturismo en sus plantaciones ya que como se mantienen niveles importantes de diversidad en estos cultivos se logra llamar la atención de los aficionados por las aves.

Otro punto a destacar de los resultados es que la mayoría de las especies de aves encontradas en esta investigación están asociadas a cultivos de cacao esto se contrasta con una investigación realizada por Benítez y Larrea (2009), quienes registraron un listado de las especies de aves observadas en cultivos de cacao en diferentes provincias del Ecuador (Esmeraldas, Guayas y Sucumbíos), donde se cultiva el cacao tradicional de una forma orgánica; es decir especies que prefieren este tipo de cultivo debido a los beneficios que tiene

el sistema de producción de tipo agroforestal, el cual es más amigable con el medio ambiente y donde se logra conservar una mayor cantidad de especies y encuentran los recursos necesarios. En la investigación se evidencia que existe una influencia de los sistemas agroforestales en la riqueza, abundancia y diversidad de aves, las 70 especies encontradas representan una riqueza alta y diversidad media, existiendo especies dominantes como es el caso de las especies *Ortalis erythroptera* e *Icterus mesomelas*, mismas que cumplen un rol fundamental en la protección de los ecosistemas al brindar servicios ecológicos como es la dispersión de semillas, polinización y control de plagas a través del consumo de insectos como es el caso de *Icterus mesomelas*. Esta relación también se ha observado en otros estudios como en la investigación realizada por Bravo y Rodríguez (2021) donde se evaluó la relación que existe entre la diversidad de aves y la estructura vegetal, en seis granjas agrícolas del sector La Cruz y tres granjas agrícolas en el sector Buena Fe de la provincia de Los Ríos, en el cual para el cultivo de cacao se encontraron 44 especies y se obtuvo una diversidad alta de especies pese a que solo se establecieron 9 puntos de conteo para este sistema de producción y por el estudio realizado en Costa Rica por, Salinas (2010), en el que para los sistemas agroforestales de Café y Cacao se encontraron 64 y 41 especies respectivamente y se menciona que esto se debe a la diversificación de los cultivos, por tal motivo es importante enfatizar la relación que existe entre este tipo de sistemas y la comunidad de aves.

De igual manera para la presente investigación realizada en la parroquia el Rosario del Cantón Chaguarpamba se obtuvo que el orden predominante es el Passeriformes con 19 familias y es el que presentó una mayor riqueza de especies (51); en cuanto a las familias con mayor número de especies encontramos la Tyrannidae, Thraupidae, estos resultados coinciden con la investigación realizada en la ciudad de Quevedo por Bravo (2021), en la que se obtuvo que las familias más representativas o dominantes para el sistema agroforestal de cacao, es decir las que representaron una mayor riqueza de especies son la Tyrannidae y Thraupidae. La dominancia de estas familias en el cultivo de cacao podría deberse a que existen especies que prefieren este sistema porque en él encuentran recursos necesarios para vivir como es el caso de las especies insectívoras y frugívoras. Además, en un estudio realizado por Carrasco (2021) donde se comparó la diversidad de aves de acuerdo con el uso del suelo (bosque, cultivo de cacao y pasto) también mostró que las familias más representativas fueron Tyrannidae, Thraupidae, Thamnophilidae y Trochilidae, las cuales también coinciden con las familias encontradas en el presente estudio, por lo que se puede inferir la preferencia que tienen las aves a estos tipos de cultivos.

El cultivo agroforestal de cacao al no utilizar agroquímicos permite que exista una mayor reproducción de insectos los cuales son aprovechados por las aves del gremio insectívoro y también al ser cultivos en su mayoría diversificados, es decir conformados por árboles frutales, especies de plantas y especies forestales, esta sería una de las principales razones por las que existe una dominancia de estas familias en las que están conformadas por especies del gremio trófico insectívoro y frugívoro. Según Castillo (2013), las aves insectívoras suelen beneficiarse de este tipo de cultivo ya que existen insectos en diferentes partes del árbol como es el tronco, las ramas y los brotes. Como ya se mencionó anteriormente el orden Passeriformes fue el que tuvo una mayor riqueza con un mayor número de familias, esto coincide con estudios similares realizados por Pinto et al. (2021), donde se determina la diversidad de aves en sistemas agroforestales de cacao y el estudio realizado en Perú por Ladines (2022) en donde para los sistemas agroforestales de cacao domina este orden. La dominancia de este orden se podría deber a que existe una mayor capacidad de adaptación a este tipo de hábitats (Raikow, 1982).

8. Conclusiones

- La presente investigación refleja la importancia que tienen los sistemas agroforestales de cacao para la riqueza y abundancia de aves, debido a que en el mismo se encontró un número importante de especies de aves. Al encontrar en la zona de estudio una diversidad media y una riqueza alta de especies para el sistema agroforestal y convencional, con un valor del índice mayor para el agroforestal, se puede mencionar la gran importancia que tienen las características del cultivo en la riqueza, abundancia y diversidad de aves.
- Sí existe una diferencia significativa con lo que respecta a la composición de la comunidad de especies de aves para los sistemas agroforestales y convencionales de cacao esto debido a las especies encontradas para cada estrato seleccionado, estas especies observadas cumplen un rol fundamental brindando servicios ambientales como es la dispersión de semillas y control biológico de plagas, por lo que se genera también un beneficio para el agricultor en el mantenimiento de su producción, lo que nos indica que la conservación y la actividad agrícola pueden ser actividades que van de la mano.
- Los sistemas agroforestales de cacao tienen un potencial de conservar una alta diversidad de especies de aves; aunque cabe destacar que hasta el más complejo de estos sistemas no se convierte en un sustituto de los bosques naturales, sin embargo son buenas alternativas de producción dentro de paisajes dominados por la agricultura intensificada, de esta manera pueden ser promovidos como prácticas agrícolas amigables o respetuosas con la biodiversidad e inclusive mitigar el impacto de la actividad agrícola alrededor de áreas protegidas.

9. Recomendaciones

- Es muy importante concientizar a la población sobre el uso de técnicas de producción que sean más amigables con el medio ambiente para de esta manera reducir el impacto que ocasionan estas actividades a la biodiversidad y de igual manera informar a los agricultores sobre los servicios ecosistémicos que proveen las aves y conozcan como estas igualmente benefician a los cultivos agroforestales.
- Se recomienda continuar con el estudio de diversidad de aves en sistemas agroforestales de cacao, debido a la escasez de información sobre este tema a nivel nacional y de esta manera contribuir con el avance de conocimientos.
- Para futuras investigaciones en sistemas agroforestales y convencionales de cacao, sería importante incrementar el número de cultivos muestreados y de ser posible realizarlo por un tiempo de muestreo mucho mayor para de esta manera conocer con más exactitud la variación en la diversidad de aves que tienen estos sistemas de producción.
- Se debería considerar para futuras investigaciones, evaluar a detalle otros aspectos como es la complejidad en la estructura vegetal de las plantaciones agroforestales de cacao para obtener datos más precisos sobre la influencia de estos sistemas en la composición de las comunidades de aves y obtener un estudio más completo.

10. Bibliografía

- Aguilar, A. E., Lascano, S. L., Chiriboga, C. E., Villacís, J. E., y Rivera, W. E. P. (2017). Diversidad de aves en cercas vivas y potreros del trópico húmedo del Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica, 13*, 12-13. https://www.researchgate.net/publication/321170499_Diversidad_de_aves_en_cercas_vivas_y_potreros_del_tropico_humedo_del_Ecuador.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 73*, 8–20. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6873>
- Benítez, A.C. y Larrea, M (2009). Aves de los Cultivos de Cacao Nacional. Programa Nacional de Biocomercio Sostenible del Ecuador (EcoCiencia /CORPEI), Programa de Facilitación del Biocomercio (BTFP) – UNCTAD. Quito. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43800.pdf>
- Bravo, H., y Rodríguez, R. (2021). Evaluación de la relación entre la diversidad de aves y la estructura vegetal en fincas agroforestales de cultivo de cacao en la provincia de Los Ríos, Cantón Quevedo, Ecuador. http://201.159.223.2/bitstream/123456789/3429/1/BRAVO_SOLORZANO_2022.pdf
- BirdLife Internacional. (2018). *El estado de conservación de las aves del mundo: Tomando el pulso de nuestro planeta* (T. Allinson, E. Vovk, I. Burfield, S. Butchart, A. Dale, y M. Heath, Eds.). BirdLife Internacional. http://datazone.birdlife.org/userfiles/docs/SOWB2018_es.pdf
- Cárdenas, G., Harvey, C. A., Ibrahim, M., y Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas, 10*, 39-40. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6080/Diversidad_y_riqueza_de_aves.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Caldas, R. F. (2013). Entre la agricultura convencional y la agroecología el caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12482/CaldasMejiaRobertoFelipe2013.pdf?sequence=3>
- Castillo, P. (2013). Insectos plagas y sus enemigos naturales en el cultivo de *Theobroma cacao* L. (cacao) en los valles de Tumbes y Zarumilla – Peru. Universidad Nacional de Tumbes.

Revista Manglar, 10(1): 3-16. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2013.002>

Carrasco, L. (2021). Efectos de la estructura del hábitat y el uso del suelo sobre la diversidad de las aves para establecer el estado de conservación de la Reserva Ecológica Mache Chindul, provincia de Esmeraldas, Ecuador [UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA].

[http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/3659/1/CARRASCO CAMACHO LUIS ENRIQUE.pdf](http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/3659/1/CARRASCO_CAMACHO_LUIS_ENRIQUE.pdf)

Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., y Díaz-Echeverría, V. (2016). Environmental services from tropical agroforestry systems. *Revista Chapingo*, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente, 22(3), 269–284. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>

Cejuela, K., Fuentes, J., Estoloso, M., y Amerol, Z. (2015). Bird Diversity and Structure in Different Land-Use Types in Lowland SouthCentral Mindanao, Philippines. *Tropical Life Sciences R*, 26(2), 85–103. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4729410/>

Chettibi, F., Khelifa, R., Aberkane, M., Bouslama, Z., y Houhamdi, M. (2013). Diurnal activity budget and breeding ecology of the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* at Lake Tonga (North-east Algeria). *Zoology and Ecology*, 23(3), 183–190. <https://doi.org/10.1080/21658005.2013.817516>

Chao, A., y Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533–2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>

Clarke, K. R. y Warwick, R. M. (2001). Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. (2da ed.). Plymouth, U.K. PRIMER-E, Ltd, 172 pp.

Corella, M. F. (2016). Agroforestería y biodiversidad: La importancia de los sistemas agroforestales en la conservación de especies. *Repertorio Científico*, 19(1), 1–4. Recuperado a partir de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2526>

Collard, S., Le Brocque, A., y Zammit, C. (2009). Bird assemblages in fragmented agricultural landscapes: The role of small brigalow remnants and adjoining land uses. *Biodiversity and Conservation*, 18(6), 1649–1670. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9548-4>

Cook, R. N., Ramírez-Parada, T., Browne, L., Ellis, M., y Karubian, J. (2020). Environmental correlates of richness, community composition, and functional traits of terrestrial birds and

- mammals in a fragmented tropical landscape. *Landscape Ecology*, 35, 2825-2841. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01123-4>
- Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y cultura*, 52, 53–56. <https://www.redalyc.org/pdf/294/29405209.pdf>
- Filloy, J., Zurita, G. A., Corbelli, J. M., y Bellocq, M. I. (2010). On the similarity among bird communities: Testing the influence of distance and land use. *Acta Oecologica*, 36(3), 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.02.007>
- Freile, J., y Poveda, C. (2019). *Aves del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/home>
- GAD El Rosario. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Parroquia el Rosario. http://app.sni.gob.ec/sinlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/11160034570001_PDOT_GAD_EL_ROSARIO_2015_-_2020_24-06-2016_18-19-34.pdf
- Garbach, K., Mart, A., y Declerck, F. (2010). The Importance of Management: Contributions of Live Fences to Maintaining Bird Diversity in Agricultural Landscapes. *Mesoamericana*, 14(3), 53–66. <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/mesoamericana/article/view/931>
- García-Núñez, R. M., Romero-Díaz, C., Ugalde-Lezama, S., y Tinoco-Rueda, J. Á. (2020). Vegetación y estructura del hábitat que determina la dieta de aves insectívoras en sistemas agroforestales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 853–864. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2466>
- Greenberg, R., Bichier, P., Angon, A. C., MacVean, C., Perez, R., y Cano, E. (2000). The Impact of Avian Insectivory on Arthropods and Leaf Damage in Some Guatemalan Coffee Plantations. *Ecology*, 81(6), 1750–1755. <https://doi.org/10.2307/177321>
- Hammer, Ø, Harper, David AT, Ryan PD. (2001) Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1). http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hernández, C. (2020). Conservation of avifauna through certified agroforestry systems: a systematic review (Vol. 1) [Pontificia Universidad Javeriana]. [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/52585/Trabajo de Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/52585/Trabajo_de_Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- INEC, (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), p, 1-49. Obtenido de.

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf

InfoStat (2008). InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=37>

Kloch, N. D., Cardona, N. U., y Galvis, M. A. E. (2016). Diversidad de Aves y su Relación con las Características de la Vegetación en Cafetales Agroforestales de la Sierra Nevada de Santa Marta (Departamento del Cesar- Colombia). Javeriana.Edu. Co, 1–36. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/19540/DiazKlochNicolas2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ladines, G. (2022). Diversidad de aves insectívoras en los estratos de plantaciones de *Theobroma cacao* l. “cacao blanco”, *La Quemazón – Morropón, Piura – Perú*, 1-62. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3657/BIOL-LAD-ARE-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lindwedel, A. (2022). Evaluación de los requerimientos ecológicos de la comunidad de aves asociada a diferentes tipos de cobertura, como una contribución para la conectividad funcional en el corredor Biológico Interurbano *El Achiote de Grecia, Alajuela*. Universidad Nacional (Costa Rica). <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/23741/Informe%20Escrito%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López-Muñoz, E. C., Enríquez, P. L., Saldaña-Vázquez, R. A., Hernández-Morales, F., y Vandame, R. (2022). Diversidad avifaunística y gremios tróficos en tres condiciones diferentes de cobertura vegetal selvática, al sureste de Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 38, 1–36. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812434>

Magurrán, A. (1989). Diversidad ecológica y su medición (Vedra). https://indaga.ual.es/permalink/34CBUA_UAL/1fi96lk/alma991000195339704991

Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades naturales. Publicación del Instituto Biología Aplicada. Barcelona, (9), 5-27. <http://hdl.handle.net/10261/165981>

MacArthur, R. H., y MacArthur, J. W. (1961). On bird species diversity. *Ecology*, 42(3), 594-598. <https://doi.org/10.2307/1932254>

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (A. Melic (ed.); CYTED, ORC). M&T–Manuales y Tesis SEA, 1, 1-84.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S003477442001000300090&script=sci_arttext&tlng=en

Mosquera-Losada, M. R., Moreno, G., Santiago-Freijanes, J. J., Ferreiro-Domínguez, N., y Rigueiro-Rodríguez, y A. (2015). Sistemas agroforestales y PAC. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM%5CPDF_AM_Ambienta_2015_112_completa.pdf#page=112

Naoki, K., Isabel Gómez, M., y Schneider, M. (2017). Selection of different cacao (*Theobroma cacao*, *Malvaceae*) production systems by birds in Alto Beni, Bolivia - a cafeteria experiment in the field. *Ecología En Bolivia* 52(2), 100–115. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S160525282017000200005&script=sci_abstract&tlng=en

Oksanen, A. J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., Hara, R. B. O., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., y Szoecs, E. (2020). Package ‘vegan’. En *Community Ecology Package*.

Pinto, D., Ruiz, F., García, J., Romero, J., Pabón, M., Cuellar, Y., y Sosa, M. (2021). Diversidad de aves en el sistema agroforestal de cacao en Yopal, Casanare. In *Producción agrícola de la Orinoquía colombiana: investigación aplicada* p. 77.

Ramos, C., Barbosa, S., Cuenca, N., Cuta, J., Espinosa, A., Higuera, A., Igua, J., Pulido, K., y Ruiz, C. (2020). Aves asociadas a cafetales en el Valle de Tenza Panorama y recomendaciones para asegurar la prestación de servicios ecosistémicos brindados por las aves. In *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Editorial UPTC*, 154

Ralph, J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D. y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany, CA. Forest Service, 46 p. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-159>

Raikow, R. J. (1982). Monophyly of the Passeriformes: test of a phylogenetic hypothesis. *The Auk*, 99(3), 431-445. <https://doi.org/10.1093/auk/99.3.431>

Ramírez, O. (2016). Análisis multivariante. Obtenido de RPubs: <https://rpubs.com/osoramirez/221493>

Rengel, J., Enríquez, P., González, M., Macías, C., Castillejos, E., González, Pa., Martínez, J., y Vidal, R. (2013). Diversidad de Aves: un análisis espacial. *La Biodiversidad En Chiapas: Estudio de Estado*. Vol II, January, 329–337. <https://doi.org/10.13140/2.1.2834.6888>

- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ridgely, R., y Greenfield, P. (2006). *Aves del Ecuador: Guía de campo (Volúmen II)*. Fundacion de Conservación Jocotoco.
- Ruiz, S. B., y Espinoza, N. (1992). Sistemas agroforestales. *Ciencia & Investigación Forestal*, 6(2), 281-293. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.1992.174>
- Rüdiger, J., Walde, J., Tasser, E., Frühauf, J., Teufelbauer, N., y Tappeiner, U. (2015). Biodiversity in cultural landscapes: influence of land use intensity on bird assemblages. *Landscape Ecology*, 30(10), 1851–1863. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0215-3>
- Santos, T., y Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies: *Ecosistemas*, 15(2). Recuperado a partir de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>
- Sánchez F. y Vera, E. (2017). Evaluación agronómica de dos sistemas agroforestales, con base cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*), en Guamag –Yacu cantón Echeandía, provincia Bolívar. Universidad de Bolívar, Ecuador. <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1952>
- Salinas, A. M. (2010). El papel de los agroecosistemas y bosques en la conservación de aves dentro de corredores biológicos. *Mesoamericana*, 14(3), 35-51. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/mesoamericana/article/view/929/792>
- Torres, E., Torres, A., y Sánchez, A. (2018). Agro-ecosistemas tradicionales con cacao: Análisis de casos de pequeños productores en Los Ríos, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 7(2), 83–95. <https://www.uea.edu.ec/revistas/index.php/racyt/article/view/96/100>
- Valdez Marroquín, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., y Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Vaca, L. A. P., Velázquez, I. R. A., y Ponce., W. P. P. (2018). El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(1), 116–129. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/300>

- Van Bael, S. A., Bichier, P., Ochoa, I., y Greenberg, R. (2007). Bird diversity in cacao farms and forest fragments of western Panama. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), 2245–2256. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9193-3>
- Verga, E., Peluc, S., Landi, M., y Galetto, L. (2018). Efecto de la fragmentación del bosque sobre las fuentes potenciales de alimento para aves en Córdoba. *Ecología Austral*, 28, 339–352. <https://doi.org/10.25260/ea.18.28.2.0.429>
- Villa, G. J. C., Betancourt, J. A. M., y Bedoya-Álvarez, M. L. (2008). Aportes de una plantación forestal mixta a la conservación de la avifauna en el cañón del río Cauca, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 61(1), 4358-4365
- Wenny, D. G., DeVault, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Sekercioglu, C. H., Tomback, D. F., y Whelan, C. J. (2011). Perspectives in ornithology the need to quantify ecosystem services provided by birds. *Auk*, 128(1), 1–14. <https://doi.org/10.1525/auk.2011.10248>
- Xenocanto. (2022). Xeno-canto: Compartiendo cantos de aves de todo el mundo. Xenocanto Website. <https://www.xeno-canto.org/>
- Xu, X., Xie, Y., Qi, K., Luo, Z., y Wang, X. (2018). Detecting the response of bird communities and biodiversity to habitat loss and fragmentation due to urbanization. *Science of the Total Environment*, 624, 1561-1576. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.143>
- Zaccagnini, M. E., Thompson, J. J., Bernardos, J., Calamari, N., Goijman, A., y Canavelli, S. (2011). Riqueza, ocupación y roles funcionales potenciales de las aves en relación a los usos de la tierra y la productividad de los agroecosistemas: un ejemplo en la ecorregión pampeana. *Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas, y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Ediciones INTA, 185-219

11. Anexos

Anexo 1. Muestreo realizado, puntos de conteo de radio fijo y grabaciones de los cantos de las aves

Observación de las aves en los puntos de conteo con binoculares



Registro auditivo con la grabadora Marantz



Anexo 2. Ejemplo de aves observadas en la presente investigación



a) *Rupornis magnirostris*



b) *Momotus subrufescens*



c) *Trogon caligatus concinnus*



d) *Ortalis erythroptera*



e) *Icterus mesomelas*



f) *Piaya cayana*



g) *Dryocopus lineatus*



h) *Coragyps atratus*



i) *Grallaria watkinsi*



j) *Crotophaga sulcirostris*



k) *Sicalis flaveola*

Anexo 3. Número de especies por familia del sistema Agroforestal y Convencional de cacao.

Tabla 3. Resultados de especies por familia en el sistema agroforestal y convencional de cacao.

| Sistema Agroforestal | | Sistema Convencional | | |
|----------------------|--|-----------------------------|--|---------------------|
| Familia | Especie (nombre científico) | Familia | Especie (nombre científico) | (nombre científico) |
| Accipitridae | <i>Elanoides forficatus</i> | Accipitridae | <i>Elanoides forficatus</i> | |
| | <i>Pseudastur occidentalis</i> | | <i>Pseudastur occidentalis</i> | |
| | <i>Rupornis magnirostris</i> | | <i>Rupornis magnirostris</i> | |
| Cardinalidae | <i>Pheucticus chrysogaster</i> | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | |
| | <i>Piranga flava</i> | Cerylidae | <i>Megaceryle torquata</i> | |
| Columbidae | <i>Columbina buckleyi</i> | Columbidae | <i>Columbina buckleyi</i> | |
| | <i>Geotrygon montana</i> | | <i>Columbina cruziana</i> | |
| | <i>Leptotila verreauxi</i> | | <i>Geotrygon montana</i> | |
| | <i>Zenaida auriculata</i> | | <i>Leptotila verreauxi</i> | |
| Cracidae | <i>Ortalis erythroptera</i> | | <i>Zenaida auriculata</i> | |
| Cuculidae | <i>Piaya cayana</i> | Cracidae | <i>Ortalis erythroptera</i> | |
| Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Cuculidae | <i>Coccyzus minuta</i> | |
| Fringillidae | <i>Euphonia xanthogaster</i> | | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | |
| Furnariidae | <i>Campylorhamphus trochilirostris</i> | | <i>Piaya cayana</i> | |
| | <i>Dendrocincla fuliginosa</i> | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | |
| | <i>Furnarius leucopus</i> | Furnariidae | <i>Campylorhamphus trochilirostris</i> | |
| | <i>Synallaxis azarae</i> | | <i>Furnarius leucopus</i> | |
| Grallariidae | <i>Grallaria ruficapilla</i> | Grallariidae | <i>Grallaria ruficapilla</i> | |
| | <i>Grallaria watkinsi</i> | | <i>Grallaria watkinsi</i> | |
| Icteridae | <i>Cacicus cela</i> | Hirundinidae | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | |
| | <i>Dives waczewiczi</i> | Icteridae | <i>Cacicus cela</i> | |
| | <i>Icterus graceanae</i> | | <i>Dives waczewiczi</i> | |
| | <i>Icterus mesomelas</i> | | <i>Icterus graceanae</i> | |
| Melanopareidae | <i>Melanopareia elegans</i> | | <i>Icterus mesomelas</i> | |
| Momotidae | <i>Momotus subrufescens</i> | | <i>Leistes bellicosus</i> | |
| Parulidae | <i>Myiothlypis fraseri</i> | | <i>Molothrus bonariensis</i> | |
| Passerellidae | <i>Arremon assimilis</i> | Mimidae | <i>Mimus longicaudatus</i> | |
| Picidae | <i>Campephilus गयाquilensis</i> | | <i>Momotidae</i> | |
| | <i>Colaptes rubiginosus</i> | <i>Momotus subrufescens</i> | | |
| | <i>Dryocopus lineatus</i> | Parulidae | <i>Myiothlypis fraseri</i> | |
| Poliptilidae | <i>Poliptila bilineata</i> | Passerellidae | <i>Arremon aurantirostris</i> | |
| Psittacidae | <i>Forpus coelestis</i> | Picidae | <i>Colaptes rubiginosus</i> | |

| | | | |
|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| | <i>Pionus chalcopterus</i> | | <i>Dryocopus lineatus</i> |
| | <i>Psittacara erythrogenys</i> | Psittacidae | <i>Forpus coelestis</i> |
| Ramphastida | <i>Pteroglossus torquatus</i> | Thraupida | <i>Asemospiza obscura</i> |
| e | <i>Thamnophilidae</i> | e | <i>Ramphocelus flammigerus</i> |
| | <i>Taraba major</i> | | <i>Saltator maximus</i> |
| | <i>Thamnophilus atrinucha</i> | | <i>Sicalis flaveola</i> |
| Thraupidae | <i>Coereba flaveola</i> | | <i>Sporophila corvina</i> |
| | <i>Ramphocelus flammigerus</i> | | <i>Thraupis episcopus</i> |
| | <i>Saltator maximus</i> | Trochilida | <i>Agelaiocercus coelestis</i> |
| | <i>Sicalis flaveola</i> | e | <i>Amazilia tzacatl</i> |
| | <i>Tangara arthus</i> | | <i>Amazilia amazilia</i> |
| | <i>Tangara icterocephala</i> | | <i>Colibri delphinae</i> |
| | <i>Thraupis episcopus</i> | | <i>Lesbia nuna</i> |
| Tinamidae | <i>Crypturellus soui</i> | | <i>Ocreatus underwoodii</i> |
| Tityridae | <i>Pachyramphus albogriseus</i> | Troglodytidae | <i>Campylorhynchus fasciatus</i> |
| | <i>Pachyramphus homochrous</i> | | <i>Troglodytes aedon</i> |
| Trochilidae | <i>Colibri delphinae</i> | Trogonidae | <i>Trogon caligatus concinnus</i> |
| | <i>Florisuga mellivora</i> | e | |
| | <i>Lesbia nuna</i> | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> |
| | <i>Ocreatus underwoodii</i> | | <i>Turdus maculirostris</i> |
| | <i>Phaethornis griseogularis</i> | Tyrannidae | <i>Camptostoma obsoletum</i> |
| | <i>Phaethornis longirostris</i> | e | <i>Sayornis nigricans</i> |
| | <i>Uranomitra franciae</i> | Vireonidae | <i>Cyclarhis gujanensis</i> |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus fasciatus</i> | | |
| e | <i>Pheugopedius sclateri</i> | | |
| | <i>Troglodytes aedon</i> | | |
| Trogonidae | <i>Trogon caligatus concinnus</i> | | |
| | <i>Trogon collaris</i> | | |
| Turdidae | <i>Turdus maculirostris</i> | | |
| Tyrannidae | <i>Camptostoma obsoletum</i> | | |
| | <i>Megarynchus pitangua</i> | | |
| | <i>Myiobius sulphureipygius</i> | | |
| | <i>Myiozetetes similis</i> | | |
| | <i>Sayornis nigricans</i> | | |
| | <i>Todirostrum cinereum</i> | | |
| | <i>Tolmomyias sulphurescens</i> | | |
| | <i>Tyrannus melancholicus</i> | | |
| Vireonidae | <i>Cyclarhis gujanensis</i> | | |
| | <i>Pachysylvia decurtata</i> | | |

Anexo 4. Número de individuos por especie y abundancia relativa del sistema agroforestal de cacao.

Tabla 4. Resultados de la abundancia obtenida en el sistema agroforestal de cacao y promedio de especies observadas por muestreo (punto de conteo, 10 min)

| Sistema Agroforestal de cacao | | | | |
|--|----------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Especies científico) | (nombre | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (%) | Promedio |
| <i>Arremon assimilis</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Cacicus cela</i> | | 17 | 1.88 | 4,25 |
| <i>Campephilus gayaquilensis</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Camptostoma obsoletum</i> | | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Campylorhamphus trochilirostris</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Campylorhynchus fasciatus</i> | | 28 | 3.09 | 3,11 |
| <i>Coereba flaveola</i> | | 20 | 2.21 | 4,44 |
| <i>Colaptes rubiginosus</i> | | 6 | 0.66 | 2,00 |
| <i>Colibri delphinae</i> | | 3 | 0.33 | 1,50 |
| <i>Columbina buckleyi</i> | | 3 | 0.33 | 3,00 |
| <i>Crypturellus soui</i> | | 2 | 0.22 | 2,00 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | | 4 | 0.44 | 2,67 |
| <i>Dendrocicla fuliginosa</i> | | 18 | 1.99 | 3,00 |
| <i>Dives warczewiczi</i> | | 4 | 0.44 | 2,67 |
| <i>Dryocopus lineatus</i> | | 9 | 0.99 | 2,00 |
| <i>Elanoides forficatus</i> | | 12 | 1.32 | 3,43 |
| <i>Euphonia xanthogaster</i> | | 14 | 1.55 | 5,60 |
| <i>Florisuga mellivora</i> | | 4 | 0.44 | 1,60 |
| <i>Forpus coelestis</i> | | 7 | 0.77 | 4,67 |
| <i>Furnarius leucopus</i> | | 25 | 2.76 | 2,38 |
| <i>Geotrygon montana</i> | | 3 | 0.33 | 1,50 |
| <i>Grallaria ruficapilla</i> | | 7 | 0.77 | 1,75 |
| <i>Grallaria watkinsi</i> | | 21 | 2.32 | 2,33 |
| <i>Icterus graceannae</i> | | 40 | 4.42 | 5,33 |
| <i>Icterus mesomelas</i> | | 80 | 8.83 | 6,40 |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | | 48 | 5.3 | 6,86 |
| <i>Lesbia nuna</i> | | 4 | 0.44 | 2,00 |
| <i>Megarynchus pitangua</i> | | 11 | 1.21 | 2,20 |
| <i>Melanopareia elegans</i> | | 5 | 0.55 | 2,50 |
| <i>Momotus subrufescens</i> | | 47 | 5.19 | 4,27 |

| | | | |
|-----------------------------------|-----|-------|------|
| <i>Myiobius sulphureipygius</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Myiothlypis fraseri</i> | 7 | 0.77 | 1,75 |
| <i>Myiozetetes similis</i> | 5 | 0.55 | 3,33 |
| <i>Ocreatus underwoodii</i> | 9 | 0.99 | 2,00 |
| <i>Ortalis erythroptera</i> | 124 | 13.69 | 5,90 |
| <i>Pachyramphus albogriseus</i> | 6 | 0.66 | 1,71 |
| <i>Pachyramphus homochrous</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Pachysylvia decurtata</i> | 19 | 2.1 | 5,43 |
| <i>Phaethornis griseogularis</i> | 6 | 0.66 | 1,71 |
| <i>Phaethornis longirostris</i> | 4 | 0.44 | 1,60 |
| <i>Pheucticus chrysogaster</i> | 7 | 0.77 | 2,33 |
| <i>Pheugopedius sclateri</i> | 10 | 1.1 | 4,00 |
| <i>Piaya cayana</i> | 30 | 3.31 | 5,45 |
| <i>Pionus chalcopterus</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Piranga flava</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Polioptila bilineata</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Pseudastur occidentalis</i> | 3 | 0.33 | 1,50 |
| <i>Psittacara erythrogenys</i> | 4 | 0.44 | 4,00 |
| <i>Pteroglossus torquatus</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Ramphocelus flammigerus</i> | 30 | 3.31 | 5,00 |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Saltator maximus</i> | 13 | 1.43 | 3,25 |
| <i>Sayornis nigricans</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Sicalis flaveola</i> | 32 | 3.53 | 4,92 |
| <i>Synallaxis azarae</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Tangara arthus</i> | 6 | 0.66 | 4,00 |
| <i>Tangara icterocephala</i> | 7 | 0.77 | 4,67 |
| <i>Taraba major</i> | 8 | 0.88 | 2,29 |
| <i>Thamnophilus atrinucha</i> | 2 | 0.22 | 1,33 |
| <i>Thraupis episcopus</i> | 56 | 6.18 | 6,22 |
| <i>Todirostrum cinereum</i> | 5 | 0.55 | 2,00 |
| <i>Tolmomyias sulphurescens</i> | 2 | 0.22 | 1,33 |
| <i>Troglodytes aedon</i> | 9 | 0.99 | 2,57 |
| <i>Trogon caligatus concinnus</i> | 4 | 0.44 | 1,60 |
| <i>Trogon collaris</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Turdus maculirostris</i> | 2 | 0.22 | 1,33 |
| <i>Tyrannus melancholicus</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Uranomitra franciae</i> | 2 | 0.22 | 2,00 |

| | | | |
|---|-----|------|-------|
| <i>Zenaida auriculata</i> | 26 | 2.87 | 5,20 |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| Total, Sistema Agroforestal (abundancia) | 906 | 100 | 29,70 |

Anexo 5. Número de individuos por especie y abundancia relativa del sistema convencional de cacao.

Tabla 5. Resultados de la abundancia obtenida en el sistema convencional de cacao y promedio de especies observadas por muestreo (punto de conteo, 10 min)

| Sistema convencional de producción | | | | |
|---|----------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|
| Especies científico) | (nombre | Abundancia absoluta | Abundancia relativa (%) | Prom edio |
| <i>Aglaiocercus coelestis</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Amazilia tzacatl</i> | | 11 | 1.2 | 2,75 |
| <i>Amazilia amazilia</i> | | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Arremon aurantirostris</i> | | 19 | 2.08 | 4,22 |
| <i>Asemospiza obscura</i> | | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Cacicus cela</i> | | 16 | 1.75 | 4,57 |
| <i>Camptostoma obsoletum</i> | | 2 | 0.22 | 2,00 |
| <i>Campylorhamphus trochilirostris</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Campylorhynchus fasciatus</i> | | 40 | 4.38 | 4,71 |
| <i>Coccyzua minuta</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Colaptes rubiginosus</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Colibri delphinae</i> | | 2 | 0.22 | 1,33 |
| <i>Columbina buckleyi</i> | | 27 | 2.96 | 6,00 |
| <i>Columbina cruziana</i> | | 15 | 1.64 | 6,00 |
| <i>Coragyps atratus</i> | | 22 | 2.41 | 3,38 |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | | 70 | 7.67 | 9,33 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | | 2 | 0.22 | 2,00 |
| <i>Dives waczewiczi</i> | | 21 | 2.3 | 4,67 |
| <i>Dryocopus lineatus</i> | | 4 | 0.44 | 1,60 |
| <i>Elanoides forficatus</i> | | 64 | 7.01 | 4,92 |
| <i>Forpus coelestis</i> | | 14 | 1.53 | 7,00 |
| <i>Furnarius leucopus</i> | | 20 | 2.19 | 2,67 |
| <i>Geotrygon montana</i> | | 2 | 0.22 | 1,33 |
| <i>Grallaria ruficapilla</i> | | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Grallaria watkinsi</i> | | 13 | 1.42 | 1,86 |
| <i>Icterus graceannae</i> | | 17 | 1.86 | 3,09 |
| <i>Icterus mesomelas</i> | | 16 | 1.75 | 5,33 |
| <i>Leistes bellicosus</i> | | 2 | 0.22 | 2,00 |

| | | | |
|----------------------------------|------------|------------|--------------|
| <i>Leptotila verreauxi</i> | 143 | 15.66 | 7,94 |
| <i>Lesbia nuna</i> | 2 | 0.22 | 1,33 |
| <i>Megaceryle torquata</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Mimus longicaudatus</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Molothrus bonariensis</i> | 44 | 4.82 | 8,00 |
| <i>Momotus subrufescens</i> | 15 | 1.64 | 3,33 |
| <i>Myiothlypis fraseri</i> | 7 | 0.77 | 1,75 |
| <i>Ocreatus underwoodii</i> | 6 | 0.66 | 2,40 |
| <i>Ortalis erythroptera</i> | 91 | 9.97 | 5,35 |
| <i>Piaya cayana</i> | 3 | 0.33 | 3,00 |
| <i>Pseudastur occidentalis</i> | 7 | 0.77 | 1,75 |
| <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Ramphocelus flammigerus</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | 5 | 0.55 | 1,67 |
| <i>Saltator maximus</i> | 28 | 3.07 | 4,31 |
| <i>Sayornis nigricans</i> | 2 | 0.22 | 2,00 |
| <i>Sicalis flaveola</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Sporophila corvina</i> | 20 | 2.19 | 5,00 |
| <i>Thraupis episcopus</i> | 2 | 0.22 | 2,00 |
| <i>Troglodytes aedon</i> | 3 | 0.33 | 2,00 |
| <i>Trogon caligatus</i> | 1 | 0.11 | 1,00 |
| <i>concinus</i> | | | |
| <i>Turdus fuscater</i> | 7 | 0.77 | 2,80 |
| <i>Turdus maculirostris</i> | 36 | 3.94 | 5,14 |
| <i>Zenaida auriculata</i> | 67 | 7.34 | 6,38 |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 5 | 0.55 | 3,33 |
| Total, Sistema | 913 | 100 | 29,93 |
| Convencional (abundancia) | | | |

Anexo 6. Cálculo del Índice de diversidad de Shannon para el sistema agroforestal y convencional de cacao.

Tabla 6. Resultado Índice de Shannon en el sistema agroforestal de cacao.

| Sistema Agroforestal | | | |
|--|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Especies | Número de individuos | PI | PI*L nPI |
| <i>Arremon assimilis</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Cacicus cela</i> | 17 | 0.019 | -0.0746 |
| <i>Campephilus gayaquilensis</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Camptostoma obsoletum</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Campylorhamphus trochilirostris</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Campylorhynchus fasciatus</i> | 28 | 0.031 | -0.1075 |
| <i>Coereba flaveola</i> | 20 | 0.022 | -0.0842 |
| <i>Colaptes rubiginosus</i> | 6 | 0.007 | -0.0332 |

| | | | |
|----------------------------------|-----|-------|---------|
| <i>Colibri delphinae</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Columbina buckleyi</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Crypturellus soui</i> | 2 | 0.002 | -0.0135 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Dendrocincla fuliginosa</i> | 18 | 0.020 | -0.0779 |
| <i>Dives waczewiczi</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Dryocopus lineatus</i> | 9 | 0.010 | -0.0458 |
| <i>Elanoides forficatus</i> | 12 | 0.013 | -0.0573 |
| <i>Euphonia xanthogaster</i> | 14 | 0.015 | -0.0644 |
| <i>Florisuga mellivora</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Forpus coelestis</i> | 7 | 0.008 | -0.0376 |
| <i>Furnarius leucopus</i> | 25 | 0.028 | -0.0991 |
| <i>Geotrygon montana</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Grallaria ruficapilla</i> | 7 | 0.008 | -0.0376 |
| <i>Grallaria watkinsi</i> | 21 | 0.023 | -0.0873 |
| <i>Icterus graceannae</i> | 40 | 0.044 | -0.1378 |
| <i>Icterus mesomelas</i> | 80 | 0.088 | -0.2143 |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | 48 | 0.053 | -0.1556 |
| <i>Lesbia nuna</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Megarynchus pitangua</i> | 11 | 0.012 | -0.0536 |
| <i>Melanopareia elegans</i> | 5 | 0.006 | -0.0287 |
| <i>Momotus subrufescens</i> | 47 | 0.052 | -0.1535 |
| <i>Myiobius sulphureipygius</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Myiothlypis fraseri</i> | 7 | 0.008 | -0.0376 |
| <i>Myiozetetes similis</i> | 5 | 0.006 | -0.0287 |
| <i>Ocreatus underwoodii</i> | 9 | 0.010 | -0.0458 |
| <i>Ortalis erythroptera</i> | 124 | 0.137 | -0.2722 |
| <i>Pachyramphus albogriseus</i> | 6 | 0.007 | -0.0332 |
| <i>Pachyramphus homochrous</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Pachysylvia decurtata</i> | 19 | 0.021 | -0.0810 |
| <i>Phaethornis griseogularis</i> | 6 | 0.007 | -0.0332 |
| <i>Phaethornis longirostris</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Pheucticus chrysogaster</i> | 7 | 0.008 | -0.0376 |
| <i>Pheugopedius sclateri</i> | 10 | 0.011 | -0.0497 |
| <i>Piaya cayana</i> | 30 | 0.033 | -0.1128 |
| <i>Pionus chalcopterus</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Piranga flava</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Polioptila bilineata</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Pseudastur occidentalis</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Psittacara erythrogenys</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Pteroglossus torquatus</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Ramphocelus flammigerus</i> | 30 | 0.033 | -0.1128 |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Saltator maximus</i> | 13 | 0.014 | -0.0609 |
| <i>Sayornis nigricans</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |

| | | | |
|--|-----|-------|------------|
| <i>Sicalis flaveola</i> | 32 | 0.035 | -0.1181 |
| <i>Synallaxis azarae</i> | 3 | 0.003 | -0.0189 |
| <i>Tangara arthus</i> | 6 | 0.007 | -0.0332 |
| <i>Tangara icterocephala</i> | 7 | 0.008 | -0.0376 |
| <i>Taraba major</i> | 8 | 0.009 | -0.0418 |
| <i>Thamnophilus atrinucha</i> | 2 | 0.002 | -0.0135 |
| <i>Thraupis episcopus</i> | 56 | 0.062 | -0.1721 |
| <i>Todirostrum cinereum</i> | 5 | 0.006 | -0.0287 |
| <i>Tolmomyias sulphurescens</i> | 2 | 0.002 | -0.0135 |
| <i>Troglodytes aedon</i> | 9 | 0.010 | -0.0458 |
| <i>Trogon caligatus concinnus</i> | 4 | 0.004 | -0.0239 |
| <i>Trogon collaris</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Turdus maculirostris</i> | 2 | 0.002 | -0.0135 |
| <i>Tyrannus melancholicus</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| <i>Uranomitra franciae</i> | 2 | 0.002 | -0.0135 |
| <i>Zenaida auriculata</i> | 26 | 0.029 | -0.1019 |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 1 | 0.001 | -0.0075 |
| Total, Sistema Agroforestal (abundancia) | 906 | 1.000 | -3.5225 |
| Índice de diversidad de Shannon | | (-) | 3.5 |

Tabla 7. Resultado Índice de Shannon sistema convencional de cacao.

| Sistema convencional | | | | |
|--|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|
| Especies | Número individuos | de | PI | PI*L nPI |
| <i>Aglaiocercus coelestis</i> | 1 | | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Amazilia tzacatl</i> | 11 | | 0.0120 | -0.0532 |
| <i>Amazilia amazilia</i> | 3 | | 0.0033 | -0.0188 |
| <i>Arremon aurantirostris</i> | 19 | | 0.0208 | -0.0806 |
| <i>Asemospiza obscura</i> | 3 | | 0.0033 | -0.0188 |
| <i>Cacicus cela</i> | 16 | | 0.0175 | -0.0709 |
| <i>Camptostoma obsoletum</i> | 2 | | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Campylorhamphus trochilirostris</i> | 1 | | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Campylorhynchus fasciatus</i> | 40 | | 0.0438 | -0.1370 |
| <i>Coccyua minuta</i> | 1 | | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Colaptes rubiginosus</i> | 1 | | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Colibri delphinae</i> | 2 | | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Columbina buckleyi</i> | 27 | | 0.0296 | -0.1041 |
| <i>Columbina cruziana</i> | 15 | | 0.0164 | -0.0675 |
| <i>Coragyps atratus</i> | 22 | | 0.0241 | -0.0898 |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | 70 | | 0.0767 | -0.1969 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | 2 | | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Dives warczewiczi</i> | 21 | | 0.0230 | -0.0868 |
| <i>Dryocopus lineatus</i> | 4 | | 0.0044 | -0.0238 |
| <i>Elanoides forficatus</i> | 64 | | 0.0701 | -0.1863 |

| | | | |
|---|-----|--------|---------|
| <i>Forpus coelestis</i> | 14 | 0.0153 | -0.0641 |
| <i>Furnarius leucopus</i> | 20 | 0.0219 | -0.0837 |
| <i>Geotrygon montana</i> | 2 | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Grallaria ruficapilla</i> | 1 | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Grallaria watkinsi</i> | 13 | 0.0142 | -0.0605 |
| <i>Icterus graceannae</i> | 17 | 0.0186 | -0.0742 |
| <i>Icterus mesomelas</i> | 16 | 0.0175 | -0.0709 |
| <i>Leistes bellicosus</i> | 2 | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | 143 | 0.1566 | -0.2904 |
| <i>Lesbia nuna</i> | 2 | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Megasceryle torquata</i> | 3 | 0.0033 | -0.0188 |
| <i>Mimus longicaudatus</i> | 1 | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Molothrus bonariensis</i> | 44 | 0.0482 | -0.1461 |
| <i>Momotus subrufescens</i> | 15 | 0.0164 | -0.0675 |
| <i>Myiothlypis fraseri</i> | 7 | 0.0077 | -0.0373 |
| <i>Ocreatus underwoodii</i> | 6 | 0.0066 | -0.0330 |
| <i>Ortalis erythroptera</i> | 91 | 0.0997 | -0.2298 |
| <i>Piaya cayana</i> | 3 | 0.0033 | -0.0188 |
| <i>Pseudastur occidentalis</i> | 7 | 0.0077 | -0.0373 |
| <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | 1 | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Ramphocelus flammigerus</i> | 1 | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | 5 | 0.0055 | -0.0285 |
| <i>Saltator maximus</i> | 28 | 0.0307 | -0.1069 |
| <i>Sayornis nigricans</i> | 2 | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Sicalis flaveola</i> | 3 | 0.0033 | -0.0188 |
| <i>Sporophila corvina</i> | 20 | 0.0219 | -0.0837 |
| <i>Thraupis episcopus</i> | 2 | 0.0022 | -0.0134 |
| <i>Troglodytes aedon</i> | 3 | 0.0033 | -0.0188 |
| <i>Trogon caligatus concinnus</i> | 1 | 0.0011 | -0.0075 |
| <i>Turdus fuscater</i> | 7 | 0.0077 | -0.0373 |
| <i>Turdus maculirostris</i> | 36 | 0.0394 | -0.1275 |
| <i>Zenaida auriculata</i> | 67 | 0.0734 | -0.1917 |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 5 | 0.0055 | -0.0285 |
| Total, Sistema Convencional (abundancia) | 913 | 1.0000 | -3.1832 |
| Índice de diversidad de Shannon | | (-) | 3.1 |

Anexo 7. Certificación de traducción del Resumen (Abstract)

Lic. Andrea Sthefanía Carrión Mgs

0984079037

andrea.s.carrion@unl.edu.ec

Loja-Ecuador

Loja, 28 de julio del 2023

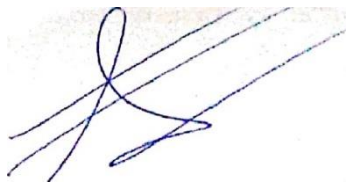
La suscrita, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs, **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR** (registro de la SENESCYT número: 1008-12-1124463d, **ÁREA DE INGLÉS-UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA:

Que la traducción del resumen del documento adjunto, solicitado por el señor: Andrés David Maldonado Rojas con cédula de ciudadanía No. 1150103727, cuyo tema de investigación se titula: **“Relaciones entre la diversidad de aves y los sistemas agroforestales y convencionales de cacao de la parroquia el Rosario, Cantón Chaguarpamba”** ha sido realizado y aprobado por mi persona, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs. Docente de Educación Superior en la enseñanza del inglés como lengua extranjera.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.



Andrea Sthefanía Carrión Fernández. Mgs.

English Professor