



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TEMA: “DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE
AVIFAUNA EN UN BOSQUE RIPARIO DE LA
SUBCUENCA ALTA DEL RÍO TOMBAMBA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

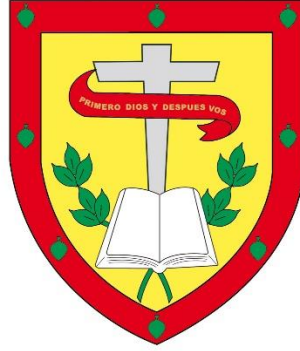
AUTOR: BYRON ISMAEL CORONEL ARCENTALES

DIRECTOR: ING. AUGUSTO POLIBIO MARTÍNEZ VEGA

CUENCA - ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVIFAUNA EN UN
BOSQUE RIPARIO DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO
TOMEBAMBA”

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR: BYRON ISMAEL CORONEL ARCENTALES

DIRECTOR: ING. AUGUSTO POLIBIO MARTÍNEZ VEGA

CUENCA - ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Yo Byron Ismael Coronel Arcentales portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0104966502. Declaro ser el autor de la obra: "Determinación de la biodiversidad de avifauna en un bosque ripario de la subcuenca alta del río Tomebamba", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 29 de Diciembre de 2021

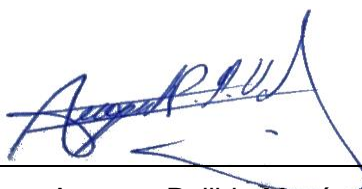
F: Byron Coronel

Byron Ismael Coronel Arcentales

0104966502

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado “Determinación de la biodiversidad de avifauna en un bosque ripario de la subcuenca alta del río Tomebamba” fue desarrollado por el señor Byron Ismael Coronel Arcentales, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Augusto Polibio Martínez V.", is written over a horizontal line.

Ing. Augusto Polibio Martínez V.

DIRECTOR

DEDICATORIA

Esto va para mi Mamá y mi Papá porque sin el sacrificio de ellos nunca habría podido llegar hasta aquí; también a mi hermano y a mi hermana por apoyarme y aconsejarme en las etapas difíciles del estudio.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen Auxiliadora por darme vida, salud y cuidar de mi familia; a mis padres Augusto y Victoria por un techo y el pan a mi mesa todos los días, siempre con su apoyo incondicional para darme los estudios, a mi hermana Jessy y mi hermano Edy por su ayuda para estudiar y hacer maquetas a pesar de estar ocupados; a mi Director de Tesis Ing. Augusto Polibio Martínez Vega por creer en mí y confiar en mi proyecto; a mi Co-tutora Blga. Paula Cordero Cueva por todas las ideas que me aportó para sacar adelante este tema, y finalmente, a todos los profes de la carrera de Ingeniería Ambiental por el esfuerzo diario que hacen para transmitir todos sus conocimientos y así formar buenos profesionales.

RESUMEN

Las aves cumplen con servicios ecológicos trascendentales, como por ejemplo: la dispersión de semillas, el control de plagas, la polinización manteniendo vivas las áreas verdes, además de servicios culturales inspirando el sentido de pertenencia para con la naturaleza. Profesionales que estudian la ornitología exponen criterios de equilibrio ecosistémico amparados en una red natural que engloba hábitat y medio ambiente, este ensayo se centra en la estimación de la abundancia y riqueza de aves en la subcuenca alta del río Tomebamba, ya que es de preponderancia para el tránsito de avifauna, realizando el muestreo con técnicas de censo convencionales, cuyo resultado ha expuesto la identificación de 67 especies a lo largo de 4 km que tiene el área de estudio, existiendo mayor diversidad en donde hay mejor integridad de vegetación. Con los datos recopilados en las fichas de registro, se procedió a determinar los Índices de Diversidad Biológica de toda la zona de monitoreo, teniendo, para el Índice de Simpson un valor de 0,9214; para el Índice de Shannon el 3,063; el Índice de Margalef mostró el 8,221 y el Índice de Pielou dio el 0,7284. En el Coeficiente de Jaccard se compararon las tres estaciones planteadas, de acuerdo a la técnica de muestreo utilizado, mostrándose que, en el método de búsqueda intensiva, entre la zona 2 y 3, existe la mejor similitud con el 64,1%; por último, el Índice de Sorenson, para trayectos en franja, indica una semejanza del 86% de sus dos recorridos, siendo el valor más alto en comparación con las otras técnicas censales.

Palabras clave: ornitología, ecosistema, diversidad, conservación

ABSTRACT

Birds provide transcendental ecological services, such as seed dispersal, pest control, pollination keeping green areas alive, as well as cultural services inspiring a sense of belonging to nature. Professionals who study ornithology expose criteria of ecosystemmic balance covered in a natural network that encompasses habitat and environment, this essay focuses on estimating the abundance and richness of birds in the upper su-basin of the Tomebamba River, as it is of preponderance for the transit of avifauna, sampling with conventional census techniques, whose result has exposed the identification of 67 species along 4 km that has the study area, with greater diversity where there is better integrity of vegetation. With the data collected in the registry cards, the Biological Diversity Indexes were determined for the entire monitoring zone, with a value of 0.9214 for Simpson's Index, 3.063 for Shannon's Index, 8.221 for Margalef's Index, and 0.7284 for Pielou's Index. In the Jaccard Coefficient, the three stations were compared, according to the census technique used, showing that, in the intensive search method, between zone 2 and 3, there is the best similarity with 64.1%; finally, the Sorenson Index, for strip routes, indicates a similarity of 86% of its two routes, being the highest value in comparison with the other census techniques.

Keywords: ornithology, ecosystem, diversity, conservation

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|---------------|
| DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD | i |
| CERTIFICACIÓN | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| LISTA DE TABLAS | xiii |
| LISTA DE ANEXOS | xv |
| CAPÍTULO I | - 1 - |
| 1. INTRODUCCIÓN | - 1 - |
| 1.1 Objetivos | - 3 - |
| 1.1.1 Objetivo general. | - 3 - |
| 1.1.2 Objetivos específicos. | - 3 - |
| CAPÍTULO II | - 3 - |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | - 3 - |
| 2.1 Avifauna | - 3 - |
| 2.1.1 EBird. | - 3 - |
| 2.1.2 Clasificación y morfología de las aves. | - 3 - |
| a. Especies generalistas. | - 3 - |
| b. Especies especialistas. | - 4 - |
| 2.1.3 Aves del Ecuador. | - 4 - |
| 2.1.4 Aves del cantón Cuenca. | - 4 - |
| 2.1.5 Aves del Parque Nacional Cajas. | - 4 - |
| a. Especies en peligro de extinción. | - 4 - |
| 2.2 Métodos para monitoreo de aves | - 5 - |
| 2.2.1 Época para registro. | - 5 - |
| 2.2.2 Método de conteo por puntos. | - 5 - |
| 2.2.3 Método de búsqueda intensiva. | - 6 - |
| 2.2.4 Método de trayecto en franja. | - 7 - |
| 2.3 Fototrampeo | - 7 - |
| 2.3.1 Métodos directos no invasivos. | - 7 - |
| 2.3.2 Tipos de cámaras trampa. | - 8 - |
| 2.3.3 Probabilidad de captura. | - 9 - |
| 2.3.4 Ventajas y desventajas de las cámaras trampa. | - 9 - |
| 2.3.5 El diseño de muestreo. | - 10 - |
| 2.4 Diversidad biológica | - 10 - |
| 2.4.1 Riqueza de especies. | - 10 - |

| | | | |
|---------------------|--|-------|---------------|
| 2.4.2 | Abundancia relativa de especies. | _____ | - 10 - |
| 2.4.3 | Diversidad alfa. | _____ | - 10 - |
| 2.4.4 | Índices de riqueza de especies. | _____ | - 10 - |
| | a. Riqueza específica. | _____ | - 10 - |
| | b. Índice de diversidad de Margalef. | _____ | - 11 - |
| 2.4.5 | Índices basados en la abundancia proporcional de especies. | _____ | - 11 - |
| | a. Diversidad de Shannon. | _____ | - 11 - |
| | b. Uniformidad de Pielou. | _____ | - 11 - |
| | c. Diversidad y Uniformidad de Simpson. | _____ | - 11 - |
| 2.4.6 | Diversidad beta. | _____ | - 11 - |
| 2.4.7 | Índices de similitud/disimilitud. | _____ | - 11 - |
| | a. Índice de Sorenson (cualitativo). | _____ | - 11 - |
| 2.4.8 | Curva de acumulación de especies. | _____ | - 11 - |
| 2.4.9 | Estimadores no paramétricos. | _____ | - 12 - |
| | a. Chao 1. | _____ | - 12 - |
| | b. ACE. | _____ | - 12 - |
| 2.5 | Ecosistema ripario alto andino | _____ | - 12 - |
| | 2.5.1 Bosque de ribera. | _____ | - 13 - |
| | 2.5.2 Biocorredor. | _____ | - 13 - |
| 2.6 | Programas estadísticos | _____ | - 13 - |
| | 2.6.1 EstimateS. | _____ | - 13 - |
| | 2.6.2 Past paleontological statistics. | _____ | - 13 - |
| | 2.6.3 Modelo de distribución de especies. | _____ | - 13 - |
| CAPÍTULO III | | | - 15 - |
| 3. | MATERIALES, MÉTODOS Y DESARROLLO METODOLÓGICO | _____ | - 15 - |
| 3.1 | Descripción del área de estudio | _____ | - 15 - |
| 3.2 | Ubicación de las estaciones de monitoreo | _____ | - 16 - |
| | 3.2.1 Primera estación. | _____ | - 17 - |
| | 3.2.2 Segunda estación. | _____ | - 18 - |
| | 3.2.3 Tercera estación. | _____ | - 19 - |
| 3.3 | Población | _____ | - 21 - |
| | 3.3.1 Muestra. | _____ | - 21 - |
| | 3.3.2 Tipo de muestreo. | _____ | - 22 - |
| 3.4 | Especificaciones de la cámara trampa utilizada | _____ | - 22 - |
| | 3.4.1 Aspecto. | _____ | - 22 - |
| | 3.4.2 Características y especificaciones. | _____ | - 23 - |
| | 3.4.3 Programación. | _____ | - 24 - |
| | 3.4.4 Operatividad. | _____ | - 24 - |
| | a. Pruebas de funcionamiento del aparato. | _____ | - 24 - |
| | b. Radio de acción de las cámaras. | _____ | - 24 - |
| 3.5 | Trabajo de campo para las cámaras trampa | _____ | - 24 - |
| | 3.5.1 Instalación de las cámaras trampa en el campo. | _____ | - 25 - |
| | 3.5.2 Caracterización de las estaciones. | _____ | - 25 - |
| | 3.5.3 Organización de los datos. | _____ | - 26 - |
| 3.6 | Métodos de identificación de especies | _____ | - 27 - |
| | 3.6.1 Observación directa. | _____ | - 27 - |
| | 3.6.2 Puntos de conteo. | _____ | - 27 - |

| | | |
|--|-------|---------------|
| 3.6.3 Búsqueda intensiva. | _____ | - 30 - |
| 3.6.4 Trayectos en franja. | _____ | - 33 - |
| 3.6.5 Registro auditivo. | _____ | - 34 - |
| 3.6.6 Diversidad alfa. | _____ | - 35 - |
| a. Índice de Margalef. | _____ | - 35 - |
| b. Diversidad de Shannon. | _____ | - 35 - |
| c. Uniformidad de Pielou | _____ | - 35 - |
| d. Diversidad de Simpson. | _____ | - 36 - |
| 3.6.7 Diversidad Beta. | _____ | - 36 - |
| a. Índice de Sorenson (cualitativo). | _____ | - 36 - |
| b. Índice de semejanza de Jaccard. | _____ | - 36 - |
| 3.6.8 Estimadores No Paramétricos. | _____ | - 36 - |
| a. Chao 1. | _____ | - 36 - |
| b. ACE (Estimador de cobertura basado en la abundancia). | _____ | - 37 - |
| CAPÍTULO IV | _____ | - 38 - |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | _____ | - 38 - |
| 4.1 Datos obtenidos a partir de las cámaras trampa. | _____ | - 38 - |
| 4.2 Registro de aves en el campo | _____ | - 41 - |
| 4.2.1 Inventariado por puntos. | _____ | - 41 - |
| 4.2.2 Detecciones por parcelas. | _____ | - 42 - |
| 4.2.3 Monitoreo por franjas. | _____ | - 43 - |
| 4.3 Índices de diversidad | _____ | - 44 - |
| 4.3.1 Por método y zona. | _____ | - 44 - |
| 4.3.2 Por el total de los métodos. | _____ | - 45 - |
| 4.4 Índices de similitud y disimilitud | _____ | - 46 - |
| 4.4.1 Coeficiente de Jaccard. | _____ | - 46 - |
| 4.4.2 Sorenson cualitativo. | _____ | - 47 - |
| 4.5 Software EstimateS | _____ | - 48 - |
| 4.5.1 Resultados para puntos de conteo. | _____ | - 48 - |
| a. Zona 1. | _____ | - 48 - |
| b. Zona 2. | _____ | - 49 - |
| c. Zona 3. | _____ | - 50 - |
| 4.5.2 Resultados para búsqueda intensiva. | _____ | - 51 - |
| a. Zona 1 | _____ | - 51 - |
| b. Zona 2. | _____ | - 52 - |
| c. Zona 3. | _____ | - 53 - |
| 4.5.3 Resultados para trayectos en franja. | _____ | - 55 - |
| a. Trayecto 1. | _____ | - 55 - |
| b. Recorrido 2. | _____ | - 56 - |
| 4.5.4 Especies encontradas por día. | _____ | - 57 - |
| 4.5.5 Gremio alimenticio. | _____ | - 59 - |
| 4.5.6 Composición y endemismo. | _____ | - 60 - |
| a. Mapa de distribución. | _____ | - 60 - |
| 4.6 Discusión | _____ | - 63 - |
| CAPÍTULO V | _____ | - 65 - |
| 5. CONCLUSIONES | _____ | - 65 - |

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| CAPÍTULO VI | - 67 - |
| 6. RECOMENDACIONES | - 67 - |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | - 68 - |
| ANEXOS | - 71 - |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|--------|
| Figura 1: Esquema del planteamiento del método de conteo por puntos _____ | - 6 - |
| Figura 2: Recorrido de la parcela durante la búsqueda intensiva _____ | - 6 - |
| Figura 3: Observación de las aves dentro de la franja _____ | - 7 - |
| Figura 4: Captura fotográfica de animales aéreos por medio de una cámara trampa. _____ | - 8 - |
| Figura 5: Apariencia de la cámara trampa modelo Y7280-4 _____ | - 8 - |
| Figura 6: Mimetizado de la cámara trampa _____ | - 9 - |
| Figura 7: Gráfica que se forma de acuerdo a los datos recolectados en el trabajo de campo _____ | - 12 - |
| Figura 8: Zona de estudio _____ | - 15 - |
| Figura 9: Vegetación de la zona _____ | - 16 - |
| Figura 10: Lugar donde se estableció el primer escenario _____ | - 17 - |
| Figura 11: A la izquierda se encuentra el bosque de ribera _____ | - 17 - |
| Figura 12: Áreas definidas por el monitor por medio de coordenadas, de acuerdo al recorrido que se realizó _____ | - 18 - |
| Figura 13: Piscina de captación y almacenamiento de agua en medio de la flora del lugar _____ | - 19 - |
| Figura 14: En el tercer escenario se ve claramente el poco espacio que tiene la flora a orillas del río _____ | - 20 - |
| Figura 15: Suelo de páramo transformado en pastizal _____ | - 20 - |
| Figura 16: Fotografía efectiva de la cámara trampa, Alizafiro grande _____ | - 21 - |
| Figura 17: Apariencia de la cámara trampa adquirida _____ | - 22 - |
| Figura 18: Carcasa para camuflaje y protección de humedad _____ | - 22 - |
| Figura 19: Componentes que se encuentran en la base de la cámara trampa _____ | - 23 - |
| Figura 20: Ángulo de captación de la cámara trampa _____ | - 24 - |
| Figura 21: Esquema de posicionamiento correcto para un sistema de fototrampeo _____ | - 26 - |
| Figura 22: Posicionamiento de los puntos de conteo en la estación uno _____ | - 28 - |
| Figura 23: Lugares donde se establecieron los puntos de conteo para la estación dos _____ | - 29 - |
| Figura 24: Panorama de los puntos establecidos en la estación tres _____ | - 30 - |
| Figura 25: Escenario uno con sus dos parcelas trazadas _____ | - 31 - |
| Figura 26: Tres parcelas para el escenario dos _____ | - 32 - |
| Figura 27: Disposición de las parcelas en el escenario tres _____ | - 32 - |
| Figura 28: Senda del primer trayecto _____ | - 33 - |
| Figura 29: Extensión del segundo trayecto _____ | - 34 - |
| Figura 30: Base de datos de sonidos de pájaros recopilados _____ | - 35 - |
| Figura 31: Captura fotográfica de un Picoespina Dorciazul en la cámara trampa uno _____ | - 40 - |
| Figura 32: Aproximaciones de cifras reales junto a sus prospecciones en la zona 1 _____ | - 49 - |
| Figura 33: Tendencia de la curva de acumulación para la zona 2 _____ | - 50 - |
| Figura 34: Curva de acumulación de especies para la zona 3 _____ | - 51 - |

| | |
|---|--------|
| Figura 35: Curva de acumulación de especies presentes en la zona 1 _____ | - 52 - |
| Figura 36: Curva de acumulación con relación a los días transcurridos para la zona 2 _____ | - 53 - |
| Figura 37: Líneas trazadas para determinar cuan eficaz fue el muestreo en la zona 3 _____ | - 54 - |
| Figura 38: Curva de acumulación de especies para el trayecto 1 _____ | - 55 - |
| Figura 39: Curva de acumulación de especies para el trayecto 2 _____ | - 56 - |
| Figura 40: Nuevas especies que aparecieron a lo largo de 30 días _____ | - 58 - |
| Figura 41: Representación de abundancia de especies _____ | - 58 - |
| Figura 42: Abundancia total de especies en 30 días de monitoreo _____ | - 59 - |
| Figura 43: Disposición trófica de las aves en el bosque ripario _____ | - 60 - |
| Figura 44: Disposición de las aves a lo largo de la sub cuenca del río Tomebamba _____ | - 61 - |
| Figura 45: Dispersión de las especies a lo largo de la subcuenca del río Tomebamba _____ | - 63 - |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|--------|
| Tabla 1: Especies de aves amenazadas en el Parque Nacional Cajas _____ | - 4 - |
| Tabla 2: Coordenadas UTM de la cámara 1 _____ | - 17 - |
| Tabla 3: Coordenadas UTM de la cámara 2 _____ | - 19 - |
| Tabla 4: Coordenadas UTM de la cámara 3 _____ | - 21 - |
| Tabla 5: Formato de registro de fotos _____ | - 26 - |
| Tabla 6: Coordenadas UTM de los puntos de conteo de la estación uno _____ | - 28 - |
| Tabla 7: Coordenadas UTM de los puntos de conteo de la estación dos _____ | - 29 - |
| Tabla 8: Coordenadas UTM de los puntos de conteo de la estación tres _____ | - 30 - |
| Tabla 9: Registro y etiquetado de fotos efectivas _____ | - 38 - |
| Tabla 10: Número total de especies identificadas en cada zona por el primer método _____ | - 41 - |
| Tabla 11: Número total de especies identificadas en cada zona por el segundo método _____ | - 42 - |
| Tabla 12: Número total de especies identificadas en cada zona por el tercer método _____ | - 43 - |
| Tabla 13: Valores obtenidos con respecto al primer muestreo _____ | - 44 - |
| Tabla 14: Valores obtenidos con respecto al segundo muestreo _____ | - 44 - |
| Tabla 15: Valores obtenidos con respecto al tercer muestreo _____ | - 45 - |
| Tabla 16: Indica los valores totales de los tres muestreos _____ | - 45 - |
| Tabla 17: Comparativa de resultados _____ | - 45 - |
| Tabla 18: Identificación de zonas por letras _____ | - 46 - |
| Tabla 19: Porcentajes de semejanza entre zonas _____ | - 46 - |
| Tabla 20: Comparativa de sectores _____ | - 46 - |
| Tabla 21: Proximidad entre los dos trayectos _____ | - 47 - |
| Tabla 22: Semejanza entre sectores _____ | - 47 - |
| Tabla 23: Analogía de acuerdo al segundo método _____ | - 47 - |
| Tabla 24: Diferencia de zonas expresado en porcentaje _____ | - 47 - |
| Tabla 25: Valores de estimadores no paramétricos _____ | - 48 - |
| Tabla 26: Eficacia real versus su proyección _____ | - 48 - |
| Tabla 27: Resultados de acuerdo a los 10 días de muestreo _____ | - 49 - |
| Tabla 28: Porcentajes de efectividad _____ | - 49 - |
| Tabla 29: Cifras expuestas para la zona 3 _____ | - 50 - |
| Tabla 30: Conjunción de Rendimiento _____ | - 51 - |
| Tabla 31: Datos reales junto con datos no paramétricos _____ | - 51 - |
| Tabla 32: Estimadores para con la zona 1 _____ | - 52 - |
| Tabla 33: Números generados por EstimateS _____ | - 52 - |
| Tabla 34: Porcentajes de eficiencia del muestreo _____ | - 53 - |
| Tabla 35: Cifras generadas por EstimateS _____ | - 53 - |

| | |
|--|--------|
| Tabla 36: Prospección de los dos estimadores con relación al muestreo _____ | - 54 - |
| Tabla 37: Valores obtenidos por software EstimateS _____ | - 55 - |
| Tabla 38: Porcentajes de eficiencia generado por estimadores _____ | - 55 - |
| Tabla 39: Valores de estimadores no paramétricos y valores reales _____ | - 56 - |
| Tabla 40: Eficiencia del muestreo _____ | - 56 - |
| Tabla 41: Especies nuevas encontradas con el trascurso de los días de muestreo _____ | - 57 - |
| Tabla 42: Características de las especies relevantes en la zona de estudio _____ | - 61 - |
| Tabla 43: Ficha de registro de aves, método de conteo por puntos, día 1 en la mañana ____ | - 82 - |
| Tabla 44: Ficha de registro de aves, método de conteo por puntos, día 1 en la tarde ____ | - 82 - |
| Tabla 45: Ficha de registro de aves, método de búsqueda intensiva, día 5 en la mañana ____ | - 83 - |
| Tabla 46: Ficha de registro de aves, método de búsqueda intensiva, día 5 en la tarde _____ | - 84 - |
| Tabla 47: Ficha de registro de aves, método de trayecto en franja, día 10 en la mañana ____ | - 85 - |
| Tabla 48: Ficha de registro de aves, método de trayecto en franja, día 10 en la tarde ____ | - 85 - |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|--------|
| Anexo 1: Fotografías de aves; Matorralero Nuquirrufo - <i>Atlapetes latinuchus</i> , Pato de torrente - <i>Merganetta armata</i> , Tangara Azulinegra - <i>Tangara vassorii</i> _____ | - 71 - |
| Anexo 2: Fotografías de aves; Gaviota andina - <i>Larus serranus</i> , Golondrina ventricafé - <i>Notiochelidon murina</i> , Mirlo Grande - <i>Turdus fuscater</i> _____ | - 72 - |
| Anexo 3: Fotografías de aves; Cerceta Andina - <i>Anas andium</i> , Pitajo Dorsipardo - <i>Ochthoeca fumicolor</i> , Paloma apical - <i>Leptotila verreauxi</i> _____ | - 74 - |
| Anexo 4: Fotografías de aves; Mirlo de agua Gorriblanco - <i>Cinclus leucocephalus</i> , Urraquita Turquesa - <i>Cyanolyca turcosa</i> , Pitajo Pechirrufo - <i>Ochthoeca rufipectoralis</i> _____ | - 75 - |
| Anexo 5: Toma de coordenadas e instalación de cámaras trampa _____ | - 77 - |
| Anexo 6: Materiales necesarios para el proyecto _____ | - 78 - |
| Anexo 7: Trabajo de campo _____ | - 80 - |
| Anexo 8: Fichas de registros de aves _____ | - 82 - |

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas ribereñas presentes a lo largo del planeta se describen como lugares para la supervivencia de ecosistemas acuáticos y terrestres que tienen interacción directa con los ciclos naturales de su entorno; estos espacios cuentan con características excepcionales favorables para la subsistencia de seres de todo tipo, su riqueza de suelo hace que se genere un filtro natural para el curso de agua, además de ser una esponja que dota y regula la cantidad de humedad hacia las plantas y hacia el curso mismo del río, incluso en épocas de estiaje. Cuando se habla de su vegetación, se habla de variedad de flora de todo tipo y tamaño, creando sub climas que estabilizan la temperatura en periodos calurosos, dando como consecuencia el desarrollo de hábitats favorables para comunidades biológicas (Granados et al., 2006). El biocorredor ripario sirve como refugio para aves silvestres, las misma que interaccionan con este espacio usándolo como ruta para moverse, alimentarse y anidar en su periodo reproductivo, beneficiándose mutuamente con el ecosistema ripario logrando el mantenimiento de esta franja natural (Arcos, 2009).

El Parque Nacional Cajas forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, su ubicación privilegiada alto andina hace que su entorno sea de importancia a nivel internacional, tanto para la conservación de flora y fauna así como también para el racionamiento del recurso hídrico, estas características hacen que personas afines y no afines al campo de las ciencias ambientales sean conscientes de la relevancia de este espacio para la supervivencia de todos los seres vivos. El investigador tiene la obligación de tomar otra perspectiva y analizar más allá de la zona protegida, es por esto que cuando se echa un vistazo a las afueras del parque, se pueden notar problemas de carácter antrópico que presionan los límites del área declarada en protección (Weber, 2014), entonces, la zona que compete a este estudio es en la parte baja a las afueras de la zona preservada, lugar donde existen asentamientos y todo tipo de alteraciones al ecosistema que con el pasar del tiempo ha cambiado y va a seguir cambiando de mala manera.

La recuperación de bosques de ribera es un asunto prioritario en el cantón Cuenca ya que la mayoría de márgenes de ríos se encuentran en mal estado, ya sea por contaminación del agua, la erosión de las orillas o porque en sus alrededores están plantadas especies de flora que no son propias del sector y que con los años se han expandido como es el caso del eucalipto por ejemplo (Amón y López, 2020). Claramente, realizar un proceso de recuperación en todas las zonas dañadas conlleva una fuerte inversión por lo que las entidades públicas encargadas de cuidar las zonas naturales en lo posible buscan realizar mantenimientos en secciones de recorridos de ríos donde el espacio se los permita, ya que la mayoría de periferias están ocupados por usos de suelos como: fábricas, casas, terrenos para agricultura, pastizales para ganadería etc, todas propiedades privadas.

Es evidente que en la actualidad la vegetación nativa prácticamente ha desaparecido en el área urbana, por lo que todos los esfuerzos de recuperación se focalizan en las periferias como lo es el

caso del tramo a las afueras del Parque Nacional Cajas y su zona de amortiguamiento, más específicamente a partir del Santuario de la Virgen del Cajas hasta la parroquia Sayausí en los primeros kilómetros de recorrido del río Tomebamba, dicho trecho es competencia de la empresa pública ETAPA que se encarga de dotar de agua potable al cantón y que tienen un departamento dedicado a la Gestión Ambiental, en este segmento también ocupado por propiedades privadas se encuentra un espacio desde el margen del río hacia afuera con tramos de ancho promedio que va desde los 5 hasta los 25 metros en donde se trabaja con los propietarios de los terrenos aledaños en la recuperación de las riveras y el mantenimiento del biocorredor que es de preponderancia para el tránsito de especies endémicas de la zona debido a su cercanía con un área natural protegida.

La biodiversidad faunística en las áreas protegidas es innegable pero, debido a las actividades antrópicas que aquejan el perímetro e incluso dentro de sus inmediaciones, se han podido identificar problemas de vulnerabilidad con especies amenazadas o en peligro de extinción, por lo que los esfuerzos investigativos en esa zona son relevantes con la finalidad de reforzar la preservación y protección de este espacio natural importante, tomando la diversidad de la ornitofauna también vulnerable como indicador de conservación del bosque ripario.

Los estudios demográficos son quienes proveen información sobre la estructura de edades de una población (Salazar, 2004), dicha información es importante para la implementación de esfuerzos efectivos de conservación que tratan sobre el tamaño poblacional, la estabilidad del número de individuos y sobre la cantidad de especies que existen, bien aumenten o disminuyan (Rubio, 2016).

La ubicación del lugar de investigación se encuentra al oeste de la urbe cuencana aproximadamente a 27.5 kilómetros de distancia y a una altura de 3540 ms.n.m a un lado de la vía Cuenca - Molleturo - Naranjal. La fauna prioritaria de observación son las aves en razón de que los avistamientos de ornitofauna van a servir como una representación de muestra de gran valor para mantener y avanzar con el cuidado del bosque de ribera, por lo que documentar e inventariar la variedad de ejemplares es razonable, buscando una actualización de las áreas de distribución de cada una de las especies, por motivo de que en la actualidad se percibe a simple vista una tendencia hacia la disminución como consecuencia de la destrucción del hábitat o la introducción de especies exóticas (Ortega y Plaza, 2017).

Dicho esto, para poder recolectar la información valiosa sobre avifauna del sector, se utilizaron las denominadas técnicas o métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres complementado con el fototrampeo usados para estudios de poblaciones de fauna, estas son herramientas no invasivas que contribuyen y proporcionan registros importantes de especies endémicas de la zona ya que no altera el comportamiento de los individuos de estudio, se utiliza para calcular índices de abundancia y riqueza gracias a la recolección de datos con una bitácora de categoría en donde se puede registrar características físicas y comportamientos del ser vivo (Navarro, 2005).

Estas técnicas conjuntamente con métodos estadísticos como son los índices de distribuciones muestrales van a dar una perspectiva de parámetros con estimaciones para proporciones poblacionales con la finalidad de comprender las características de una muestra de distribución, adicionalmente se trabajó con listas de avistamientos con fotografías de especies raras o difíciles de visualizar pudiendo realizar una recopilación de información relevante de la avifauna presente en el lugar de monitoreo.

Es necesario inventariar especies de aves ya que algunos informes y publicaciones hablan de la diversidad de pájaros en este ambiente, también se busca que la información generada sirva en lo posterior como herramienta para evaluar la sostenibilidad ecológica que brinda un bosque de ribera, de igual forma el conocimiento que se pueda obtener mediante este proyecto va a servir para poder plantear modelos de desarrollo sustentable en armonía con la conservación y con la producción que tiene el hombre en sus distintas labores cotidianas (Muzzachiodi y Sabbatini, 2002), marcando el camino para establecer estrategias de manejo y restricciones de actividades antrópicas para que de alguna manera la gente esté consciente de la importancia de preservar un espacio natural.

Además la idea de este proyecto es recolectar y proporcionar información valiosa por medio de fichas de registros de aves y listas con datos importantes además de fotografías, para que profesionales afines a la rama tengan una fuente de estudio propicia que guie hacia nuevas ideas de estudio en pro de la naturaleza, actualizando de alguna manera el presente de la fauna aérea de la zona.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Estimar la variación en la distribución de riqueza y abundancia de aves, presentes en el bosque ripario de la subcuenca alta del río Tomebamba, por medio de métodos directos de monitoreo, identificando así las especies de la zona, durante el segundo semestre del año 2021.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Implementar un sistema de muestreo para la recolección de datos de avifauna en bosque nativo, pastizal y bosque intervenido.
- Calcular los índices de diversidad con los datos recopilados y de esta manera obtener los valores de abundancia y riqueza de las especies categorizadas.
- Realizar un esquema de distribución de especies en el área del bosque de ribera y correlacionarlo con la biodiversidad de hábitats.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Avifauna

Grupo de animales aéreos con diferentes características como tamaño, forma, color y tipo de alimentación, que viven en hábitats distintas de acuerdo a su distribución geográfica como bosques, selvas o sabanas incluso algunas especies viven en zonas netamente antrópicas cuya adaptabilidad es primordial para su supervivencia. En todo el planeta el estudio de los pájaros en el ámbito de la ornitología es toda una ciencia, varios investigadores se trasladan a espacios verdes con el fin de observar ciertas especies endémicas o raras para estudiarlas (Wikipedia, 2019).

2.1.1 EBird.

Según Tejeda y Medrano (2018) es un plataforma digital creada en el año 2002 por el laboratorio de ornitología de la Universidad de Cornell, cuya base de datos biológica ha ido creciendo y actualizándose con el tiempo, ya que varios investigadores y biólogos tienen la oportunidad de subir su información y listas de avistamiento así como de sonidos de aves en cualquier parte del mundo, creando información valiosa para el campo de la ornitología, además proporciona información de características y comportamientos de aves y tiene la opción de geo referenciar los avistamientos, para que en distintas zonas o territorios del planeta existan criterios de conservación de áreas naturales

2.1.2 Clasificación y morfología de las aves.

Este tipo de fauna tiene particularidades propias de su especie, como silbido, capacidad de volar, plumaje de uno o varios colores, además que realizan roles importantes para la naturaleza como propagación de semillas, polinización de flores, control de plagas, entre otros. En el planeta se cuantifican unas 9000 especies en distintos rincones, que se clasifican en 39 órdenes y a su vez estas órdenes tiene 165 familias que se subclasifican en 2000 géneros. Los passeriformes o comúnmente conocidos como pájaros cantores son los más abundantes con 5200 especies identificadas a nivel de todo el mundo este tipo tienen tres subórdenes divididos en dos principales, *Passeri* y *Tyranni*, y el último menos abundante, *Acanthisitti* (Del Hoyo et al., 2009).

Para catalogar a las aves algunos autores las dividen y subdividen en tres subclases *Archaeornithes*, *Enantiornithes* y *Neornithes*. La primera subclase es la más antigua, la misma que tienen la particularidad de que las vértebras de su cola no se encuentra unificadas, por el contrario la *Neornithes* si tienen sus huesos vertebrales unidos hasta la cola. Para realizar la clasificación de las aves se siguen reglas y parámetros estrictamente establecidos en el campo científico con la finalidad de poder identificarlas en cualquier parte del mundo. La morfología además de la alimentación juegan papeles fundamentales al momento de diferenciar y clasificar las especies. Cada familia tiene sus rasgos y distinciones que los diferencian de los demás, por ejemplo una peculiaridad que se nota es la forma y color del pico (Del Hoyo et al., 2009). De acuerdo a sus características tróficas e clasifican en:

a. *Especies generalistas.*

Son aquellas de una amplia variedad que se ajustan a distintas condiciones de hábitats, es decir, tienen un grado mayor de adaptabilidad ya que pueden sobrevivir bajo diversas condiciones, en otras palabras, tienen más éxito o mayor grado de supervivencia en entornos alterados antropogénicamente, así mismo son capaces de alimentarse con una amplia variedad de presas (Etcheagaray et al., 2018).

b. Especies especialistas.

Este grupo es el más vulnerable ya que dependen de condiciones únicas e inalterables para garantizar su supervivencia, también son aquellas que ingieren un solo tipo de alimento, puede ser identificadas por la forma de su pico como por ejemplo el colibrí que es excelente para alcanzar el néctar de las flores pero malo para obtener otros alimentos, tienen presencia en un solo hábitat ya que hay tipos que son solo de clima frío o caluroso, son las denominadas endémicas de una zona (Leyva et al., 2014).

2.1.3 Aves del Ecuador.

De acuerdo a Granizo et al. (2002) en Ecuador viven más de la mitad de aves que corresponden al nuevo continente, también cuenta con el 18 % de todas las especies del mundo, según Bravo (2014) en el país se han identificado cerca de 1562 especies faunísticas aéreas, pero con el paso del tiempo esta cifra puede ir aumentando debido a nuevos hallazgos de ornitofauna no registrada. Alrededor del 84 % de aves del país son propias del territorio, el resto del porcentaje pertenecen a especies de carácter migratorio.

2.1.4 Aves del cantón Cuenca.

En sus periferias y en su casco urbano existen áreas verdes en donde se pueden visualizar pájaros, esto por el hecho de que cuenta con tramos de vegetación arbustiva natural e introducida, además la ciudad favorecida por su topografía tiene cuatro ríos principales que dota de agua a los seres vivos a pesar de la contaminación que los aqueja.

La Comisión de Gestión Ambiental en sus estudios habla de que en el cantón se han contabilizado cerca de 80 especies de pájaros tanto en parroquias rurales como urbanas (Astudillo & Siddons, 2013), además de los parques y ríos donde hay más presencia de estos seres, también hay que mencionar el Parque Arqueológico y Etnobotánico Pumapungo, sitio que se encuentra en el perímetro patrimonial de la ciudad donde hay una zona de flora, hogar de 23 especies de pájaros, entre los más representativos están el Mirlo Chiguarico (*Turdus chiguanco*), la Golondrina Azuliblanca (*Notioche - lidon cyanoleuca*) entre otros (Merchán, 2014).

2.1.5 Aves del Parque Nacional Cajas.

En el ámbito de la ornitología esta área protegida está avalada por instituciones extranjeras como "Birdlife International" que expresó que este lugar es un sitio de gran valor para la preservación de aves, el clima frío que bordea los 8 grados centígrados y con una altitud promedio que va desde los 3150 hasta los 4020 ms.n.m, hace que se destaquen pisos naturales con características particulares, como el Matorral Alto Andino, los Pajonales de Páramo y el Bosque Templado hogar de 157 especies de aves, algunas endémicas como el Colibrí Metalura Gorjvioleta - *Metallura baroni* (Merchán, 2014).

a. Especies en peligro de extinción.

En la reserva protegida del Cajas hay fauna aérea que se encuentra en peligro, Molina (2012) menciona que 9 se encuentran amenazadas a nivel del país y 6 hablando de todo el planeta, es decir si bien se encuentran protegidas en las inmediaciones del Parque su condición actual es delicada, entre las especies identificadas que se encuentran en riesgo y peligro son Picocono Gigante - *Oreomanes fraseri* y el Xenodacnis - *Xenodacnis parina*, aves que necesitan de condiciones especiales para su supervivencia. A continuación se detallan las especies de aves amenazadas del Parque Nacional Cajas:

Tabla 1: Especies de aves amenazadas en el Parque Nacional Cajas

| Nombre científico | Nombre Común | Hábitat | Nivel de Amenaza |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| <i>Podiceps occipitalis</i> | Zambullidor plateado | Páramo/ Laguna | Vulnerable |
| <i>Vultur gryphus</i> | Cóndor andino | Páramo | En Peligro Crítico |
| <i>Falcon peregrinus</i> | Halcón peregrino | Páramo/ Matorral y arbusto | Vulnerable |
| <i>Leptosittaca branickii</i> | Perico cachetidorado | Bosque | En Peligro |
| <i>Hapalopsittaca pyrrhops</i> | Loro carirojo - Endémico | Bosque | En Peligro |
| <i>Metallura baroni</i> | Metalra Gorjivioleta - Endémico | Páramo/ Bosque/ Bosque Quinua | En Peligro |
| <i>Andigena hypoglauca</i> | Tucán andino pechigris | Bosque | Casi amenazada |
| <i>Oreamanes fraseri</i> | Picocono grande | Bosque Quinua | Vulnerable |
| <i>Xenodacnis parina</i> | Xenodacnis | Páramo/ Bosque Quinua | En Peligro |

Fuente: Modificada y basada en Molina, (2012)

2.2 Métodos para monitoreo de aves

Este término se refiere a la realización del conteo de especies que aparecen en un sitio escogido por el investigador, con la finalidad de lograr la recolección de datos fidedignos para que estadísticamente sean extrapolados con tendencia hacia la prospección y composición de las comunidades estudiadas; dicho conteo se lo realiza apegado a literatura especializada que ha trascendido con el tiempo y que sus resultados conllevan a la evaluación del hábitat y factores demográficos directamente relacionados con las características de su entorno (Ralph et al., 1996).

2.2.1 Época para registro.

El periodo o tiempo donde se realiza el monitoreo de aves va a influir directamente en la recolección de datos ya que según Ralph et al. (1996) el muestreo ideal se lo realiza durante la temporada de reproducción, que depende de otros factores tales como el clima y la disposición de alimento, que acortan o alargan dicha temporada reproductiva. Pero se deben tomar en cuenta otras consideraciones, como por ejemplo, la variabilidad entre cada especie, es decir, algunas se reproducen de manera constante cada año, otras solo en verano, en el caso del territorio andino dotado de inmensa diversidad, el limitante de crudos inviernos o intensas precipitaciones no son condiciones preponderantes que eviten la supervivencia de estos seres, pero lo que si se debe tomar en cuenta son las migraciones locales y la comodidad de la especie con respecto a su entorno (González-García, 2011).

2.2.2 Método de conteo por puntos.

Como su nombre lo indica, el monitor establece los puntos de muestreo de aves de acuerdo a la topografía del lugar, la disposición de su área y la distancia entre cada punto, esto, con la finalidad de recoger ordenadamente los datos en el trabajo de campo y así evitar sesgos durante el muestreo. Cada punto de conteo tiene que estar separado uno de otro aproximadamente 150 metros o más, así mismo dichos puntos cuentan con un radio de 25 metros desde su centro para que el monitor anote en su libreta de campo que se observó a un pájaro dentro o fuera de dicha periferia, a este tipo de método se lo denomina también de puntos intensivos ya que se llevan a cabo dentro del área de interés que tiene límites o dimensiones establecidas.

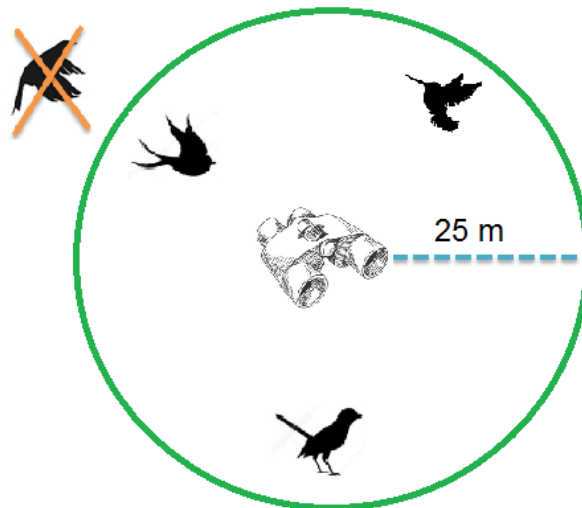


Figura 1: Esquema del planteamiento del método de conteo por puntos

El observador va rotando cada punto establecido, es decir, permanece por el lapso de 10 minutos en un punto, transcurrido ese tiempo se dirige al siguiente así mismo por el periodo de 10 minutos, trasladándose sucesivamente por todos los puntos designados hasta completar una hora de muestreo, esto para cada estación.

2.2.3 Método de búsqueda intensiva.

Para el planteamiento de esta técnica se establecen parcelas en las estaciones de monitoreo o en cada escenario previamente escogido, por lo general, las parcelas son de 2 ha de extensión cada una, en un predio de 6 hectáreas de extensión, se lo dividiría en tres parcelas de 2 ha con el fin de que el investigador las recorra inventariando las especies de pájaros que encuentre, anotándolas en su libreta de campo, de acuerdo a la literatura de González-García (2011) dice que: por el lapso de 20 minutos se recorre a una velocidad normal toda la parcela, una vez culminado ese tiempo se traslada a la siguiente con la misma duración, hasta completar el tiempo de 1 hora aproximadamente para cada escenario o hábitat.

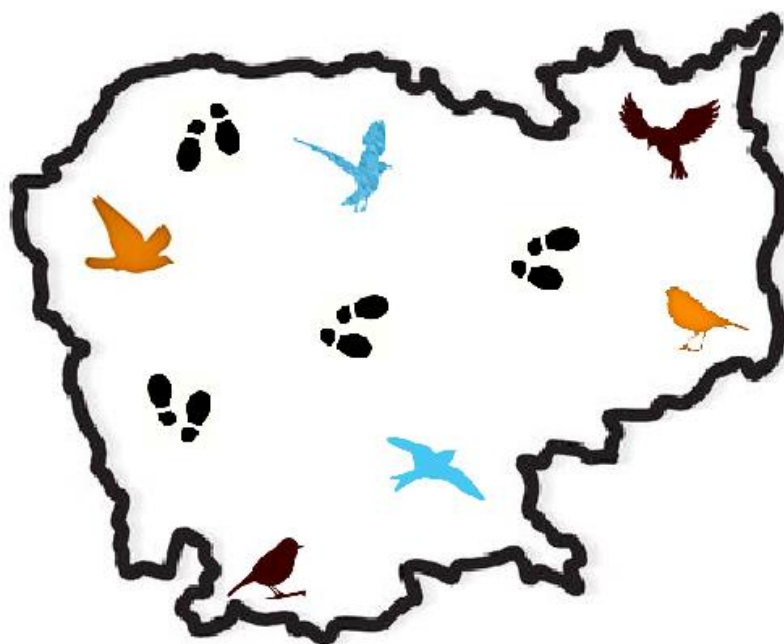


Figura 2: Recorrido de la parcela durante la búsqueda intensiva

2.2.4 Método de trayecto en franja.

El procedimiento trata sobre un recorrido lineal hacia al frente de un extremo hacia otro estableciendo un ancho de franja a ambos lados del observador de 25 a 50 metros dependiendo de la visibilidad con la que cuenta la persona o del denso follaje de la zona, mientras se va avanzando en el recorrido se va anotando los pájaros que se visualizan y escuchan, recopilando la información de interés hasta llegar al final de la franja (González-García, 2011).

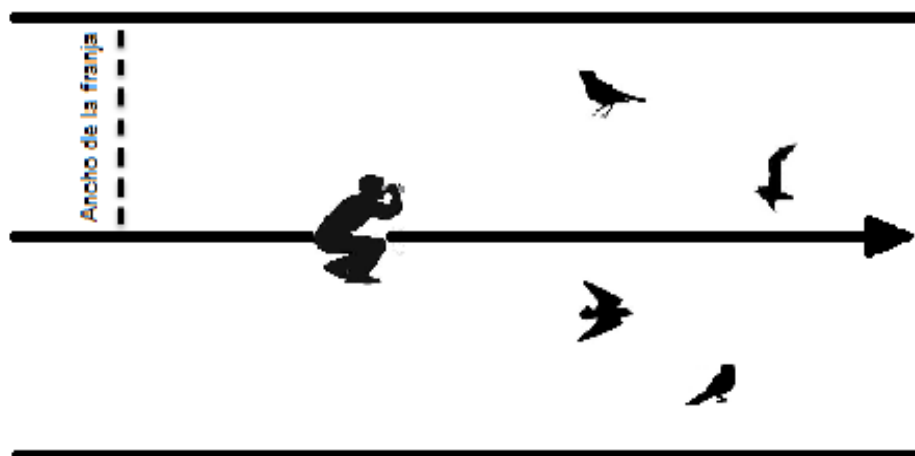


Figura 3: Observación de las aves dentro de la franja

Las atenciones a tomar en cuenta para un correcto muestreo en este método es, que se deben anotar solamente las aves que están dentro de la franja, por lo que los pájaros que se ven o escuchan lejos, no forman parte del trayecto.

2.3 Fototrampeo

Por medio del uso de cámaras digitales con sensores infrarrojos y de movimiento, instaladas en un ambiente natural, se recolectan imágenes fotográficas de la fauna de interés, con la finalidad de recoger datos relevantes para estimaciones de diversidad, análisis de actividad, evaluaciones de abundancia y hasta vigilancia de áreas protegidas. En la actualidad este método ha ido mejorando con los avances de la tecnología reduciendo costos y tamaño de los equipos (Díaz y Payán, 2012).

2.3.1 Métodos directos no invasivos.

Son técnicas de monitoreo que se caracterizan por no alterara el comportamiento normal de la fauna analizada, obteniendo datos precisos permitiendo que la especie estudiada realice sus actividades con normalidad, al contrario de otras técnicas complejas, estas no involucran un gran esfuerzo, además que por lo general su inversión económica no es excesiva (Quintana y Carmona, 2014).



Figura 4: Captura fotográfica de animales aéreos por medio de una cámara trampa.

2.3.2 Tipos de cámaras trampa.

En el mercado hay dos tipos de cámaras trampa, las denominadas activas y pasivas, las primeras se caracterizan por su mecanismo de disparo al momento de captar imágenes, ya que se vale de un rayo infrarrojo, las segundas son aquellas que se mantienen en reposos en la zona instalada, las cuales se activan cuando existe un cambio de temperatura iniciando la secuencia de captura (Díaz y Payán, 2012).



Figura 5: Apariencia de la cámara trampa modelo Y7280-4



Figura 6: Mimetizado de la cámara trampa

2.3.3 Probabilidad de captura.

Todos los organismos de interés para el muestreo, tienen la misma posibilidad de ser fotografiados en las distintas estaciones instaladas. Para las estaciones, se debe comprobar que el lugar de instalación funcione correctamente, además de contar con una visión amplia del sendero o posadero del animal, con la finalidad de maximizar la probabilidad de captura, el investigador debe explorar y verificar las distintas situaciones para colocar estratégicamente las cámaras, por lo tanto hay que orientarse y conocer el lugar para identificar los sitios o lugares con mayor indicios de actividad, como por ejemplo, rascaderos, nidos, cuerpos de agua que dotan al animal del líquido vital, etc (Chávez et al., 2013).

2.3.4 Ventajas y desventajas de las cámaras trampa.

Como ventajas se tienen que requieren de menor esfuerzo al momento de la toma de datos ya que a diferencia de los muestreos tradicionales no requiere de la captura del animal, evitando el estrés del individuo y que esta pueda realizar sus actividades normales observando el comportamiento habitual de la fauna. También se sabe que la tecnología año a año va avanzando a pasos agigantados por lo que se pueden crear nuevos equipos más compactos y eficientes, en pocas palabras esta técnica de muestreo otorga calidad y cantidad de información valiosa de una forma muy práctica (García y Buenrostro, 2018).

Las desventajas son la pérdida del equipo por varias circunstancias, una de ellas es no localizar el lugar donde se instaló la cámara en un inicio, ya sea por descuido del investigador o por no geo referenciar correctamente el punto de ubicación, otra razón puede ser que el bosque es bastante espeso perdiéndose el rastro del equipo por completo, otra desventaja es el robo del equipo, si se instala una cámara cerca de una comunidad lo más probable es que se pierda la cámara por robos de personas dueñas de lo ajeno. Si no se calibra bien el equipo se pueden producir errores como disparos falsos o fracasos al fotografiar al animal o también puede ser un factor externo por la lluvia que mueve la vegetación dentro del área de detección, por último si bien hay de todo precio por lo general las cámaras trampa por unidad representan un costo elevado para el bolsillo de un solo investigador (García y Buenrostro, 2018).

2.3.5 El diseño de muestreo.

Cuando se habla de muestreo, se habla de la tentativa para detectar un grupo de especies en locaciones naturales, con la finalidad de establecer su situación actual, así mismo conocer su tamaño poblacional, además de su distribución (Chávez-León, 2007).

La prioridad de un muestreo es el registro de la presencia de especies, derivando en su abundancia relativa y absoluta. Posteriormente la recolección de datos es importante para análisis adicionales como la actividad y la supervivencia, además de información complementaria como la evaluación de la genética o la identificación de especies raras o poco comunes. Para la evolución del diseño de muestreo se debe seleccionar el muestreo que mejor se acopla a la situación, otro parámetro importante es la recolección de un buen número de muestras para garantizar estimaciones poblacionales apegados a la realidad (Rubio, 2016).

2.4 Diversidad biológica

Se refiere a la biodiversidad que posee un conjunto de seres vivos no idénticos o diferentes, es decir, que cada uno de ellos difiere de los demás en una o varias características, en otras palabras, es la variedad que tiene la naturaleza tanto de animales como vegetales en relación con su ecosistema, especie y genes (Villarreal, 1999).

La diversidad biológica cuenta con dos componentes, la riqueza o número de especies y la abundancia relativa de cada una de las especies, que sirve para caracterizar una comunidad estableciendo una lista de las especies que la componen con la finalidad de realizar un diseño de muestreo que permita obtener datos comparables y representativos (Jost et al., 2012).

2.4.1 Riqueza de especies.

Es la cantidad de especies que tiene una comunidad, es decir, es la cuantificación numérica de distintas especies en un ambiente ecosistémico. Si el número de especies es alto, esto quiere decir que existe mayor riqueza de especies, al contrario cuando el número de especies es bajo se infiere que la riqueza es baja. A los individuos contabilizados de cada especie no se les incluye en la riqueza (Jones y Bock, 2020).

2.4.2 Abundancia relativa de especies.

Es la abundancia de una especie en relación a las restantes, se la puede enunciar en términos de abundancia de cobertura, individuos, biomasa o frecuencia. También se puede decir que es el porcentaje de individuos de cada variedad con respecto al total conformado de la comunidad (Zelada et al., 2010).

2.4.3 Diversidad alfa.

Hace referencia a la diversidad de especies usualmente solo de una comunidad, la misma a la que se le considera homogénea (Martella et al., 2012).

2.4.4 Índices de riqueza de especies.

a. Riqueza específica.

Representa al número total de especies obtenido por un inventario de la comunidad. La riqueza específica es el método más fácil de medir la biodiversidad, ya que se fundamenta únicamente en el número de especies encontradas, dejando de lado sus valores de importancia (Martella et al., 2012).

b. Índice de diversidad de Margalef.

Es aquel que convierte el número de especies detectadas por muestra a una proporción a la cual las especies son agregadas por expansión de la muestra (Martella et al., 2012).

2.4.5 Índices basados en la abundancia proporcional de especies.

a. Diversidad de Shannon.

Es aquel que muestrea al azar a los individuos partiendo de una población grande, tomando en cuenta que en la muestra se encuentren todas las especies que se encuentran en la comunidad (Jost et al., 2012).

b. Uniformidad de Pielou.

Este índice tiene la particularidad de que no depende de la riqueza o abundancia sino que se basa en la distribución de las especies o la equitatividad de una comunidad, tomando en cuenta todas las especies dentro de la muestra (Wu et al., 2002).

c. Diversidad y Uniformidad de Simpson.

Este índice se focaliza en las especies más abundantes al momento de analizar la muestra, priorizando la proporcionalidad de las especies (Wu et al., 2002).

2.4.6 Diversidad beta.

Es el nivel de reemplazo o cambio en la composición de especies entre distintas comunidades de un entorno (Martella et al., 2012).

2.4.7 Índices de similitud/disimilitud.

Son aquellos que analizan el nivel de las especies dentro de los hábitats que lo conforman, la disimilitud se refiere al cambio de especies entre dos muestra partiendo de un valor de similitud (Moreno, 2001).

a. Índice de Sorenson (cualitativo).

Analiza las cualidades de los individuos para poder relacionar las especies comunes de las comunidades muestreadas (Martella et al., 2012).

2.4.8 Curva de acumulación de especies.

Se refiere a la gráfica que se crea con respecto a los datos recolectados en el trabajo de campo, cuya curva va acumulándose y creciendo llegando un punto donde se estabiliza conforme avanza el muestreo, dando como interpretación que se ha logrado alcanzar la asíntota, lo cual significa que la riqueza de especies ha llegado a su pico, donde se infiere que todas las especies del sitio han sido registradas.

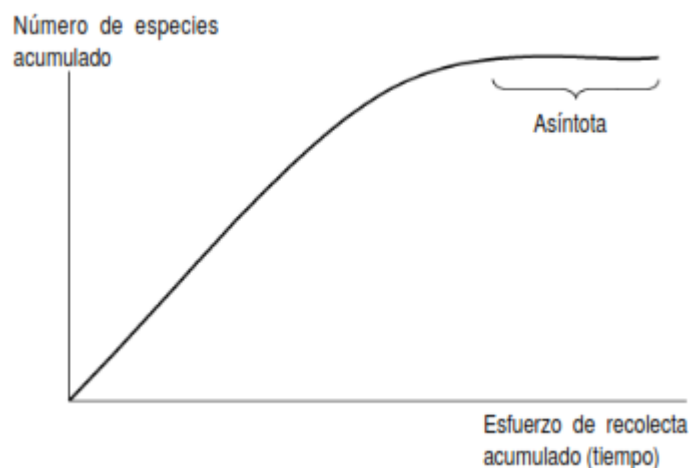


Figura 7: Gráfica que se forma de acuerdo a los datos recolectados en el trabajo de campo

Fuente: (Escalante, 2003)

2.4.9 Estimadores no paramétricos.

Son aquellos que no siguen patrones de distribución, ya que los datos están libres de supuestos y que son empleados por lo general para la riqueza de especies, ya que dejan de lado la homogeneidad de las cantidades acumuladas, además tienen la particularidad de que se adapta a variables cualitativas utilizando valores de presencia – ausencia dando prioridad a las especies poco abundantes extrapolando la curva de acumulación con menor número de valores (Álvarez et al., 2004).

a. *Chao 1.*

Su nombre proviene de la investigadora que lo creó, la taiwanesa Anne Chao, este estimador es de la categoría de los no paramétricos, porque se basa en la abundancia de individuos de la muestra comparando las especies raras de las comunes, tomando como singletons a las menos abundantes y como doubletons a las representadas por dos individuos o más, esto con la finalidad de dar una perspectiva de apreciación de las especies acumuladas a lo largo del monitoreo (Escalante, 2003).

b. *ACE.*

Así mismo es un estimador que utiliza datos de abundancia, trabaja con probabilidades de cobertura de muestreo de acuerdo a las especies observadas, utilizando para ello diez o menos individuos por muestra (Álvarez et al., 2004).

2.5 Ecosistema ripario alto andino

Su nombre indica que se encuentra ubicado en la cordillera de los Andes, su altitud está entre los 3000 a 3200 ms.n.m, constituye franjas de vegetación diversa a lo largo de su extensión, así mismo presenta nubosidad y niebla con temperaturas que varían entre 6 a 15 °C, esta niebla juega un papel importante en el campo hidrológico ya que la nubosidad se forma a partir del aire de vapor saturado, proveniente de las zonas bajas, acumulándose una alta humedad a nivel atmosférico que proporciona aumento de niveles de escorrentía que es de relevancia para la recarga de las quebradas de los ríos; su mosaico de vegetación se encuentra rodeado por pastizales producto de los cambios negativos de uso de suelos, impactos que a la larga generan fragmentación del hábitat florística y por ende faunística (Vargas, 2007). El término ripario se refiere a tramos de recorridos de cursos de agua cuyas orillas se encuentran ocupadas por

parches de vegetación nativa constituyendo secciones favorables para el tránsito de animales y siendo este una fuente de abastecimiento para la vida silvestre.

2.5.1 Bosque de ribera.

Estos se caracterizan por estar regados por un cause hidrológico lo que quiere decir que su suelo cuenta con un nivel de humedad importante, debido a su geografía tiene laderas estrechas con cauces fluviales de recarga natural y otras amplias por donde recorren las agua con más velocidad, son propensos a inundaciones por las crecidas del río pero tienen la característica de acumulación, por lo que aportan agua continuamente al sistema fluvial incluso en épocas de estiaje. En cuanto a su vegetación se encuentra constituida por flora de crecimiento a corto plazo, ricas en materia orgánica a nivel del suelo, sus raíces están propensas a procesos de erosión por inundaciones en épocas de invierno y por factores externos, como son las especies introducidas o pastoreo excesivo pudiendo apreciarse una marcada diferencia de variación en zonas altas, medias y bajas con respecto a la vegetación (Fernández y Arizaleta, 1991).

2.5.2 Biocorredor.

Es un espacio natural con un ecosistema apto para hábitats tanto de flora y de fauna que cuenta con procesos evolutivos y ecológicos que mantienen la diversidad biológica, sirve para el desplazamiento de organismos limitados espacialmente que han sido desalojados de su ambiente original, además de que es un sitio de descanso para especies aéreas viajeras de carácter migratorio, este tipo de biocorredores por lo general se encuentran en montañas, ríos y en serranías, así como también en zonas de alta humedad, en otras palabras es un espacio de conservación concebida para evitar la fragmentación y la pérdida de hábitats (Brito, 2016).

2.6 Programas estadísticos

Son diseñados para el procesamiento de datos por medio de códigos de paquetes cargados secuencialmente, de acuerdo a las herramientas de depuración y gestión previamente programadas, con la finalidad de que el usuario ingrese la información necesaria para que el sistema genere reportes de manera sistemática y eficaz que es de interés para el receptor.

2.6.1 EstimateS.

Se describe como un sistema informático que permite predecir valores de medición, contando con conceptualizaciones y fundamentos de ecuaciones matemáticas por medio de códigos de programación, basados en variables de entrada que se procesan como caracteres que generan aproximaciones en función de valoraciones probabilísticas, dando respuestas que pronostican un producto final (Ruíz y Cordero, 2013).

2.6.2 Past paleontological statistics.

De acuerdo a Hammer et al. (2001) es un analizador de datos estadísticos enfocado en funciones de la paleontología, biología y ecología; basado en ocurrencias de combinaciones lineales con una matriz de correlación, procesando algoritmos con datos de tipo cuantitativo, proyectando incidencias de variables hipotéticas combinándolas con las variables originales, creando así hojas de cálculo y graficas extensivas.

2.6.3 Modelo de distribución de especies.

Son procedimientos que se basan en técnicas cartográficas y estadísticas, partiendo con datos reales de observación, por lo que su punto de partida se focaliza en áreas ideales para analizar particularidades ambientales. Los datos recolectados a lo largo de un periodo de tiempo, permiten compilaciones importantes de historia natural, Los modelos han ido progresando desde sus inicios,

planteando situaciones en donde se analizan grupos de miles de taxones hasta puntualizar en una sola especie aislada, lo que permite establecer distintos escenarios en el estudio de la riqueza específica y biodiversidad (Mateo et al., 2011).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES, MÉTODOS Y DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

El proyecto se lo realizó en las inmediaciones del bosque de ribera ubicado dentro de la subcuenca alta del río Tomebamba, en las orillas del río principal que lleva el mismo nombre, con una extensión de principio a fin de 11 kilómetros aproximadamente, los pobladores de zonas aledañas le denominan a este tramo de curso de agua como “río Matadero”, así mismo este sector se lo conoce como “Quinuas” nombre tomado por el árbol de Quinua o Polylepis nativo de la zona.

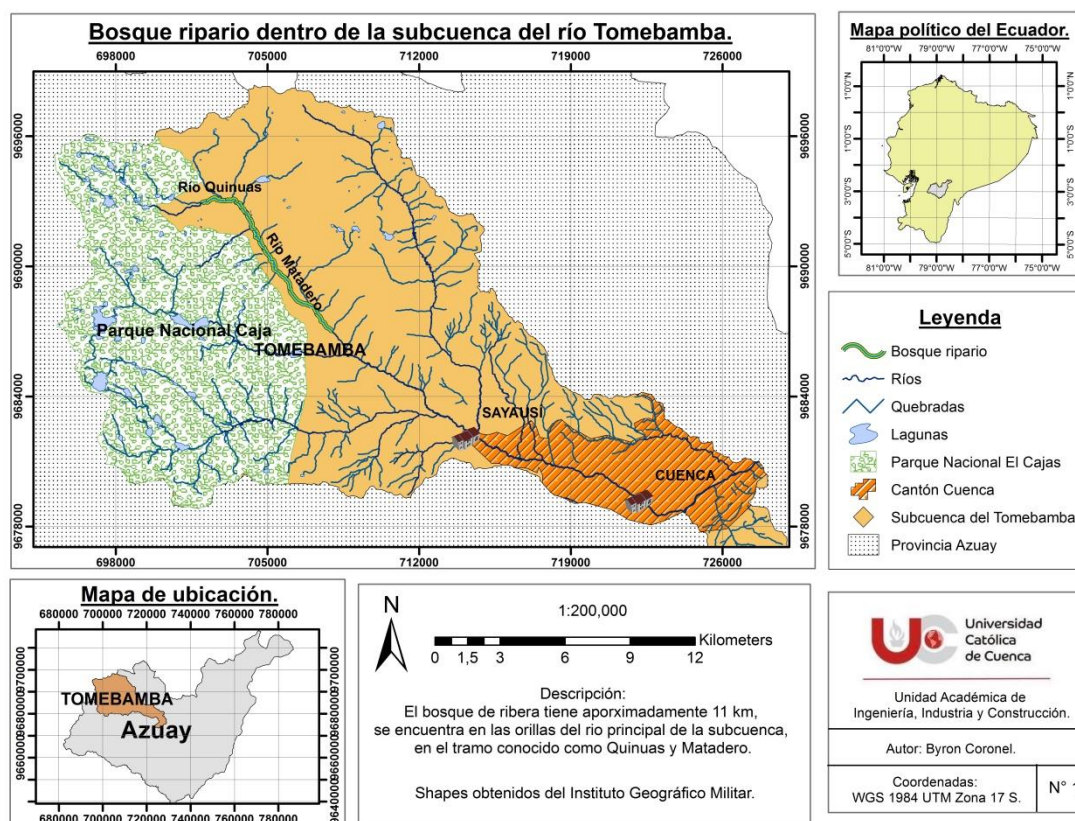


Figura 8: Zona de estudio

Cabe destacar que los cuerpos de agua naturales de la subcuenca son importantes por obvias razones, no solo para el ser humano sino también para la supervivencia de animales silvestres, plantas y organismos microscópicos, recordando que en sus partes altas existen bosques protegidos que, por sus características únicas, son motivo de preservación para la biodiversidad de la zona.

A lo largo del tiempo este sector ha ido sufriendo un cambio de uso de suelo importante ya que ETAPA EP reporta pérdida de flora nativa cada año, debido a la expansión de pastoreo, piscicultura o construcción de edificaciones en terrenos privados aledaños. La flora del lugar es de relevancia para la integridad del curso hídrico, que dota de agua para la población aguas abajo, ya que cumple la función de un filtro natural, además que es hogar de distintas especies de fauna entre estas un sin número de aves migratorias (Molina, 2012). La vegetación que cubre este tramo está dividido entre bosques de pino (introducido), bosque alto andino y grandes extensiones de pastizal.

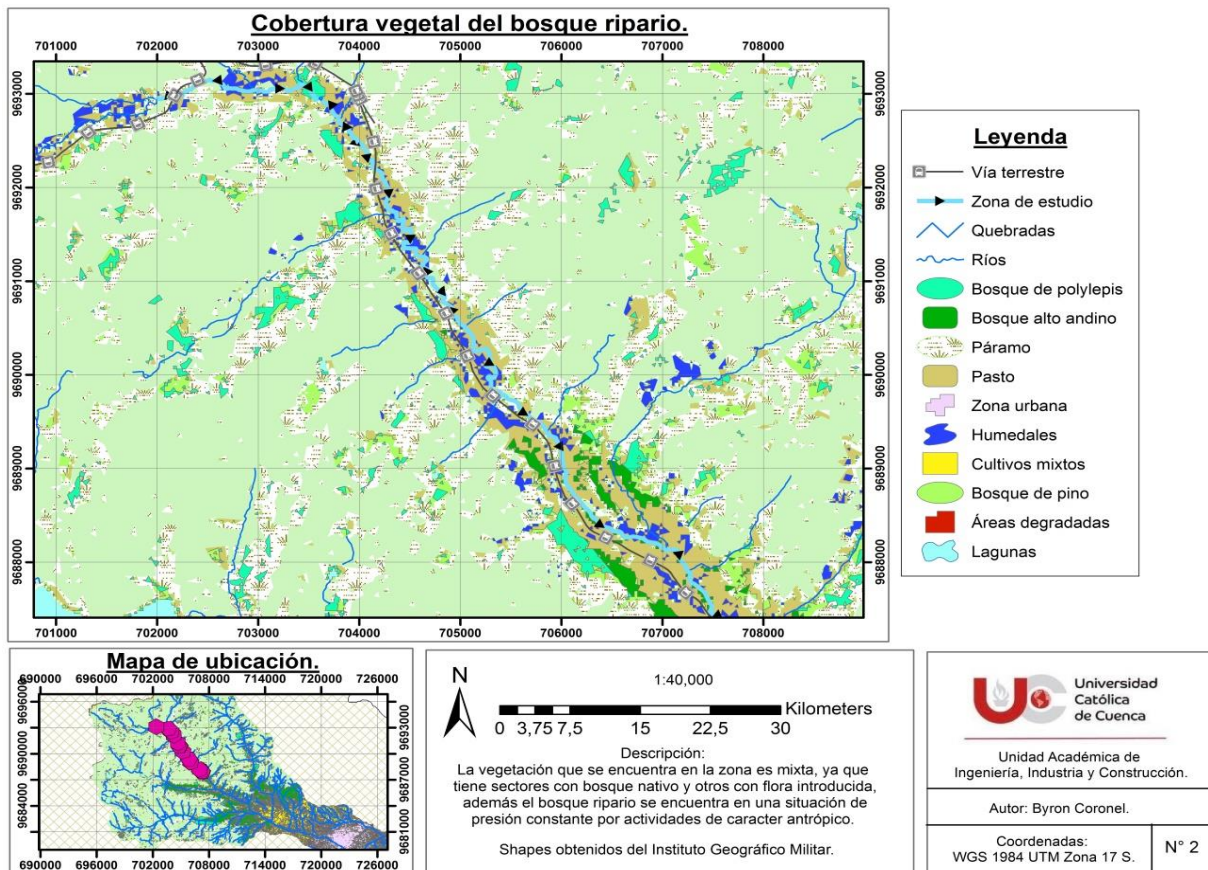


Figura 9: Vegetación de la zona

3.2 Ubicación de las estaciones de monitoreo

Para la recolección de datos se establecieron tres puntos de monitoreo, se tomó en cuenta locaciones con circunstancias distintas, separados cada uno por 2 kilómetros de distancia, los sitios que se escogieron para la instalación de las cámaras trampa y para realizar los censos de aves visuales y auditivos fueron: un bosque introducido, un bosque nativo y una zona de pastizales con bordes de bosque montano, matorral respectivamente.

Se instaló las cámaras trampa y exploró las tres estaciones de muestreo en zonas concretas con características favorables. La primera estación cerca de la estancia denominada El Molino, a un lado del puente Río Matadero, cuya entrada se encuentra en el km 15,5 de la Cuenca - Molleturo - Naranjal, es una zona mixta si cabe el término, donde existen árboles de pino, arbustos y matorrales pero solo a la orilla del río; la segunda, la de la mitad de las estaciones, se localiza en un predio de Etapa kilómetro 17,5 complejo conocido como Chirimachay lugar de captación de agua, aquí existen construcciones de infraestructura y bosque nativo pero muy cerca de la carretera, finalmente la tercera y última estación se halla en el kilómetro 19,5 referente a la vía, es una propiedad privada dedicada a la ganadería pero que en la parte de atrás del terreno existe un bosque montano hogar de varios pájaros y animales terrestres como conejos silvestres por ejemplo, cada estación cuentan con una separación considerable para poder recolectar información de distintas zonas con datos independientes para cada punto de monitoreo, para las trampa cámaras se constató también si el lugar de colocación es seguro para garantizar la integridad de los aparatos de muestreo.

3.2.1 Primera estación.

Este sitio se lo puede describir como un lugar degradado, hablando del suelo, ya que en sus alrededores existe actividad ganadera, restaurantes y hospedaje para turistas, también hay presencia de casas donde viven las personas del lugar.



Figura 10: Lugar donde se estableció el primer escenario

Fuente: Google Earth

El bosque ripario está muy reducido y presionado, se encuentra cercado por alambrados, indicando que solo ese espacio, de entre 5 a 10 metros, es zona de restauración.



Figura 11: A la izquierda se encuentra el bosque de ribera

Tabla 2: Coordenadas UTM de la cámara 1

| Número | Este (X) | Norte (Y) | Elevación (ms.n.m.) | Área (m ²) | Localidad |
|--------|----------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 | 0707219 | 9687202 | 3195 | 11356 | Sector puente Río Matadero |

Fuente: Software MapSource

3.2.2 Segunda estación.

En esta ubicación se encuentra la vegetación original en buen estado, ya que por ser propiedad de una empresa pública que se encarga de captación y distribución de agua, se tiene la tarea de preservar el terreno.



Figura 12: Áreas definidas por el monitor por medio de coordenadas, de acuerdo al recorrido que se realizó

Fuente: Google Earth

En general, las condiciones de este escenario son buenas, si bien existen infraestructuras, tuberías y varias piscinas artificiales de captación de agua, la mayor parte de su terreno cuenta con vegetación propia del lugar, lo que la categoriza como la mejor de las tres estaciones en este estudio.



Figura 13: Piscina de captación y almacenamiento de agua en medio de la flora del lugar

Tabla 3: Coordenadas UTM de la cámara 2

| Número | Este (X) | Norte (Y) | Elevación (ms.n.m.) | Área (m ²) | Localidad |
|--------|----------|-----------|---------------------|------------------------|-------------|
| 2 | 0705709 | 9688759 | 3295 | 38,892 | Chirimachay |

Fuente: Software MapSource

3.2.3 Tercera estación.

Se caracteriza por tener grandes extensiones de pastizal alrededor del bosque ripario pudiéndose notar el cambio de suelo comparando con sus bordes de bosque al fondo y sus zonas arbustivas en las orillas del río.



Figura 14: En el tercer escenario se ve claramente el poco espacio que tiene la flora a orillas del río

Fuente: Google Earth

Zona netamente ganadera ya que su suelo es para el alimento, permanencia de bovinos y ovinos cuyos dueños necesitan del agua que dota el río para que sus animales se abastezcan del líquido vital, por medio de mangueras o canales a lo largo de sus propiedades.



Figura 15: Suelo de páramo transformado en pastizal

Tabla 4: Coordenadas UTM de la cámara 3

| Número | Este (X) | Norte (Y) | Elevación (ms.n.m.) | Área (m ²) | Localidad |
|--------|----------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 3 | 704229,3 | 9691105 | 3394 | 41,047 | Zona de restaurantes |

Fuente: Software MapSource

3.3 Población

Para este estudio, a la población de aves se las dividió en tres áreas bien definidas en tiempo y espacio, recolectando datos variados que posteriormente fueron ordenados y categorizados en formato de fichas, los mismos que van a tener probabilidades de distribución, obtenidas por intermedio de las denominas medias poblacionales para cada una de las estaciones y así lograr la estimación de la diferencia entre estas tres medias poblacionales para realizar un comparativo entre cada estación, que tienen circunstancias y datos diferentes.

3.3.1 Muestra.

Toma de datos de los organismos seleccionados por medio de muestras representativas, de tipo cualitativa que representen proporción y de tipo cuantitativa que genere una media de cada muestreo. Para proceder a interpretar los datos por medio del denominado muestreo por conglomerado ya que este procedimiento es usado para áreas geográficas, el mismo que se basa en tomar las muestras de cada lugar de monitoreo, en este caso de tres estaciones, tomando cada elemento de la población como una unidad dentro de cada una de las estaciones, obteniendo una representación de pequeña escala que logra una estimación grande de los parámetros poblacionales.



Figura 16: Fotografía efectiva de la cámara trampa, Alizafiro grande

3.3.2 Tipo de muestreo.

Es de tipo experimental con trabajo de campo, que no afecta a la fauna a estudiar ya que se basa en capturas de imágenes por medio de sensores infrarrojos, para las cámaras trampa y de tipo visual y auditivo por medio del investigador, para el censo de aves. A partir del esfuerzo de muestreo, se pueden sacar modelos de distribución de especies, partiendo con datos reales de observación y usando técnicas cartográficas que permitan establecer los limitantes de la ornitofauna en cuanto a su biodiversidad y riqueza específica, escogiendo un patrón clasificador adecuado para el tipo de variable a clasificar (Hurtado y Soto, 2017), dichas variables son la importancia del hábitat y el rol ecológico de las especies encontradas.

3.4 Especificaciones de la cámara trampa utilizada

Para este proyecto se usó las cámaras trampa de tipo activa ya que funcionan con mecanismo de detección de movimiento teniendo incorporado en su sistema un rayo infrarrojo.

3.4.1 Aspecto.

Son de color camuflaje verde con negro, para pasar desapercibidas tanto para la fauna a estudiar, como para potenciales robos de las mismas, pero por su plástico artificial y su pintura se notan en un entorno natural, por lo que es necesario camuflarlas con una especie de carcasa hecha de cortezas de árbol recogidas en el suelo del entorno o el espacio donde se instalaron. Regresando a su aspecto, en su cara frontal tiene tres componentes, arriba la luz infrarroja, en el medio el lente de captura, y abajo el sensor de movimiento.

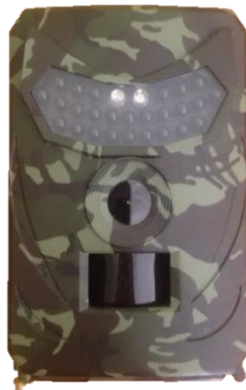


Figura 17: Apariencia de la cámara trampa adquirida



Figura 18: Carcasa para camuflaje y protección de humedad

En su base cuenta con un conector tipo USB para programar el funcionamiento del equipo, ranura para chips de almacenamiento en este caso micro sd y un compartimiento para alojar las baterías que son cuatro pilas doble AA, botón de encendido/apagado; finalmente en su parte trasera existen unas agarraderas para que con la ayuda de una correa posicionar la cámara en el sitio deseado.



Figura 19: Componentes que se encuentran en la base de la cámara trampa

3.4.2 Características y especificaciones.

Sensor: 3MP Color CMOS

Resolución de la foto: 12MP 4032*3024

Resolución del video: FHD 1920*1080P 25FPS

Tiempo de activación: 0.8S

Modo de trabajo: 3 Fotos + 10s Video

Ángulo PIR: 110 degree

Lente: Wide 120 degree

IR LED: 26pcs 940 nm black Lights, 15M

Distancia PIR: 15M

Memoria: Max Micro SD 32GB

Puerto USB: 5 pins USB 2.0

Fuente de alimentación: 4 baterías AA o DC 5V

Impermeabilidad: IP54

Tiempo en reposo: 12 meses

Corriente de espera: 0.01mA

Dimensiones: 135*90*55mm

Peso: 160g

Temperatura: -10~+70°C/-14~+158°F

3.4.3 Programación.

De acuerdo a Díaz y Payán (2012) el técnico debe conocer el funcionamiento y programación del aparato, anticipando posibles errores o fallas en el periodo de muestreo, características tales como el peso de la cámara, velocidad de disparo, resistencia a la humedad y rango de captura, van a dar cabida al correcto funcionamiento, en cuanto a su programación, hay que ser precisos y calibrar bien la hora-fecha y el tiempo que hay entre fotografías para etiquetarlas (se recomienda elegir la opción de un minuto de retraso entre foto y foto y la opción de un solo disparo en la misma activación), tomando siempre en cuenta el nombre de la cámara y la estación de muestreo que son claves para posteriores análisis estadísticos.

3.4.4 Operatividad.

Para su correcto desempeño este sistema depende de que sus baterías se encuentren en buen estado, el aparato bien posicionado tienen un rango de detección de 15 metros, si bien están diseñados para soportar lluvias hay que tener en cuenta que el dispositivo no este propenso a humedad excesiva; obedece totalmente a su infrarrojo que activa la cámara una vez que exista movimiento en su perímetro de captura, cuenta también con una configuración adaptativa y automática para beneficio del investigador.

a. Pruebas de funcionamiento del aparato.

Antes de ir al trabajo de campo, es necesario tener en cuenta factores como el sistema eléctrico, verificando el tiempo de duración de las pilas para el cambio respectivo, además hay que constatar la sensibilidad del sensor de movimiento, y ver si el proceso de almacenamiento cumple con la programación anteriormente realizada (Chávez et al., 2013).

b. Radio de acción de las cámaras.

Al momento del posicionamiento y colocación del equipo hay que tener en cuenta la realización de pruebas piloto con el fin de verificar el rango de captura del sistema esto se lo realiza integrando dos factores que son el radio (r) y el ángulo de detención (θ); así como también la sensibilidad del detector haciendo las pruebas correspondientes (Rodríguez y Pérez, 2019).

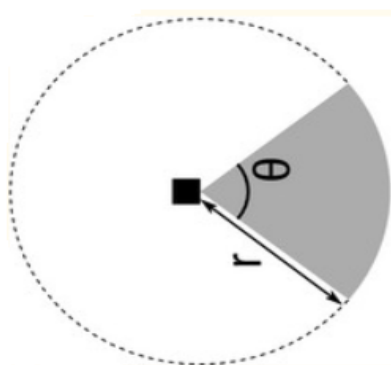


Figura 20: Ángulo de captación de la cámara trampa

3.5 Trabajo de campo para las cámaras trampa

Las cámaras trampa son sistemas automatizados que se las coloca sujetas a un tronco de árbol, trípode o una varilla dependiendo del caso, en el presente estudio se las colocó a las orillas del río donde se halla el bosque ripario, ya que este estudio está focalizado en fotografiar aves y dicho bosque es un lugar de anidación y descanso de muchas de ellas, entonces, a las cámaras se las instaló en troncos de árboles, como son tres aparatos en total, se los colocó estratégicamente en

diferentes posiciones ya que estos animales son de tipo aéreo, por ende se mueven y se localizan posando y volando a diferentes alturas.

La primera cámara trampa se situó a una altura de tres metros aproximadamente en un árbol de pino, la segunda a 2 metros del suelo en un árbol de quinua y finalmente la tercera a una altura de tres metros así mismo en un árbol de polylepis, esto con la intención de precautelar la seguridad de los aparatos ya que estaban instaladas en zonas pobladas, también algunos pájaros tienen comportamientos variados a lo largo de sus actividades, como por ejemplo, bajar a la orilla del río para tomar agua, por lo que cada cámara enfocaba a un lugar amplio con una ligera inclinación hacia abajo.

Un aspecto importante es que al momento de la instalación de la cámara, se debe colocar a espaldas del sol para evitar la exposición de la luz directamente hacia la cámara y prevenir que exista desenfoque, con el fin de abarcar toda la zona de estudio, cada estación tuvo una separación de 2 kilómetros de distancia. Con respecto a la cobertura vegetal, se puede decir, que en el bosque ripario existen tres tipos de cobertura vegetal, nativo, introducido y deteriorado, lo que quiere decir que en cada uso de suelo está presente una estación, con la finalidad de comparar datos recolectados de distintas realidades de la zona de monitoreo.

En cuanto al mantenimiento del equipo se realizó periódicamente variando los días de visita cada cuatro, siete o hasta 13 días de acuerdo a la disponibilidad de tiempo del investigador, esto con la finalidad de recoger los datos guardados en la memoria de la cámara y pasarlos a la computadora e inspeccionar el estado de las pilas.

3.5.1 Instalación de las cámaras trampa en el campo.

Las consideraciones generales dependiendo del objetivo que se desea capturar, en este caso avifauna, son las siguientes:

- Orientación con respecto al sol: hay que ubicar y visualizar el oriente y el poniente con el fin de evitar exceso o falta de luz (la cámara siempre a espaldas del sol).
- Calibración del aparato: se refiere a la altura de colocación, en este estudio, como se trata de animales aéreos y de pequeño tamaño, se procedió a colocar las cámaras a distintas alturas, dependiendo siempre de la disponibilidad del sector y también precautelando el camuflaje y seguridad del equipo.
- Distancia de enfoque: es esencial poder capturar aves posando en una rama o a nivel del suelo tomando agua; por lo que la lente debe tener una visión clara y cercana del sitio de interés (la distancia mínima de enfoque está en un intervalo entre 80 a 200 cm de encuadre) (Hernandez et al., 2015).

3.5.2 Caracterización de las estaciones.

Cada cámara estuvo marcada e identificada para poder llevar un control sobre su funcionamiento conjuntamente con su punto exacto de ubicación, valiéndose de coordenadas de registro de GPS correspondiente a la ubicación de la estación de muestreo, verificación de la distancia y altura de la cámara con respecto al punto donde se infiere pasará el animal, así mismo hay que medir en centímetros la distancia de la cámara al piso con el fin de verificar el enfoque correcto hacia un punto en concreto (Hurtado y Soto, 2017), como se puede apreciar en la siguiente imagen.

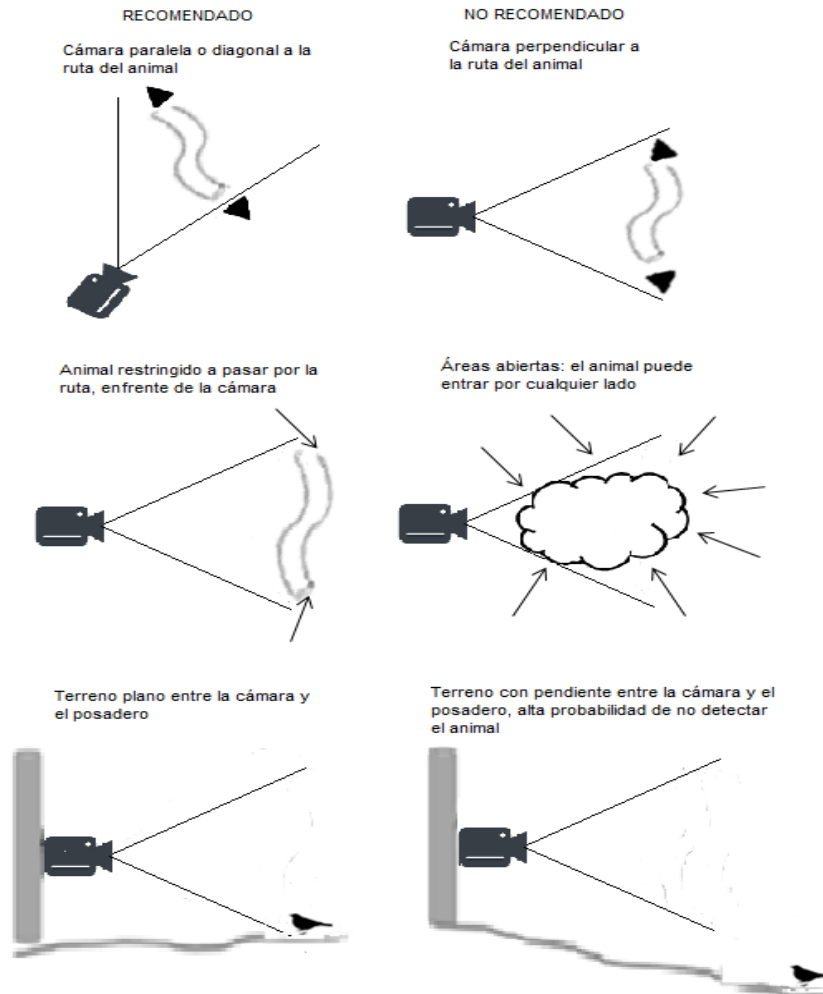


Figura 21: Esquema de posicionamiento correcto para un sistema de fototrampeo

Las recomendaciones anteriormente descritas son para evitar y prevenir inconvenientes técnicos que puedan presentarse en el transcurso del proyecto y para disminuir los posibles errores en el muestreo.

3.5.3 Organización de los datos.

Todas las fotografías obtenidas durante el foto-trampeo deben ser ordenadas de la siguiente manera:

- i. Todas las fotografías tomadas por una cámara tienen que estar digitalizadas y guardadas en una carpeta debidamente etiquetada. El nombre de la carpeta será el ID de la estación que corresponde.
- ii. Cada fotografía debe tener como nombre de archivo un ID digital, en el que las primeras cuatro letras corresponden al nombre del sitio (CAOBA), seguido del código de cuadro (J1), letra de cámara (A), fecha (12-04-08) y número de foto (#01). Por ejemplo, CAOBA_J1A_12-04-08_#01 (Chávez et al., 2013).

Dicho esto se realizó un cuadro ordenado detallado a continuación.

Tabla 5: Formato de registro de fotos

| No. Foto | Fecha | Estación | Cámara | Especie | Nombre común | Número de individuos | Hora | Código de la fotografía | Observaciones adicionales |
|----------|-------|----------|--------|---------|--------------|----------------------|------|-------------------------|---------------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Fuente: Díaz y Payán, (2012, p. 22)

3.6 Métodos de identificación de especies

Para identificar la ornitofauna en el área de estudio, que es en el bosque ripario de la subcuenca alta del río Tomebamba, se realizaron métodos de registro de avistamientos para monitoreo de aves, los cuales son, puntos de conteo, búsqueda intensiva y trayectos en franja, los mismos que se ejecutaron durante un lapso de 30 días en los meses de julio, agosto y septiembre. Como método complementario se realizó una captación de sonidos mediante registro auditivo para las especies difíciles de ver.

3.6.1 Observación directa.

Como se mencionó anteriormente se utilizaron métodos de observación y anotación directa por parte del investigador que son los denominados puntos de conteo, búsqueda intensiva y trayectos en franja, el primero se lo ejecutó por un tiempo de 10 minutos establecido en cada punto de observación hasta completar una hora en cada estación en un día en la mañana y en la tarde dicho muestreo tubo un periodo de 10 días, en el segundo periodo de muestreo se estableció un tiempo de 20 minutos para el recorrido de cada parcela permaneciendo el observador por el lapso de una hora por cada estación, así mismo en las mañanas y en las tardes durando 10 días también este muestreo, en el último periodo se recorrió una franja desde la tercera estación a la segunda y desde la segunda hasta la primera planteándose dos trayectos en total logrando completar 10 días más para este muestreo. Se establecieron 3 escenarios de conteo de aproximadamente 2 kilómetros de separación cada uno dentro y en las inmediaciones del bosque ripario en cuestión, zonas con distintas circunstancias de hábitat y variando los métodos con el fin de recabar la información lo más heterogénea posible.

3.6.2 Puntos de conteo.

La unidad de muestreo fue una circunferencia de 25 metros de radio en cada punto de conteo, los monitoreos iniciaron a las 6:00 de la mañana y a las 15:00 de la tarde y finalizaron a las 9:00 de la mañana y a las 18:00 de la tarde respectivamente por el lapso de 10 días, en ese rango de horas existe la mayor presencia de pájaros, durante este tiempo se registró toda ave que se encontraba dentro del campo de detección visual, si el animal se encontraba a una distancia superior a la establecida se anotó "+25 m" como particularidad en la libreta de campo, además en dicha libreta se apuntó así mismo las características del pájaro como el tamaño, color, comportamiento, etc (ver tabla 43).

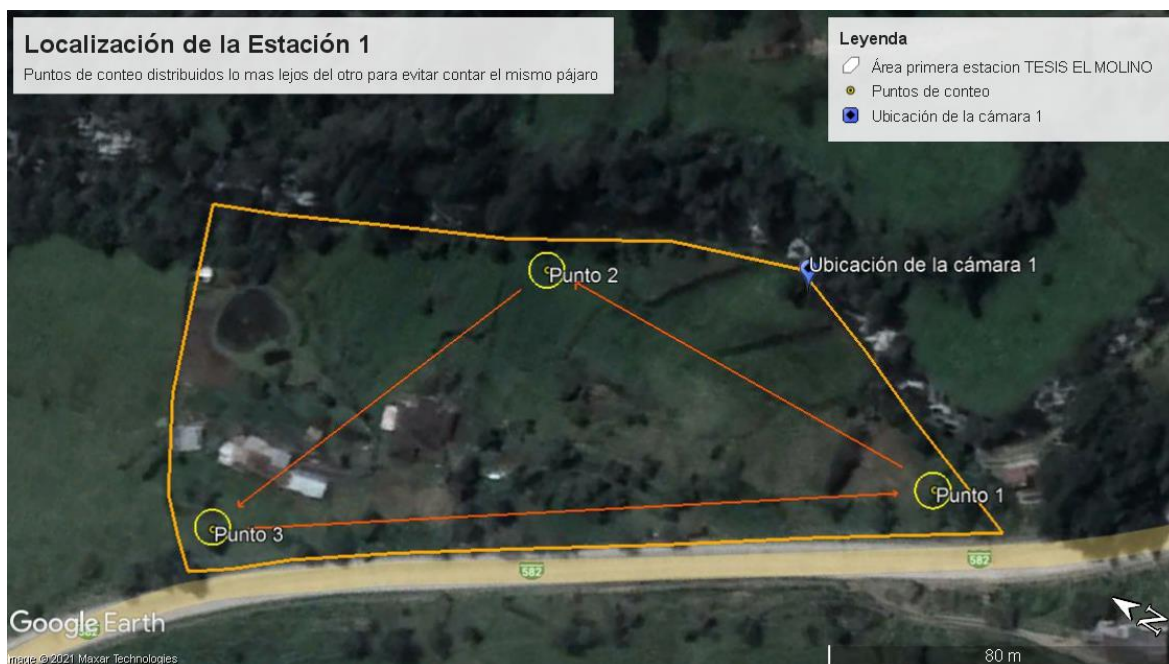


Figura 22: Posicionamiento de los puntos de conteo en la estación uno

Fuente: Google Earth

Tabla 6: Coordenadas UTM de los puntos de conteo de la estación uno

| Número | Este (X) | Norte (Y) | Elevación (ms.n.m.) | Localidad |
|---------|----------|-----------|---------------------|----------------------------|
| Punto 1 | 707196,8 | 9687266 | 3194 | Sector puente Río Matadero |
| Punto 2 | 707209,2 | 9687212,3 | 3196 | Sector puente Río Matadero |
| Punto 3 | 707156,6 | 9687161,5 | 3199 | Sector puente Río Matadero |

Una vez planteados los puntos de conteo, el investigador tiene la tarea de cronometrar el tiempo por medio de un reloj digital de muñeca con alarma, para estar atento de la hora y el pasar de los minutos, fundamental para el monitoreo; se anotaron las aves que se visualizaron y escucharon por el tiempo de una hora en la libreta de campo, esa hora es la que se la dedica a una sola estación, así mismo, con la ayuda de prismáticos se puede apreciar las características de cada especie pudiendo apuntar dichas particularidades en la libreta de campo (ver tabla 44).

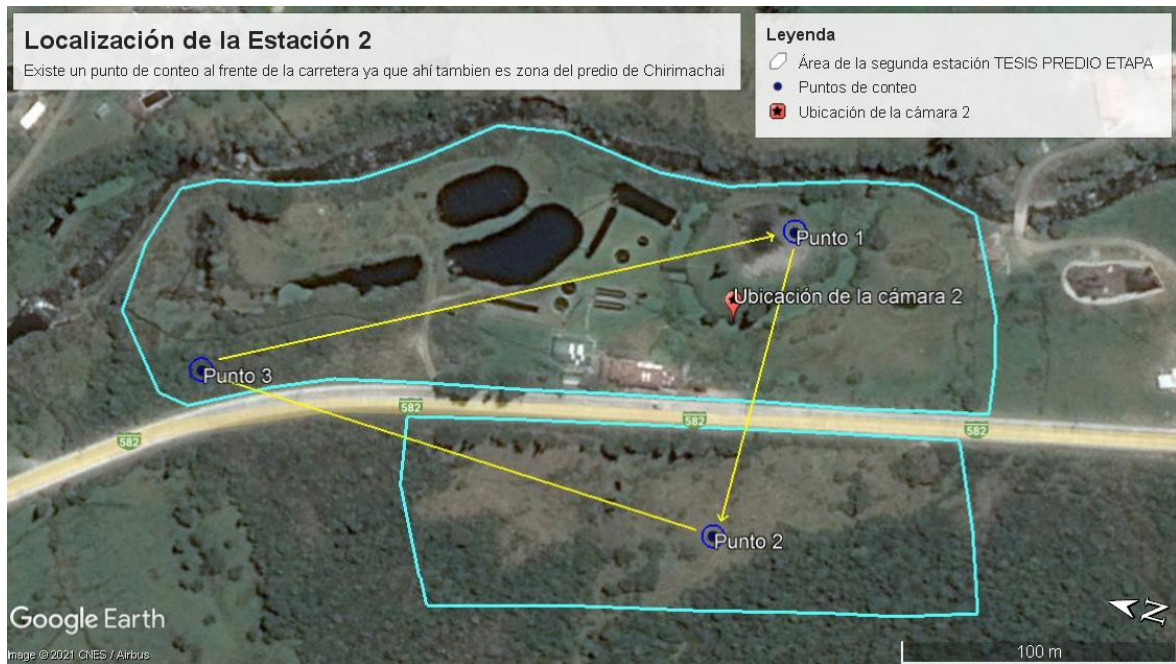


Figura 23: Lugares donde se establecieron los puntos de conteo para la estación dos

Fuente: Google Earth

Tabla 7: Coordenadas UTM de los puntos de conteo de la estación dos

| Número | Este (X) | Norte (Y) | Elevación (ms.n.m.) | Localidad |
|---------|----------|-----------|---------------------|-------------|
| Punto 1 | 705751,1 | 9688749,1 | 3296 | Chirimachay |
| Punto 2 | 705639,2 | 9688780,2 | 3310 | Chirimachay |
| Punto 3 | 705729,6 | 9688786 | 3293 | Chirimachay |

El monitor se posicionó en los tres puntos rotándolo durante una hora, detalles que se pueden decir acerca de este muestreo es que, una vez trascurren 10 minutos en un punto, el observador se traslada al siguiente demorándose en este caso dos minutos de traslado de un punto a otro.

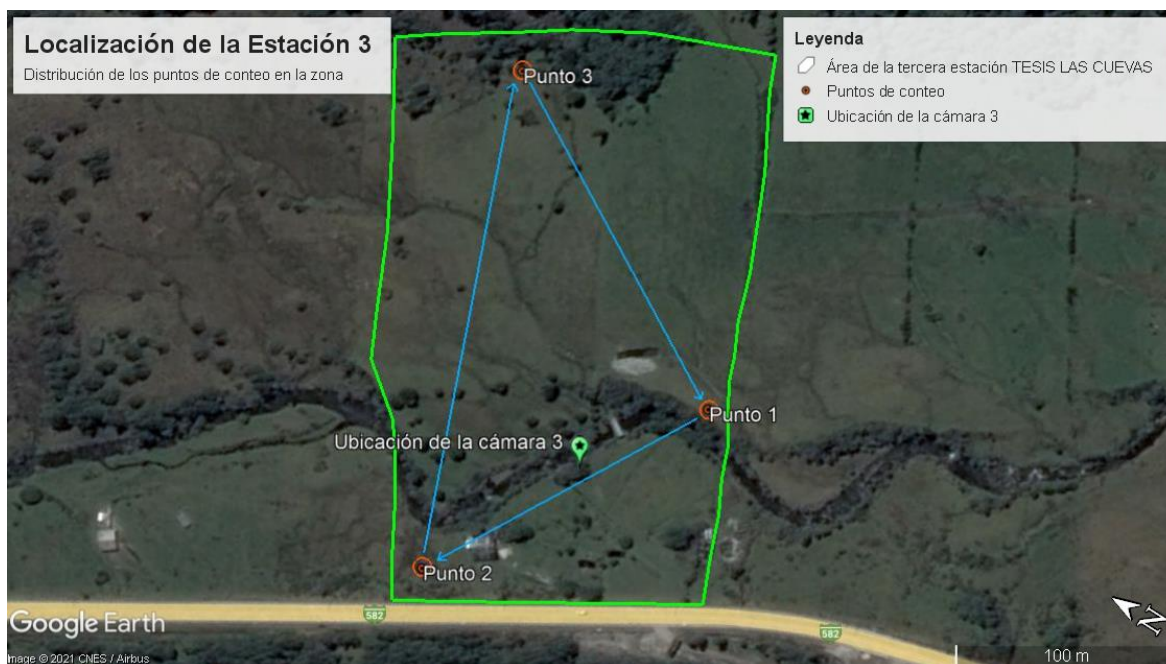


Figura 24: Panorama de los puntos establecidos en la estación tres

Fuente: Google Earth

Tabla 8: Coordenadas UTM de los puntos de conteo de la estación tres

| Número | Este (X) | Norte (Y) | Elevación (ms.n.m.) | Localidad |
|---------|----------|-----------|---------------------|----------------------|
| Punto 1 | 704655,9 | 9690328,1 | 3371 | Zona de restaurantes |
| Punto 2 | 704229,3 | 9691105 | 3380 | Zona de restaurantes |
| Punto 3 | 704682,5 | 9690444,3 | 3394 | Zona de restaurantes |

Conforme trascurrieron los días de monitoreo, se fue adquiriendo experiencia en el monitoreo, por ejemplo, durante el muestreo es mejor que el monitor se encuentre en cuclillas, arrodillado o sentado ya que de esta manera los pájaros de los alrededores no se percatan de su presencia fácilmente, otra es con respecto a la libreta de campo, ya que los primeros días cuando se visualizaron los primeros pájaros se anotaban características muy generales como su color, sin fijarse de que hay otras especies que cuentan con la misma tonalidad de plumas. (ver anexos 1-4)

3.6.3 Búsqueda intensiva.

Dentro de cada propiedad privada se delimitó una parcela diferente de acuerdo al espacio que se tuvo en dichas propiedades, dentro de la estación 1, se dividió toda su extensión a la mitad logrando así 2 parcelas para dicho escenario; por su parte la estación 2 la cual es en el predio de ETAPA se la separó en 3 parcelas debido a que es el escenario más amplio y accesible para el recorrido del observador, cabe recalcar que aquí no se recorrió todo el terreno o la extensión que tiene el predio de ETAPA a diferencia del escenario uno, debido al límite de tiempo, también porque no es físicamente posible y por último a que solo existe una persona que realizó el

muestreo, por lo que las parcelas tiene las dimensiones puntualizas del recorrido del monitor, mas no el tamaño total del predio de ETAPA; por último la estación 3 fue segmentada en 2 parcelas de acuerdo a la extensión total del terreno, se escogieron localizaciones óptimas para lograr recabar la mejor información posible, esta estación también es amplia y se la dividió a la mitad para lograr las parcelas planeadas. Los monitoreos para los tres escenarios fueron, de igual manera, de 6:00 a 9:00 de la mañana y de 15:00 a 18:00 de la tarde dedicándole 20 minutos a cada parcela, rotando cada una de ellas hasta completar una hora de muestreo, por cada escenario, durante diez días de recolecta de datos para este método (ver tabla 45).

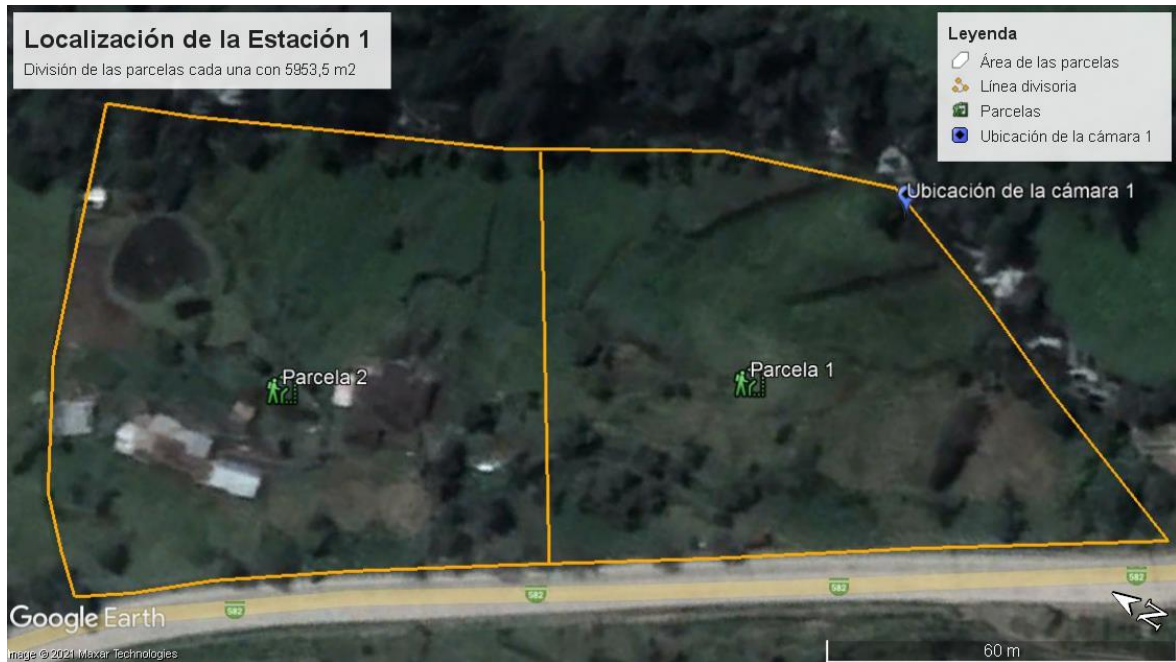


Figura 25: Escenario uno con sus dos parcelas trazadas

Fuente: Google Earth

Conforme fueron pasando los días del muestreo, el monitor se va familiarizando con la presencia de las aves que viven en el entorno, por lo que se agilitan las anotaciones y toma de datos en la libreta de campo (ver tabla 46).



Figura 26: Tres parcelas para el escenario dos

Fuente: Google Earth

En cada recorrido se pudo notar que hay zonas arbustivas y de matorral donde se sienten cómodas las aves y otros sectores como el pastizal donde la presencia de estos animales es casi esporádica, pero esto depende de cada especie.



Figura 27: Disposición de las parcelas en el escenario tres

Fuente: Google Earth

Lo que se puede puntualizar acerca de este muestreo, es que el observador tiene la posibilidad de recorrer cada rincón del o los terrenos, obviamente sin estar estático, pudiendo notar en que

localizaciones hay más o menos presencias de pájaros, estudiando también el comportamiento de estos animales, recabando información valiosa para el proyecto, un punto en contra con respecto a esta técnica es que, debido al constante desplazamiento del investigador, las aves más asustadizas vuelan rápido hacia otros lados evitando que se las estudie a profundidad, por lo que los monitores más experimentados realizan pausas, caminan despacio o en ciertos tramos van agachados para poder capturar una imagen del pájaro encontrado.

3.6.4 Trayectos en franja.

Este censo se lo realizó desplazándose desde el kilómetro 19,5 de la Cuenca - Molleturo - Naranjal, identificado como la estación 3, partiendo desde la señalética de la carretera que indica el kilómetro mencionado y guiado por el GPS, se caminó siguiendo la calzada hasta llegar al kilómetro 17,5 lugar donde se encuentra el predio de ETAPA - Chirimachay, identificada como la estación 2, entre estos kilómetros de recorrido se estableció la franja 1; de igual forma desde el predio de ETAPA kilómetro 17,5 se caminó siguiendo la carretera hasta llegar al km 15,5 lugar de ubicación de la estación uno, sector puente Río Matadero, entre estos kilómetros mencionados se estableció así, el segundo trayecto (ver tabla 47).

Para este método se caminó a lo largo de un recorrido previamente delimitado. La unidad de muestreo correspondió a la longitud del trayecto que es de 2 km de largo y 50 metros de ancho, este último referente al observador, el cual fue el ancho máximo de detección visual para registrar las especies que se fueron detectando en el camino, este método se lo hizo con la intención de peinar todo el tramo de muestreo, que une a las tres estaciones (ver tabla 48).



Figura 28: Senda del primer trayecto

Fuente: Google Earth

Se caminó por la carretera debido a que no es posible caminar por la orilla del río por presencia de alambrados de propiedades privadas que impiden el paso por el sendero del curso de agua, además la vía está a pocos metros del bosque de ribera por lo que es factible el planteamiento de este método.

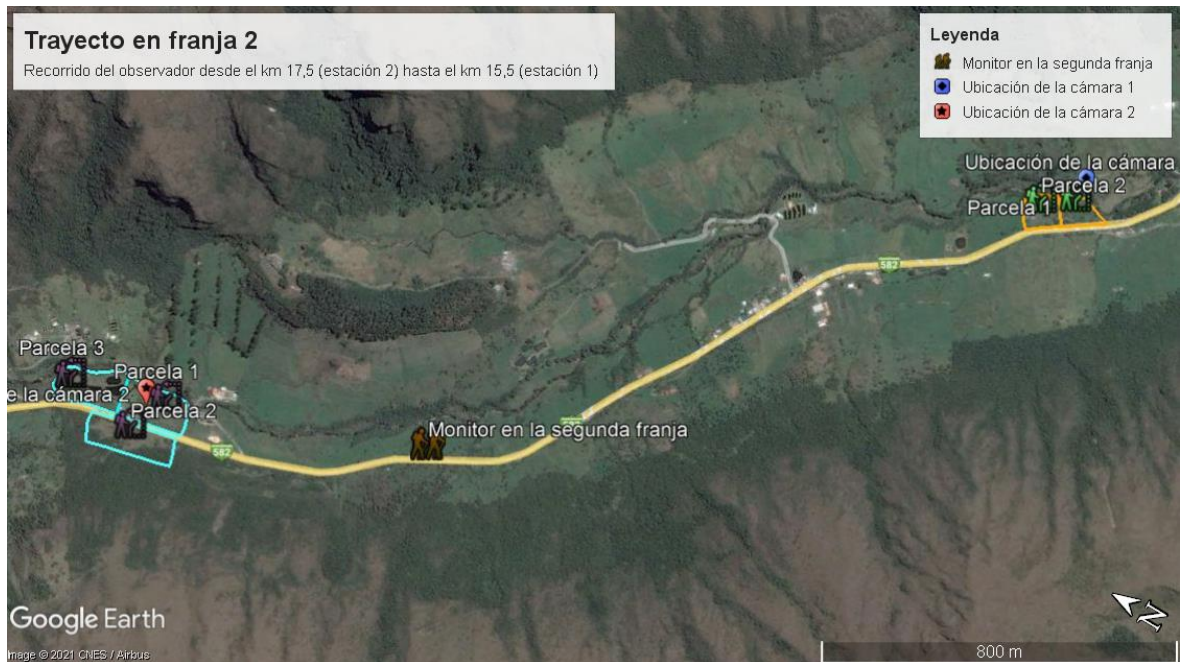


Figura 29: Extensión del segundo trayecto

Fuente: Google Earth

Planteando esta técnica desaparece el limitante que tiene el monitor ante las áreas de los escenarios y sus límites, entonces los lugares entre cada estación que no se pudieron recorrer con los métodos anteriores, se los visita en este, pasando por la vía, en definitiva este muestreo constituye un complemento válido para con los demás muestreos.

Este fue el último periodo del total de muestreos, que duró 10 días, tal cual los anteriores métodos, sumando entre las tres técnicas 30 días de recopilación de información.

3.6.5 Registro auditivo.

Con la finalidad de poder estudiar, guardar y comparar sonidos de diversas especies, se almacenó en una base de datos un total de 306 sonidos, los mismos que sirvieron bastante para el estudio, ya que cuando se los analizaron, se lograron identificar especies que son difíciles de ver, pero que con su canto o llamado se las logró identificar, estos datos constan en las fichas de registro de campo ordenadas de acuerdo a la fecha y al tipo de monitoreo.

Se realizaron las grabaciones del canto y llamado de las aves durante el tiempo de muestreo en los diferentes métodos mencionados con anterioridad, por medio del uso del equipo de grabación del teléfono móvil. Para el posterior análisis y comparativa de los sonidos, se utilizó la aplicación y plataforma digital EBird, página importante para estudios y recopilación de información en el ámbito de la ornitología.

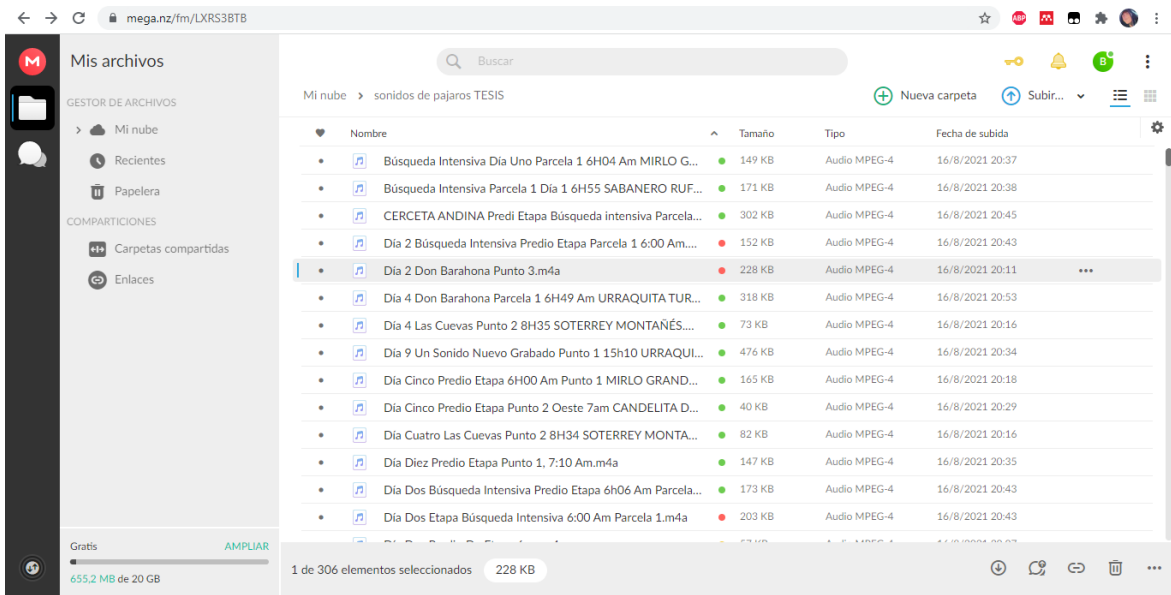


Figura 30: Base de datos de sonidos de pájaros recopilados

3.6.6 Diversidad alfa.

Para determinar la diversidad alfa, se midió la abundancia y riqueza de la ornitofauna registrada del monitoreo de las 3 estaciones. Se calcularon los índices de Simpson, Margalef, Shannon y Pielou para medir que tan alta es la diversidad de las aves en el bosque ripario de la subcuenca alta del río Tomebamba.

a. Índice de Margalef.

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N \quad (1)$$

Donde:

S = número de especies registradas.

N = número total de individuos detectados.

b. Diversidad de Shannon.

$$H = -\sum(P_i * \ln P_i) \quad (2)$$

Donde:

P_i = n_i/N (valor de importancia).

N = Total de todas las especies.

n_i = Abundancia para la especie i.

LnP_i = Logaritmo natural de P_i.

c. Uniformidad de Pielou

$$J = H / \ln(S) \quad (3)$$

Donde:

H = Es el índice de Shannon.

$\ln S = H_{\max}$ = es la diversidad máxima.

S = es el número de especies registradas.

d. Diversidad de Simpson.

$$D = 1/\sum(Pi)^2 \quad (4)$$

Donde:

Pi = Abundancia proporcional de la especie i, es decir ni/N.

3.6.7 Diversidad Beta.

Para determinar la diversidad beta se realizó un análisis comparativo entre las tres estaciones de estudio. Se calcularon los índices de Sorenson y Jaccard con la finalidad de realizar un análisis de la riqueza de las especies de aves presentes en el lugar.

a. Índice de Sorenson (cualitativo).

$$I_s = \frac{2C}{SA+SB} \quad (5)$$

Donde:

C = Número de especies comunes a ambas comunidades.

SA = Número de especies de la comunidad A.

SB = Número de especies de la comunidad B.

b. Índice de semejanza de Jaccard.

$$ISJ = [c/(a + b + c)] * 100 \quad (6)$$

Donde:

a = número de especies exclusivas de la comunidad A.

b = número de especies exclusivas de la comunidad B.

c = número de especies comunes para ambas comunidades.

3.6.8 Estimadores No Paramétricos.

Aquí se tomó como punto de partida la abundancia de las especies, por lo que las menos abundantes o raras son de prioridad en las muestras analizadas, condición que tienen estos estimadores, extrapolando los datos de acuerdo al tamaño de la muestra.

a. Chao 1.

$$Chao\ 1 = S_{obs} + \frac{a^2}{2b} \quad (7)$$

Donde:

S_{obs} = Es el número total de especies observadas en el muestreo total.

a = Es el número de especies que están representadas por un único individuo en esa muestra (singletons).

b = Es el número de especies representadas por exactamente dos individuos o más (doubletons).

b. ACE (Estimador de cobertura basado en la abundancia).

$$S_{ACE} = S_{abund} + \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} + \frac{F_1}{C_{ACE}} \gamma^2 ACE \quad (8)$$

Donde:

S_{rare} = Número de especies raras (≤ 10 individuos en la muestra completa).

S_{abund} = Número de especies abundantes (> 10 individuos en la muestra completa).

N_{rare} = Número total de individuos de las especies raras en la muestra completa.

F_i = Número de especies con i individuos (F_1 es el número de singletons).

$C_{ACE} = 1 - F_1/N_{rare}$ estimador de la cobertura muestral.

$\gamma^2 ACE = \max\left\{\frac{S_{rare}}{C_{ACE}} \frac{\sum_{i=1}^{10} i(i-1)F_i}{N_{rare}(N_{rare}-1)} - 1, 0\right\}$, es decir, el coeficiente de variación de la abundancia de las especies (García, 2014).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Datos obtenidos a partir de las cámaras trampa.

Por el periodo de 73 días estos equipos estuvieron activos en los lugares de ubicación escogidos, logrando almacenar en las tres memorias micro sd un total de 30873 fotografías.

De acuerdo al manual de fototrampeo (Díaz y Payán, 2012), se analizó e inspeccionó cada foto para separar y etiquetar las imágenes efectivas de las falsas, logrando compilar la siguiente información.

Tabla 9: Registro y etiquetado de fotos efectivas

| No. Foto | Fecha | Estación | Cámara | Especie | Nombre común | No. Individuos | Hora | Código de la fotografía | Observaciones adicionales |
|----------|------------|-----------|--------|--|-----------------------|----------------|-------------|-------------------------|---------------------------|
| #12 | 02/07/2021 | ETAPA | Cam 2 | <i>Helianthus viola - Trochilidae</i> | Solángel Gorjipúrpura | 1 | 8:48:12 am | PICT0012 | Volando |
| #12 | 11/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Eriocnemis luciani - Trochilidae</i> | Zamarrito Colilargo | 1 | 8:14:00 am | 20210711_081400 | En una rama |
| #219 | 14/07/2021 | ETAPA | Cam 2 | <i>Pterophanes cyanopterus - Trochilidae</i> | Alizafiro grande | 1 | 7:23:34 am | PICT0219 | En el bebedero |
| #220 | 14/07/2021 | ETAPA | Cam 2 | <i>Pterophanes cyanopterus - Trochilidae</i> | Alizafiro grande | 1 | 7:23:36 am | PICT0220 | En el bebedero |
| #55 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 9:57:33 am | 20210715_095733 | En el bebedero |
| #56 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 9:57:34 am | 20210715_095734 | En el bebedero |
| #78 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:00:21 am | 20210715_100021 | En el bebedero |
| #79 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:00:23 am | 20210715_100023 | En el bebedero |
| #80 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:00:24 am | 20210715_100024 | En el bebedero |
| #150 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:15:18 am | 20210715_101518 | En el bebedero |
| #151 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:15:19 am | 20210715_101519 | En el bebedero |

| | | | | | | | | | |
|------|------------|-----------|-------|--|----------------------|---|-------------|-----------------|----------------|
| #152 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:15:21 am | 20210715_101521 | En el bebedero |
| #249 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:28:36 am | 20210715_102836 | En el bebedero |
| #250 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:28:38 am | 20210715_102837 | En el bebedero |
| #251 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:28:39 am | 20210715_102839 | En el bebedero |
| #252 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:28:54 am | 20210715_102854 | En el bebedero |
| #253 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:28:55 am | 20210715_102855 | En el bebedero |
| #254 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:28:57 am | 20210715_102857 | En el bebedero |
| #255 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:29:05 am | 20210715_102905 | En el bebedero |
| #256 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:29:06 am | 20210715_102906 | En el bebedero |
| #257 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:29:08 am | 20210715_102908 | En el bebedero |
| #258 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:29:15 am | 20210715_102915 | En el bebedero |
| #259 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:29:16 am | 20210715_102916 | En el bebedero |
| #260 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:29:18 am | 20210715_102918 | En el bebedero |
| #435 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:52:24 am | 20210715_105224 | En el bebedero |
| #436 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi - Trochilidae</i> | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:52:25 am | 20210715_105225 | En el bebedero |

| | | | | | | | | | |
|------|------------|-----------|-------|--|----------------------|---|-------------|-----------------|----------------|
| #437 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi</i> - Trochilidae | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:52:27 am | 20210715_105227 | En el bebedero |
| #438 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi</i> - Trochilidae | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:52:35 am | 20210715_105235 | En el bebedero |
| #439 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi</i> - Trochilidae | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:52:36 am | 20210715_105236 | En el bebedero |
| #440 | 15/07/2021 | El Molino | Cam 1 | <i>Chalcostigma stanleyi</i> - Trochilidae | Picoespina Dorciazul | 1 | 10:52:38 am | 20210715_105238 | En el bebedero |

En la cámara uno se lograron 27 capturas fotográficas efectivas, en la cámara dos 3 imágenes válidas, en la cámara tres no se lograron obtener imágenes tangibles.

Para mejor entendimiento, en la cámara uno se consiguieron identificar dos especies de colibrís, el Zamarrillo Colilargo - *Eriocnemis luciani* y el Picoespina Dorciazul - *Chalcostigma stanleyi*; de igual manera en la cámara dos se reconocieron dos especies de colibrís, el Solángel Gorjipúrpura - *Heliangelus viola* y el Alizafiro grande - *Pterophanes cyanopterus*. Desde el inicio del muestreo el día 22 de Junio al 22 de Julio del 2021, mitad del muestreo, 31 días se trabajó enfocando las cámaras a comederos instalados en los árboles con la finalidad de que los pájaros silvestres se acercaran al lugar de interés, siendo los colibrís anteriormente mencionados los únicos que se aproximaron y así se logró recolectar las fotografías efectivas.



Figura 31: Captura fotográfica de un Picoespina Dorciazul en la cámara trampa uno

El mismo día del 22 de Julio del 2021 se retiraron los comederos y se procedió a enfocar las cámaras a locaciones más amplias sin moverlas de su sitio de origen, solo rotando su lente hacia otra dirección, esto con la intención de variar el muestreo y fotografiar a pájaros de otras especies,

sin comederos las cámaras estuvieron por el lapso de 42 días hasta el 2 de Septiembre del año en curso, último día de muestreo con las cámaras trampa activas.

Debido a los pocos datos recogidos durante el tiempo del monitoreo y con la mayoría de imágenes denominadas falsas, término que se utiliza cuando en las fotos no hay presencia de ningún animal, cuyas activaciones fueron dadas por movimiento de ramas u hojas impulsadas por el viento, no se procedió al análisis estadístico por la escases de cifras válidas.

4.2 Registro de aves en el campo

De acuerdo a los registros de ornitofauna identificada en la zona 1 puente Río Matadero a 3195 ms.n.m ,zona 2 predio de ETAPA a 3295 ms.n.m y zona 3 restaurante Las Cuevas a 3394 ms.n.m; se aplicaron las metodologías conteo por puntos, búsqueda intensiva, y trayectos en franja respectivamente; en donde gracias a esto, se pudo obtener información de trabajo de campo con un total de 3066 individuos y 67 especies de pájaros, los cuales se detallan en las siguientes tablas de acuerdo a las técnicas de censo empleadas.

4.2.1 Inventariado por puntos.

Tabla 10: Número total de especies identificadas en cada zona por el primer método

| Nombre común | Familia | Especies (S) | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 |
|------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------|--------|--------|
| Golondrina ventricafé | Hirundinidae | <i>Notiochelidon murina</i> | 125 | 77 | 44 |
| Pinchaflor enmascarado | Thraupidae | <i>Diglossopsis cyanea</i> | 18 | 8 | 5 |
| Tiranolete Lomileonado | Tyrannidae | <i>Phyllomyias uropygialis</i> | 1 | 1 | - |
| Sabanero Ruficollarejo | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | 62 | 49 | 50 |
| Solángel Gorjipúrpura | Trochilidae | <i>Heliangelus viola</i> | 18 | - | - |
| Mirlo Negribriloso | Turdidae | <i>Turdus serranus</i> | 18 | 20 | 16 |
| Mirlo grande | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> | 22 | 22 | 21 |
| Zamarrito Colilargo | Trochilidae | <i>Eriocnemis luciani</i> | 25 | 4 | - |
| Tangara Azulinegra | Thraupidae | <i>Tangara vassorii</i> | 8 | 19 | 6 |
| Picoespina Dorciazul | Trochilidae | <i>Chalcostigma stanleyi</i> | 3 | 7 | - |
| Candelita Goliplomiza | Parulidae | <i>Myioborus miniatus</i> | 2 | - | - |
| Pitajo Coronado | Tyrannidae | <i>Ochthoeca frontalis</i> | 3 | 3 | - |
| Candelita de anteojos | Parulidae | <i>Myioborus melanocephalus</i> | 58 | 50 | 84 |
| Cachudito Torito | Tyrannidae | <i>Anairetes parulus</i> | 1 | - | - |
| Cerceta Andina | Anatidae | <i>Anas andium</i> | 2 | 52 | 2 |
| Rayito brillante | Trochilidae | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 16 | 14 | 3 |
| Metalura Tiria | Trochilidae | <i>Metallura tyrianthina</i> | 33 | 10 | 3 |
| Colibrí Jaspeado | Trochilidae | <i>Adelomyia melanogenys</i> | 1 | - | - |
| Canastero Multilistado | Furnariidae | <i>Asthenes flammulata</i> | 1 | 1 | - |
| Urraquita Turquesa | Corvidae | <i>Cyanolyca turcosa</i> | 8 | - | 9 |
| Paloma Apical | Columbidae | <i>Leptotila verreauxi</i> | 1 | 2 | - |
| Picocono Dorsiazul | Thraupidae | <i>Conirostrum sitticolor</i> | 2 | - | - |
| Metalura Verde | Trochilidae | <i>Metallura williami</i> | 2 | - | - |
| Mirlo de agua Gorriblanco | Cinclidae | <i>Cinclus leucocephalus</i> | 12 | 5 | 2 |
| Reinita Crestinegra | Parulidae | <i>Basileuterus nigrocristatus</i> | 1 | 4 | 11 |
| Tangara Montana Ventriescarlata | Thraupidae | <i>Anisognathus igniventris</i> | 2 | 2 | - |
| Pitajo Dorsipardo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca fumicolor</i> | 2 | 18 | 30 |
| Picogrueso Amarillo Sureño o Chugo | Cardinalidae | <i>Pheucticus chrysogaster</i> | 1 | 7 | 1 |

| | | | | | |
|---------------------------|----------------|------------------------------------|---|----|---|
| Matorralero Nuquirrufo | Emberizidae | <i>Atlapetes latinuchus</i> | - | 12 | 7 |
| Gaviota andina | Laridae | <i>Larus serranus</i> | - | 16 | 5 |
| Picocono Cinereo | Thraupidae | <i>Conirostrum cinereum</i> | - | 1 | 2 |
| Jilguero Encapuchado | Fringilidae | <i>Carduelis magellanica</i> | - | 6 | 2 |
| Reinita Coronorrojiza | Parulidae | <i>Basileuterus coronatus</i> | - | 8 | 2 |
| Pitajo Dorsipizarro | Tyrannidae | <i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i> | - | 3 | 5 |
| Zambullidor Plateado | Podicipedidae | <i>Podiceps occipitalis</i> | - | 1 | - |
| Colaespina de Azara | Furnariidae | <i>Synallaxis azarae</i> | - | 3 | - |
| Semillero sencillo | Emberizidae | <i>Catamenia inornata</i> | - | 1 | - |
| Matorralero Aliblanco | Emberizidae | <i>Atlapetes leucopterus</i> | - | 3 | 1 |
| Colicardo Murino | Furnariidae | <i>Schizoeaca griseomurina</i> | - | 2 | 1 |
| Pitajo Ventriamarillo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca diadema</i> | - | 1 | 2 |
| Soterrey Sabanero | Troglodytidae | <i>Cistothorus platensis</i> | - | 1 | 7 |
| Tangara montana Lagrimosa | Thraupidae | <i>Anisognathus lacrymosus</i> | - | 3 | - |
| Tiranillo Albibandeado | Tyrannidae | <i>Mecocerculus stictopterus</i> | - | 5 | 1 |
| Hemispingo Cejón | Thraupidae | <i>Hemispingus superciliosus</i> | - | 2 | 1 |
| Mosquerito Canelo | Tyrannidae | <i>Pyrrhomyias cinnamomea</i> | - | 2 | - |
| Alinaranja Golilistada | Tyrannidae | <i>Myiotheretes striaticollis</i> | - | - | 1 |
| Taparabo Unicolor | Rhinocryptidae | <i>Scytalopus unicolor</i> | - | - | 1 |
| Soterrey Montañés | Troglodytidae | <i>Troglodytes solstitialis</i> | - | - | 9 |
| Tiranillo Barbiblanco | Tyrannidae | <i>Mecocerculus leucophrys</i> | - | - | 5 |
| Soterrey Montés Pechigris | Troglodytidae | <i>Henicorhina leucophrys</i> | - | - | 8 |
| Xenodacnis | Thraupidae | <i>Xenodacnis parina</i> | - | - | 1 |
| Pitajo Pechirrufo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca rufipectoralis</i> | - | - | 1 |

4.2.2 Detecciones por parcelas.

Tabla 11: Número total de especies identificadas en cada zona por el segundo método

| Nombre común | Familia | Especies (S) | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 |
|---------------------------|-------------|---------------------------------|--------|--------|--------|
| Mirlo grande | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> | 18 | 18 | 19 |
| Metalura Tiria | Trochilidae | <i>Metallura tyrianthina</i> | 26 | 25 | 5 |
| Sabanero Ruficollarejo | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | 57 | 45 | 39 |
| Mirlo de agua Gorriblanco | Cinclidae | <i>Cinclus leucocephalus</i> | 22 | - | 7 |
| Zamarrito Colilargo | Trochilidae | <i>Eriocnemis luciani</i> | 34 | 3 | 4 |
| Rayito brillante | Trochilidae | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 30 | 19 | 5 |
| Reinita Coronorrojiza | Parulidae | <i>Basileuterus coronatus</i> | 8 | 4 | 17 |
| Urraquita Turquesa | Corvidae | <i>Cyanolyca turcosa</i> | 21 | 11 | 27 |
| Tiranillo Barbiblanco | Tyrannidae | <i>Mecocerculus leucophrys</i> | 2 | 6 | 5 |
| Golondrina ventricafé | Emberizidae | <i>Notiochelidon murina</i> | 49 | 69 | 71 |
| Pinchaflor enmascarado | Thraupidae | <i>Diglossopsis cyanea</i> | 15 | 7 | 5 |
| Mirlo Negribriloso | Turdidae | <i>Turdus serranus</i> | 15 | 19 | 14 |
| Candelita de anteojos | Parulidae | <i>Myioborus melanocephalus</i> | 36 | 52 | 82 |
| Tiranolete Lomileonado | Tyrannidae | <i>Phyllomyias uropygialis</i> | 2 | 7 | 1 |
| Tangara Azulinegra | Thraupidae | <i>Tangara vassorii</i> | 11 | 4 | 1 |
| Picoespina Dorciazul | Trochilidae | <i>Chalcostigma stanleyi</i> | 10 | 2 | - |
| Pato de torrente | Anatidae | <i>Merganetta armata</i> | 3 | - | - |

| | | | | | |
|------------------------------------|----------------|------------------------------------|----|----|----|
| Gaviota andina | Laridae | <i>Larus serranus</i> | 1 | 30 | 6 |
| Subepalo perlado | Furnariidae | <i>Margarornis squamiger</i> | 2 | 1 | 1 |
| Picogrueso Amarillo Sureño o Chugo | Cardinalidae | <i>Pheucticuschrysogaster</i> | 1 | 2 | - |
| Solángel Gorjipúrpura | Trochilidae | <i>Heliangelus viola</i> | 6 | 2 | 1 |
| Reinita Crestinegra | Parulidae | <i>Basileuterus nigrocristatus</i> | 3 | 17 | 7 |
| Tiranillo Albibandeado | Tyrannidae | <i>Mecocerculus stictopterus</i> | 5 | 15 | 18 |
| Cerceta Andina | Anatidae | <i>Anas andium</i> | 5 | 22 | 5 |
| Matorralero Nuquirrufo | Emberizidae | <i>Atlapetes latinuchus</i> | 2 | 8 | 1 |
| Tangara Montana Ventriescarlata | Thraupidae | <i>Anisognathus igniventris</i> | 1 | 1 | - |
| Colaespina de Azara | Furnariidae | <i>Synallaxis azarae</i> | 13 | - | - |
| Soterrey Sabanero | Troglodytidae | <i>Cistothorus platensis</i> | - | 8 | - |
| Hemispingo Cejón | Thraupidae | <i>Hemispingus superfiliaris</i> | - | 3 | 3 |
| Mosquerito Canelo | Tyrannidae | <i>Pyrrhomyias cinnamomea</i> | - | 3 | - |
| Pitajo Dorsipardo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca fumicolor</i> | - | 11 | 42 |
| Pitajo Ventriamarillo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca diadema</i> | - | 7 | 2 |
| Tangara Montana Pechianteada | Thraupidae | <i>Dubusia taeniata</i> | - | 1 | - |
| Hemispingo Cabecinegro | Thraupidae | <i>Hemispingus verticalis</i> | - | 1 | - |
| Taparabo unicolor | Rhinocryptidae | <i>Scytalopus unicolor</i> | - | 1 | - |
| Pitajo Pechirrufo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca rufipectoralis</i> | - | 2 | - |
| Colibrí Jaspeado | Trochilidae | <i>Adelomyia melanogenys</i> | - | 1 | - |
| Jilguero Encapuchado | Fringilidae | <i>Carduelis magellanica</i> | - | 2 | - |
| Febe Guardarríos | Tyrannidae | <i>Sayornis nigricans</i> | - | 1 | - |
| Semillero Sencillo | Thraupidae | <i>Catamenia inornata</i> | - | 1 | - |
| Matorralero Aliblanco | Emberizidae | <i>Atlapetes leucopterus</i> | - | - | 4 |
| Soterrey Montés Pechigris | Troglodytidae | <i>Henicorhina leucophrys</i> | - | - | 4 |
| Gallinazo Cabecirrojo | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | - | - | 1 |
| Paloma apical | Columbidae | <i>Leptotila verreauxi</i> | - | - | 1 |
| Soterrey Montañés | Troglodytidae | <i>Troglodytes solstitialis</i> | - | - | 4 |
| Pitajo Dorsipizarro | Tyrannidae | <i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i> | - | - | 3 |
| Candelita Goliplomiza | Parulidae | <i>Myioborus miniatus</i> | - | - | 1 |
| Trepamusgos Gorrirrayado | Furnariidae | <i>Thripadectes virgiceps</i> | - | - | 1 |
| Vencejo Cuelliblanco | Apodidae | <i>Streptoprocne zonaris</i> | - | - | 1 |

4.2.3 Monitoreo por franjas.

Tabla 12: Número total de especies identificadas en cada zona por el tercer método

| Nombre común | Familia | Especies (S) | Trayecto 1 | Trayecto 2 |
|------------------------|---------------|------------------------------------|------------|------------|
| Candelita de anteojos | Parulidae | <i>Myioborus melanocephalus</i> | 42 | 54 |
| Sabanero Ruficollarejo | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | 30 | 57 |
| Matorralero nuquirrufo | Emberizidae | <i>Atlapetes latinuchus</i> | 8 | 1 |
| Rayito brillante | Trochilidae | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 8 | 8 |
| Metalura Tiria | Trochilidae | <i>Metallura tyrianthina</i> | 12 | 15 |
| Soterrey Sabanero | Troglodytidae | <i>Cistothorus platensis</i> | 2 | 2 |
| Reinita Coronrojiza | Parulidae | <i>Basileuterus coronatus</i> | 1 | 2 |
| Reinita Crestinegra | Parulidae | <i>Basileuterus nigrocristatus</i> | 11 | 10 |

| | | | | |
|---------------------------------|---------------|----------------------------------|----|----|
| Urraquita Turquesa | Corvidae | <i>Cyanolyca turcosa</i> | 14 | 7 |
| Pinchaflor enmascarado | Thraupidae | <i>Diglossopis cyanea</i> | 5 | 16 |
| Gaviota andina | Laridae | <i>Larus serranus</i> | 9 | 3 |
| Cerceta Andina | Anatidae | <i>Anas andium</i> | 5 | - |
| Golondrina ventricafé | Emberizidae | <i>Notiochelidon murina</i> | 44 | 14 |
| Gralaria Leonada | Formicariidae | <i>Grallaria quitensis</i> | 3 | 1 |
| Jilguero Encapuchado | Fringilidae | <i>Cardeuelis magellanica</i> | 2 | - |
| Tangara Montana Aliazul | Thraupidae | <i>Anisognathus somptuosus</i> | 1 | 1 |
| Mirlo Negribriloso | Turdidae | <i>Turdus serranus</i> | 7 | 11 |
| Tiranolete Lomileonado | Tyrannidae | <i>Phyllomyias uropygialis</i> | 12 | 4 |
| Tangara Montana Ventriescarlata | Thraupidae | <i>Anisognathus igniventris</i> | 7 | 8 |
| Tangara Montana Pechianteada | Thraupidae | <i>Dubusia taeniata</i> | 3 | 1 |
| Hemispingo Cejón | Thraupidae | <i>Hemispingus superciliaris</i> | 8 | 1 |
| Pitajo Dorsipardo | Tyrannidae | <i>Ochthoeca fumicolor</i> | 4 | 6 |
| Mirlo Grande | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> | 10 | 12 |
| Tangara Azulinegra | Thraupidae | <i>Tangara vassorii</i> | 5 | 17 |
| Tiranillo Albibandeado | Tyrannidae | <i>Mecocerculus stictopterus</i> | 3 | 8 |
| Cachudito Ágil | Tyrannidae | <i>Uromyias agilis</i> | 1 | - |
| Subepalo Perlado | Furnariidae | <i>Margarornis squamiger</i> | 2 | 7 |
| Soterrey Montés Pechigris | Troglodytidae | <i>Henicorhina leucophrys</i> | 1 | - |
| Soterrey Montañés | Troglodytidae | <i>Troglodytes solstitialis</i> | 1 | 5 |
| Pinchaflor Negro | Thraupidae | <i>Diglossa humeralis</i> | - | 9 |
| Zamarrito Colilargo | Trochilidae | <i>Eriocnemis luciani</i> | - | 3 |
| Picoespina Dorciazul | Trochilidae | <i>Chalcostigma stanleyi</i> | - | 7 |
| Gralaria rufa | Formicariidae | <i>Grallaria rufula</i> | - | 3 |
| Colaespina de Azara | Furnariidae | <i>Synallaxis azarae</i> | - | 26 |
| Matorralero Cabecilistado | Emberizidae | <i>Buarremon torquatus</i> | - | 1 |
| Tangara Montana Pechinegra | Thraupidae | <i>Buthraupis eximia</i> | - | 1 |
| Hemispingo Cabecinegro | Thraupidae | <i>Hemispingus verticalis</i> | - | 1 |
| Solángel Gorjipúrpura | Trochilidae | <i>Heliangelus viola</i> | - | 2 |

4.3 Índices de diversidad

Mediante el uso del software "PAST", se obtuvieron los valores de los índices de diversidad alfa por método aplicado en cada sector, los resultados se muestran en las siguientes tablas:

4.3.1 Por método y zona.

Tabla 13: Valores obtenidos con respecto al primer muestreo

| Puntos por conteo | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|
| Índice | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 |
| Simpson_1-D | 0,8676 | 0,9181 | 0,8873 |
| Shannon_H | 2,45 | 2,911 | 2,668 |
| Margalef | 4,423 | 6,067 | 5,636 |
| Chao-1 | 31 | 41,5 | 39,14 |

Tabla 14: Valores obtenidos con respecto al segundo muestreo

| Busqueda intensiva | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|
| Índice | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 |
| Simpson_1-D | 0,9245 | 0,9263 | 0,896 |
| Shannon_H | 2,82 | 2,962 | 2,692 |
| Margalef | 4,343 | 5,935 | 5,49 |
| Chao-1 | 27,6 | 41,67 | 56,5 |

Tabla 15: Valores obtenidos con respecto al tercer muestreo

| Trayectos en franja | | |
|---------------------|--------|-------|
| Índice | T1 | T2 |
| Simpson_1-D | 0,9147 | 0,917 |
| Shannon_H | 2,836 | 2,914 |
| Margalef | 5,032 | 5,709 |
| Chao-1 | 31,5 | 41 |

Se puede apreciar como aumentan y disminuyen estos valores entre sector y por método aplicado.

Con la sumatoria de la riqueza y abundancia recolectados de las tablas 10 - 11 - 12, se aplicaron los índices alfa: Simpson, Shannon, y Margalef (Tablas 16 y 17).

4.3.2 Por el total de los métodos.

Tabla 16: Indica los valores totales de los tres muestreos

| Índices Alfa | |
|--------------|--------|
| Simpson_1-D | 0,9214 |
| Shannon_H | 3,063 |
| Margalef | 8,221 |
| Chao-1 | 73,11 |

A parte de sacar los resultados con el programa Past, también se calculó manualmente, de acuerdo a las fórmulas que están en el apartado de materiales y métodos, con el fin de comparar con los resultados que proyectó el programa.

Tabla 17: Comparativa de resultados

| Índices | Past | Convencional |
|-------------|--------|--------------|
| Simpson_1-D | 0,9214 | 0,921448507 |
| Shannon_H | 3,063 | 3,062760742 |
| Margalef | 8,221 | 8,221093546 |
| Chao-1 | 73,11 | - |
| Pielou | - | 0,728414897 |

Ya interpretando las cifras calculadas se tiene que; el índice de diversidad de Simpson expresa, que cuanto más se acerca el valor a 1, menor es la diversidad de la especie, por otro lado cuanto más se acerca el valor a 0, mayor es la diversidad de la especie, es decir, cuanto mayor es el valor de D (ecuación 4), menor es la diversidad. Esto no es fácil de interpretar de manera intuitiva y

podría generar confusión, razón por la cual se llegó al consenso de restar el valor de D menos 1, quedando de la siguiente manera:

$$1 - 0,079 = 0,921 \quad (9)$$

En este caso, el valor del índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora, cuanto mayor es el valor, mayor es la diversidad de la muestra.

Esto tiene sentido y es más sencillo de entender; en este caso, el índice representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a diferentes especies.

Shannon expone que valores superiores a 3 indican una alta diversidad en el ecosistema, Margalef dice que valores superiores a 5 presentan una alta diversidad también (Martella et al., 2012).

Pielou representa uniformidad, así mismo adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad, en esta situación, según la cifra calculada, la mayor parte de las especies son homogéneas.

Chao 1 entra en la categoría de estimador no paramétrico, en este aspecto, se lo analiza más adelante.

4.4 Índices de similitud y disimilitud

Se aplicaron los índices de Sorenson y Jaccard, vía procesos convencionales, es decir, siguiendo las ecuaciones 6 y 7, y con respecto a los datos recopilados realizando comparaciones entre los sectores o zonas 1-2 (A-B), 1-3 (A-C) y 2-3 (B-C) por método aplicado.

4.4.1 Coeficiente de Jaccard.

Tabla 18: Identificación de zonas por letras

| Índice de Jaccard (similitud) | | |
|-------------------------------|------------|------------|
| Zona 1 (A) | Zona 2 (B) | Zona 3 (C) |

Tabla 19: Porcentajes de semejanza entre zonas

| Conteo por puntos | | | | Similitud (%) |
|-------------------|----|----|----|---------------|
| Zonas | A | b | c | ISJ (%) |
| 1RO (A-B) | 8 | 18 | 20 | 43,5 |
| 2DO (A-C) | 13 | 19 | 15 | 31,9 |
| 3RO (B-C) | 12 | 8 | 26 | 56,5 |

Interpretando la tabla anterior se deduce que los sectores 2 y 3 tienen mayor semejanza, si se profundiza en este aspecto, esto es debido a que en la zona tres existe un bosque montano en su parte más alta y, en la zona dos hay mayor flora nativa en su territorio, además que, también cuenta con un bosque montano en uno de sus tramos.

Tabla 20: Comparativa de sectores

| Busqueda intensiva | | | | Similitud (%) |
|--------------------|----|----|----|---------------|
| Zonas | A | b | c | ISJ (%) |
| 1RO (A-B) | 2 | 14 | 24 | 60,0 |
| 2DO (A-C) | 4 | 16 | 22 | 52,4 |
| 3RO (B-C) | 13 | 1 | 25 | 64,1 |

La tabla 20 continúa con la tendencia de similitud entre las zonas dos y tres pero con porcentajes más altos debido a las características del método utilizado.

Tabla 21: Proximidad entre los dos trayectos

| Trayectos en franja | | | | Similitud (%) |
|---------------------|---|---|----|---------------|
| Zonas | a | b | c | ISJ (%) |
| 1RO (A-B) | 4 | 8 | 25 | 67,6 |

El método de “trayectos en franjas” cuenta con 2 recorridos seleccionados, por ende, se realizó una comparación entre ambos, proyectando el valor más alto de similitud a comparación de los anteriores muestreos, infiriendo que, como este muestreo se lo realiza siguiendo una línea, tiene tendencia a no variar en el recorrido, además se puede atribuir a las características del entorno con tramos de recorrido que no varían mucho.

4.4.2 Sorenson cualitativo.

Este índice está basado en presencia/ausencia, por lo que se determinó lo siguiente.

En el análisis comparativo por el método “conteo por puntos” donde se encontraron 14 de 52 especies en común entre los tres sectores se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 22: Semejanza entre sectores

| Conteo por puntos | | |
|-------------------|-----------|-------------|
| IS | Similitud | Disimilitud |
| 0,28 | 28% | 72% |

En el análisis comparativo por el método “búsqueda intensiva” donde se encontraron 21 de 50 especies en común entre los tres sectores se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 23: Analogía de acuerdo al segundo método

| Busqueda intensiva | | |
|--------------------|-----------|-------------|
| IS | Similitud | Disimilitud |
| 0,67 | 67% | 33% |

En el análisis comparativo por el método “trayectos en franja” donde se encontraron 25 especies de 38 en común entre los dos recorridos, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 24: Diferencia de zonas expresado en porcentaje

| Trayectos en franja | | |
|---------------------|-----------|-------------|
| IS | Similitud | Disimilitud |
| 0,86 | 86% | 14% |

4.5 Software EstimateS

Con el uso de este programa se comparó la riqueza muestreada real con la riqueza estimada de las diferentes zonas evaluadas, que cuentan con diferentes técnicas de muestreo aplicadas, para ello se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE.

Al utilizar un estimador no paramétrico se debe evaluar su comportamiento, ya que su eficacia puede ser diferente según la riqueza y complejidad del sistema, teniendo en cuenta la proporción del área muestreada y el método de muestreo empleado. Se han propuesto varios criterios para seleccionar un estimador. Por ejemplo, un buen estimador debe ser insensible al tamaño de la muestra, es decir, su curva de acumulación de especies debe tener una tasa de crecimiento inicial alta hasta llegar a una riqueza máxima y a la asíntota; también debe ser insensible al orden de muestreo y a la distribución espacial de las especies.

Una ventaja de estos métodos no paramétricos, es que se reduce el sesgo y da una proyección extrapolada para las curvas de acumulación dando la oportunidad de comparar y verificar los datos reales con la proyección de los estimadores, los resultados se muestran a continuación.

4.5.1 Resultados para puntos de conteo.

a. Zona 1.

Tabla 25: Valores de estimadores no paramétricos

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 11,09 | 14,6 | 14,99 |
| 2 | 15,44 | 19,18 | 18,61 |
| 3 | 18,29 | 22,73 | 22,13 |
| 4 | 20,46 | 25,28 | 24,98 |
| 5 | 22,09 | 26,33 | 27,23 |
| 6 | 23,53 | 27,99 | 29,86 |
| 7 | 25,11 | 29,02 | 32,11 |
| 8 | 26,46 | 30,21 | 33,96 |
| 9 | 27,79 | 31,46 | 35,99 |
| 10 | 29 | 32 | 38 |

Tabla 26: Eficacia real versus su proyección

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|--------------|
| Chao1 | 89,26 | 89,3% |
| ACE | 77,05 | 77,1% |

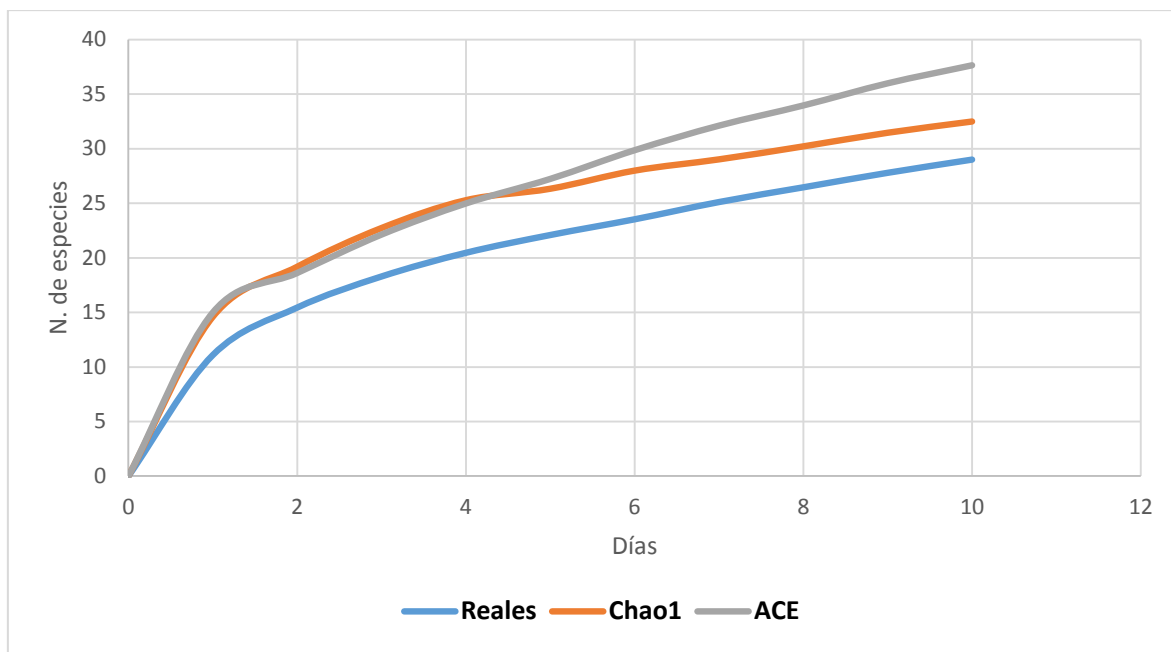


Figura 32: Aproximaciones de cifras reales junto a sus prospecciones en la zona 1

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método puntos de conteo en la zona 1 tuvo una riqueza estimada de 32 (Chao 1) y 38 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 29.

La eficiencia del estimador Chao 1 presenta un valor superior (89,3%) comparada con la del ACE (77,1%)

b. Zona 2.

Tabla 27: Resultados de acuerdo a los 10 días de muestreo

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 13,63 | 19,09 | 19,59 |
| 2 | 19,28 | 28,02 | 24,44 |
| 3 | 23,21 | 30,69 | 28,17 |
| 4 | 26,25 | 35,65 | 32,22 |
| 5 | 29,02 | 40,4 | 36,35 |
| 6 | 31,17 | 42,39 | 38,88 |
| 7 | 33,33 | 45,42 | 41,7 |
| 8 | 35,07 | 46,2 | 43,61 |
| 9 | 36,73 | 47,84 | 45,62 |
| 10 | 38 | 50 | 47 |

Tabla 28: Porcentajes de efectividad

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 75,29 | 75,30% |
| ACE | 80,03 | 80% |

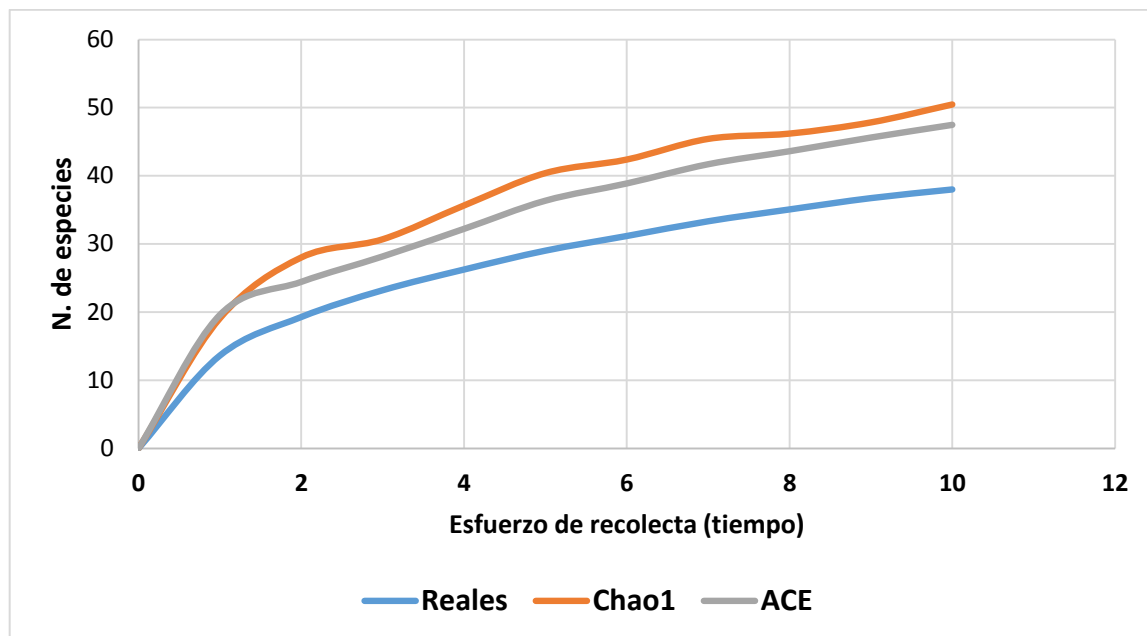


Figura 33: Tendencia de la curva de acumulación para la zona 2

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método puntos de conteo en la zona 2 tuvo una riqueza estimada de 50 (Chao 1) y 47 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 38.

La eficiencia del estimador ACE presenta un valor superior (80 %) comparada con la del Chao 1 (75,3%)

c. Zona 3.

Tabla 29: Cifras expuestas para la zona 3

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 9,98 | 18,23 | 16,09 |
| 2 | 14,81 | 24,35 | 22,53 |
| 3 | 18,81 | 32,01 | 28,1 |
| 4 | 22,45 | 35,26 | 33,08 |
| 5 | 25,14 | 37,77 | 36,68 |
| 6 | 27,13 | 37,31 | 37,53 |
| 7 | 29,41 | 37,6 | 39,24 |
| 8 | 31,09 | 38,03 | 39,95 |
| 9 | 32,83 | 39,33 | 41,12 |
| 10 | 34 | 39 | 41 |

Tabla 30: Conjunción de Rendimiento

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 85,49 | 85,5% |
| ACE | 81,61 | 81,6% |

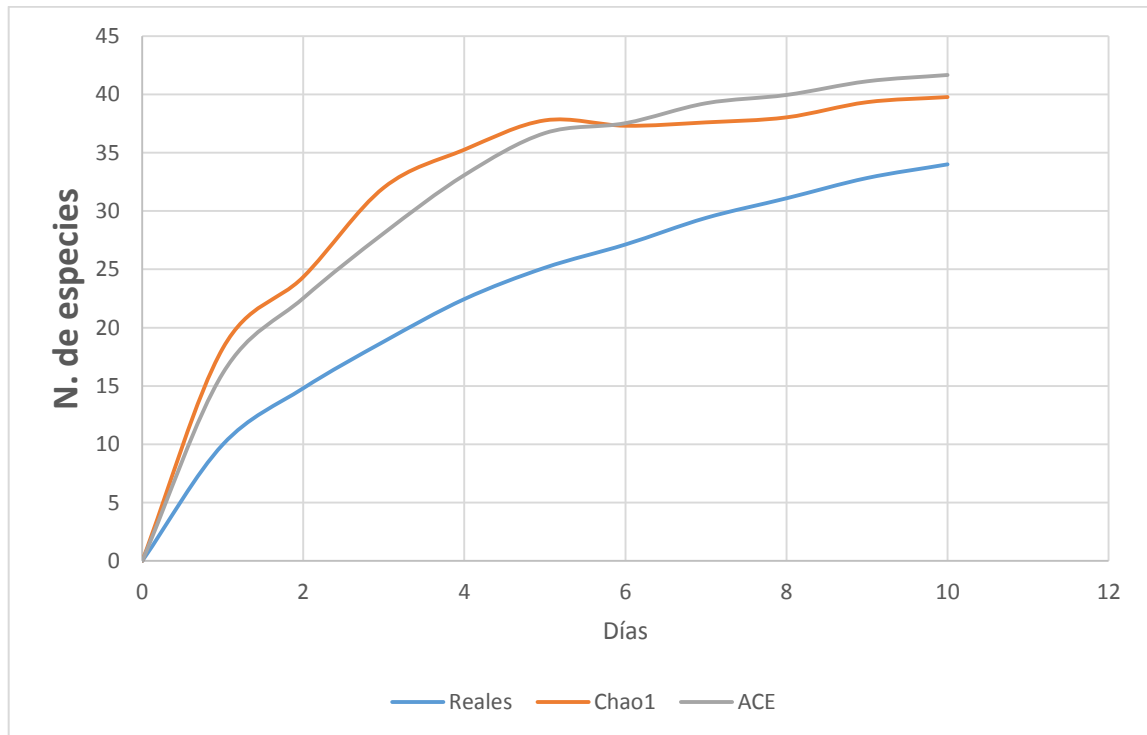


Figura 34: Curva de acumulación de especies para la zona 3

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método puntos de conteo en la zona 3 tuvo una riqueza estimada de 39 (Chao 1) y 41 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 34.

La eficiencia del estimador Chao 1 presenta un valor superior (85,5%) comparada con la del ACE (81,6%)

4.5.2 Resultados para búsqueda intensiva.

a. Zona 1

Tabla 31: Datos reales junto con datos no paramétricos

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 13,14 | 19,3 | 16,92 |
| 2 | 17,17 | 22,21 | 20,34 |
| 3 | 19,6 | 24,38 | 22,71 |
| 4 | 21,33 | 25,69 | 24,82 |
| 5 | 22,62 | 26,59 | 26,22 |
| 6 | 23,72 | 27,36 | 27,22 |

| | | | |
|----|-------|-------|-------|
| 7 | 24,45 | 27,77 | 27,92 |
| 8 | 25,13 | 27,66 | 28,22 |
| 9 | 25,61 | 27,48 | 28,24 |
| 10 | 26 | 27 | 28 |

Tabla 32: Estimadores para con la zona 1

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 95,87 | 95,9% |
| ACE | 92,59 | 92,6% |

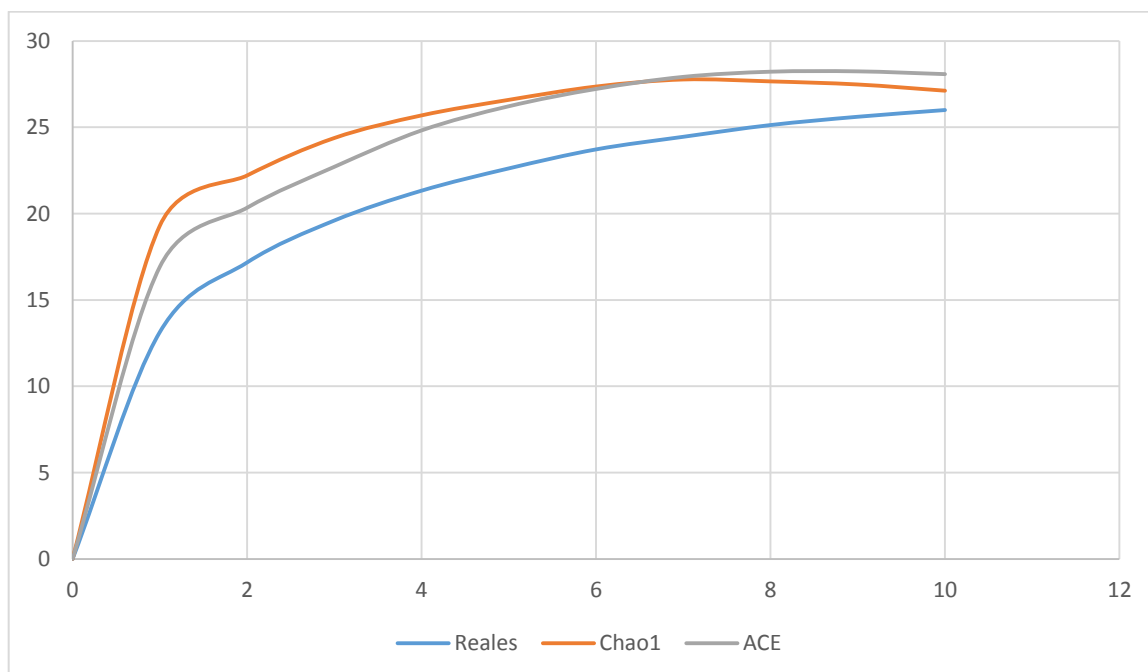


Figura 35: Curva de acumulación de especies presentes en la zona 1

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método búsqueda intensiva en la zona 1 tuvo una riqueza estimada de 27 (Chao 1) y 28 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 26.

La eficiencia del estimador Chao 1 (95,9%) presenta mejores resultados que la del estimador ACE (92,6%)

b. Zona 2.

Tabla 33: Números generados por EstimateS

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 16,79 | 29,69 | 25,09 |
| 2 | 22,35 | 38,24 | 28,76 |
| 3 | 25,98 | 37,51 | 31,66 |

| | | | |
|----|-------|-------|-------|
| 4 | 28,85 | 39,52 | 34,97 |
| 5 | 31,21 | 40,68 | 37,78 |
| 6 | 32,89 | 41,04 | 39,44 |
| 7 | 34,42 | 43,18 | 41,31 |
| 8 | 35,8 | 43,84 | 42,77 |
| 9 | 36,94 | 44,56 | 43,83 |
| 10 | 38 | 44 | 44 |

Tabla 34: Porcentajes de eficiencia del muestreo

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 85,60 | 85,6% |
| ACE | 85,47 | 85,5% |

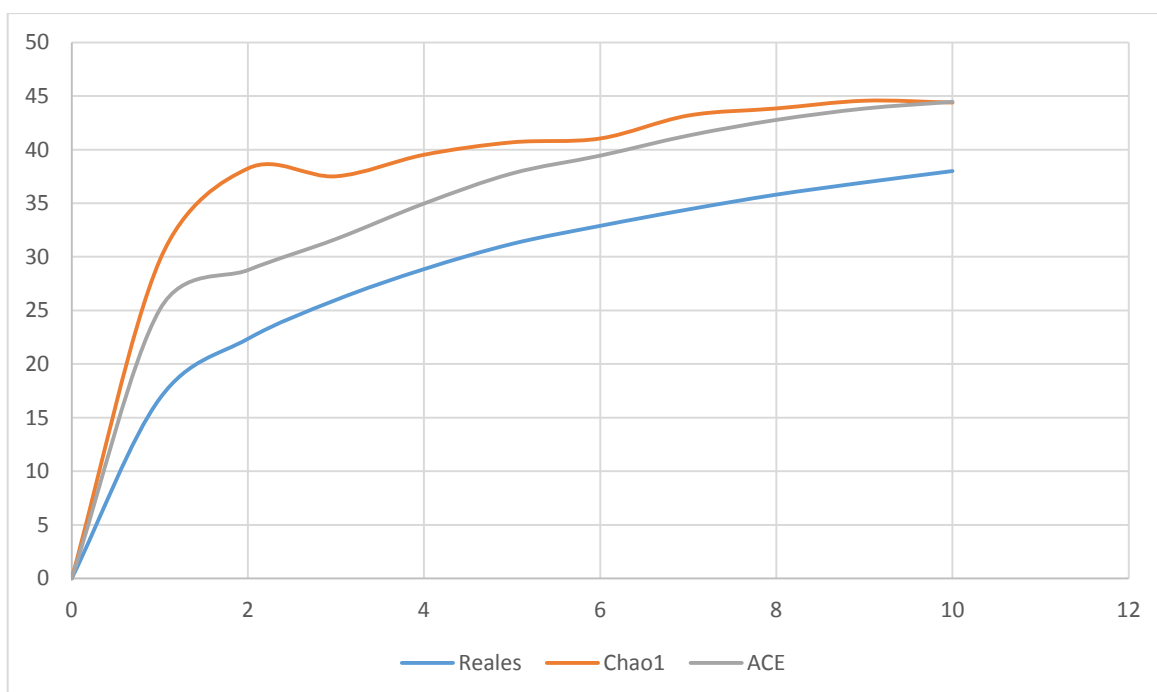


Figura 36: Curva de acumulación con relación a los días transcurridos para la zona 2

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método “búsqueda intensiva” en la zona 2 tuvo una riqueza estimada de 44 (Chao 1) y 44 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 38.

La eficiencia de ambos estimadores fue similar (85%)

c. Zona 3.

Tabla 35: Cifras generadas por EstimateS

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 13,11 | 24,39 | 20,57 |

| | | | |
|----|-------|-------|-------|
| 2 | 18,21 | 28,72 | 25,66 |
| 3 | 21,58 | 30,9 | 27,94 |
| 4 | 24,35 | 33,6 | 30,38 |
| 5 | 26,62 | 36,13 | 32,47 |
| 6 | 28 | 38 | 33 |
| 7 | 29,78 | 44,94 | 35,4 |
| 8 | 31,28 | 54,22 | 36,9 |
| 9 | 32,65 | 65,73 | 38,85 |
| 10 | 34 | 84 | 41 |

Tabla 36: Prospección de los dos estimadores con relación al muestreo

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 40,53 | 40,5% |
| ACE | 82,52 | 82,5% |

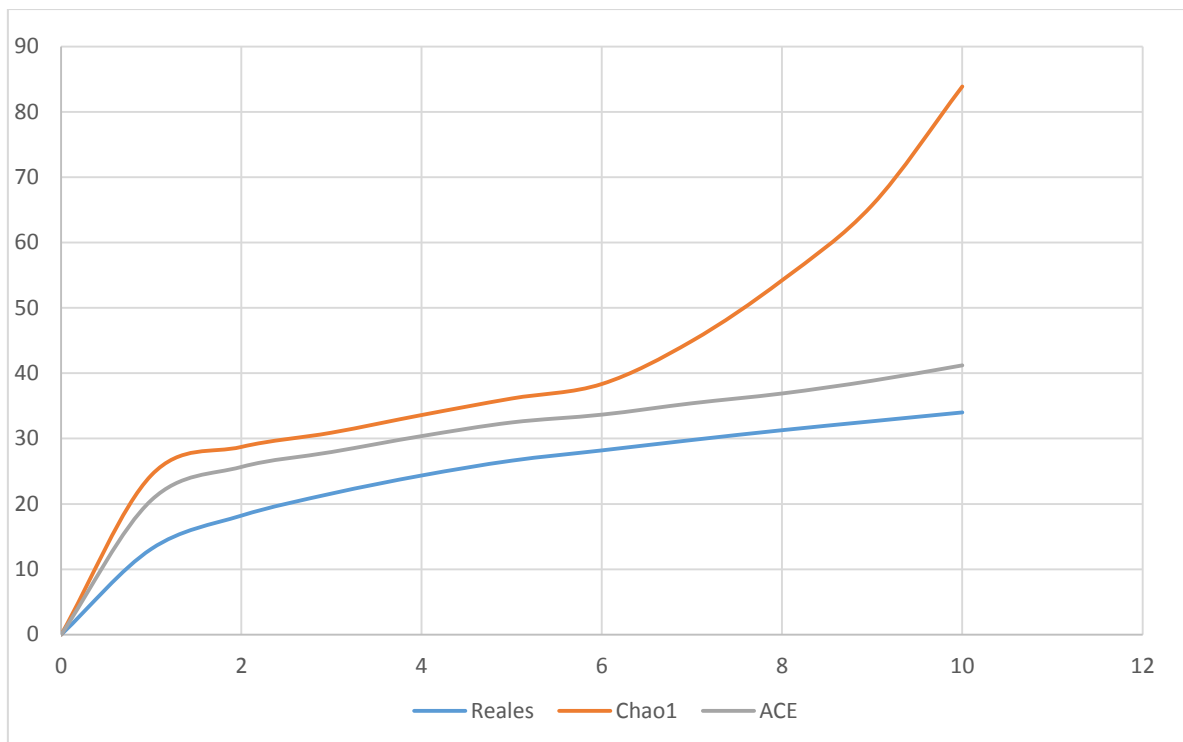


Figura 37: Líneas trazadas para determinar cuán eficaz fue el muestreo en la zona 3

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidencio que las especies de aves por el método búsqueda intensiva en la zona 3 tuvo una riqueza estimada de 84 (Chao 1) y 41 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 34.

La eficiencia del estimador ACE presenta un valor muy superior (82,5 %) comparada con la del Chao 1 (40,5%)

4.5.3 Resultados para trayectos en franja.

a. Trayecto 1.

Tabla 37: Valores obtenidos por software EstimateS

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 10,87 | 15,69 | 15,69 |
| 2 | 16,11 | 21,96 | 22,14 |
| 3 | 19,54 | 24,24 | 24,59 |
| 4 | 21,73 | 25,71 | 25,39 |
| 5 | 23,74 | 27,8 | 26,8 |
| 6 | 25,36 | 29,88 | 28,35 |
| 7 | 26,47 | 31,32 | 29,23 |
| 8 | 27,37 | 31,77 | 29,99 |
| 9 | 28,22 | 32,32 | 30,83 |
| 10 | 29 | 33 | 32 |

Tabla 38: Porcentajes de eficiencia generado por estimadores

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 87,48 | 87,5% |
| ACE | 91,25 | 91,3% |

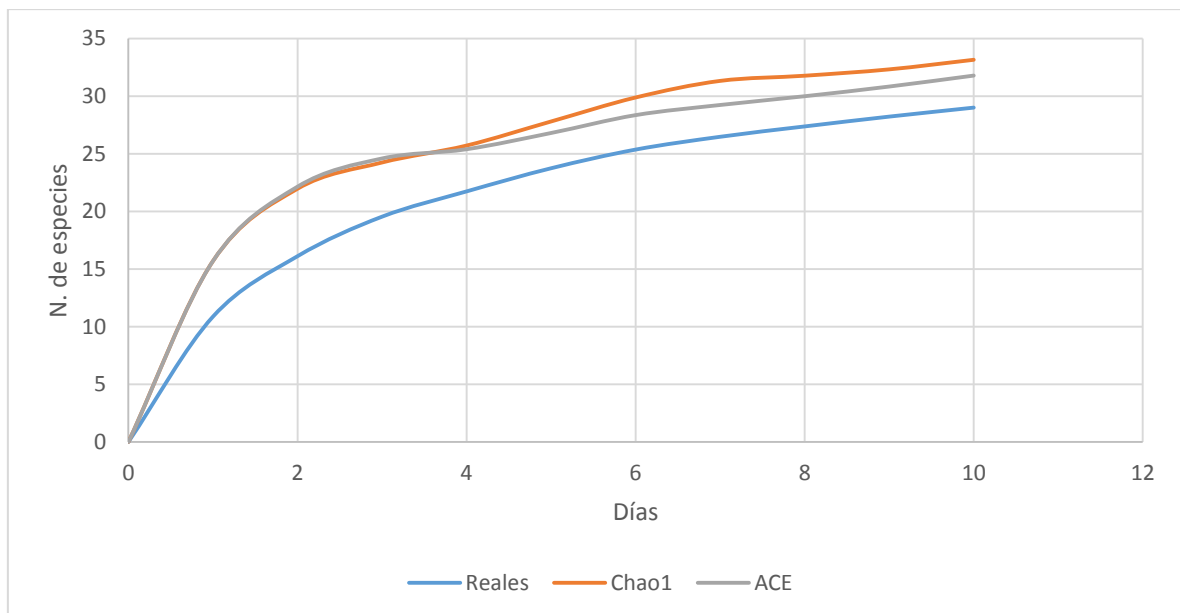


Figura 38: Curva de acumulación de especies para el trayecto 1

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método trayectos en franja en el recorrido 1 tuvo una riqueza estimada de 33 (Chao 1) y 32 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 29.

La eficiencia del estimador ACE presenta un valor superior (91,3 %) comparada con la del Chao 1 (87,5%)

b. Recorrido 2.

Tabla 39: Valores de estimadores no paramétricos y valores reales

| Samples | Reales | Chao1 | ACE |
|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 12,97 | 25,38 | 22,63 |
| 2 | 19,5 | 32,74 | 29,19 |
| 3 | 23,23 | 34,25 | 30 |
| 4 | 25,65 | 37,43 | 31,34 |
| 5 | 27,67 | 38,52 | 32,73 |
| 6 | 29,32 | 39,4 | 34,12 |
| 7 | 30,57 | 42,64 | 35,39 |
| 8 | 31,81 | 42,91 | 36,72 |
| 9 | 32,77 | 44,02 | 37,8 |
| 10 | 34 | 45 | 40 |

Tabla 40: Eficiencia del muestreo

| Eficiencia de los muestreos | | Eficiencia |
|-----------------------------|-------|------------|
| Chao1 | 76,18 | 76,2% |
| ACE | 85,90 | 85,9% |

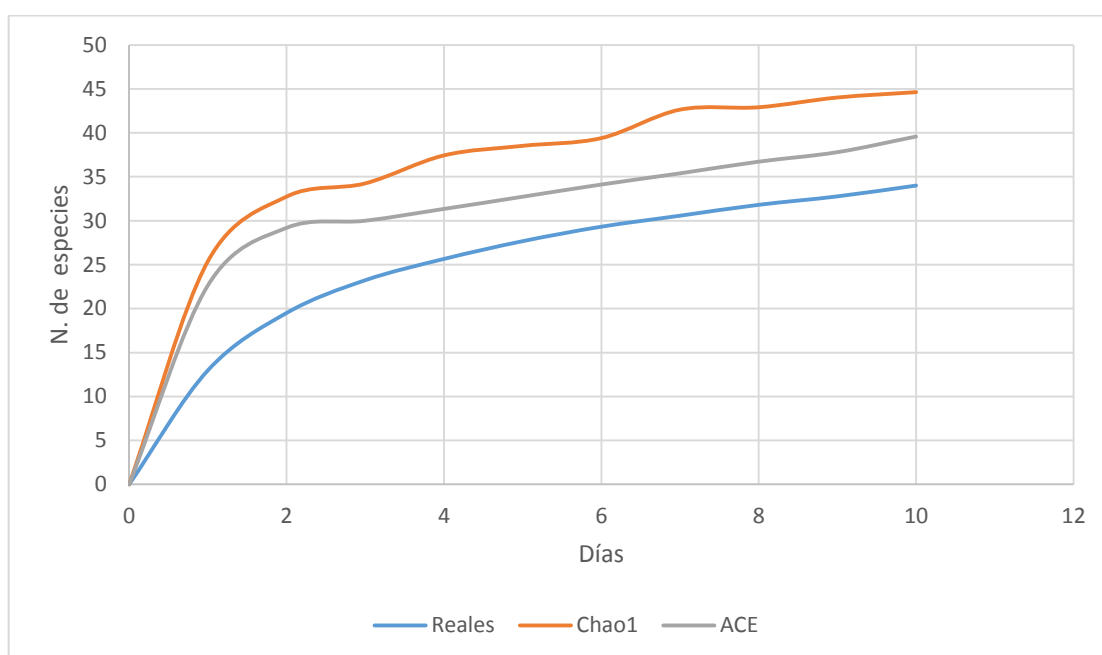


Figura 39: Curva de acumulación de especies para el trayecto 2

La evaluación de los estimadores no paramétricos evidenció que las especies de aves por el método “trayectos en franja” en el recorrido 2 tuvo una riqueza estimada de 45 (Chao 1) y 40 (ACE) especies, mientras que la riqueza real fue de 34.

La eficiencia del estimador ACE presenta un valor superior (85,9 %) comparada con la del Chao 1 (76,2%)

4.5.4 Especies encontradas por día.

Tabla 41: Especies nuevas encontradas con el transcurso de los días de muestreo

| Días | Sp | Acumulación |
|------|----|-------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 19 | 19 |
| 2 | 13 | 32 |
| 3 | 6 | 38 |
| 4 | 6 | 44 |
| 5 | 3 | 47 |
| 6 | 1 | 48 |
| 7 | 2 | 50 |
| 8 | 0 | 50 |
| 9 | 0 | 50 |
| 10 | 2 | 52 |
| 11 | 1 | 53 |
| 12 | 0 | 53 |
| 13 | 1 | 54 |
| 14 | 2 | 56 |
| 15 | 1 | 57 |
| 16 | 1 | 58 |
| 17 | 1 | 59 |
| 18 | 1 | 60 |
| 19 | 0 | 60 |
| 20 | 0 | 60 |
| 21 | 1 | 61 |
| 22 | 3 | 64 |
| 23 | 0 | 64 |
| 24 | 0 | 64 |
| 25 | 1 | 65 |
| 26 | 0 | 65 |
| 27 | 0 | 65 |
| 28 | 2 | 67 |
| 29 | 0 | 67 |
| 30 | 0 | 67 |

Con respecto a la tabla 41, el investigador encontró nuevas especies hasta el día 28 del monitoreo, lo que indica la diversidad importante que existe en el entorno y que mientras más trabajo de campo se realiza, mejores resultados se obtienen.

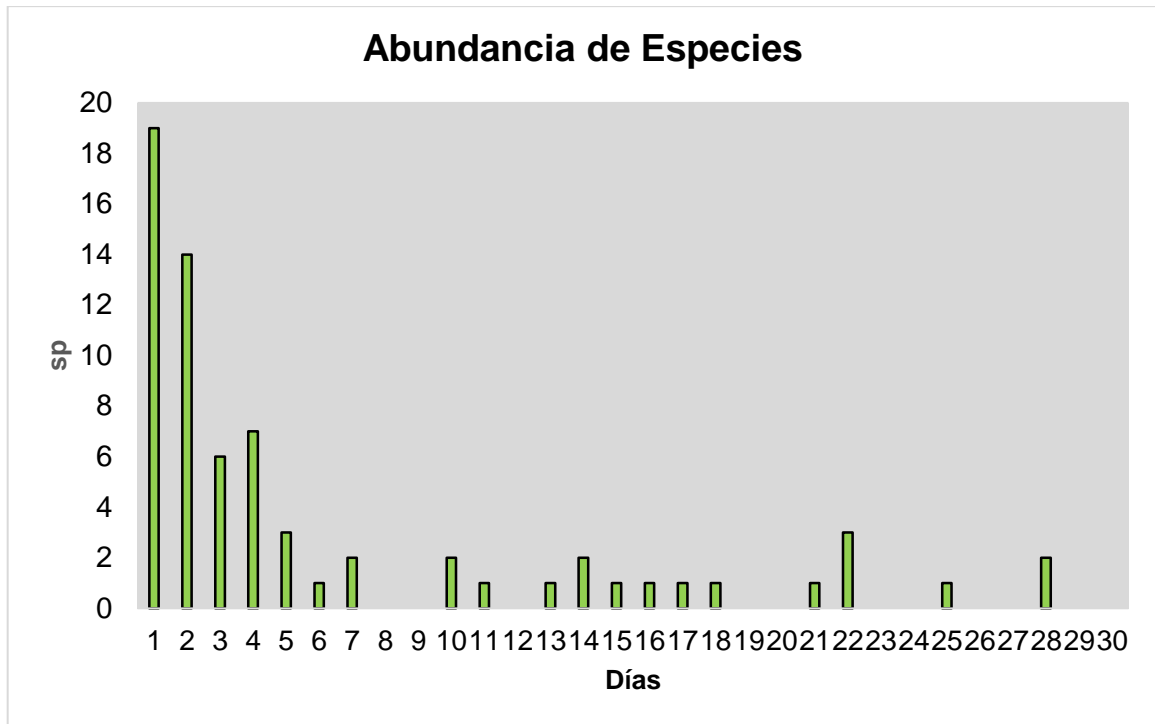


Figura 40: Nuevas especies que aparecieron a lo largo de 30 días

La figura 40 está directamente relacionada con la tabla 41 ya que ambas indican los días de aparición de nuevas especies en la recopilación de listas del observador, esta gráfica da un punto de vista conveniente para constatar la valía del esfuerzo de muestreo que se realizó durante el trabajo de campo.

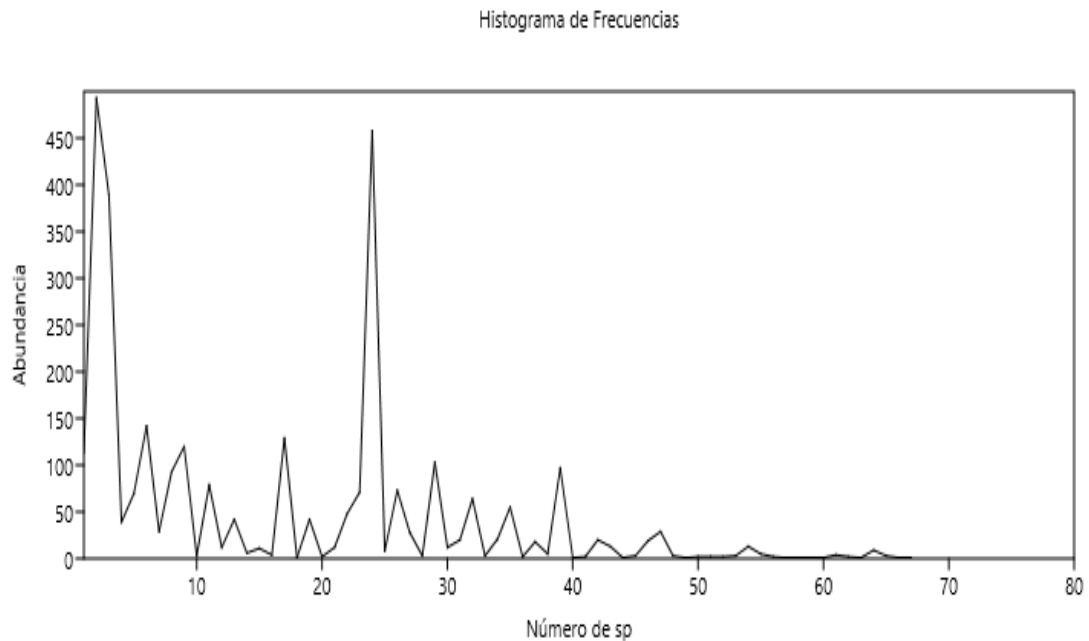


Figura 41: Representación de abundancia de especies



Figura 42: Abundancia total de especies en 30 días de monitoreo

Las especies más abundantes son *Notiochelidon murina* (Golondrina ventricafé) con 493 individuos contados, luego se tiene a *Myioborus melanocephalus* (Candelita de anteojos) con 458 individuos, seguido de *Zonotrichia capensis* (Sabanero Ruficollarejo) con 389 individuos; por otro lado los menos abundantes son *Uromyias agilis* (Cachudito Ágil) con 1 individuo, luego se tiene a *Buarremon torquatus* (Matorralero Cabecillistado), seguido de *Buthraupis eximia* (Tangara Montana Pechinegra) – Thraupidae.

4.5.5 Gremio alimenticio.

Para sobrevivir en las inmediaciones del bosque de ribera, la mayoría de aves se alimentan de insectos e invertebrados, en segundo lugar se tiene a los de tipo omnívoro lo que quiere decir que buscan alimento variado como artrópodos, semillas, frutos, etc; en tercer lugar se tiene a los que basan su dieta en néctar complementado con insectos la mayoría colibrís, en un poco porcentaje se encuentran a los que les gusta los frutos, después los que comen semillas y por último los carroñeros.

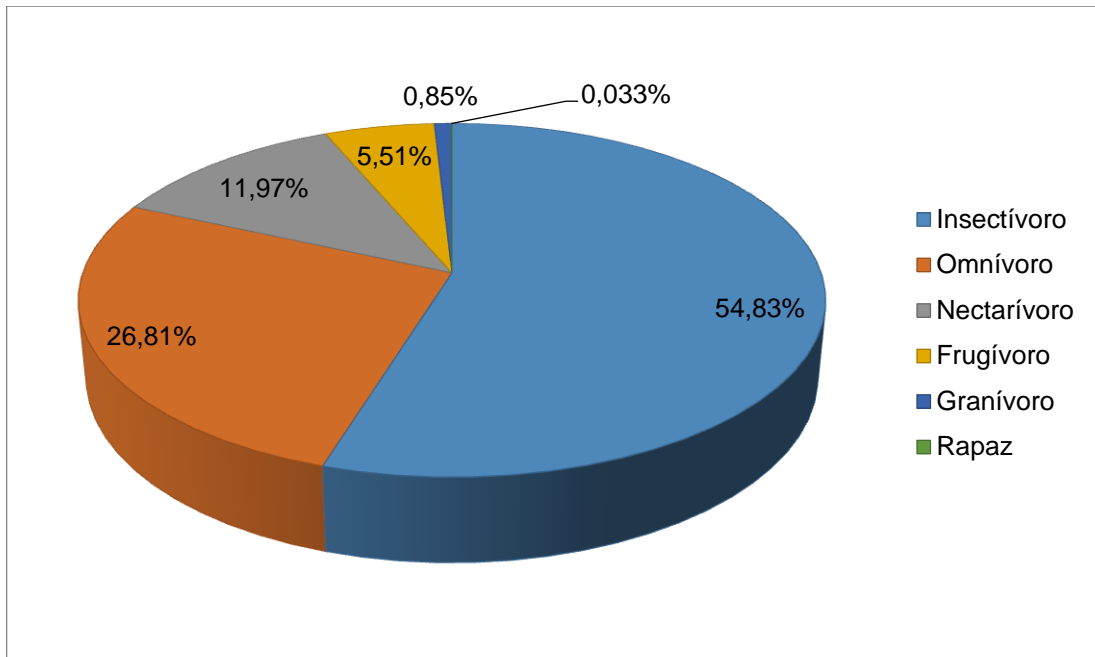


Figura 43: Disposición trófica de las aves en el bosque ripario

4.5.6 Composición y endemismo.

Se observaron un total de 67 especies de aves pertenecientes a 20 familias de 7 órdenes, con relación al área de estudio escogida. Para el tramo total de los 4 kilómetros de la zona fragmentada del bosque ripario, la riqueza de especies se presentó de una forma intrínseca lo que quiere decir que el espacio es esencial para la supervivencia y el tránsito de estos animales.

Las familias más rica fueron Thraupidae con 14 especies seguida por Tyrannidae con 13 y Trochilidae con 7.

Así mismo se encontraron especies de carácter endémico como el Colicardo Murino - *Schizoeaca griseomurina* y el Solángel Gorjipúrpura - *Heliangelus viola*.

a. Mapa de distribución.

Para catalogar las especies más relevantes o que necesitan condiciones especiales para su supervivencia, se tomaron características tales como altura en el que viven y el ecosistema donde se siente cómodos, con mención a la guía de campo para observación de aves del Parque Nacional Cajas (Molina, 2012) ya que algunos no soportan hábitats intervenidos.

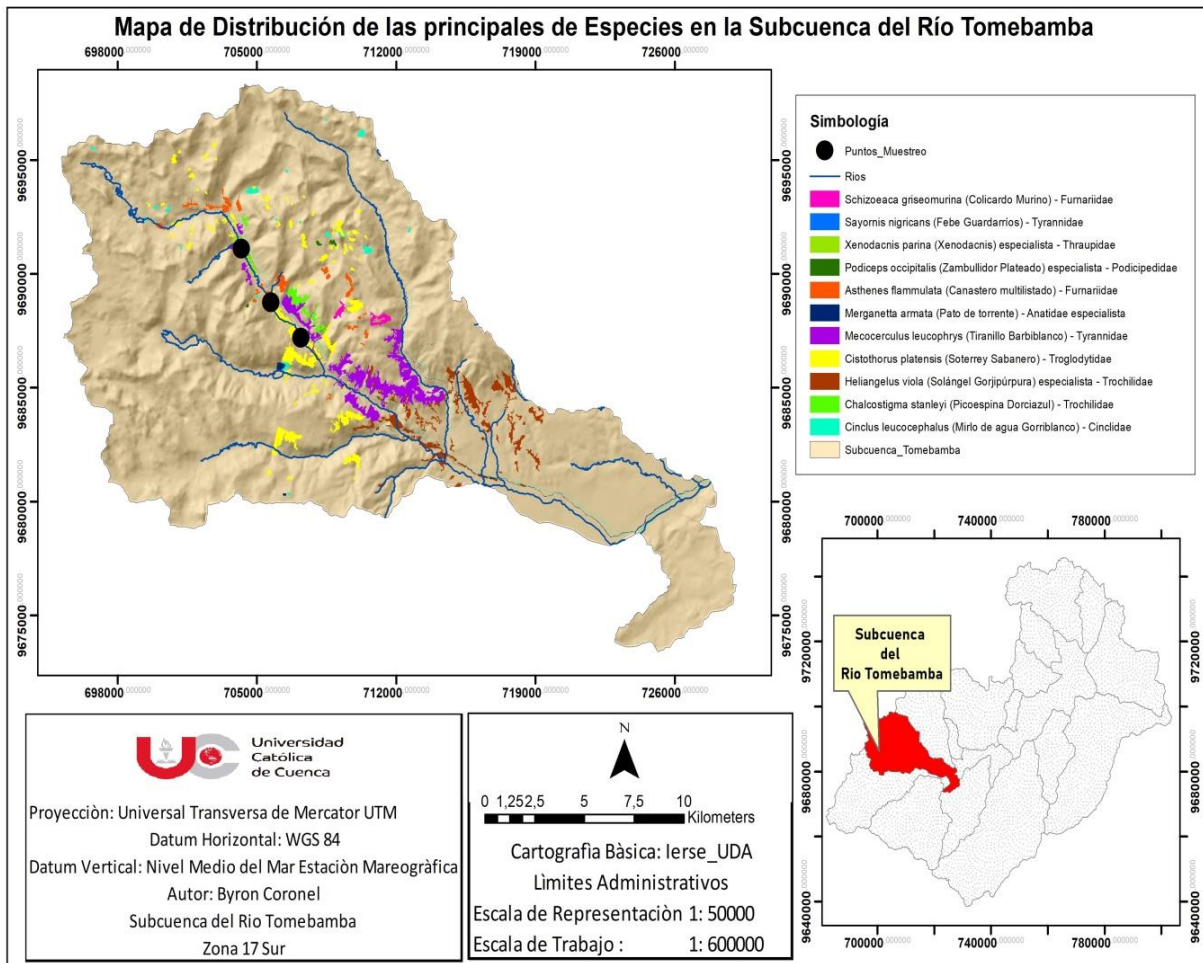


Figura 44: Disposición de las aves a lo largo de la sub cuenca del río Tomebamba

Tabla 42: Características de las especies relevantes en la zona de estudio

| Especies (S) | Características |
|--|--|
| <i>Sayornis nigricans</i> (Febe Guardarríos) - Tyrannidae | Hábitat: arroyos y ríos, quebradas posando sobre piedras, es raro (insectívoro), no es endémico 1200 a 3200 ms.n.m |
| <i>Xenodacnis parina</i> (Xenodacnis) - Thraupidae | Hábitat: páramo y bosque de quinua, bosquetes mixtos de piquil (gynoxys) y quishuar (Buddleja) circundados por páramo, AMENAZADO: EN PELIGRO, es poco común, no es endémica 3700 a 4000 ms.n.m |
| <i>Podiceps occipitalis</i> (Zambullidor Plateado) - Podicipedidae | Hábitat: páramo, laguna, AMENAZADO: VULNERABLE, no es endémico (invertebrados que se encuentran en la superficie del agua o que capturan buceando), es raro 2200 a 4100 ms.n.m |
| <i>Asthenes flammulata</i> (Canastero multilistado) - Furnariidae | Hábitat: páramo arbustivo, bosque de quinua y aguarongos puya y sus bordes (insectívoro), no es endémico es poco común 3200 a 4200 ms.n.m |

| | |
|--|--|
| <i>Merganetta armata</i> (Pato de torrente) - Anatidae | Hábitat: bosques montanos y ríos cordilleranos (invertebrados acuáticos) que se alimentan en cuerpos de agua e alta calidad, especie rara y poco abundante no son endémicos 1700 a 2100 ms.n.m |
| <i>Mecocerculus leucophrys</i> (Tiranillo Barbiblanco) - Tyrannidae | Hábitat: bosques de quinua y sus bordes, matorral y arbusto, (insectívoro), no es endémica es muy común 2800 a 4000 ms.n.m |
| <i>Cistothorus platensis</i> (Soterrey Sabanero) - Troglodytidae | Hábitat: páramo pasto altos, matorral y arbusto, no es endémico (insectívoro), es poco común 2800 a 4000 ms.n.m |
| <i>Heliangelus viola</i> (Solángel Gorjipúrpura) - Trochilidae | Hábitat: bordes de bosque montano y bosques de eucalipto, matorral y arbusto soportan bien zonas disturbadas ES ENDÉMICO, es poco común 1200 a 3200 ms.n.m |
| <i>Chalcostigma stanleyi</i> (Picoespina Dorciazul)- Trochilidae | Hábitat: páramo arbustivo, bordes de bosque de quinua, es común, (néctar y secreciones azucaradas de hojas de piquil Gynoxis, insectos) defiende territorios no es endémica 3600 a 4100 ms.n.m |
| <i>Cinclus leucocephalus</i> (Mirlo de agua Gorriblanco) - Cinclidae | Hábitat: arroyos y ríos, no es endémica (insectos acuáticos) es poco común 700 a 3800 ms.n.m |
| <i>Schizoeaca griseomurina</i> (Colicardo Murino) - Furnariidae | Hábitat: zonas arbustivas densas del límite altitudinal del bosque montano y bosque de quinua, trepa las ramas recubiertas de líquenes y musgos, ES ENDÉMICO es poco común 2700 a 4000 ms.n.m |

Fuente: (Molina, 2012)

También, con respecto al uso del suelo del bosque de ribera y sus alrededores, se tiene una perspectiva de, en donde se encuentran dispersas estas especies, quitando los limitantes del área de estudio y proyectando en general hacia la sub cuenca del Tomebamba y así se pueden entender los patrones de los distintos pájaros para con el ecosistema, mostrando una variable representativa y actual de los grupos biológicos y sus interacciones con las condiciones ambientales a lo largo de su espacio geográfico.

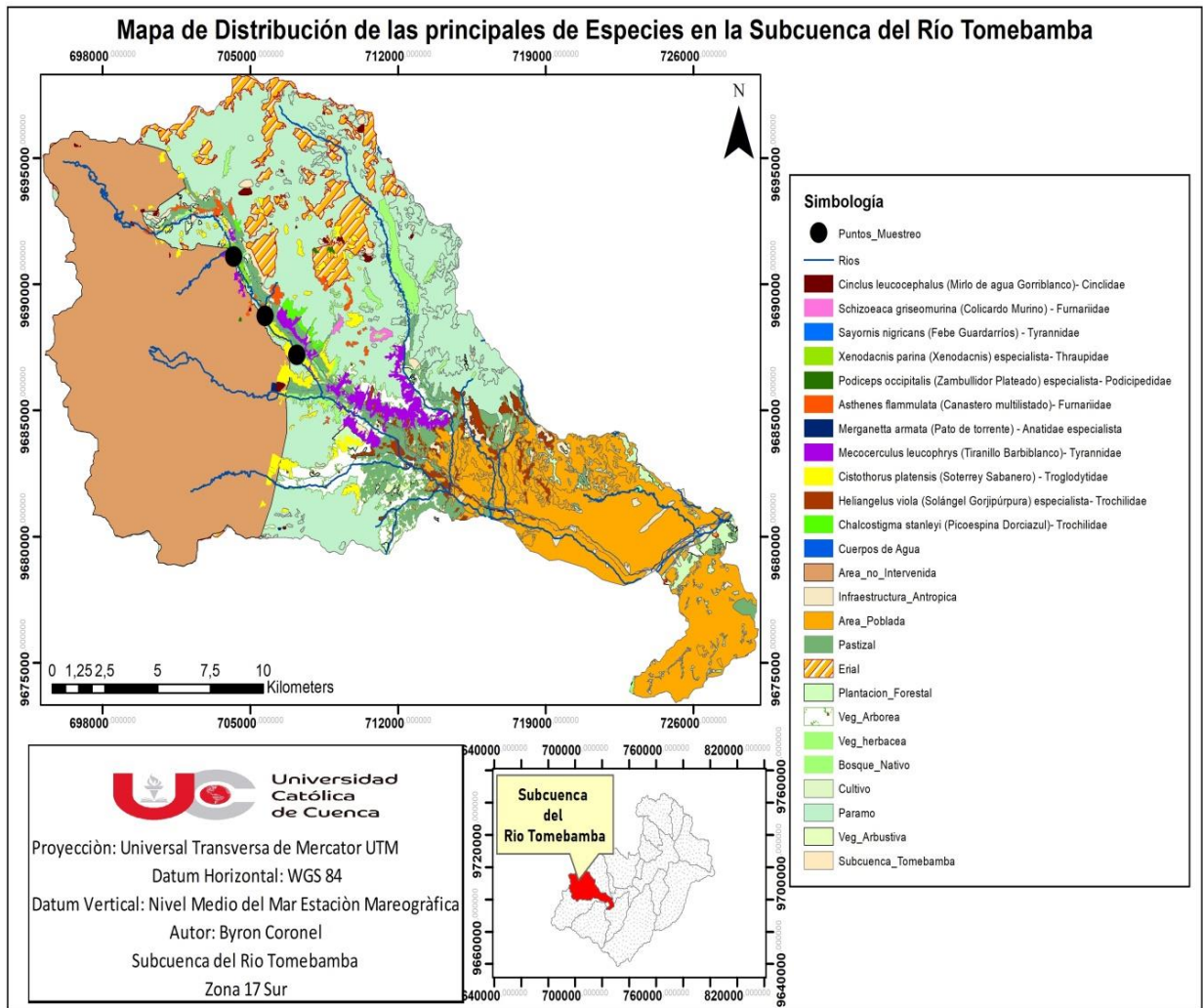


Figura 45: Dispersión de las especies a lo largo de la subcuenca del río Tomebamba

El Mirlo de agua Gorriblanco se distribuye a lo largo del curso de agua del bosque ripario, pudiéndoselo encontrar bañándose en arroyos y ríos; el Colicardo Murino endémico se mueve por los bosques montanos y bosques de quinua; el Febe Guardarríos se encuentra cómodo en ríos y arroyos también; el Xenodacnis de categoría endémica necesita de espacios como páramo y bosque de quinua para sobrevivir, está en peligro; el Zambullidor Plateado necesita de páramos y lagunas, se encuentra vulnerable; el Canastero Multilistado se halla en páramo y bosque de quinua; el Pato de Torrente se encuentra en arroyos y ríos; el Tiranillo Barbiblanco subsiste en bosque montano, bosque de quinua, matorral y arbusto; el Soterrey Sabanero se dispersa por páramo, pasto, matorral y arbusto; el Solángel Gorjipúrpura endémico se mueve por bosques montanos, matorrales y arbustos; el Picoespina Dorciazul sobrevive en páramo y bosque de quinua.

4.6 Discusión

Las especies que se encontraron con mayor frecuencia fueron: Golondrina ventricafé - *Notiochelidon murina* con 16.07%, Candelita de anteojos - *Myioborus melanocephalus* con 14.93%, Sabanero Ruficollarejo - *Zonotrichia Capensis* con 12.68%, Mirlo grande - *Turdus fuscater* con 4.66%, Metalura tiria - *Metallura tyrianthina* con 4,20% a diferencia de los resultados obtenidos por Ortega y Plaza (2017) en el que se registraron especies como: Cinclodes Alifranjeado - *Cinclodes fuscus*, Mirlo de agua Gorriblanco - *Cinclus leucocephalus* y Sabanero Ruficollarejo - *Zonotrichia capensis* con 8.21%, Gralaria Leonada - *Grallaria quitensis* con 6.76%, Mirlo Grande -

Turdus fuscater con 6.52%. Probablemente los resultados obtenidos por los autores mencionados se debe a que su monitoreo se lo realizó dentro del Parque Nacional Cajas sector “Tres Cruces”.

Según Merchán (2014) especies como el Picogrueso Amarillo Sureño o Chugo – *Pheucticus chrysogaster* y el Sabanero Ruficollarejo - *Zonotrichia capensis* se encuentran en sectores formados por matorrales y arboledas en donde se puede hallar capulíes, sauces, nogales, eucaliptos y moras, en donde conviven aves que se adaptan a la zona urbana. En cambio Espinoza y Loja (2017) dicen que: *Xenodacnis - Xenodacnis parina/* común y *Gralaria leonada - Grallaria quitensis/* muy común, son especies muy localistas ya que están presentes principalmente en arboledas de *Gynoxys* del Parque Nacional Cajas; todas estas aves están presentes en este estudio y tiene relación con lo expuesto por las autoras en este párrafo.

También Vásquez (2019) dice que: las especies con mayor abundancia en tres tipos de vegetación (bosque nativo - Mazán; matorral - Llaviuco y cercas vivas - Sayausí) son Candelita de anteojos - *Myioborus melanocephalus* (más abundante en matorral), Hemispingo cejón - *Hemispingus superciliaris* (más abundante en bosque nativo) y Pinchaflor enmascarado - *Diglossopsis cyanea* (más abundante en cercas vivas), expresando que los hábitats mejor conservados presentan bandadas mixtas con más individuos que hábitats menos conservados, indicando que la abundancia de individuos en las bandadas mixtas varía según el tipo de vegetación; coincidiendo con el presente estudio ya que Candelita de anteojos - *Myioborus melanocephalus* es más abundante en zona de matorral y pastizal (ver tablas 12, 13); el Hemispingo cejón - *Hemispingus superciliaris* es más abundante en bosque nativo (ver tablas 12, 13) y Pinchaflor enmascarado - *Diglossopsis cyanea* es más abundante en zona introducida (ver tabla 12, 13).

En los resultados de este estudio se pudieron evidenciar los factores que interfieren en la cantidad de diversidad de avifauna en el sector, influenciado directamente por actividades antrópicas ya que en el monitoreo de la zona 1 se contabilizó la menor cantidad de especies (ver tablas 25, 31), existiendo una cantidad inferior en comparación con las demás zonas, ya que este escenario es el que más cerca se encuentra a la carretera Cuenca - Molleturo en donde hay ruido excesivo de automotores y material particulado, también en el recorrido 1 de la técnica trayectos en franja así mismo se contabilizó el menor número de especies (ver tabla 37) por motivo de que en sus inmediaciones existen negocios de restaurantes turísticos y por ende presencia de vehículos, coincidiendo con la información emitida por Ortega y Plaza (2017) que afirman: “en los puntos P04 (Laguna la Toreadora) y P03 (Laguna Caballo Shavana) se presentó una relación negativa, es decir, mientras exista un aumento en partículas sedimentables, la riqueza y abundancia de las aves disminuye, afectando su distribución”.

Es notorio que las especies de tipo generalista, es decir, las que mejor se adaptan a ambientes alterados son las más numerosas y con mejor distribución, tomando en cuenta la cercanía de la carretera y la gran cantidad de flora introducida como el pino en las inmediaciones de la misma; Machado y Samaniego (2012) expresan que: el Sabanero ruficollarejo - *Zonotrichia capensis/* muy común y el Matorralero Nuquirrufo - *Atlapetes latinuchus/* común, son especies que por lo general se las encuentra a 25 metros de la vía; por otro lado el Canastero multilistado - *Asthenes flammulata/* poco común y el Colicardo murino – *Schizoeaca griseomurina/* endémico - poco común, se los encuentran a 250 y a 500 metros de la vía respectivamente, apreciación que se relaciona con el presente estudio ya que el Sabanero ruficollarejo - *Zonotrichia capensis* se lo contabilizó con 389 individuos (ver tablas 12, 13, 14), así mismo el Matorralero Nuquirrufo - *Atlapetes latinuchus* se pudo anotar en la libreta de campo en 39 ocasiones (ver tablas 12, 13, 14 y anexo 1); por su parte el Canastero multilistado - *Asthenes flammulata* se lo anotó solo en 2 ocasiones (ver tabla 12) así como también el Colicardo murino - *Schizoeaca griseomurina* se lo pudo visualizar o escuchar en 3 oportunidades (ver tabla 12).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Con la técnica de fototrampeo se obtuvieron 30 imágenes efectivas de 30873 fotografías, todas de la familia Trochilidae, las cámaras trampas son eficaces para registrar a especies raras pudiéndolas estudiar con más a detalle.
- Con las técnicas directas de muestreo de aves, en los puntos de conteo y búsqueda intensiva, la estación que tiene bosque nativo ubicada en el predio de ETAPA, fue la más preponderante con 876 individuos registrados en 20 días de monitoreo.
- Para la técnica de trayectos en franja, que abarcan el recorrido del pastizal, el bosque nativo y zonas intervenidas, en el trayecto dos se contabilizaron 324 individuos en 10 días de monitoreo, quedando esta franja como la más numerosa. Se infiere que estos resultados se dieron debido a que en las inmediaciones de la estación número tres (que forma parte del trayecto uno) existen varios negocios de restaurantes y piscinas dedicadas a la producción de truchas, siendo el sector con mayor movimiento de personas.
- El índice de Simpson, muestra que el transecto que presentó mayor riqueza de acuerdo a la técnica de búsqueda intensiva fue el del bosque nativo por su valor cercano a 1 (0,9263), frente a la zona intervenida (0,9245) y pastizal (0,896).
- Analizando los valores obtenidos en las diferentes técnicas, la óptima en cuanto a datos es el de la búsqueda intensiva, ya que este método permite recorrer cada rincón del área de muestreo, identificando los sectores de preferencia de cada especie.
- El índice de Shannon presenta un valor de 3,063 al analizar las tres zonas de muestro en conjunto, valor que indica una normal diversidad ponderando la equidad de las especies raras, a pesar de que los tres escenarios presentan cambios o impactos debido a las actividades humanas. De igual manera, el valor del Índice de Margalef, con los datos de los tres muestreos, señala una considerable diversidad, sin embargo, al analizar los escenarios de forma particular, existe diferencias entre estos, destacándose que la zona dos y el trayecto dos son los de mejor representatividad para este índice.
- El Índice de Pielou señaló una proporción de la diversidad aceptable en relación a la diversidad de la comunidad de aves respecto a los 4 km del tramo que se analizó, obteniendo un resultado de 0,7284 para las tres zonas, denotando una aproximación o una tendencia hacia la uniformidad en el bosque ripario.
- Al comparar técnicas de muestreo en las tres zonas de estudio, mediante el Índice de Jaccard, las zonas B (bosque nativo) y C (pastizal, bordes de bosque montano y matorral), contaron con un 56,5 % de similitud, esto para la técnica de puntos de conteo. Con respecto a la búsqueda intensiva los valores obtenidos continuaron con la misma tendencia, es decir las zonas B y C fueron las más similares con un 64,1%. Para trayectos en franja su comparativo arrojó un valor de 67,6 % de semejanza con respecto a sus dos trayectos. En casi todos los análisis se observa también una notoria disimilitud, porque cada estación tiene sus particularidades, por ejemplo, en el escenario 1 hay bosque intervenido y ganadería, en el escenario 2 existen piscinas de captación de agua para potabilización e infraestructura y en el escenario 3 existen grandes extensiones de pastizal y negocios de restaurantes.

- El índice de Sorenson demuestra la semejanza entre las tres zonas simultáneamente, proyectando para puntos de conteo una similitud del 28 % y una disimilitud del 72%. Para la técnica de búsqueda intensiva se mostró el 67% de similitud frente al 33% de disimilitud. Para trayectos en franja se tuvo el 86% de similitud y el 14% de disimilitud; dándose a entender que aquí el tipo de muestreo influye en los valores finales, ya que en puntos de conteo el monitor permanece estático en su punto de muestreo, en cambio búsqueda intensiva y trayectos en franja tienen la cualidad del desplazamiento del investigador en toda el área de muestreo.
- Se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE para obtener datos de eficiencia de la curva de acumulación de especies, comparándolos con los datos reales, dando como resultado eficiencias superiores al 70% lo cual indica que el esfuerzo de muestreo fue aceptable, pero con la particularidad de que en el método de búsqueda intensiva se produjo un porcentaje inferior al 70 % para la zona tres debido a que en este punto existen actividades antrópicas.
- En el mapa de distribución de especies, la de categoría especialista como el *Xenodacnis* - *Xenodacnis parina* tiene un rango de presencia restringido en la subcuenca, observándose su ausencia en tramos donde predomina la fragmentación hacia el sureste, por otro lado, debido a la necesidad de supervivencia el Solángel gorjipúrpura - *Heliangelus viola*, endémico, se ha adaptado a las zonas de disturbio; lo que indica las diferentes realidades que tienen algunas especies.
- Las aves son consideradas bioindicadores al ser muy sensibles a cambios, su presencia o ausencia puede indicar ciertas condiciones ambientales del ecosistema, tal es caso del Mirlo de agua Gorriblanco - *Cinclus leucocephalus* (categoría poco común) que por sus hábitos necesita fuentes de agua con niveles de contaminación tolerables, en el caso de existir una fuerte contaminación en el cuerpo de agua derivaría en la ausencia de esta especie; lo mismo ocurre con el Picoespina Dorciazul - *Chalcostigma stanleyi* el cual habita exclusivamente en páramos arbustivos y bosque de quinua mínimo a 3600 ms.n.m por lo que la pérdida de esta vegetación conllevaría en la reducción del número de sus ejemplares.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Plantear un programa de monitoreo biológico estratégico constante a largo plazo, para determinar la variación de las poblaciones de aves a través del tiempo y así precisar los factores exactos que influyen en la vulnerabilidad de la ornitofauna.
- Es necesario una actualización del uso de suelo referente al ordenamiento territorial y gestión de recursos naturales, a nivel de levantamientos con geo procesamiento de planos en los alrededores del bosque de ribera con la finalidad de constatar si se ha mantenido la flora nativa del lugar o por el contrario han proliferado las actividades antrópicas.
- Realizar un planteamiento de modelos de restauración conceptual y aplicativo en las inmediaciones del bosque de ribera, focalizando los esfuerzos en la supervivencia de la fauna del territorio.
- Elaborar estrategias en conjunto, a través de las empresas públicas encargadas del sitio, para la implementación de proyectos de remediación ambiental que vinculen a la comunidad del sector con diálogos y talleres, garantizando así el éxito de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. M., & Villareal, H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>
- Amón, J., & López, C. (2020). *Estudio de la influencia de la vegetación y bosque de ribera en la calidad del agua del río Tomebamba de la ciudad de Cuenca*.
- Arcos, I. (2009). Efecto del ancho los ecosistemas ripario en la conservación de la calidad del agua y biodiversidad en la microcuenca del río Sesemiles, Copán, Honduras. *Acta Biológica Colombiana*, 17(3–4), 135–148.
- Astudillo, P., & Siddons, D. (2013). *Avifauna de Santa Ana de los Cuatro Rios de Cuenca*. 180. http://cga.cuenca.gob.ec/sites/default/files/GUIA_AVIFAUNA.pdf
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La Biodiversidad.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf)
- Brito, E. (2016). *Plan de Ordenamiento Territorial del Biocorredor del Río Yanuncay*. 310. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23731>
- Chávez-León, G. (2007). Riqueza de aves del parque nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 23(2), 11–29. <https://doi.org/10.21829/azm.2007.232567>
- Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R., Zarza, H., & Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Del Hoyo, J., Elliott, A., & Christie, D. (2009). Handbook of the Birds of the World. *Ostrich*, 80(1), 67–68. <https://doi.org/10.2989/ostrich.2009.80.1.12.770>
- Díaz, A., & Payán, E. (2012). *Manual de fototrampeo Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31415/240.pdf;jsessionid=A4EBCA7EB92E1B3C89B84CE234D523DF?sequence=1>
- Escalante, T. (2003). *Elementos: ciencia y cultura*. 53–56. http://www.redobservadores.cl/wp-content/uploads/2019/01/06_Tejeda-y-Medrano-2018_e-Bird_RChO_2018.pdf
- Espinoza, C., & Loja, G. (2017). *Mortalidad de aves en la carretera Cuenca - Molleturo - Naranjal: tramo que atraviesa el Parque Nacional Cajas*. <https://biologia.uazuay.edu.ec/sites/biologia.uazuay.edu.ec/files/public/12644.pdf>
- Etchegaray, A., Esquivel, A., & Weiler, A. (2018). Estructura de las comunidades de aves de cuatro áreas verdes de la ciudad de Asunción, Paraguay. *Trop J Environ Sci*. (Julio-Diciembre, 52(2), 184–207.
- Fernández-Aldana, R., & Arizaleta-Urarte, J. A. (1991). *Los Bosques De Ribera De La Rioja*.
- García-Grajales, J., & Buenrostro, A. (2018). Las cámaras trampa y su avance tecnológico en favor de la conservación. *Ciencias Marinas*, XXII, 53–61.
- García, H. (2014). *Aportaciones sobre las distribuciones del Bastón Roto y de Pielou*. https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125453/DE_GraciaNieto_Aportaciones.pdf;jsessionid=04C470815F3AC6D37740B1D4BEFDBE47?sequence=1
- González-García, F. (2011). Métodos para contar aves terrestres. *Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación*, 85–116.
- Granados, D., Hernández, M., & López, G. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista*

- Chapingo Serie Horticultura, XII(1). <https://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M. B., Mauricio, G., & Suárez, L. (2002). *Libro Rojo de las Aves del Ecuador*.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). *PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS*. 4(1), 1–9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Hernandez-Perez, E. L., Reyna-Hurtado, R. A., Castillo Vela, G., Sanvicente Lopez, M., & Moreira-Ramirez, J. F. (2015). Fototrampeo de Mamíferos terrestres medianos y grandes asociados a Petenes del Noroeste de la Península de Yucatan, Mexico. *Therya*, 6(3), 559–574. <https://doi.org/10.12933/therya-15-290>
- Hurtado, J., & Soto, C. (2017). *Manual para el monitoreo participativo de vertebrados terrestres a través de cámaras trampa en Costa Rica*. 7(2), 1–16. [http://www.sinac.go.cr/ES/publicaciones/Monitoreo ambiental/Manual para el monitoreo participativo de vertebrados terrestres a través de camaras trampa en Costa Rica.pdf](http://www.sinac.go.cr/ES/publicaciones/Monitoreo%20ambiental/Manual%20para%20el%20monitoreo%20participativo%20de%20vertebrados%20terrestres%20a%20través%20de%20camaras%20trampa%20en%20Costa%20Rica.pdf)
- Jones, Z., & Bock, J. (2020). *Diferencia entre riqueza de especies y diversidad de especies | 2020*. <https://es.fpcmw.org/compare/difference-between-species-richness-and-species-diversity/>
- Jost, L., Gonz, A., & Benem, O. (2012). *Midiendo la diversidad biológica: mas allá del índice de Shannon*. January 2012.
- Leyva, V., Quispe, A., & Leyva, J. (2014). Riqueza y abundancia de la avifauna silvestre en fragmentos de bosque nativo y plantaciones de pino en la comunidad de Punilla. *Ciencias Tecnológicas y Agrarias T-I: Handbook*, 129–138. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4883706&info=resumen&idioma=ENG>
- Machado, P., & Samaniego, G. (2012). *Influencia de la carretera Cuenca Molleturo Naranjal sobre la comunidad de aves de páramo en el Parque Nacional Cajas*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8681/1/14341.pdf>
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad Esfuerzo de muestreo. *Reduca*, 5(1), 71–115.
- Mateo, R., Felicísimo, Á., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. In *Revista Chilena de Historia Natural* (Vol. 84).
- Merchán, C. (2014). *Aves del Pumapungo*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20961>
- Molina, B. (2012). Aves del Parque Nacional Cajas y sus alrededores. *Parque Nacional Cajas*, 62. [https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Parque Nacional Cajas/Documentos/GUIA_AVES_2012_FINAL-edited.pdf?ver=2018-11-07-074822-173](https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Parque%20Nacional%20Cajas/Documentos/GUIA_AVES_2012_FINAL-edited.pdf?ver=2018-11-07-074822-173)
- Moreno-E, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*.
- Muzzachiodi, N., & Sabattini, R. A. (2002). *La mastofauna como indicador de conservación del bosque nativo en un área protegida de Entre Ríos*. https://www.researchgate.net/profile/Norberto_Muzzachiodi/publication/275041588_La_mastofauna_como_indicador_de_conservacion_del_bosque_nativo_en_un_area_protegida_de_Entre_Rios/links/57a1f6f108aeef35741caade/La-mastofauna-como-indicador-de-conservacion-d
- Navarro, E. (2005). *Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos medianos en dos coberturas vegetales en el Santuario de flora y fauna Otún Quimbaya, Pereira-Colombia*. <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis65.pdf>
- Ortega, S., & Plaza, G. (2017). *Determinación del ruido y partículas contaminantes en el aire ambiente generados por los vehículos en la vía Cuenca-Molleturo y su efecto en la riqueza y abundancia de aves en el parque Nacional Cajas*. 53.

- <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/27332>
- Quintana, L., & Carmona, M. (2014). *Análisis de la biodiversidad de fauna vertebrada en la finca Santa Inés ubicada en Caldas – Antioquia mediante fototrampeo*. 39.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., Milá, B., John, C., Geoffrey, R., Thomas, E., David, F., & DeSante. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*.
https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr159/psw_gtr159.pdf
- Rodriguez, S., & Pérez, L. (2019). *Fototrampeo en R organización y análisis de datos Volumen I*. 1. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Rubio, D. (2016). *Cálculo del índice de biodiversidad de especies faunísticas en el Bosque Protector Aguarongo*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11895/1/UPS-CT005647.pdf>
- Ruíz, Y., & Cordero, D. (2013). *Estimación en proyectos de software integrando los métodos de Boehm y Humphrey*. 7(3), 23–36.
- Salazar, J. (2004). *Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2004\)085<0171:br>2.0.co;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2004)085<0171:br>2.0.co;2)
- Tejeda, I., & Medrano, F. (2018). *EBIRD como una herramienta para mejorar el conocimiento de las aves en Chile*. 24(2), 85–94. http://www.redobservadores.cl/wp-content/uploads/2019/01/06_Tejeda-y-Medrano-2018_e-Bird_RChO_2018.pdf
- Vargas, O. (2007). *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino*. <https://www.uneditorial.com/media/hipertexto/epub/9789587619065.pdf>
- Vásquez, B. (2019). *Variación en bandadas mixtas de aves en un paisaje altoandino del sur del Ecuador*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8681/1/14341.pdf>
- Villarreal, F. (1999). *Biodiversidad Generalidades*. id.
- Weber, M. (2014). *Importancia del Parque Nacional Cajas*. <https://files.goraymi.com/2019/08/27/9e886dcff094b63991c88d1947d6db53.pdf>
- Wikipedia, E. libre. (2019). *Avifauna*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Avifauna>
- Wu, S., Villareal H., M., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A., Vanegas Pinzón, S., Ospina Arango, O. L., United Nations Environment Programme (UNEP), Santamarta, J., Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P., Cadena, A., SÁNCHEZ PÉREZ, G., Rangel-ch, J. O., ... Merle Farinós, H. (2002). Los componentes alfa, beta y gama de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. *Grupo Intergubernamental De Expertos Sobre El Cambio Climático*, 26(6), 236. <http://www.pnas.org/cgi/content/long/99/26/16812>
- Zelada, W., Mejía, F., & Castillo, H. (2010). Abundancia relativa y diversidad de la ornitofauna de la quebrada Escalón, Parque Nacional Huascarán, época seca, 2010. *Relative Abundance and Diversity of Ornotofauna at the Escalon Ravine in the Huascarán National Park, Drought Season*. 2010., 3(2), 231–239.

ANEXOS

Anexo 1: Fotografías de aves; Matorralero Nuquirrufo - *Atlapetes latinuchus*



Pato de torrente - *Merganetta armata*



Tangara Azulinegra - *Tangara vassorii*



Anexo 2: Fotografías de aves; Gaviota andina - *Larus serranus*



Golondrina ventricafé - *Notiochelidon murina*



Mirlo Grande - *Turdus fuscater*



Anexo 3: Fotografías de aves; Cerceta Andina - *Anas andium*



Pitajo Dorsipardo - *Ochthoeca fumicolor*



Paloma apical - *Leptotila verreauxi*



Anexo 4: Fotografías de aves; Mirlo de agua Gorriblanco - *Cinclus leucocephalus*



Urraquita Turquesa - *Cyanolyca turcosa*



Pitajo Pechirrufo - *Ochthoeca rufipectoralis*



Anexo 5: Toma de coordenadas e instalación de cámaras trampa



Instalación del comedero para la cámara 1



Instalación de la cámara 2



Anexo 6: Materiales necesarios para el proyecto



Brújula para posicionar el avistamiento del pájaro



Uso de multímetro, para verificar el desgaste de las pilas de las cámaras trampa



Anexo 7: Trabajo de campo



Recorrido del monitor por la parcela del predio de Etapa



Anotación de un pájaro avistado en la libreta de campo



Trayecto en franja por la carretera



Anexo 8: Fichas de registros de aves

Tabla 43: Ficha de registro de aves, método de conteo por puntos, día 1 en la mañana

Registro de aves, método conteo por puntos

Provincia: Azuay **Cantón:** Cuenca **Fecha:** Lunes 26 de Julio del 2021

Localidad: Puente río Matadero, vía Cuenca-Molleturo-Naranjal km 15,5; primer escenario

Hora de inicio del muestreo: 6h00 am **Hora del término del muestreo:** 7h02 am

Tipo de Hábitat: Bosque ripario intervenido **Vegetación dominante:** Pino (*Pinus patula*)

Nombre del monitor: Byron Coronel **Página 1 de 20**

| # PUNTOS; TIEMPO | ESPECIE - FAMILIA | # INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|-------------------------------|--|--------------|----------------------------------|
| Punto1; de 6:00 am a 6:10 am | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| Punto1; de 6:00 am a 6:10 am | <i>Diglossopsis cyanea</i> (Pinchaflor enmascarado) - Thraupidae | 2 | Reconocimiento auditivo grabado |
| Punto 2; de 6:12 am a 6h22 am | <i>Phyllomyias uropygialis</i> (Tiranolete Lomileonado) - Tyrannidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| Punto 3; de 6:22 am a 6:32 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - Emberizidae | 1 | Reconocimiento visual +25 m |
| Punto 3; de 6:22 am a 6:32 am | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 2 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 3; de 6:22 am a 6:32 am | <i>Heliangelus viola</i> (Solángel Gorjipúrpura) - Trochilidae | 2 | Reconocimiento visual |
| Punto 1; de 6:32 am a 6:42 am | <i>Turdus serranus</i> (Mirlo Negribrilloso) - Turdidae | 1 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 1; de 6:32 am a 6:42 am | <i>Turdus fuscater</i> (Mirlo grande) - Turdidae | 1 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 2; de 6:42 am a 6:52 am | <i>Eriocnemis luciani</i> (Zamarrillo Colilargo) - Trochilidae | 2 | Reconocimiento visual |
| Punto 2; de 6:42 am a 6:52 am | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 2; de 6:42 am a 6:52 am | <i>Tangara vassorii</i> (Tangara Azulinegra) - Thraupidae | 1 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 3; de 6:52 am a 7h02 am | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 3 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 3; de 6:52 am a 7h02 am | <i>Chalcostigma stanleyi</i> (Picoespina Dorciazul) - Trochilidae | 1 | Reconocimiento visual |

Tabla 44: Ficha de registro de aves, método de conteo por puntos, día 1 en la tarde

Registro de aves, método conteo por puntos

Provincia: Azuay **Cantón:** Cuenca **Fecha:** Lunes 26 de Julio del 2021

Localidad: Puente río Matadero, vía Cuenca-Molleturo-Naranjal km 15,5; primer escenario

Hora de inicio del muestreo: 15h00 pm **Hora del término del muestreo:** 15h57 pm

Tipo de Hábitat: Bosque ripario intervenido **Vegetación dominante:** Pino (*Pinus patula*)

Nombre del monitor: Byron Coronel **Página 2 de 20**

| # PUNTOS; TIEMPO | ESPECIE - FAMILIA | # INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|
|------------------|-------------------|--------------|---------------|

| | | | |
|---------------------------------|---|----|----------------------------------|
| Punto 1; de 15:00 pm a 15:10 pm | <i>Eriocnemis luciani</i> (Zamarrillo Colilargo) - Trochilidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 1; de 15:00 pm a 15:10 pm | <i>Myioborus miniatus</i> (Candelita Goliplomiza) - Parulidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 1; de 15:00 pm a 15:10 pm | <i>Ochthoeca frontalis</i> (Pitajo Coronado) - Tyrannidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 1; de 15:00 pm a 15:10 pm | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 5 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 2; de 15:12 pm a 15:22 pm | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 3 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 3; de 15:24 pm a 15:34 pm | <i>Myioborus miniatus</i> (Candelita Goliplomiza) - Parulidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 3; de 15:24 pm a 15:34 pm | <i>Eriocnemis luciani</i> (Zamarrillo Colilargo) - Trochilidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 3; de 15:24 pm a 15:34 pm | <i>Ochthoeca frontalis</i> (Pitajo Coronado) - Tyrannidae | 2 | Reconocimiento visual |
| Punto 1; de 15:36 pm a 15:46 pm | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 3 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 1; de 15:36 pm a 15:46 pm | <i>Eriocnemis luciani</i> (Zamarrillo Colilargo) - Trochilidae | 1 | Reconocimiento visual |
| Punto 1; de 15:36 pm a 15:46 pm | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - Parulidae | 1 | Reconocimiento visual (con foto) |
| Punto 2; de 15:47 pm a 15:57 pm | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Hirundinidae | 19 | Reconocimiento visual (con foto) |

Tabla 45: Ficha de registro de aves, método de búsqueda intensiva, día 5 en la mañana

Registro de aves, método búsqueda intensiva

Provincia: Azuay

Cantón:Cuenca **Fecha:** Martes 17 de Agosto del 2021

Localidad: Vía Cuenca-Molleturo-Naranjal km 17,5; segundo escenario

Hora de inicio del muestreo: 6h00 am

Hora del término del muestreo: 7h00 am

Tipo de Hábitat: Bosque ripario-infraestructura

Vegetación dominante:Árbol de papel (*Polylepis* ssp)

Nombre del monitor: Byron Coronel

Página 10 de 20

| # PARCELA; TIEMPO | ESPECIE - FAMILIA | # INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|-----------------------------------|--|--------------|--|
| 1ra Parcela; de 6:00 am a 6:20 am | <i>Turdus fuscater</i> (Mirlo grande) - Turdidae | 3 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| 1ra Parcela; de 6:00 am a 6:20 am | <i>Turdus fuscater</i> (Mirlo grande) - Turdidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| 1ra Parcela; de 6:00 am a 6:20 am | <i>Synallaxis azarae</i> (Colaespina de Azara) - Furnariidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| 1ra Parcela; de 6:00 am a 6:20 am | <i>Basileuterus nigrocristatus</i> (Reinita Crestinegra) - Parulidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - Emberizidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Sur |
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - Emberizidae | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Norte |
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Basileuterus nigrocristatus</i> (Reinita Crestinegra) - Parulidae | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Norte |
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - Emberizidae | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Oeste |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Mecocerculus stictopterus</i> (Tiranillo Albibandeado) - <i>Tyrannidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Metallura tyrianthina</i> (Metalura Tiria) - <i>Trochilidae</i> | 2 | Reconocimiento auditivo grabado - Sur |
| 2da Parcela; de 6:20 am a 6:40 am | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Hemispingus verticalis</i> (Hemispingo Cabecinegro) - <i>Thraupidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Ochthoeca fumicolor</i> (Pitajo Dorsipardo) - <i>Tyrannidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Norte |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - <i>Emberizidae</i> | 2 | Reconocimiento visual (con foto) - Norte |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Basileuterus nigrocristatus</i> (Reinita Crestinegra) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Cistothorus platensis</i> (Soterrey Sabanero) - <i>Troglodytidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Larus serranus</i> (Gaviota andina) - <i>Laridae</i> | 2 | Reconocimiento visual (con foto) - Sur |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Metallura tyrianthina</i> (Metalura Tiria) - <i>Trochilidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Norte |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Este |
| 3ra Parcela; de 6:40 am a 7:00 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - <i>Emberizidae</i> | 2 | Reconocimiento visual (con foto) - Sur |

Tabla 46: Ficha de registro de aves, método de búsqueda intensiva, día 5 en la tarde

Registro de aves, método búsqueda intensiva

Provincia: Azuay

Cantón:Cuenca **Fecha:** Martes 17 de Agosto del 2021

Localidad: Vía Cuenca-Molleturo-Naranjal km 17,5; segundo escenario

Hora de inicio del muestreo: 15h00 pm

Hora del término del muestreo: 16h00 pm

Tipo de Hábitat: Bosque ripario-infraestructura

Vegetación dominante:Árbol de papel (*Polylepis* ssp)

Nombre del monitor: Byron Coronel

Página 11 de 20

| # PARCELA; TIEMPO | ESPECIE - FAMILIA | # INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|-------------------------------------|--|--------------|--|
| 1ra Parcela; de 15:00 pm a 15:20 pm | <i>Larus serranus</i> (Gaviota andina) - <i>Laridae</i> | 2 | Reconocimiento visual (con foto) - Norte |
| 1ra Parcela; de 15:00 pm a 15:20 pm | <i>Ochthoeca fumicolor</i> (Pitajo Dorsipardo) - <i>Tyrannidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Este |
| 1ra Parcela; de 15:00 pm a 15:20 pm | <i>Aglaeactis cupripennis</i> (Rayito brillante) - <i>Trochilidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Este |
| 1ra Parcela; de 15:00 pm a 15:20 pm | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - <i>Emberizidae</i> | 2 | Reconocimiento visual (con foto) - Este |
| 1ra Parcela; de 15:00 pm a 15:20 pm | <i>Ochthoeca fumicolor</i> (Pitajo Dorsipardo) - <i>Tyrannidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| 1ra Parcela; de 15:00 pm a 15:20 pm | <i>Turdus serranus</i> (Mirlo Negribriloso) - <i>Turdidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Sur |
| 2da Parcela; de 15:20 pm a 15:40 pm | <i>Turdus fuscater</i> (Mirlo grande) - <i>Turdidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Oeste |
| 2da Parcela; de 15:20 pm a 15:40 pm | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |

| | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|
| 2da Parcela; de 15:20 pm a 15:40 pm | <i>Cyanolyca turcosa</i> (Urraquita Turquesa) - <i>Corvidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Este |
| 3ra Parcela; de 15:40 pm a 16:00 pm | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - <i>Emberizidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Este |
| 3ra Parcela; de 15:40 pm a 16:00 pm | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Norte |
| 3ra Parcela; de 15:40 pm a 16:00 pm | <i>Heliangelus viola</i> (Solángel Gorjipúrpura) - <i>Trochilidae</i> | 1 | Reconocimiento visual - Norte |

Tabla 47: Ficha de registro de aves, método de trayecto en franja, día 10 en la mañana

Registro de aves, método trayecto en franja

Provincia: Azuay

Cantón:Cuenca **Fecha:**Jueves 02 de Septiembre 2021

Localidad: Recorrido por la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal desde el km 19,5 hasta el km 17,5

Hora de inicio del muestreo: 7h12 am

Hora del término del muestreo: 7h52 am

Tipo de Hábitat: Bosque ripario intervenido

Vegetación dominante: Pino (*Pinus patula*)

Nombre del monitor: Byron Coronel

Página 19 de 20

| # TRAYECTO; TIEMPO | ESPECIE - FAMILIA | # INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|----------------------------------|--|--------------|---|
| Trayecto 1; de 7:12 am a 7:52 am | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Este |
| Trayecto 1; de 7:12 am a 7:52 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - <i>Emberizidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Este |
| Trayecto 1; de 7:12 am a 7:52 am | <i>Cyanolyca turcosa</i> (Urraquita Turquesa) - <i>Corvidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| Trayecto 1; de 7:12 am a 7:52 am | <i>Turdus fuscater</i> (Mirlo Grande) - <i>Turdidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| Trayecto 1; de 7:12 am a 7:52 am | <i>Zonotrichia capensis</i> (Sabanero Ruficollarejo) - <i>Emberizidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Sur |
| Trayecto 1; de 7:12 am a 7:52 am | <i>Myioborus melanocephalus</i> (Candelita de anteojos) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Este |

Tabla 48: Ficha de registro de aves, método de trayecto en franja, día 10 en la tarde

Registro de aves, método trayecto en franja

Provincia: Azuay

Cantón:Cuenca **Fecha:**Jueves 02 de Septiembre 2021

Localidad: Recorrido por la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal desde el km 17,5 hasta el km 15,5

Hora de inicio del muestreo: 15h40 pm

Hora del término del muestreo: 16h20 pm

Tipo de Hábitat: Bosque ripario intervenido

Vegetación dominante: Paztizal

Nombre del monitor: Byron Coronel

Página 20 de 20

| # TRAYECTO; TIEMPO | ESPECIE - FAMILIA | # INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|------------------------------------|--|--------------|--|
| Trayecto 2; de 15:40 pm a 16:20 pm | <i>Tangara vassorii</i> (Tangara Azulinegra) - <i>Thraupidae</i> | 2 | Reconocimiento visual (con foto) - Este |
| Trayecto 2; de 15:40 pm a 16:20 pm | <i>Turdus fuscater</i> (Mirlo Grande) - <i>Turdidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Norte |
| Trayecto 2; de 15:40 pm a 16:20 pm | <i>Basileuterus coronatus</i> (Reinita coronorrojiza) - <i>Parulidae</i> | 1 | Reconocimiento visual - Sur |

| | | | |
|------------------------------------|--|---|--|
| Trayecto 2; de 15:40 pm a 16:20 pm | <i>Notiochelidon murina</i> (Golondrina ventricafé) - <i>Emberizidae</i> | 3 | Reconocimiento visual (con foto) - Sur |
| Trayecto 2; de 15:40 pm a 16:20 pm | <i>Diglossa humeralis</i> (Pinchaflor Negro) - <i>Thraupidae</i> | 1 | Reconocimiento auditivo grabado - Oeste |
| Trayecto 2; de 15:40 pm a 16:20 pm | <i>Ochthoeca fumicolor</i> (Pitajo Dorsipardo) - <i>Tyrannidae</i> | 1 | Reconocimiento visual (con foto) - Norte |

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Byron Ismael Coronel Arcentales** portador de la cédula de ciudadanía N.º 0104966502. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**Determinación de la biodiversidad de avifauna en un bosque ripario de la subcuenca alta del río Tomebamba**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 29 de diciembre de 2021

F: Byron Coronel

Byron Ismael Coronel Arcentales

0104966502