

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Determinación de la riqueza aviar en bosques de la Montaña El Socó, Chimaltenango, por medio de la comparación de la efectividad de metodologías complementarias (presencial y no presencial).

Trabajo de graduación presentado por

Emilio Antonio Joaquín Godínez

para optar al grado de Licenciado en Biología

Guatemala

2021



Determinación de la riqueza aviar en bosques de la Montaña El Socó, Chimaltenango, por medio de la comparación de la efectividad de metodologías complementarias (presencial y no presencial).

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Determinación de la riqueza aviar en bosques de la Montaña El Socó, Chimaltenango, por medio de la comparación de la efectividad de metodologías complementarias (presencial y no presencial).

Trabajo de graduación presentado por

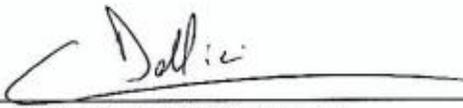
Emilio Antonio Joaquín Godínez

para optar al grado de Licenciado en Biología

Guatemala

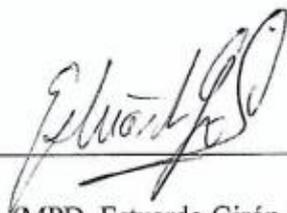
2021

Vo. Bo.:

(f)   
(M.Sc. Claire Dallies Nussli)

Tribunal Examinador:

(f)   
(M.Sc. Claire Dallies Nussli)

(f)   
(MPD. Estuardo Girón Solórzano)

(f)   
(M.Sc. Gabriela Alfaro Marroquín)

Fecha de aprobación: Guatemala, 9 de diciembre de 2021.

# Contenido

Listado de cuadros .....	vi
Prefacio.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	2
A. Biodiversidad de Guatemala.....	2
B. Aves de Guatemala. ....	3
C. Contexto nacional actual.....	7
D. Monitoreo de aves. ....	8
III. Justificación .....	12
IV. Objetivos .....	13
V. Metodología.....	14
A. Área de estudio.....	14
B. Procedimiento de muestreo.....	16
VI. Resultados.....	21
A. Riqueza aviar de la Montaña El Socó.....	21
B. Descripción de avifauna .....	25
C. Análisis de escalamiento multidimensional .....	27
D. Presupuesto de las metodologías .....	35
E. Propuesta de protocolo de monitoreo de aves .....	36
VII. Discusión.....	38
A. Riqueza aviar en la montaña El Socó .....	38
B. Eficiencia entre ambos métodos .....	39
C. Protocolo de monitoreo .....	40
VIII. Conclusiones .....	42
IX. Recomendaciones .....	43
X. Bibliografía.....	44
XI. Anexos .....	50

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa de áreas de endemismo regional para Guatemala.....	5
Figura 2. Mapa de Áreas Importantes para la Conservación de Aves (IBAs) en Guatemala....	6
Figura 3. Diagrama sobre la relación entre eficiencia, eficacia y efectividad.....	11
Figura 4. Mapa de la cordillera Cerro El Sanay y Montaña El Socó.....	14
Figura 5. Ejemplo del panorama de cada tipo de hábitat seleccionado para la investigación...	15
Figura 6. Puntos de conteo en los bosques estudiados en la cordillera Cerro El Sanay y Montaña El Socó.....	17
Figura 7. Histograma de la riqueza detectada por hábitat en cada metodología en la Montaña El Socó.....	21
Figura 8. Diagrama de caja de la riqueza promedio según el hábitat en la Montaña El Socó....	22
Figura 9. Diagrama de caja de la riqueza promedio según el horario en la Montaña El Socó....	23
Figura 10. Diagrama de caja de la riqueza promedio según el método en la Montaña El Socó, Chimaltenango.....	24
Figura 11. Resultados de análisis de varianza de tres factores.....	25
Figura 12. Prueba de Tukey para hábitat.....	25
Figura 13. Dendrograma de similitud de la composición aviar en los sitios de la Montaña El Socó, basado en el índice de similitud de Sorensen (Bray-Curtis). El cuadro rojo muestra la agrupación de los sitios con bosque latifoliado.....	27
Figura 14. Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 2 por hábitat.....	29
Figura 15. Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 3 por hábitat.....	30
Figura 16. Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 2 por horario.....	31
Figura 17. Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 3 por hábitat.....	32
Figura 18. Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 2 por método.....	33
Figura 19. Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 3 por método.....	34
Figura 20. Gráfico sobre el costo por esfuerzo de cada método.....	36

## Listado de cuadros

Cuadro 1. Definición conceptual y operacional de las variables.....	16
Cuadro 2. Descripción de los sitios de muestreo.....	18
Cuadro 3. Ejemplo de cronograma para muestreos a partir de la investigación desarrollada...	35
Cuadro 4. Cronograma de la propuesta de monitoreo de aves para la UGAM de San Andrés Itzapa.....	37

## Prefacio

La idea de esta tesis surgió durante dos eventos importantes. El primero fue en el transcurso del selectivo de Ornitología impartido por la M.Sc. Claire Dallies y la M.Sc. Ana Lucía Dubón. En una clase discutimos acerca de los métodos relacionados con bioacústica y su viabilidad para el monitoreo de aves. Además, discutimos la importancia de la conservación de aves. El segundo evento fue durante mis horas de práctica en CATIE. Conversando con el MPD. Estuardo Girón, quien entonces fuera mi coordinador de mis prácticas profesionales, discutimos de la importancia de generar información sobre la composición de aves en zonas específicas de Guatemala. Luego de conversar con varios catedráticos y amigos, decidí realizar mi trabajo de graduación en los astilleros municipales de la Montaña El Socó ubicada en la municipalidad de San Andrés Itzapa en el departamento de Chimaltenango, combinando métodos relacionados con la bioacústica y los métodos tradicionales presenciales para realizar una caracterización aviar de este sitio.

Agradezco a Dios, a mi mamá Patricia Joachín y a mis abuelos Otoniel Joachín y Fidelina Godínez de Joachín por ser mi apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida. A la M.Sc. Claire Dallies, al MPD. Estuardo Girón y a la Lic. Ana Paula Oxom por su apoyo en la realización de esta investigación, su asesoramiento en el diseño de muestreo, por compartir su conocimiento y por apoyarme en la logística de los viajes de campo. También al Ph. D Alexis Cerezo por su asesoramiento en el análisis e interpretación de los datos. Al personal de la UGAM de San Andrés Itzapa, en especial a los guardabosques Ernesto López, Baldemar Callejas, Augusto Callejas, Ricardo Camey, Manuel Hernández, Alejandro Raxon y Elvis Serech por acompañarme y ayudarme en los muestreos de campo. A mis amigos de la carrera por sus consejos y su apoyo.

Agradezco especialmente a la M.Sc. Ana Lucía Dubón por ser mi mentora y amiga durante la carrera, por creer en mí y ayudarme a ser un mejor estudiante y persona. También, por ayudarme a descubrir mi potencial y por todos sus consejos.

## Resumen

La Montaña El Socó es un parche de bosque remanente de 3143 ha en las municipalidades de San Andrés Itzapa, Patzicía y Acatenango. Solo 340 ha de San Andrés Itzapa están en incentivos PROBOSQUE. Esta zona, carece de estudios previos sobre su biodiversidad. Esta proporciona muchos servicios ecosistémicos que, si bien son poco valorados por la sociedad moderna, son esenciales para nuestro bienestar y desarrollo. Para esta zona se requiere de un estudio de biodiversidad, el cual se enfocó en aves, debido a que son indicadores de calidad de ecosistema. Para lograrlo, se determinó la riqueza y composición aviar de La Montaña El Socó por medio de la combinación de métodos de monitoreo presencial (puntos de conteo) y no presencial (grabadoras) en bosque latifoliado, mixto y de coníferas. Esto permitió establecer estrategias para el monitoreo constante de aves. Se lograron registrar 97 especies pertenecientes a 13 órdenes y 34 familias. Las familias Trochilidae, Tyrannidae, Troglodytidae, Turdidae, Passerellidae y Parulidae presentaron la mayor riqueza de especies. Únicamente el bosque latifoliado, tienen una composición aviar distinta con respecto al bosque mixto y pino-encino. De todas las aves observadas, el 12.37% pertenece a aves migratorias y el 87.63% a aves residentes. También, se comparó la riqueza promedio entre los puntos de conteo y las grabadoras en el registro de aves. Ambos métodos detectan promedios de riqueza similar (Puntos de conteo = 20, Grabadoras = 19.7). Finalmente, se realizó un análisis de viabilidad económica. El método no presencial (grabadoras) logra reducir en un 40% los costos con respecto al método presencial (puntos de conteo). Se deben implementar medidas de conservación y monitoreo de biodiversidad adecuadas para el bosque latifoliado debido a que ofrece servicios ecosistémicos (zona de recarga hídrica y recursos forestales) y alberga especies de interés para la conservación.

Palabras clave: Biodiversidad aviar, monitoreo con grabadoras, Audiomoth, monitoreo presencial San Andrés Itzapa, Montaña El Socó.

## Abstract

El Socó Mountain is a remnant forest patch of 3,143 ha in the municipalities of San Andrés Itzapa, Patzicía and Acatenango. Only 340 ha of San Andrés Itzapa are under PROBOSQUE incentives. This area lacks previous studies on its biodiversity. It provides many ecosystem services that, although little valued by modern society, are essential for our well-being and development. A biodiversity study was required for this area, which focused on birds, since they are indicators of ecosystem quality. To achieve this, the avian richness and composition of El Socó Mountain was determined through a combination of on-site (point counts) and off-site (tape recorders) monitoring methods in broadleaf, mixed and coniferous forest. This allowed us to establish strategies for the constant monitoring of birds. We were able to record 97 species belonging to 13 orders and 34 families. The families Trochilidae, Tyrannidae, Troglodytidae, Turdidae, Passerellidae and Parulidae had the highest species richness. Only the broadleaf forest had a different avian composition compared to the mixed forest and pine-oak forest. Of all the birds observed, 12.37% belonged to migratory birds and 87.63% to resident birds. We also compared the average richness between the point counts and the bird recorders. Both methods detected similar richness averages (Point counts = 20, recorders = 19.7). Finally, an economic feasibility analysis was performed. The non-face-to-face method (tape recorders) achieves a 40% reduction in costs with respect to the face-to-face method (point counts). Adequate conservation and biodiversity monitoring measures should be implemented for the broadleaf forest because it provides ecosystem services (water recharge area and forest resources) and harbors species of conservation interest.

Key words: Avian biodiversity, recorder monitoring, Audiomoth, face-to-face monitoring San Andrés Itzapa, El Socó Mountain

## I. Introducción

Guatemala es un país con características geológicas y condiciones climáticas favorables para ser catalogado como megadiverso. Guatemala tiene 14 ecorregiones y se encuentra ubicada en la zona tropical, donde hay mayor diversidad de especies (Ríos, 2006). Las especies de aves de Guatemala son importantes ya que indican características sobre el estado de salud del ecosistema ya que varias de ellas tienen roles como, ser dispersores, polinizadores, controladores de plagas, indicadores de perturbación entre otros que contribuyen en la estructura y mecanismo ecológico de los ecosistemas (CONAP, 2012). Sin embargo, la avifauna del país se ve amenazada principalmente por la pérdida de hábitat, sobreexplotación de recursos, deforestación, pesca, caza, tráfico ilegal de especies silvestres y contaminación por desechos sólidos y líquidos (CONAP, 2011). La conservación de la biodiversidad es prioridad para el país (CONAP, 2012).

Guatemala es considerado un lugar importante para aves residentes y migratorias provenientes del norte y del sur de América. La cordillera Cerro Sanay y la Montaña El Socó ubicado en el departamento de Chimaltenango, resguarda una gran variedad de parajes ecológicos (bosque latifoliado, bosque mixto y bosque de coníferas) y biodiversidad (Soto, 2019). Además, es la zona de recarga hídrica que abastece la mayoría de los nacimientos y manantiales que proveen de agua a los municipios que lo conforman (Girón, 2020). Este territorio está dentro de la zona de endemismo denominada Tierras Altas de Centroamérica (Stattersfield *et al.* 1998). Sin embargo, no existen inventarios de biodiversidad para esta zona. Actualmente, el CATIE administra la gestión del astillero municipal del Volcán Acatenango y de la Cordillera Montaña El Socó y Cerro El Sanay (CATIE, 2013). El objetivo de esta investigación es determinar la riqueza y composición aviar de La Montaña El Socó por medio de la combinación de métodos presencial (puntos de conteo) y no presencial (grabadoras) de monitoreo. Esta información permitirá generar una línea base de investigación para aves en la zona, y se podrá proponer un protocolo de monitoreo anual usando una combinación de los dos métodos.

## **II. Marco teórico**

### **A Biodiversidad de Guatemala.**

#### **1. Tamaño del país.**

Guatemala tiene un área aproximada de 108,889 km<sup>2</sup>, de los cuales 460 km<sup>2</sup> corresponden a cuerpos de agua. Colinda al norte y noroccidente con la República de los Estados Unidos Mexicanos, al sur con el océano Pacífico y al oeste con las repúblicas de El Salvador, Honduras y Belice. (MARN, 2009). Su población alcanza aproximadamente los 17.3 millones de habitantes (INE, 2020). Posee multiculturalidad, multiétnicidad, multilingüismo y riqueza natural (MARN, 2009). A pesar de su pequeña extensión territorial, Guatemala tiene una gran variedad climática, producto de su relieve montañoso. Esta condición permite que existan ecosistemas tan variados que van desde los manglares de los humedales del Pacífico hasta los bosques nublados de alta montaña (Irungaray *et al.* 2016).

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), es la institución encargada de gestionar las áreas protegidas del país desde 1989 (CONAP, 2012). Mediante la Ley de Áreas Protegidas, LAP, controla el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP. Guatemala cuenta, en 2019, con 339 áreas protegidas en 6 categorías: parques nacionales; reservas biológicas; biotopos protegidos; monumentos culturales y naturales; refugios de vida silvestre, reservas hídricas y forestales o de usos múltiples; reservas forestales y parques recreativos municipales y regionales; reservas naturales privadas, y reservas de la biosfera (CONAP, 2011).

#### **2. Megadiverso.**

Los países megadiversos son los territorios con mayor índice de biodiversidad incluyendo un alto contenido de especies endémicas. Estos países representan aproximadamente el 10% de la superficie del mundo y alberga cerca del 70% de la diversidad biológica terrestre del planeta. Los países megadiversos, como Guatemala, fueron identificados por el Centro de Seguimiento de la Conservación Mundial (WCMC, por sus siglas en inglés), perteneciente al Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) (Ríos, 2006).

Guatemala fue declarado un país megadiverso en 2010 durante el décimo encuentro de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica (CoP 10) (MARN, 2009). El país cuenta con 14 regiones ecológicas que van desde el bosque de manglar (4 especies), tanto en litorales, bosques secos y matorrales en las tierras altas del este, subtropicales y tropicales selvas tropicales, humedales, bosques nublados en la región de Verapaz, bosques mixtos y bosques de pino en las tierras altas. Además, se encuentra en la zona tropical, donde existe mayor diversidad de especies (Ríos, 2006).

### **3. Amenazas a la biodiversidad.**

La función principal de un área protegida es preservar la diversidad biológica en el medio silvestre, asegurando procesos de conservación y mantenimiento a largo plazo (Elbers, 2011). Las amenazas a la biodiversidad de Guatemala son un conjunto de presiones que se mantienen sobre la biodiversidad y promueven una degradación ambiental en Guatemala (CONAP, 2012). Actualmente, Guatemala tiene 2.276 especies de flora y fauna en peligro de extinción y está considerado como uno de los de mayor biodiversidad en el mundo, pero corre el peligro de que en los próximos años pierda gran parte de esta riqueza (CONAP, 2011). La biodiversidad es básica para el desarrollo sostenible (CONAP, 2012).

La tarea para luchar por la mega diversidad es inmensa. Muchas veces las instituciones encargadas de dicha tarea deben enfrentarse al Estado, que a menudo privilegia los grandes cultivos de cañas o palma africana en áreas no protegidas. Por otro lado, la legislación ambiental en el país es débil (Escobar-Anleu, 2020). No se les da prioridad a los delitos ambientales a pesar de la existencia de juzgados especializados. Finalmente, otro de los retos, es generar conciencia en la sociedad para el cuidado del medio ambiente. La conservación de la biodiversidad es prioridad para el país (CONAP, 2012).

## **B. Aves de Guatemala.**

### **1. Caracterización aviar.**

Se estima que en el mundo existen aproximadamente 9,700 especies de aves. Se registró en 1998 un total de 724 a 750 especies de aves en Guatemala (Eisermann & Avendaño, 2006). Dichas especies están clasificadas en 77 familias y 398 géneros (CONAP, 2011). Existen 370 especies que se reproducen en el país, también se asume que lo hacen otras 116 especies. Entre estas especies se describen 221 visitantes no reproductivos, 34 transitorias y 9 visitantes reproductivos. Además, se reconocen 50 especies que no forman regularmente parte de la avifauna descrita, 1 extinta y 3 extirpadas (Eisermann & Avendaño, 2006). Sin embargo, entre los años 2006 y 2017 se han obtenido nuevos registros. Actualmente, la avifauna guatemalteca comprende ahora 758 especies, de las cuales 23 carecen de documentación. De las 758 especies, 509 se reproducen en Guatemala, 240 son visitantes no reproductores, transitorios o vagabundos, y el estatus de nueve es incierto (Eisermann & Avendaño, 2018).

Luego de la extinción de *Podilymbus gigas*, Guatemala no tiene especies endémicas dentro de su territorio. En el país se reconocen 33 especies en 4 zonas de endemismo regional. La zona más rica en especies endémicas regionales son las tierras altas del norte de Centroamérica (Dallies, 2008). Esta zona posee una gran influencia de aves de Norte América. Las otras vertientes, vertiente del Atlántico y vertiente del Pacífico, cuentan con la influencia de Sur América. La vertiente del Atlántico, la vertiente del pacífico y las tierras altas tienen la mayor riqueza de aves respectivamente (Eisermann & Avendaño, 2006).

La conservación de las aves es importante ya que aportan en los servicios ecosistémicos como el control de plagas, la dispersión de semillas y la polinización (Soto, 2019). Las aves, al ser organismos notables y comunes en varios hábitats, son consideradas como un grupo importante para desarrollar estudios biológicos (Sagastume, 2018). También, algunas especies se consideran indicadoras del estado de ecosistemas. La aplicación más popular en el país es el aviturismo. Dicha actividad, es sostenible y de bajo impacto (Eisermann & Avendaño, 2006). Once especies reportadas para Guatemala se encuentran en la Lista Roja de la UICN. Además, existe una Lista Roja nacional en la que se encuentran 164 de las especies del país (CONAP, 2011).

## **2. Áreas de endemismo.**

La avifauna de Guatemala es una mezcla de la influencia del sur y del norte, con grupos de familias representativas del neártico (Norteamérica) y familias de Suramérica. Algunos ejemplos son las Charas (Corvidae) y los Chipés (Parulidae) son familias típicas de Norteamérica. Por otra parte, los Colibríes (Trochilidae) y Tucanes (Ramphastidae) se originan en las tierras del sur del continente (Eisermann & Avendaño, 2006).

Guatemala se considera un lugar importante para aproximadamente 205 aves migrantes y 24 especies consideradas tanto residentes como migrantes provenientes del norte y el sur de América. El país posee tres centros de endemismo de aves: Tierras Altas de Centroamérica con 20 especies endémicas regionales exclusivas de esta zona, la Vertiente Pacífica del Norte de Centroamérica con tres especies y la Vertiente del Caribe de Centroamérica con una especie (Stattersfield *et al.* 1998). Finalmente, las Tierras Altas de Centroamérica con 22 especies endémicas regionales (Eisermann & Avendaño, 2006).

Las áreas más ricas, en cuanto al número de especies de aves migratorias, están localizadas particularmente en los bosques húmedos de la costa del Atlántico Centroamericano y en los bosques húmedos de Petén. Las áreas que reportan los mayores niveles de endemismo se localizan en los bosques de pino encino y los bosques montanos centroamericanos y los bosques húmedos de la Sierra Madre. (Eisermann Avendaño, 2006).



**Figura 1.** Mapa de áreas de endemismo regional para Guatemala.

(Dallies, 2008).

### 3. Áreas de importancia para la conservación de aves (IBAs).

Las Áreas Importantes para la Conservación de Aves (IBAs) fueron designadas por la organización internacional BirdLife International. Se han designado 21 IBAs para Guatemala. Estas áreas ocupan el 48% del territorio nacional. De dicha área, el 61,2% está cubierto con hábitats no alterados como bosques primarios, matorrales naturales y humedales. El 38,3% está cubierto por hábitats alterados como consecuencia de actividades humanas como zonas agrícolas y matorrales secundarios. El 0,5% está ubicado en zonas urbanas. Del área total de IBAs de Guatemala, el 60% se encuentra abarcada por áreas protegidas y el 40% no posee protección legal (Eisermann & Avendaño, 2009).

La función de estas es la conservación de la avifauna con base a los requerimientos de hábitat de las especies de interés (Eisermann & Avendaño, 2009). Incluyen hábitats naturales y perturbados o alterados. También, todos los IBAs en el país tienen asentamientos humanos. Los IBAs vulnerables son los que poseen climas favorables y suelos fértiles para actividades agrícolas (INE, 2002). El objetivo de la implementación de estas áreas es la reducción de la pérdida de hábitat natural y el incremento de hábitat restaurado (Eisermann & Avendaño, 2009).



**Figura 2.** Mapa de Áreas Importantes para la Conservación de Aves (IBAs) en Guatemala. (Eisermann & Avendaño, 2009).

#### 4. Necesidades para la conservación.

Actualmente existe un déficit de inventarios básicos de aves en los siguientes departamentos: Baja Verapaz, Quiché, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula, el sur de Petén, la vertiente del Pacífico y las tierras altas del oeste del país. Asimismo, hacen falta datos cuantitativos para determinar cambios poblacionales en todo el país y datos sobre la biología y ecología de especies de interés para la conservación, como el caso de las amenazadas o endémicas. Las aves nocturnas y las pelágicas son las menos estudiadas en el país (Eisermann & Avendaño, 2006). Finalmente, no ha existido ningún esfuerzo que evidencie el papel del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) en la conservación de las especies de vertebrados endémicos en cada una de las regiones. Más aún, no se han evaluado los patrones biogeográficos de endemismo de los vertebrados en Guatemala (Estrada & Machuca, 2015).

Por otro lado, se necesitan conocer las necesidades de las poblaciones cercanas a áreas protegidas, para evitar que destruyan los ecosistemas y agoten los recursos. Es necesario la implementación de programas de educación ambiental para dichas comunidades. Esto generará una identidad que hace posible que los habitantes protejan los recursos y la biodiversidad en general (Acosta, 2013).

## **5. Amenazas para las especies de aves.**

Las especies de aves de Guatemala tienen un rol en la estructura y mecanismo ecológico de los ecosistemas. Dicho equilibrio es necesario para la sobrevivencia de la especie humana y otros organismos (CONAP, 2012). La avifauna del país se ve principalmente amenazada por la pérdida de hábitat, sobreexplotación de recursos, contaminación por desechos sólidos y líquidos, deforestación para avance de la frontera agropecuaria y la caza, pesca y tráfico ilegal de vida silvestre (Conap,2011).

Las amenazas antropogénicas ocurren a causa de actividades humanas como la erosión de la tierra, deforestación, contaminación, talas legales e ilegales, incendios forestales, introducción de especies exóticas invasoras, tráfico ilegal de vida silvestre y avance de la frontera agrícola y pecuaria (CONAP, 2012). Por otro lado, las amenazas naturales ocurren sin la intervención humana, como los sismos, terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, huracanes, ciclones e inundaciones (CONAP, 2012).

### **C. Contexto nacional actual.**

#### **1. Actores involucrados en conservación.**

Las organizaciones nacionales que más destacan son la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN) cuya actividad consiste en la administración ya sea por delegación del Congreso de la República o mediante mecanismos de coadministración con el Gobierno de Cuatro Áreas Protegidas. La Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, es la segunda de las áreas de mayor superficie en el país, solo después de la Reserva de Biosfera Maya en Petén (Saravia & F. D. de la Naturaleza 2000).

Por otro lado, destacan la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Estas organizaciones generalmente son ejecutoras de recursos canalizados directamente por el Gobierno, directamente por la cooperación externa, por programas establecidos con financiamiento de estas, bajo convenios con el Gobierno Central y por cooperación externa. Estas organizaciones también perciben recursos derivados de la conducción de campañas nacionales o internacionales de recaudación. El CATIE en Guatemala ha dirigido varios proyectos y programas de desarrollo, así como diversas acciones de investigación e innovación en muchas regiones del país, así como la asistencia técnica y gestión de recursos para la cooperación técnica e innovación para el desarrollo al sector agropecuario y el de manejo de recursos naturales. Actualmente, el CATIE apoya la gestión del astillero municipal del Volcán Acatenango y de la Cordillera Montaña El Socó y Cerro El Sanay (CATIE, 2013).

## **2. Pandemia por COVID-19.**

La enfermedad por coronavirus COVID 19 es una enfermedad infecciosa causada por la especie de coronavirus SARS-CoV-2 recientemente descubierto (Doremalen *et al.* 2020). Se descubrió y aisló por primera vez en Wuhan, China. Parece tener un origen zoonótico, es decir, se transmitió de un huésped animal a uno humano (Zhou *et al.* 2020). La Organización Mundial de la Salud (OMS), declaró la epidemia del Coronavirus (COVID-19) como una emergencia de Salud Pública de importancia Internacional, definiendo como “una urgencia en China, pero que podría llegar a convertirse en una urgencia sanitaria a nivel mundial.

El primer contagio en Guatemala se detectó el 13 de marzo. El gobierno implementó varias medidas para reducir la propagación del virus (Rosenthal, 2020). Se decretaron disposiciones para limitar la libertad de locomoción dentro de determinado horario que varió a lo largo de esa fecha. Se prohibió el transporte público urbano y extraurbano, se vedaron viajes de recreación y reuniones de grupos superiores a 10 personas. La mayoría de las actividades industriales, la construcción y el comercio quedaron suspendidas, con algunas excepciones como bancos, transporte pesado, farmacias, supermercados y tiendas. No existe certeza sobre la perspectiva para el resto del 2020 y el año 2021 (Rosenthal, 2020).

Actualmente en Guatemala ya no existen restricciones como las mencionadas anteriormente. Sin embargo, aún continúan medidas como el uso continuo de la mascarilla y límite de aforo. Además, 3,673,724 personas tienen solo una dosis de la vacuna administrada. Por otro lado, 1,568,289 personas tienen un esquema completo de vacunación para el 8 de septiembre de 2021. Aunque ya existen acciones como la vacunación, el panorama parece ser preocupante y desfavorable para Guatemala. En el caso de la ciencia, es importante iniciar con protocolos de muestreo no presenciales como las grabadoras para continuar con el monitoreo de la biodiversidad en Guatemala (Hill *et al.* 2019).

### **D. Monitoreo de aves.**

#### **1. ¿Por qué monitorear aves?**

Las aves son un variado grupo de animales que habitan en todos los ecosistemas del planeta. Debido a su morfología, cantos y comportamientos, pueden ser relativamente fáciles de detectar (Gutiérrez *et al.* 2020). Además, este grupo de animales puede indicar características sobre el estado de salud del ecosistema ya que varias especies contribuyen a los servicios ecosistémicos como dispersores de semillas, controladores de plagas, indicadores de perturbación, entre otros (Pijanowski *et al.* 2011).

El monitoreo biológico es una actividad diseñada para conocer y documentar la condición o tendencia de un ecosistema, de una población o de una especie. El monitoreo y seguimiento sistemático de especies o variables biológicas permite responder preguntas específicas que son

de interés para tomar decisiones de manejo, aprovechamiento y conservación (Gutiérrez *et al.* 2020). Un sistema de monitoreo mide y evalúa cambios en el tiempo y espacio de especies y comunidades en el área de estudio. El enfoque principal es estudiar a las comunidades de aves considerando adicionalmente algunas especies indicadoras (Sagastume, 2018). A nivel de comunidades donde se proveen la mayor cantidad de servicios ecosistémicos (Soto, 2019).

Las vocalizaciones son todos los sonidos emitidos por las aves. Estos sonidos son los más complejos en la naturaleza y uno de sus principales medios de comunicación; son producidos de forma vocal, realizados con la siringe. Las vocalizaciones se dividen en cantos (vocalizaciones melódicas) y en llamadas o reclamos (vocalizaciones no melódicas). Así mismo, los cantos se pueden dividir en territoriales y de cortejo. Por otro lado, las llamadas se dividen en territoriales y de alarma. Los llamados tienden a ser cortos en duración, simples en estructura, mientras que los cantos tienden a ser más largos, complejos, con un patrón estructural y que a menudo funcionan en contextos sexuales y territoriales (Larsen & Goller, 2002). Las vocalizaciones son utilizadas para el monitoreo de aves ya que estas son exclusivas para cada especie, por lo que son utilizadas como una herramienta viable para la identificación de especies (Soto, 2019).

Diferentes personas varían enormemente en su habilidad y experiencia para la correcta identificación de las aves, tanto visual como auditivamente, por lo tanto, es esencial que los observadores se encuentren familiarizados con las aves de su área de estudio, incluyendo sus cantos y llamados. Además, es posible que, con la edad, los observadores varíen también en su capacidad visual y de escucha (Alldredge *et al.* 2007). Para evitar sesgos es recomendable que los observadores reciban previo entrenamiento para que la generación de información y la aplicación de los métodos sean similares (Ralph *et al.* 1996).

## **2. Metodologías de monitoreo presencial (puntos de conteo y transectos).**

Los ornitólogos han utilizado varias técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves. Entre las metodologías de campo más conocidas destacan los puntos de conteo y los transectos. Dichos métodos son útiles y eficientes porque combinan la posibilidad de registrar aves por observación visual y por identificación de vocalizaciones (Angehr *et al.* 2002). Los sonidos de las aves son el medio más adecuado para censar a las aves, sobre todo en los trópicos (Kroodsma *et al.* 1996).

Los puntos de conteo se establecen en los sitios de interés del área de estudio que pueden ser parcelas forestales, zonas agroforestales (como en un cafetal) o en áreas abiertas como en lagunas, humedales y zonas costeras. Este método es versátil y se adapta a diferentes condiciones. Consiste en registrar, contar y anotar todas las aves vistas o escuchadas en un lapso y diámetro en un punto previamente establecido por el investigador definidos por el investigador (Gutiérrez *et al.* 2020).

En la metodología de puntos de conteo, el observador permanece fijo durante un intervalo de tiempo establecido y registra a todas las especies de aves vistas y escuchadas en un punto (Hutto *et al.*, 1986) o únicamente a aquellas especies detectadas a una distancia determinada del observador (Wunderle *et al.* 1992). Por otro lado, en el caso de los transectos, el observador cuenta y totaliza a las especies de aves observadas y escuchadas mientras camina despacio a lo largo de un trayecto en línea (Silva *et al.* 1999).

Los puntos de conteo y los transectos son las técnicas más utilizadas para muestrear poblaciones y comunidades de aves. Sin embargo, dichas técnicas tienen limitaciones tales como los errores *intra* e *inter* observador, y la escasa disponibilidad de observadores expertos (Celis–Murillo *et al.* 2009). Una posible solución a estas limitaciones es el uso de grabaciones en campo para censar aves (Hutto y Stutzman, 2009).

### **3. Metodologías de monitoreo no presencial (con grabadoras).**

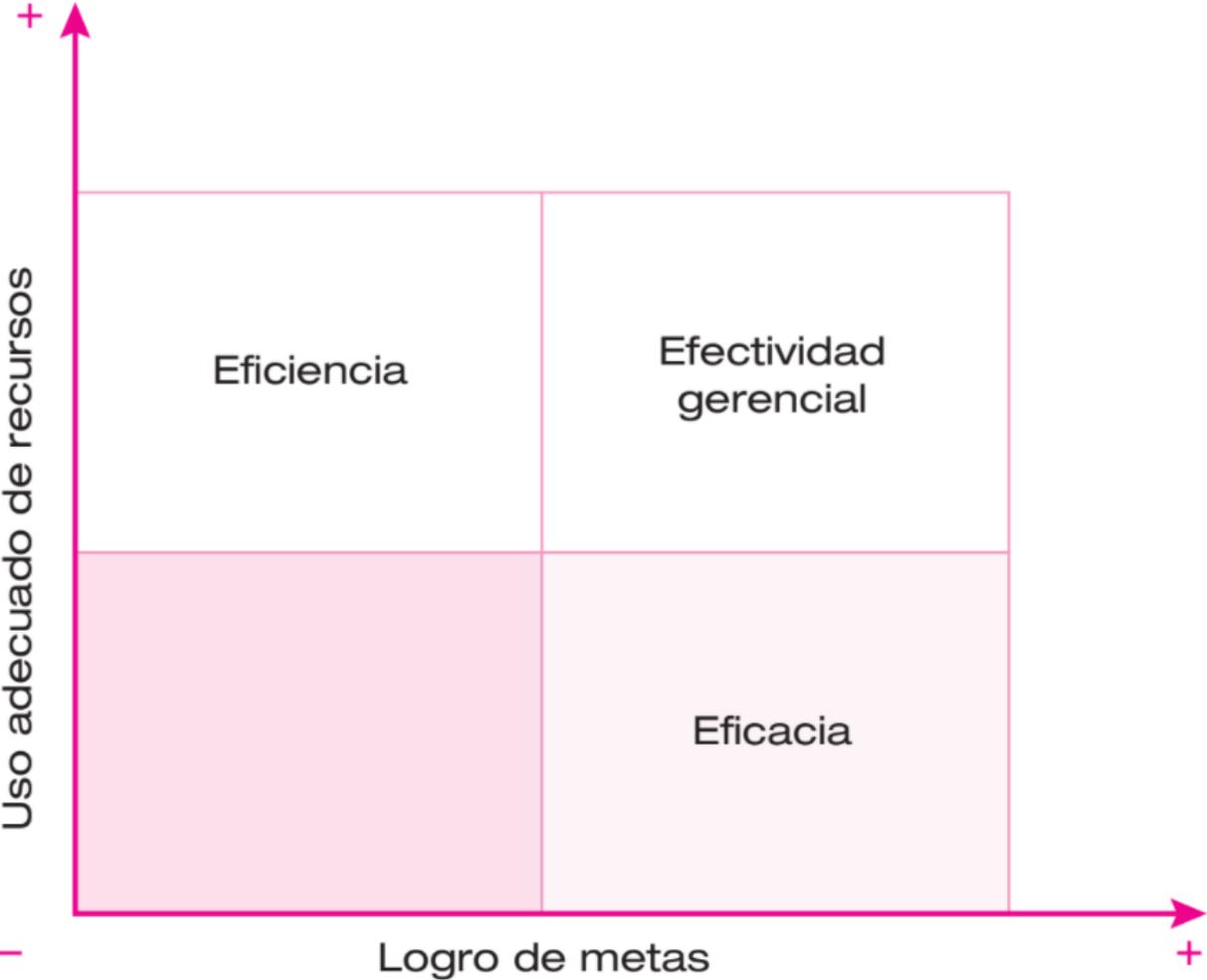
La bioacústica es una ciencia que combina la biología y la acústica. Esta estudia la producción, dispersión en un medio y la recepción del sonido en animales. Escuchar es uno de los principales métodos en esta disciplina. La información disponible acerca de los procesos neurofisiológicos es escasa. Dichos procesos desempeñan un papel importante en la producción, detección e interpretación del sonido en los animales (Córdoba-córdoba, 2019).

El comportamiento animal y estas señales son utilizadas como ayuda en estos procesos de investigación (Simmonds & McLegann, 2005). Los avances tecnológicos digitales han permitido que se puedan preservar colecciones en óptimas condiciones y por largos periodos de tiempo, ya que la digitalización tiene muchas ventajas, como su fácil almacenamiento, la fidelidad de las copias y el acceso por medio de bases de datos. El monitoreo acústico se denomina activo cuando se busca alguna especie y se denomina pasivo al dejar grabadoras para registrar el paisaje sonoro (Acevedo-Charry, 2012).

Los métodos que involucran técnicas bioacústicas han sido propuestas recientemente como un método no invasivo y no presencial, en el caso de las grabadoras digitales y programables, para estimar la biodiversidad en un ecosistema (Sueur *et al.* 2008). Existen una serie de componentes necesarios para realizar estos estudios tales como grabadoras, parábolas y micrófonos, siendo este último el de mayor relevancia ya que es el medio por el cual se registra la señal del sonido que pasa a la grabadora para su registro (Fletcher, 2007). Toda la información recopilada es resguardada en bases de datos y colecciones para su posterior análisis. Cada vocalización posee datos como fecha de grabación, duración, localidad, especie, otros sonidos, entre otras (Simmonds & Mc Legann, 2005).

La eficiencia, eficacia y efectividad son conceptos importantes para determinar el método más conveniente a aplicar. Es decir, busca la mejor relación posible entre los recursos empleados y los resultados obtenidos. La eficiencia es la capacidad de lograr los mejores resultados con el uso mínimo de recursos. Por otro lado, la eficacia se centra en los resultados.

Busca realizar las acciones necesarias para lograr los resultados. Finalmente, la efectividad es la combinación de la eficiencia y la eficacia. Es decir, la capacidad de lograr el máximo trabajo previsto con la menor cantidad de recursos posibles (Figura 3) (Hernández,2011).



**Figura 3.** Diagrama sobre la relación entre eficiencia, eficacia y efectividad. (Hernández & Rodríguez, 2011).

### **III. Justificación**

El monitoreo de aves es importante para determinar el estado de conservación de un ecosistema, debido a que las aves contribuyen a la dispersión de semillas, polinización, control de plagas, entre otros. Se necesita determinar la riqueza aviar de la cordillera Cerro El Sanay y Montaña El Socó para establecer planes de conservación y monitoreo de biodiversidad ya que esta provee de servicios ecosistémicos y socioeconómicos para la región.

Derivado de las medidas de confinamiento para mitigar el contagio del COVID-19, se tendrá que implementar un método de muestreo no presencial. La movilidad en el área de estudio estará parcialmente restringida durante el resto del año 2020. La metodología por aplicar será un monitoreo no presencial, por medio de grabadoras programables que registren las vocalizaciones de las aves. El Centro Agronómico Intertropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) brindará personal técnico, guarda recursos del municipio de San Andrés Itzapa y las grabadoras (CATIE, 2013).

Los grabadores Audiomoth pueden utilizarse para desarrollar un método no invasivo y de bajo costo de muestreo de biodiversidad. Con las grabaciones obtenidas es posible la identificación de las especies de aves por medio de sus vocalizaciones. Sin embargo, no es posible registrar todas las especies presentes porque algunas aves no vocalizan todo el año o parte del tiempo de muestreo. Para contrarrestar esta desventaja se puede realizar puntos de conteo en los sitios de muestreo cuando se levanten las restricciones. Con este método es posible determinar la riqueza de especies (diversidad alfa) y comparar la diferencia entre las comunidades de especies de diferentes sitios de muestreo a través del tiempo (diversidad beta).

Para evaluar la efectividad de la metodología de monitoreo no presencial, se requiere de una evaluación comparativa de los 2 métodos de medición de riqueza aviar: método no presencial (con grabadoras) y método presencial (puntos de conteo) (Bolaños & Villatoro, 2015). Cuando se permita hacer muestreos presenciales en el área se podrán implementar ambas metodologías simultáneamente. Cada metodología tiene sus ventajas y desventajas, y el uso de ambos métodos en un protocolo de monitoreo para el área de estudio podrá maximizar el uso de recursos disponibles para lograr el mayor registro de especies. Cada desventaja de cada metodología es complementada por las fortalezas de la otra.

Esta investigación es novedosa debido a que demuestra la viabilidad de los métodos no presenciales para el monitoreo de biodiversidad durante contextos como el de la COVID-19 en donde no se pueden realizar monitoreos presenciales.

## **IV. Objetivos**

### **A. Objetivo general:**

Determinar la riqueza y composición aviar de La Montaña El Socó, Chimaltenango, Guatemala por medio de la combinación de métodos presencial y no presencial de monitoreo.

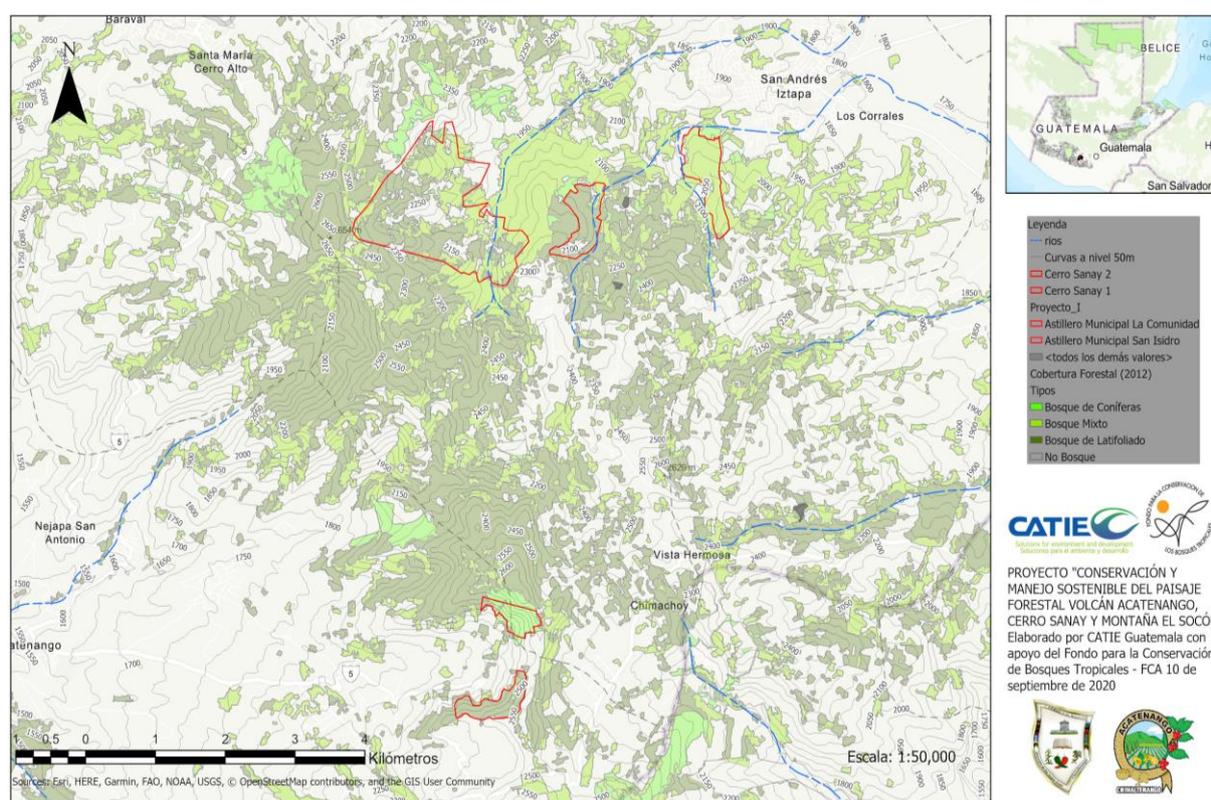
### **B. Objetivos específicos:**

1. Generar los listados de aves registradas en el área de estudio según distintos hábitats.
2. Comparar la efectividad de metodologías de campo no presencial (con grabadoras) y presencial (puntos de conteo) para medición de riqueza aviar en bosques.
3. Desarrollar un protocolo de monitoreo continuo de aves para el área de estudio.

## V. Metodología

### A. Área de estudio

El Cerro Sanay y la Montaña El Socó constituyen una cordillera que divide las cuencas de los ríos Guacalate y Achiguate en la región norte del volcán Acatenango (Figura 3) (CATIE, 2013). La montaña el Socó se localiza en el departamento de Chimaltenango, en los municipios de San Andrés Itzapa, Zaragoza, Patzicía y Acatenango. El punto de elevación máxima se encuentra a los 2,668 msnm. Este importante territorio resguarda una gran variedad de parajes ecológicos (bosque latifoliado, bosque mixto y bosque de coníferas) y biodiversidad (Soto, 2019). Además, es la zona de recarga hídrica que abastece la mayoría de los nacimientos y manantiales que proveen de agua a los municipios que lo conforman (Girón, 2020).



**Figura 4.** Mapa de la cordillera Cerro El Sanay y Montaña El Socó.

(CATIE, 2020).

Este territorio se ubica en los municipios de San Andrés Itzapa, Patzicía y Acatenango. La montaña El Socó, desde septiembre de 2019, es una unidad de paisaje considerada en programas de conservación por parte del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El CATIE tiene como objetivo conservar a largo plazo los recursos naturales mediante el manejo sostenible y restauración de los Astilleros Cerro Sanay y Montaña el Socó (CATIE, 2013). Además, busca la diversificación del turismo comunitario y capacitación en manejo y conservación de bosques con las comunidades aledañas al Parque

Regional Municipal Volcán de Acatenango (PRMVA) (Girón, 2020; Soto, 2019). Aproximadamente, el 43% del territorio posee aún cobertura boscosa natural de latifoliadas y coníferas. Algunas hectáreas se encuentran bajo incentivos PROBOSQUE (Girón, 2020).

En el bosque latifoliado se pueden encontrar especies indicadoras como los trogones o quetzalillos (*Trogon mexicanus* y *T. collaris*), las tucanetas (*Aulacorhynchus prassinus*), cucaracheros (*Troglodytes rufociliatus*, *Henicorhina leucophrys*) y chipes (*Setophaga townsendi*, *Mniotilta varia*, *Cardellina pusilla*, *Basileuterus belli*, *Oreothlypis superciliosa* y *Ergaticus versicolor*); en bosque de pino son comunes los colibríes (*Lamprolaima rhami*), carpinteros (*Dryobates fumigatus*), trepadorcito (*Certhia americana*), pavito (*Myioborus miniatus*) y junco u ojo lumbre (*Junco phaeonotus alticola*) (CATIE, 2013).

La cubierta vegetal natural de la montaña se compone de bosques sucesionales de pino (*P. maximinoi*) y roble (*Quercus brachystachys*) en las regiones densas; y de encino (*Quercus skinneri*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*) en los bosques abiertos. Además, existen remanentes de bosque latifoliado compuestos por especies como el ilamo (*Alnus jorullensis*), yema de huevo (*Cestrum guatemalense*), Huito (*Quercus acatenangensis*), Mano de león (*Oreopanax capitatus*), Barba de viejo (*Rumex obtusifolius*), Guarumo (*Cecropia sp.*) entre otras (Anexo 9) (Girón 2020; Tobías *et al.* 2004).



**Figura 5.** Ejemplo del panorama de cada tipo de hábitat seleccionado para la investigación. (Fuente: elaboración propia).

## B. Procedimiento de muestreo

Para atender los dos primeros objetivos específicos, se midieron dos tipos de variables que se detallan en el cuadro siguiente (Cuadro 1).

### 1. Variables.

**Cuadro 1.** Definición conceptual y operacional de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
<b>Riqueza aviar</b>	Conjunto de todas las especies de aves registradas por cualquier metodología en un lugar específico. Existen especies indicadoras que reflejan el estado o la calidad de un ecosistema y son de vital importancia para el desarrollo de planes de conservación (Eissermann & Avendaño, 2006).	Se obtendrá por muestreos no presenciales (grabadoras) y presenciales (puntos de conteo y transectos). Dichos registros se obtienen por la identificación de especies vistas o escuchadas.
<b>Método de muestreo</b>	Equilibrio entre eficacia y eficiencia. La eficacia consiste en lograr un resultado o efecto (aunque no sea el correcto). En cambio, la eficiencia es la capacidad de lograr dicho efecto con un uso más eficiente de los recursos. Por lo tanto, la efectividad consiste en lograr un efecto esperado con el uso mínimo de recursos necesarios (Hutto & Stutzman, 2009). Estos factores deben evaluarse en cada una de las metodologías propuestas (presencial y no presencial).	Cantidad de recursos utilizados (personal calificado, fondos, tiempo y equipo disponible). Será más efectivo el método que logre recopilar la mayor cantidad de especies con la menor cantidad de dinero y tiempo.

#### a. Hipótesis

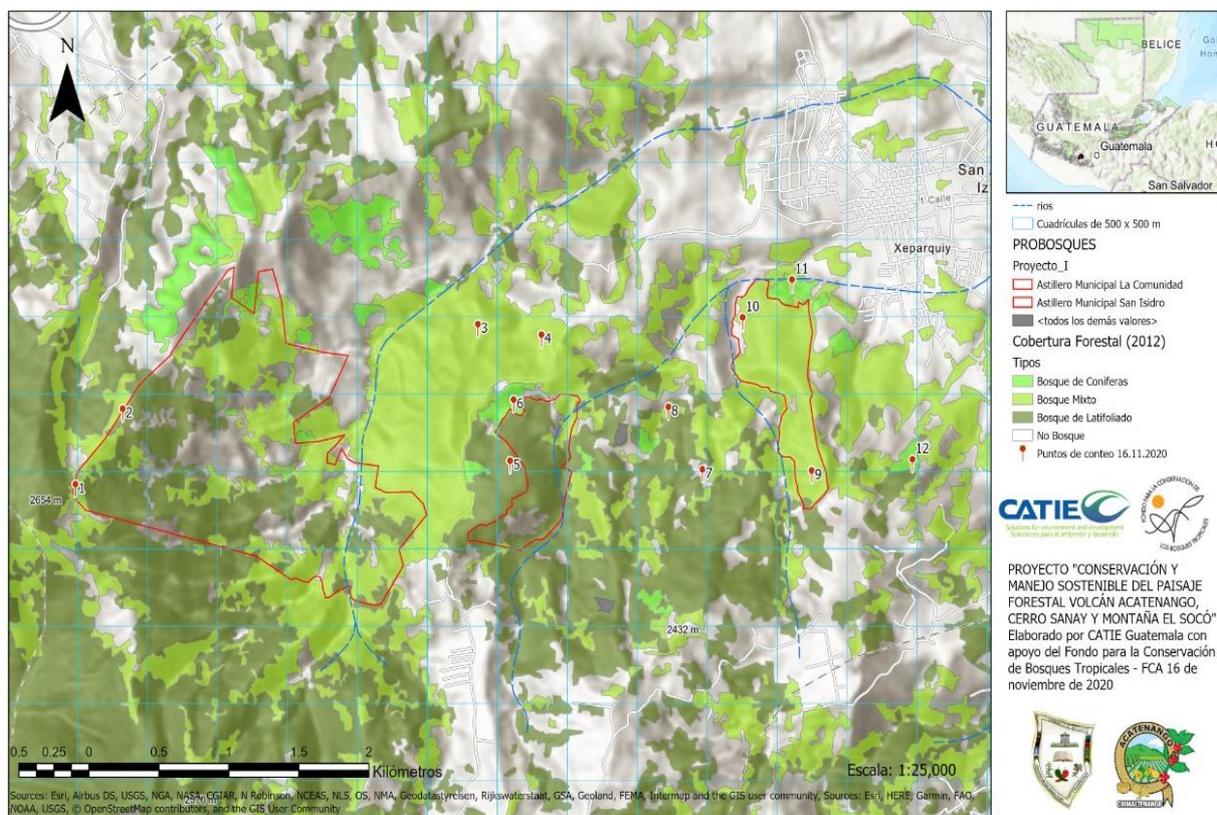
**Ho:** la metodología no presencial (grabadoras) y las metodologías presenciales (puntos de conteo) tienen la misma efectividad para determinar la composición aviar en bosque.

**H1:** la metodología no presencial (grabadoras) es más efectiva que las metodologías presenciales (puntos de conteo y transectos) para determinar la composición aviar en bosque.

**H2:** las metodologías presenciales (puntos de conteo y transectos) son más efectivas que la metodología no presencial (grabadoras) en bosque.

## 2. Propuesta de protocolo de monitoreo de campo

Se realizaron viajes de campo a la cordillera Cerro El Sanay y Montaña El Socó, en donde se recopilaron grabaciones de vocalizaciones de aves y se hicieron puntos de conteo simultáneamente en los sitios designados en el bosque latifoliado, mixto y de coníferas (Figura 6). Para el bosque latifoliado se muestrearon 3 puntos (puntos 1,2 y 3), para el bosque mixto fueron 5 (puntos 4,5,6,7 y 8) y 4 puntos (puntos 9,10,11 y 12) para el bosque pino-encino con, por lo menos 500 m entre sí para evitar contar individuos más de una vez (Figura 4) (Larsen, 2016). En cada punto se registraron las especies identificadas por medio de las vocalizaciones captadas por las grabadoras o durante los muestreos presenciales en puntos de conteo.



**Figura 6.** Puntos de conteo en los bosques estudiados en la cordillera Cerro El Sanay y Montaña El Socó.

(Elaborado por CATIE, 2020).

En el caso de los puntos de conteo, se estableció un punto de 25 metros de radio y se anotaron a todas las aves vistas o escuchadas y su abundancia dentro de esa área. Ambas metodologías se realizaron durante 2 horas en cada punto. Sin embargo, se hicieron independientemente, es decir, en un punto no se harán ambas metodologías al mismo tiempo (Cuadro 2 y 3). Las observaciones se realizaron los fines de semana de 5:30 am a 10:30 am desde la primera semana de diciembre hasta la primera semana de marzo (cuadro 2 y 3), ya que dicha temporalidad abarca época migratoria y reproductiva de aves.

**Cuadro 2.** Descripción de los puntos de muestreo.

<b>Punto</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Rango altitudinal</b>
1: Sector Cebo Verde del Astillero San Isidro (Montaña El Socó). Sector municipal.	X:456923 Y:1614890	Bosque latifoliado.	2441-2530 msnm.
2: Sector Cebo Verde del Astillero San Isidro (Montaña El Socó). Sector municipal.	X:457283 Y:1615408	Bosque latifoliado	2393-2484 msnm.
3: Sector Palo Hueco. Sector municipal.	X:459809 Y:1615933	Bosque mixto.	2074-2136 msnm.
4: Sector Palo Hueco. Sector municipal.	X:460253 Y:1615858	Bosque mixto.	2067-2128 msnm.
5: Sector Manzanillal (Astillero San Isidro). Sector municipal.	X:460042 Y:1615032	Bosque latifoliado.	2134-2142 msnm.
6: Sector Manzanillal (Astillero San Isidro). Sector municipal.	X:460064 Y:1615440	Bosque pino-encino.	2027-2106 msnm.
7: Sector Los Molina (Xorosiguan). Sector privado.	X:461407 Y:1614982	Bosque pino-encino.	2031-2223 msnm.
8: Sector Los Molina (Xorosiguan). Sector privado.	X:461150 Y:1615394	Bosque pino-encino.	1914-2127 msnm.
9: Sector Astillero La Comunidad (La Felicidad). Sector municipal.	X:462185 Y:1614990	Bosque mixto.	2098-2170 msnm.
10: Sector nacimiento del niño (Astillero La Comunidad). Sector municipal.	X:461673 Y:1615986	Bosque mixto.	1944-1946 msnm.

Punto	Coordenada	Hábitat	Rango altitudinal
11: Sector Astillero La Comunidad (La Felicidad). Sector municipal.	X:462029 Y:1616221	Bosque mixto.	1922-1925 msnm.
12: Sector Xeparquiy. Sector privado.	X:462914 Y:1615056	Bosque pino-encino.	2082-2013 msnm.

#### a. Muestreo no presencial por medio de Grabadoras Audiomoth.

El muestreo no presencial se realizó por medio de grabadoras. Los dispositivos Audiomoth son grabadoras de amplio espectro y de bajo costo. Estos dispositivos pueden utilizarse como grabadoras programadas, es decir, se le puede asignar un horario de grabación y una frecuencia específica según el organismo de nuestro interés. Además, estas grabadoras generan archivos descomprimidos, WAV, para que estos puedan ser evaluados posteriormente por softwares dedicados a la bioacústica como Raven o Kaleidoscope (Hill *et al.* 2019).

Estos dispositivos han innovado la metodología habitual de la recopilación de las vocalizaciones de aves. Anteriormente, estos se solían realizar con micrófonos unidireccionales y grabadoras digitales por investigador. Esta metodología suponía una pérdida de muestreo importante. Las grabadoras programables como los Audiomoth, permiten recopilar varios puntos simultáneos durante varios días ya que estas grabadoras resisten los percances del entorno y han sido diseñadas con este propósito (Hill *et al.* 2018).

Las rapaces *sensu lato*: Cathartidae, Accipitridae, Falconidae, Strigidae y Tytonidae son especies que no vocalizan. Por lo tanto, no es posible estudiar a este grupo de aves con métodos relacionados a la bioacústica (Larsen & Goller, 2002). Esta es una de las mayores desventajas de los métodos bioacústicos orientado al estudio de aves.

Estas grabadoras pueden funcionar 5 días en campo, programadas para estar activas 5 horas diarias sin necesidad de recarga. Además, se reduce el error relacionado con la experiencia del observador en los métodos presenciales como puntos de conteo o redes de niebla. Estos métodos dependen de la experiencia del observador para poder realizarse correctamente y requieren de mucho tiempo y recursos humanos para llevarse a cabo (Hill *et al.* 2018). El empleo de grabadoras para estudiar comunidades de aves es nuevo en Guatemala. Además, no se tiene información de la Montaña El Socó y El Sanay (Soto, 2019).

Se muestrearon dos sitios cada fin de semana desde la primera semana de noviembre hasta la segunda semana de marzo (Cuadro 3). El despliegue de las grabadoras y la descripción del clima en cada sitio estuvo a cargo de los guardas recursos del CATIE. Dicho personal, se

encargó de programar el tiempo de grabación (2 horas por sitio) y extracción de grabaciones para cada sitio de muestreo para su posterior análisis. El tiempo de movilización a cada sitio será de 30 minutos (7:30 am a 8:00 am). Luego, cada grabación fue escuchada por un guía de aves profesional para la identificación de especies de aves. Los datos se ingresarán a una hoja de toma de datos (Anexo 2).

### **b. Muestreo presencial.**

Se muestrearon dos sitios cada fin de semana desde la primera semana de noviembre hasta la segunda semana de marzo (Cuadro 2). Para cada temporada, el número ideal de réplicas por punto es de 4 a 8, pero en ocasiones es suficiente con realizar de 2 a 4 (Gutiérrez *et al.* 2020). Se visitaron los sitios de muestreo con la ayuda de los guardas recursos del CATIE y con un guía profesional de aves. Se realizaron puntos de conteo de 25x25m, durante 2 horas por cada sitio. Antes de iniciar el punto de conteo, se esperó 10 minutos con el fin de que las aves se acostumbren a la presencia humana. Se anotaron en una hoja de toma de datos (Anexo 1) a todas las especies de aves vistas y escuchadas dentro y fuera del rango establecido. También, se incluyó una descripción del clima en cada sitio. Para este muestreo se tomará en cuenta la abundancia (Larsen, 2016).

### **3. Análisis comparativo para ambas metodologías.**

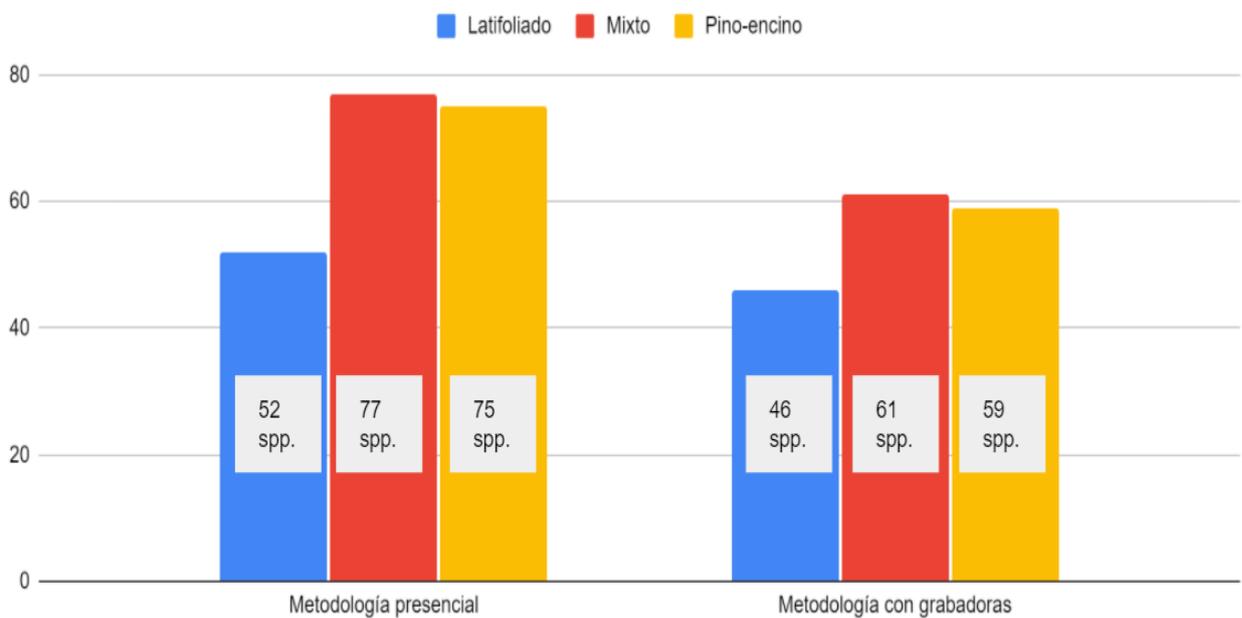
Se realizó un ANOVA de tres factores para determinar si el hábitat, la metodología o el horario tienen un efecto significativo con respecto a la riqueza aviar de cada sitio muestreado. Para comparar la similitud de la riqueza aviar en cada sitio se realizó una matriz de distancia y un dendrograma de similitud. También, se hizo un análisis de escalamiento multidimensional con el índice de Sørensen como medida de similitud para definir las relaciones entre sitios con respecto al método, hábitat (tipo de bosque) y metodología (conteos y grabadoras). El escalamiento multidimensional (EMD) es utilizado en ecología para una representación visual de los datos en más de una dimensión. Todas estas pruebas se realizarán con los programas Infostat 2020 y PC ORD versión 0.6. Finalmente, se estableció un presupuesto para cada metodología para determinar la rentabilidad y efectividad de cada una.

## VI. Resultados

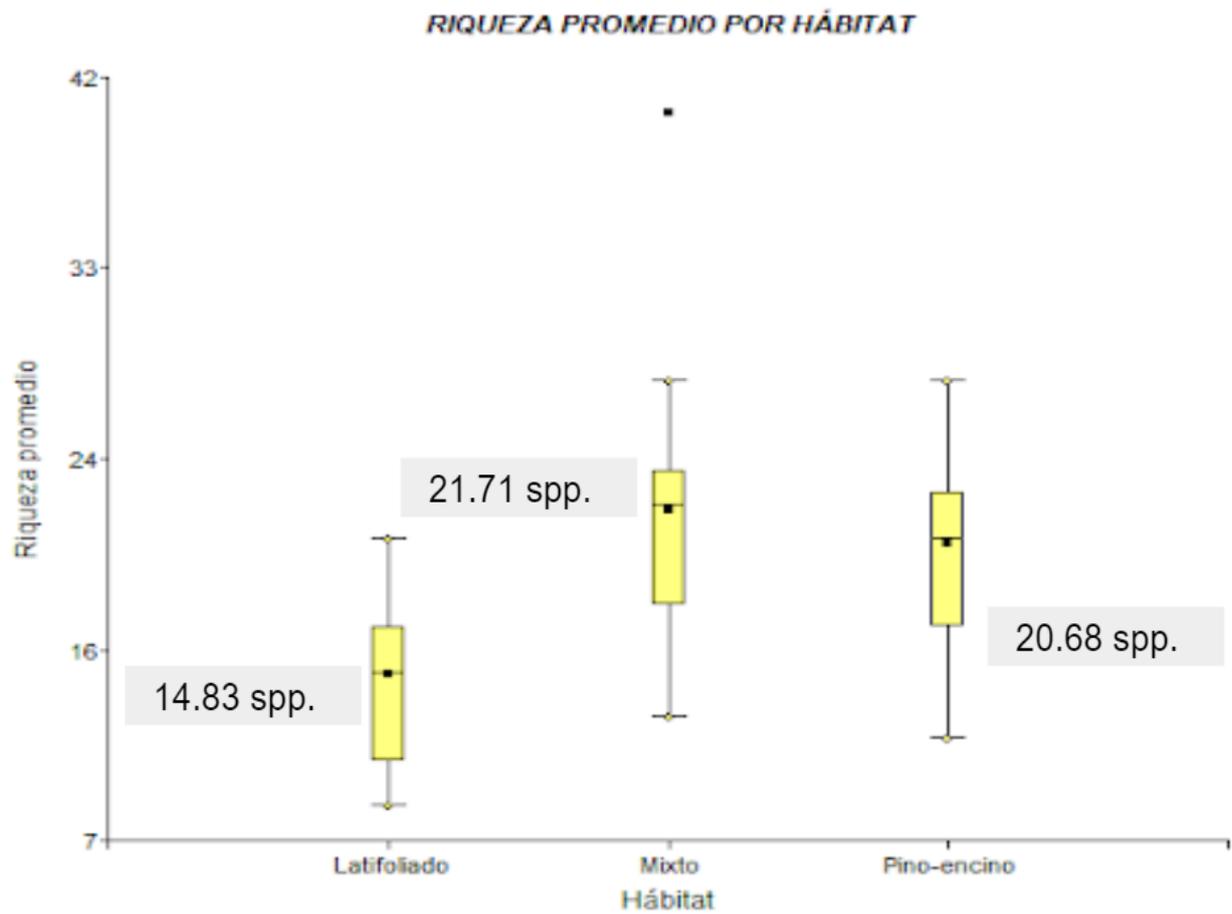
### A. Riqueza aviar de la Montaña El Socó

Se analizó la riqueza promedio de la Montaña El Socó según el hábitat, la metodología y el horario de muestreo. Se utilizó Infostat versión 2020 para realizar los gráficos de caja y bigote (Di Rienzo *et al.* 2020). Únicamente el bosque mixto posee un punto aberrante, este sitio tiene una riqueza de 40 especies, este punto es P7CTP (Anexo 5 “Descripción y riqueza de los sitios de muestreo”). Además, este punto corresponde a la metodología presencial (puntos de conteo) y al horario de 8:00 a 10:00 A.M. Por otro lado, la metodología presencial (puntos de conteo) muestra una mayor cantidad de especies registradas que la metodología no presencial (grabadoras). Esto evidencia que el muestreo presencial es más completo y efectivo que el no presencial. Sin embargo, el muestreo no presencial puede ser complementario (Figura 10).

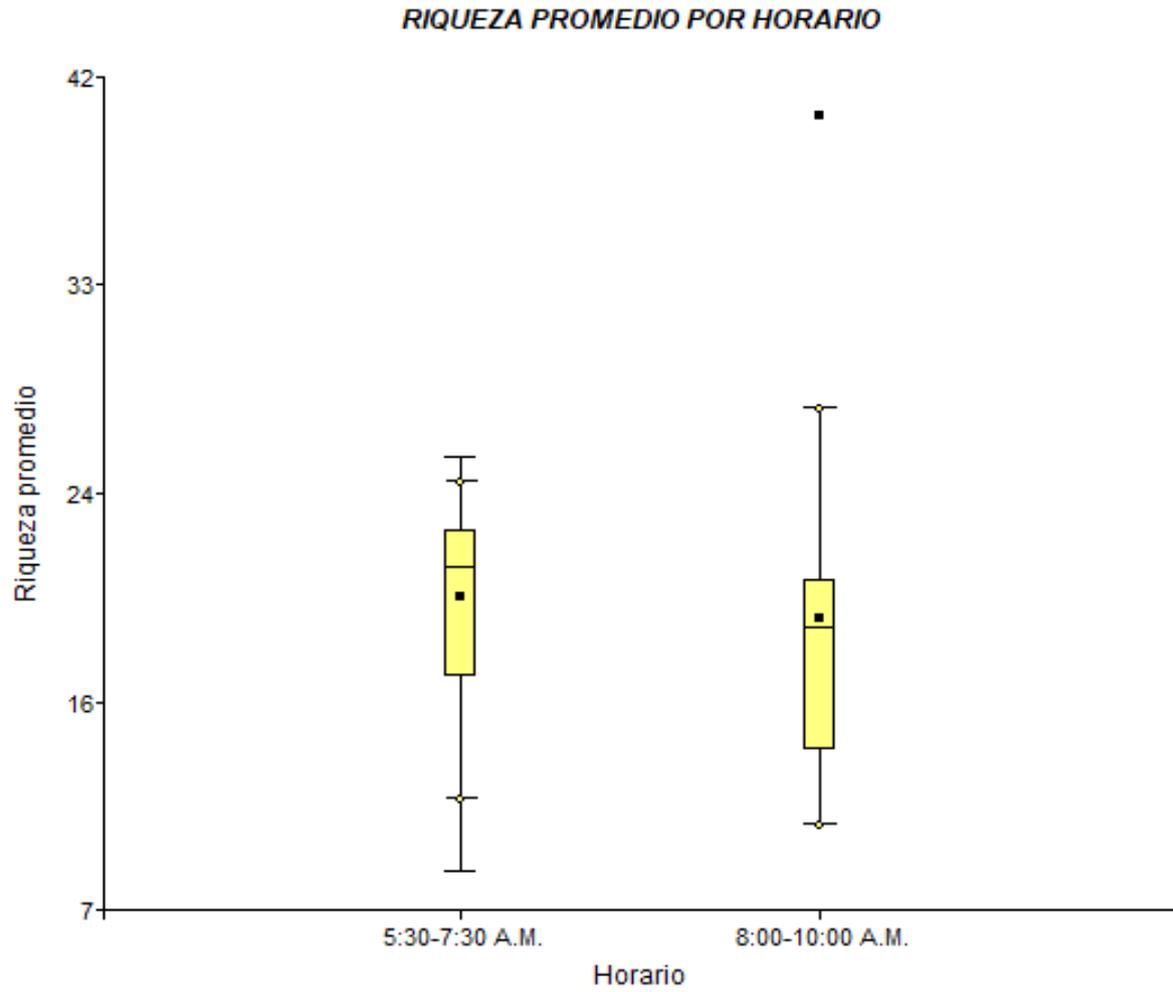
#### Riqueza de aves detectada para cada hábitat según la metodología



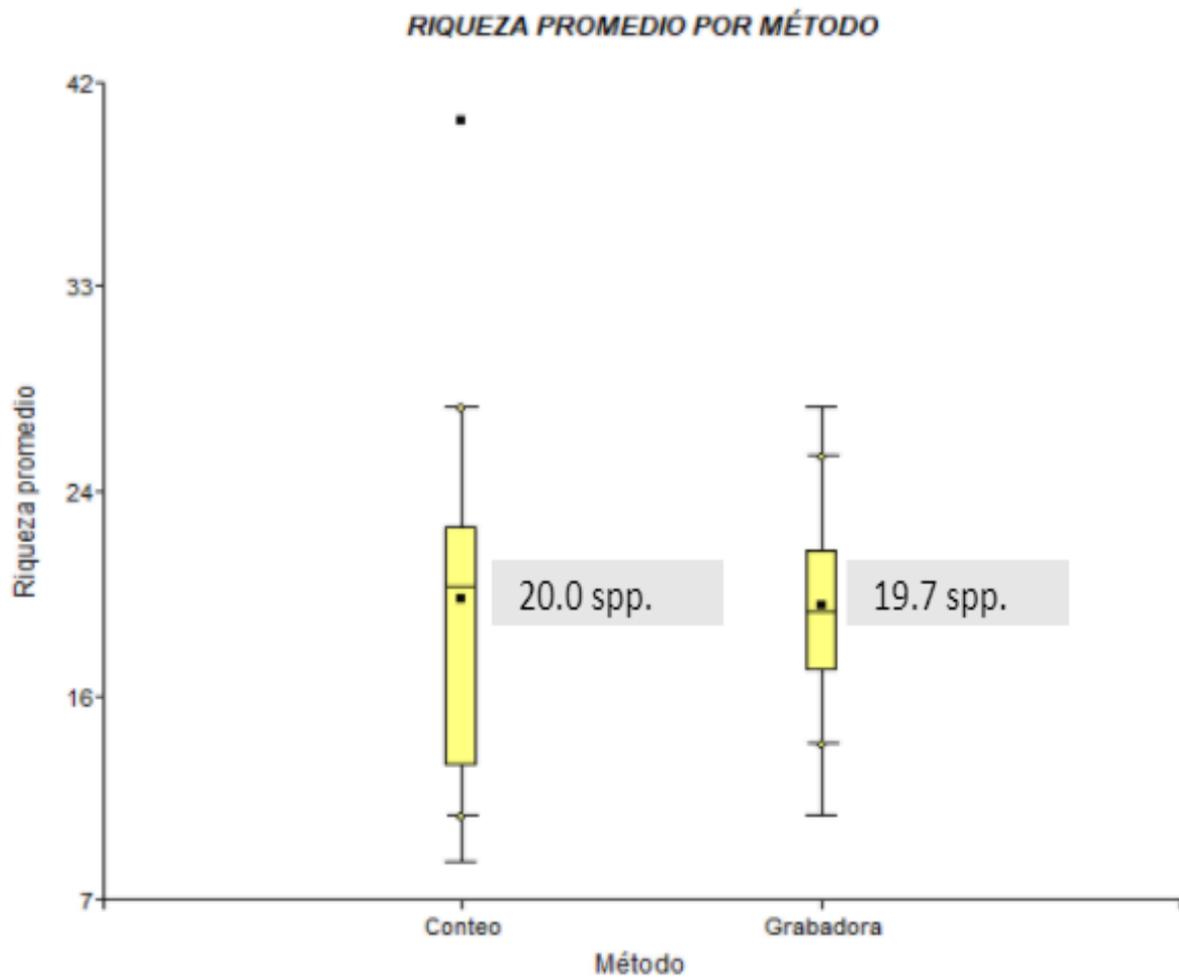
**Figura 7.** Histograma de la riqueza detectada por hábitat en cada metodología en la Montaña El Socó.



**Figura 8.** Diagrama de caja de la riqueza promedio de ambos métodos según el hábitat en la Montaña El Socó.



**Figura 9.** Diagrama de caja de la riqueza promedio de ambos métodos según el horario en la Montaña El Socó.



**Figura 10.** Diagrama de caja de la riqueza promedio según el método en la Montaña El Socó, Chimaltenango.

## B. Descripción de avifauna

Los muestreos se realizaron desde el 5 de diciembre del 2020 hasta el 23 de febrero del 2021. En la Montaña El Socó se avistaron 97 especies pertenecientes a 13 órdenes y 34 familias (ver anexo 3 “Listado de aves para la Montaña El Socó”). De este total, 84.54 % son especies residentes y 15.46 % corresponde a especies migratorias. Las familias Trochilidae, Tyrannidae, Troglodytidae, Turdidae, Passerelliadae y Parulidae presentaron la mayor cantidad de especies.

De todas las aves observadas, el 12.37% pertenece a aves migratorias y el 87.63% a aves residentes. Además, se realizó un análisis de varianza de 3 vías. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks con los residuos del modelo y se obtuvo un resultado mayor a 0.05 (0.1923) por lo que se concluyó que el conjunto de datos tiene una distribución normal. Las variables seleccionadas para explicar la variación de la riqueza de especies por sitio fueron hábitat, metodología y horario. De estas tres variables únicamente el bosque latifoliado fue significativo (Figuras 11 y 12). Estos análisis se realizaron con Infostat versión 2020 (Di Rienzo *et al.* 2020).

También, se generaron 48 listados de aves correspondientes a los 12 sitios de muestreo. Serán 24 listados en los muestreos presenciales (Anexo 2) y 24 listados en los muestreos no presenciales (Anexo 1) con los horarios alternados.

Se encontraron especies de interés como el Chipe de Mejilla Dorada (*S. chrysoparia*), Colibrí de Elliot (*A. ellioti*), Cayaya (*P. nigra*), Tucaneta verde (*A. prasinus*) entre otros. Estos listados y los análisis explicados después en este documento ayudarán a diseñar un protocolo de muestreo para aves que la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) de San Andrés Itzapa y otras organizaciones enfocadas en el estudio de biodiversidad y conservación puedan aplicar a largo plazo.

Finalmente se realizó un análisis de similitud entre los sitios y se representó con un dendrograma (Figura 13). Para estos análisis se utilizó PC ORD versión 6.0 y Past 4.02 respectivamente (McCune & Mefford, 2011; Hammer, Harper & Ryan, 2001). En la Figura 13 se puede observar la similitud de los sitios con respecto a la composición de especies. El dendrograma agrupa a los sitios según el hábitat.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMSPP	48	0.31	0.23	24.68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	453.77	5	90.75	3.78	0.0065
METODO	0.01	1	0.01	4.5E-04	0.9832
HABITAT	423.68	2	211.84	8.82	0.0006
METODO*HABITAT	29.07	2	14.54	0.61	0.5504
Error	1008.21	42	24.00		
Total	1461.98	47			

**Figura 11.** Resultados de análisis de varianza de tres factores.

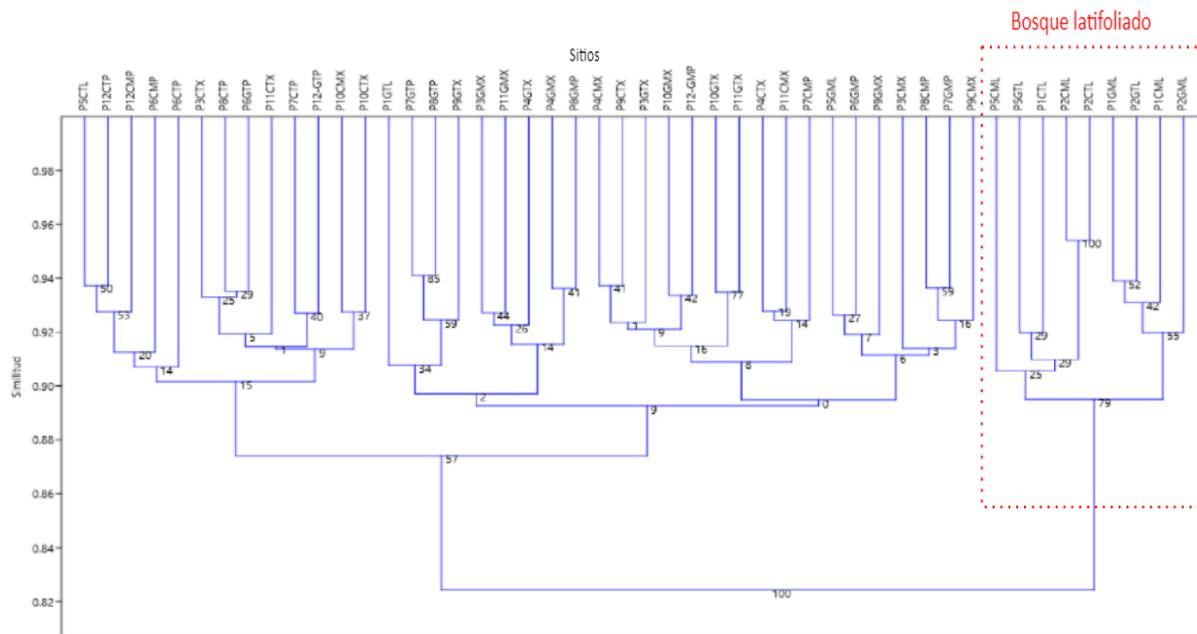
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.30095

Error: 24.0050 gl: 42

HABITAT	Medias	n	E.E.	
latifoliado	14.83	12	1.41	A
pino-encino	20.69	16	1.22	B
mixto	22.20	20	1.10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 12.** Prueba de Tukey para hábitat.

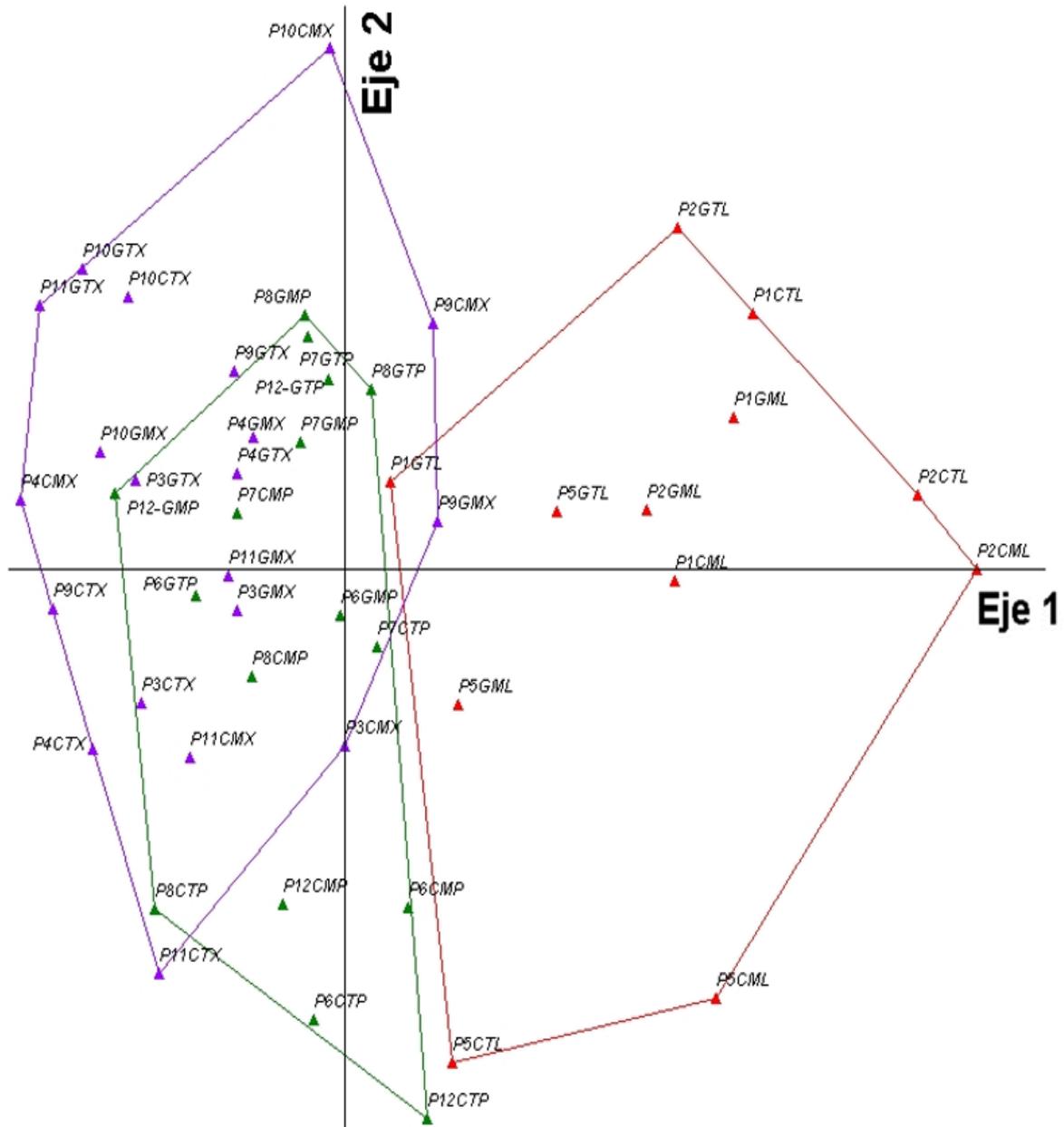


**Figura 13.** Dendrograma de similitud de la composición aviar en los sitios de la Montaña El Socó, basado en el índice de similitud de Sorensen (Bray-Curtis). El cuadro rojo muestra la agrupación de los sitios con bosque latifoliado.

### C. Análisis de escalamiento multidimensional

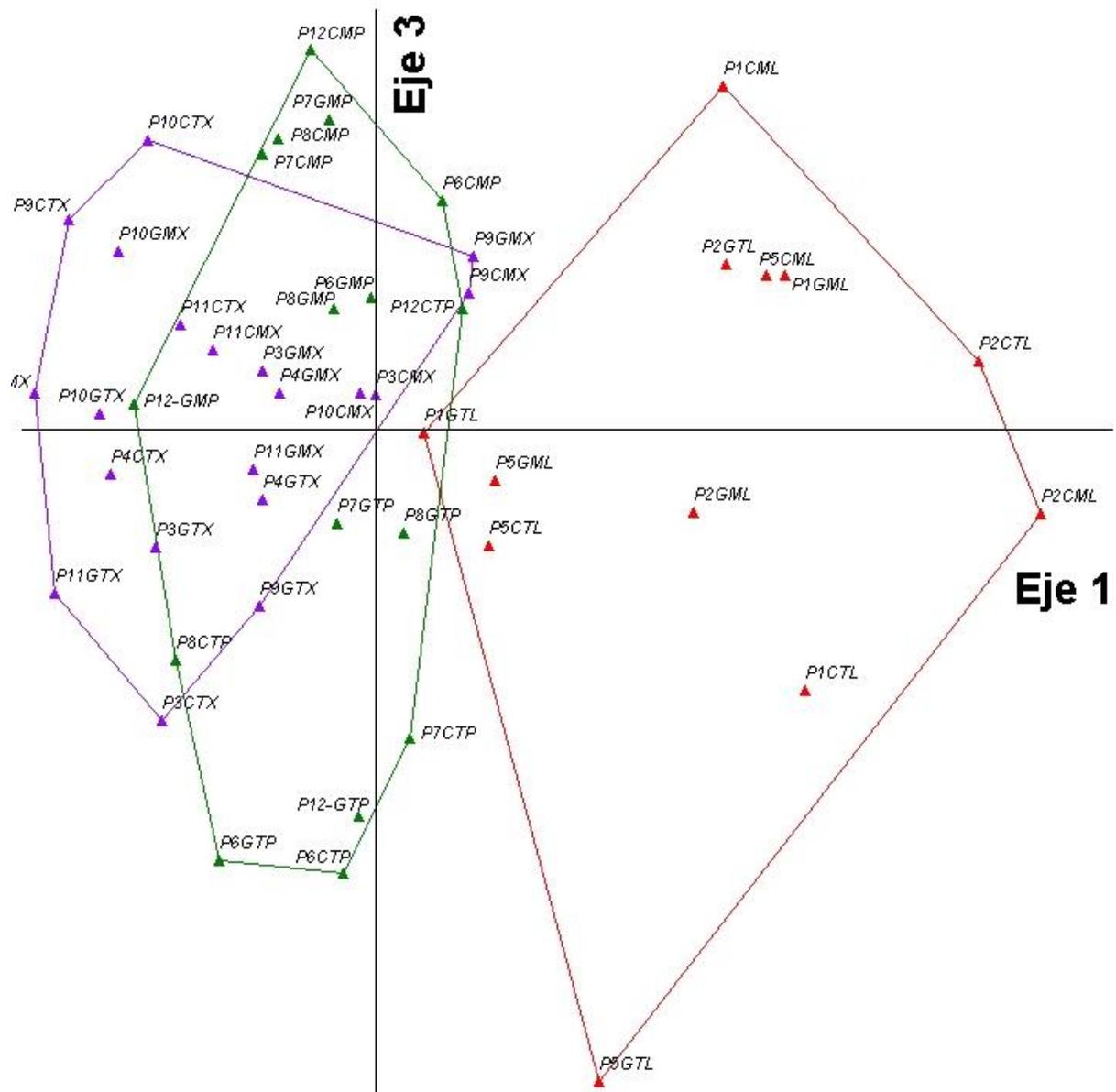
Se evaluaron las diferencias entre metodologías, horarios y hábitat con respecto a la composición de especies de cada sitio. En este estudio, se utilizaron tres dimensiones con un *stress* de 17.024 y se utilizó un índice de Sorensen. El *stress* es una medida que indica la calidad o confianza con la que está representada la distancia entre observaciones en el espacio original multidimensional de  $n$  especies, en el espacio reducido. Valores de estrés entre 10 y 20 son aceptables. Esto indica un buen ajuste de la configuración de ordenación a la disimilitud original, permitiendo tener una buena representación sin riesgo de una mala interpretación (Villavicencio, Bolaños & Parallada, 2012). Debido a que en este análisis los ejes son interdependientes, es decir ninguno es dependiente de otro, los ejes no tienen una relación con una variable asignada hasta realizar la interpretación de la distribución de los datos (Magurran, 2013). Cada eje representa un gradiente de variación en la composición de especies, entonces la distancia entre observaciones representa la similitud o disimilitud entre esas observaciones, en un eje particular. Los ejes representan la variación y distribución de los datos. Luego de la interpretación se puede atribuir la relación de un eje con una variable según lo que los datos logren explicar (López-Segoviano *et al.* 2019). En este estudio se utilizó la comparación del eje 1 con el eje 2 y el eje 1 con el eje 3. No se utilizó la comparación entre el eje 2 y el eje 3 de ninguna de las tres variables debido a que no se encontró un patrón u organización de datos evidente.

En el EMD, no existe ninguna prueba de significancia estadística tradicional. Se buscan los puntos que estén más cercanos en el espacio multidimensional (Gómez, 2019). Si los puntos están más cercanos, son más parecidos con respecto a su composición de datos, en este caso especies. Por el contrario, si están alejados, la composición de especies es distinta. De las 3 variables estudiadas, el hábitat (bosque latifoliado) tuvo una composición de especies distinta a la de los otros dos bosques (Figuras 14 y 15). En el caso de la Figura 17, la composición de aves es distinta en algunos puntos según el horario. En el horario de 5:30 a 7:30 A.M., se detectaron aves nocturnas como Chotacabras (*N. albicollis*), Cuerporruín (*A. arizonae*), Tecolote bigotudo (*M. trichopsis*), Búho cornudo (*B. virginianus*), Búho moteado (*C. virgata*), Autilo flamulado (*P. flammeolus*) y Lechucita parda (*A. ridgwayi*). Sin embargo, los puntos muestreados de 8:00 a 10:00 A.M. compartían algunas especies como *N. albicollis* y *A. arizonae*. Además, estas especies fueron las más registradas en ambos horarios, en el caso de aves nocturnas. También, otras aves como *T. grayi*, *T. rufitorques*, *M. occidentales* y *M. miniatus* fueron registradas en la mayoría de los puntos y horarios. Esto podría indicar el traslape específico de los sitios.



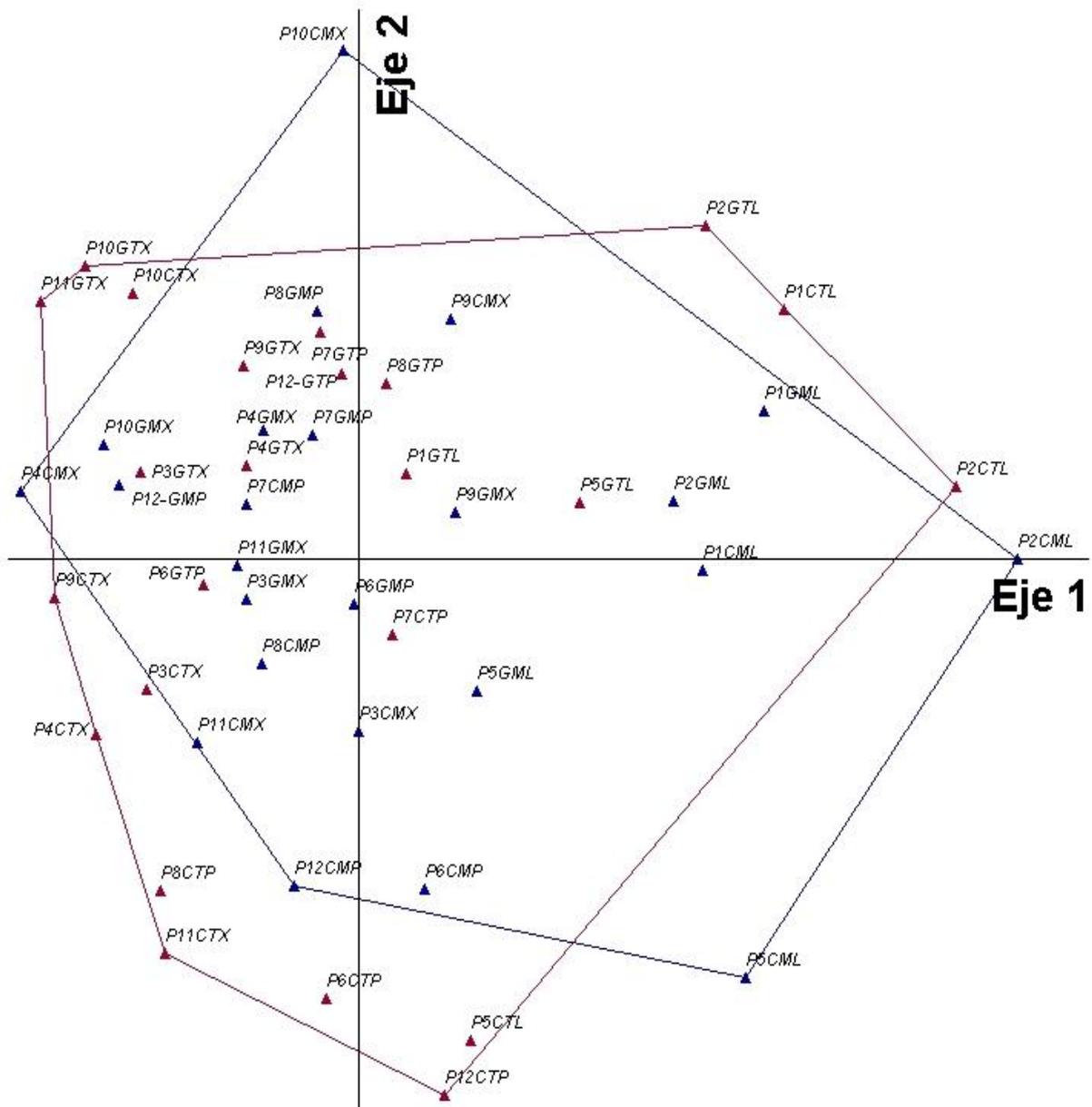
**Figura 14.** Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 2 por hábitat.

Los sitios están agrupados según el hábitat de cada sitio. Los puntos rojos corresponden a bosque latifoliado, los puntos morados a bosque mixto y los puntos verdes a bosque pino-encino. En buena medida, los datos logran explicar que el eje 1 tiene relación con hábitat y que el eje 2 no tiene relación al hábitat. El *stress* final fue 17.024.



**Figura 15.** Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 3 por hábitat.

Los sitios están agrupados según el hábitat de cada sitio. Los puntos rojos corresponden a bosque latifoliado, los puntos morados a bosque mixto y los puntos verdes a bosque pino-encino. En buena medida, los datos logran explicar que el eje 1 tiene relación con hábitat y que el eje 3 no tiene relación al hábitat. El *stress* final fue 17.024.

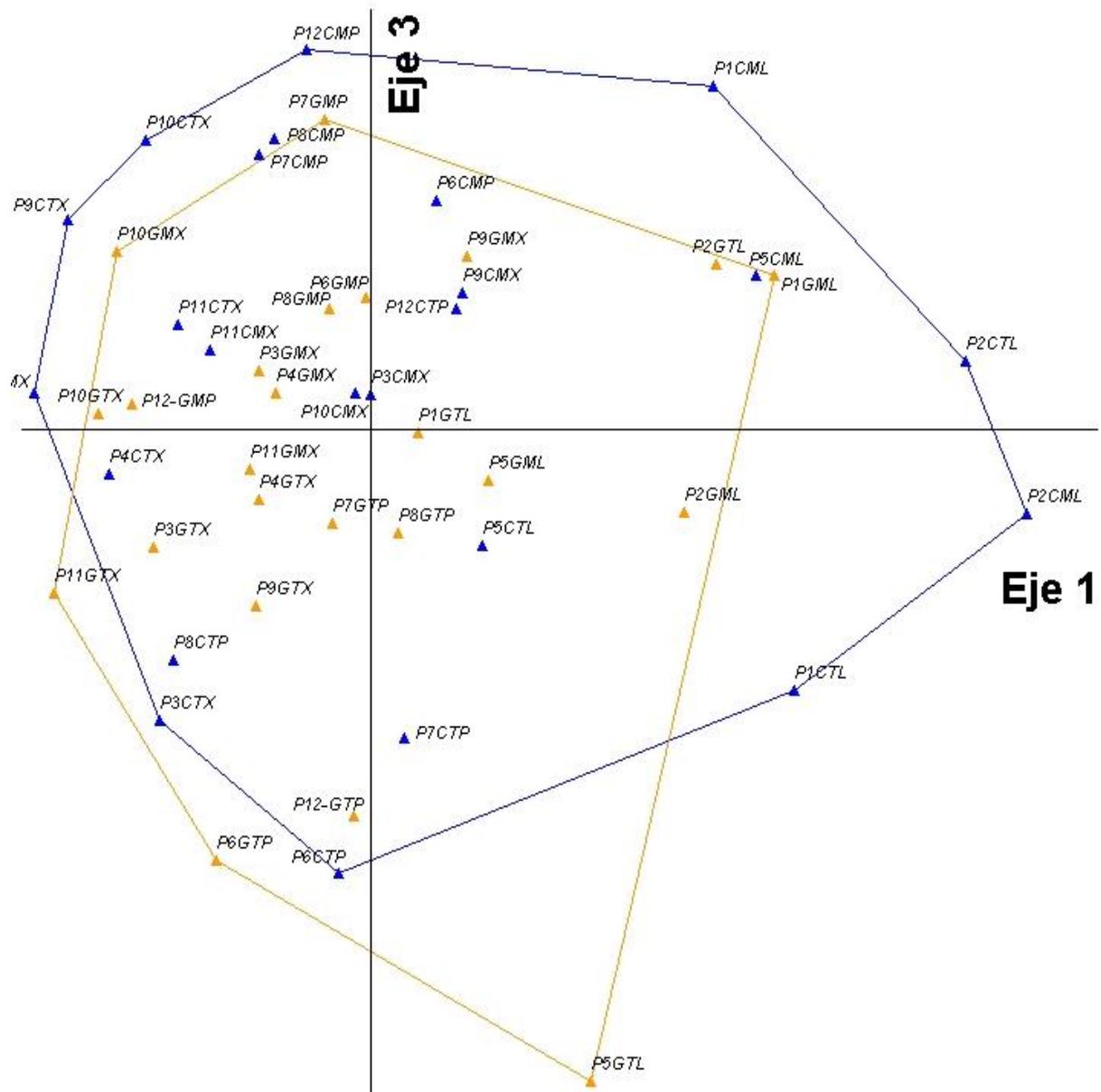


**Figura 16.** Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 2 por horario.

Los sitios están agrupados según el horario de muestreo implementado en los sitios. Los puntos azules corresponden al horario 5:30-7:30 A.M. y los puntos rosados corresponden al horario 8:00-10:00 A.M. En buena medida, los datos no logran explicar si el eje 1 o el eje 2 tiene relación con el horario. El *stress* final fue 17.024.







**Figura 19.** Gráfico de escalamiento multidimensional (EMD). Comparación de los ejes 1 y 3 por método.

Los sitios están agrupados según la metodología empleada en los sitios. Los puntos azules corresponden a puntos de conteo (presencial) y los puntos amarillos corresponden a grabadoras (no presencial). En buena medida, los datos no logran explicar si el eje 1 o el eje 3 tiene relación con la metodología. El *stress* final fue 17.024.

## D. Presupuesto de las metodologías

Se realizó una descripción de los costos para cada metodología con el fin de determinar si existen diferencias en rentabilidad. Se utilizaron los datos de contabilidad del Proyecto FCA 003-2019 “Conservación y manejo sostenible del paisaje forestal Volcán Acatenango, cerro Sanay y montaña El Socó” de CATIE. (Anexo 4 “Presupuesto para metodología presencial y no presencial”). Se evaluaron los gastos únicos para cada metodología y se evaluó la rentabilidad de cada una. Se comparó el costo total y el costo por día. Además, se evaluaron los gastos únicos de cada metodología.

Para el método presencial tuvo un costo total de Q 66,701.20 y un costo diario de Q 4,158.05. Por otro lado, el método no presencial tuvo un costo total de Q 39,875.50 y un costo diario de Q 2,996.00. Para el presupuesto elaborado para el monitoreo mencionado en la metodología, el uso de las grabadoras logró una reducción del costo total de 27.4%. Finalmente, se elaboró un presupuesto sugerido para el protocolo de monitoreo. Dicho presupuesto evidenció que con el uso de las grabadoras se obtuvo una reducción del costo total de 41.82% en comparación a los puntos de conteo (Anexos 6, 7 y 9). En este caso se muestrearon 12 sitios y se realizó 1 ronda de muestreo. Hay que tomar en cuenta que cada jornada es un día (8 horas). Una ronda de muestreo consiste en muestrear todos los puntos con las distintas metodologías y horarios establecidos.

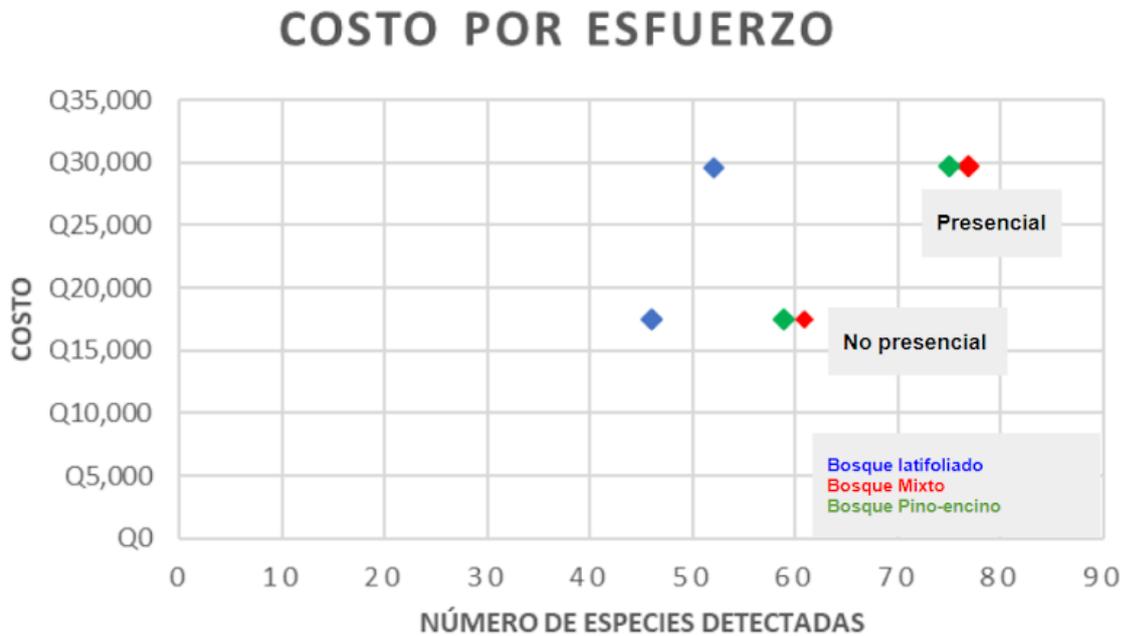
Cada método tiene costos únicos, es decir se realizan una sola vez y depende del precio del equipo que se adquiera (Anexos 6 y 7). En el caso del método presencial este costo es de Q 8,265.00 en el caso que se compre el mismo equipo establecido en el presupuesto sugerido. Por otro lado, en la metodología no presencial estos gastos únicos dependen de la cantidad de grabadoras que se deseen adquirir ya que esto afectará también la cantidad de memorias digitales y baterías que hay que comprar. En ambos casos, si se realizan más rondas de muestreo, hay que considerar que el costo de los expertos en identificación de aves y los guarda recursos aumenten.

**Cuadro 3.** Ejemplo de cronograma para muestreos a partir de la investigación desarrollada.

Punto de muestreo	Referencia	Fechas y rondas de conteo											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Cebo Verde	5/12/2020					16/1/2021	23/1/2021					27/2/2021
2	Cebo Verde												
3	Palo Hueco		12/12/2020			9/1/2021			30/1/2021			20/2/2021	
4	Palo Hueco												
5	Manzanilla			26/12/2020	2/1/2021					6/2/2021	13/2/2021		
6	Manzanilla												
7	Los Molina			26/12/2020	2/1/2021					6/2/2021	13/2/2021		
8	Los Molina												

Punto de muestreo	Referencia	Fechas y rondas de conteo											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	La Comunidad		12/12/2020			9/1/2021			30/1/2021			20/2/2021	
10	La Comunidad												
11	La Comunidad	5/12/2020					16/1/2021	23/1/2021					
12	Xeparquiy												27/2/2021
Presencial													
AudioMoth													

**Nota:** a partir de la semana 7, deben invertirse los horarios con respecto a la primera ronda de muestreo (semana 1 a 6), con el fin de que cada punto sea muestreado de 5:30 am a 7:30 am y de 8:00 am a 10: am para garantizar la independencia entre los sitios. En el caso planteado de realizar este monitoreo tres veces al año en las temporadas mencionadas, aplicar este cronograma tres veces en las fechas a convenir.



**Figura 20.** Gráfico sobre el costo por esfuerzo de cada método.

### E. Propuesta de protocolo de monitoreo de aves

El proyecto FCA 003-2019 “Conservación y manejo sostenible del paisaje forestal Volcán Acatenango, cerro Sanay y montaña El Socó” de CATIE tiene como objetivo generar una línea base para el área de manejo para el aprovisionamiento de recursos hidrológicos, la conectividad de ecosistemas amenazados y la conservación de especies clave (Girón, 2020). En el caso de San Andrés Itzapa, las unidades de manejo son los astilleros municipales.

**Cuadro 4.** Cronograma de la propuesta de monitoreo de aves para la UGAM de San Andrés Itzapa.

Propuesta de monitoreo de aves												
	Ronda 1			Ronda 2			Ronda 3			Ronda 4		
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Grabadoras												
Puntos de conteo		C			GBD			C		OBD		

El costo anual para realizar los monitoreos es de Q 93,662.7 incluyendo ambos métodos y muestreando los 12 puntos propuestos durante las cuatro rondas. Además, se deben considerar costos únicos (2 grabadoras, 1 cámara, 1 laptop, 1 disco externo, 1 guía de identificación de aves, 1 par de binoculares y 4 memorias sd) con un valor de Q 25,468.50 entre ambos métodos. Dos rondas se ejecutarían de enero a junio y otras dos rondas de agosto a diciembre. Esto con el fin de muestrear debidamente la temporada reproductiva y migratoria con ambos métodos. (Hill *et al.* 2019). También, se debe considerar que estos costos contemplan dos grabadoras. Si se desean adquirir más grabadoras y extender el periodo de monitoreo, los costos aumentarán.

En este caso, se sugiere un nuevo y único horario de muestreo de 5:30 A.M. a 8:30 A.M. Sin embargo, el costo anual puede aumentar o disminuir dependiendo de las capacidades y decisiones locales con respecto a la cantidad de sitios de muestreo, cantidad de rondas, adquisición de equipo, capacitación de guarda recursos y/o contratación de especialistas en aves. En este caso, se debe evaluar la configuración de la propuesta del protocolo respondiendo a los intereses de la Unidad de Gestión de Ambiental Municipal de San Andrés Itzapa.

Se establecieron cuatro rondas de muestreo. Cada ronda se realizará durante tres meses debido a que la UGAM de San Andrés Itzapa, al no contar actualmente con colaboraciones de proyectos, no cuenta con transporte permanente por lo que los guarda recursos se movilizan entre los sitios a pie. Las rondas con método no presencial (grabadoras) se realizarán en sitios dentro del área de manejo donde hay jurisdicción municipal. Por otro lado, el método presencial (puntos de conteo) se realizará en áreas privadas donde se requiere una previa autorización para entrar (Figura 6 y Cuadro 2). De este modo, los puntos de conteo servirán para complementar los registros obtenidos con las grabadoras. Además, se establecieron dos rondas de puntos de conteo en mayo y octubre debido a que en estos meses se realizan muestreos de aves a nivel mundial denominados global big day (Ebird, 2021). En estos meses, se invitarán a grupos que deseen avistar aves por lo que los únicos costos por cubrir serán transporte y alimentación. Otro punto, es que estos conteos servirán para impulsar la ciencia ciudadana en San Andrés Itzapa. Es necesario invertir en capacitaciones para los guarda recursos debido a que puede reducir los costos de ejecución del programa de monitoreo.

## VII. Discusión

### A. Riqueza aviar en la montaña El Socó

Se registraron 97 especies durante el muestreo. El bosque latifoliado tuvo una riqueza promedio de 14.83 especies, el bosque mixto de 21.71 especies y el bosque pino-encino de 20.69 especies. A pesar de que el bosque latifoliado tenga un valor de riqueza menor con respecto al resto, se detectaron especies únicas en este ecosistema (Anexo 3). Además, según el análisis de varianza y la prueba de Tukey (Figuras 11 y 12), el bosque latifoliado como variable es significativa en la composición de especies de aves. Para determinar si es una zona rica o pobre a nivel de biodiversidad se deben muestrear más sitios y prolongar el tiempo de la investigación. Se estima que la riqueza promedio en el altiplano guatemalteco ronda entre 300 y 350 especies de aves. Específicamente para el departamento de Chimaltenango, se estima que se pueden detectar 294 especies (Ebird, 2021). La cantidad de especies registradas en esta investigación puede deberse a que los meses muestreados corresponden a la temporada migratoria (Soto, 2019). Para dar una mejor perspectiva de la diversidad de aves en el sitio, se debe realizar un muestreo anual (Gutiérrez *et al.* 2020). Por lo que durante esta investigación se pudo detectar aproximadamente un tercio de estos valores (Eisermann & Avendaño, 2006; Eisermann & Avendaño, 2018). La montaña El Socó está ubicada en el área de endemismo denominada Tierras del Norte de Centroamérica y también entre las IBAs (Áreas Importantes para la Conservación de Aves) 14 y 15. Es decir, que en el sitio de estudio se pueden detectar muchas especies endémicas regionales y con distribución restringida. Además, este sitio aún cuenta con los requerimientos de hábitat para varias especies (Figuras 1 y 2) (Eisermann & Avendaño, 2009; Dallies, 2008).

De las tres variables estudiadas, el hábitat (bosque latifoliado) tuvo una composición de especies distinta a la de los otros dos bosques (Figuras 13, 14 y 15). Según las Figuras 10 y 18, de los dos métodos aplicados, se evidenció que la riqueza promedio detectada es similar, para los 24 conteos realizados por método. De los hábitats muestreados, se detectó menor riqueza de especies en el bosque latifoliado de la Montaña El Socó; sugiriendo la necesidad de implementar medidas de conservación para este bosque que ofrece servicios ecosistémicos (CONAP, 2015). Los datos sugieren que el bosque latifoliado es distinto en su composición aviar con respecto al bosque mixto y bosque pino-encino. La mayoría de los sitios con bosque latifoliado forman un clado con un valor de soporte de 79. Este agrupamiento puede deberse al registro único de especies como el Colibrí de Elliot (*A. ellioti*), Colibrí gorgirrubí (*A. colubris*), Chinchinero común (*C. flavopectus*), Cerquero coronicastaño (*A. brunneinucha*), Sastrecillo (*P. minimus*), Sinsonte tropical (*M. gilvus*) Trepatroncos coronipunteado (*L. affinis*) y Zorzal gorgirrojo (*C. frantzii*) en los sitios con bosque latifoliado. Las Figuras 7 y 8 sugieren que el bosque latifoliado tiene una menor diversidad con respecto al bosque mixto y pino-encino. Esta diferencia puede deberse a las especies registradas únicamente en los sitios con bosque latifoliado explicado anteriormente (Anexos 3,4 y 5; Figura 8).

En el caso de la Figura 17, la composición de aves es distinta en algunos puntos según el horario. En el horario de 5:30 a 7:30 A.M., se detectaron aves nocturnas como Chotacabras (*N.*

*albicollis*), Cuerporruín (*A. arizonae*), Tecolote bigotudo (*M. trichopsis*), Búho cornudo (*B. virginianus*), Búho moteado (*C. virgata*), Autilo flamulado (*P. flammeolus*) y Lechucita parda (*A. ridgwayi*). Sin embargo, los puntos muestreados de 8:00 a 10:00 A.M. compartían algunas especies como *N. albicollis* y *A. arizonae*. Además, estas especies fueron las más registradas en ambos horarios, en el caso de aves nocturnas. También, otras aves como *T. grayi*, *T. rufitorques*, *M. occidentalis* y *M. miniatus* fueron registradas en la mayoría de los puntos y horarios. Esto podría indicar cierta similitud en la composición de especies de los sitios.

Por otro lado, en el caso de la Figura 18, se observa que los sitios muestreados con puntos de conteo son en mayor medida, distintos a los puntos muestreados con las grabadoras Audiomoth. Esta diferencia se debe a las diversas ventajas que representa el muestreo presencial (puntos de conteo). Los puntos de conteo nos permiten tener una confirmación visual de las aves, estimar su abundancia y no depender exclusivamente de las vocalizaciones. Es decir, tenemos más medios para identificar la especie detectada. Además, no se necesita de una experiencia o entrenamiento previo para detectar cantos y llamadas. También, con esta metodología se pueden detectar aves que no suelen vocalizar como algunas aves rapaces y algunas migratorias. Mientras que con las grabadoras dependemos exclusivamente de las vocalizaciones y no se puede estimar con certeza la abundancia. Por lo tanto, con las grabadoras podemos estimar menos riqueza en general. Sin embargo, la composición de especies no cambia drásticamente por lo que la metodología presencial y no presencial pueden utilizarse separadamente o pueden complementarse.

Finalmente, en el caso de las Figuras 16 y 19 no se puede realizar una interpretación adecuada de los datos. Esto debido a que los polígonos se transponen lo que quiere decir que la distancia entre los datos no indica variación. En estas figuras, la mayoría de los datos tienen un traslape. Además, la disposición de los datos no indica un patrón claro. Todos los análisis relacionados con escalamiento multidimensional se realizaron con el programa PC ORD versión 6.0 (McCune & Mefford, 2011). Debido a que se muestreó durante 3 meses en época migratoria y que no se realizaron más rondas, no fue posible realizar una curva de acumulación de especies por hábitat. Sin embargo, con el protocolo propuesto (Cuadro 4) las especies registradas podrían incrementar a 180 especies durante todo el año (Hill *et al.* 2018).

## **B. Eficiencia entre ambos métodos**

Con respecto al análisis económico, el método presencial redujo 41.82% los costos con respecto al método presencial (Anexo 6, 7 y 9). En este caso, las grabadoras son más eficientes que los puntos de conteo. Esto puede representar una alternativa viable para los proyectos relacionados con el monitoreo de biodiversidad (Hill *et al.* 2019). En el caso de la UGAM de San Andrés Itzapa, las grabadoras pueden emplearse como método principal al tener prácticamente la misma detectabilidad que los puntos de conteo y, además, ser más rentables. Sin embargo, se deben hacer más réplicas en distintos sitios de Guatemala para asegurarse que sea un método estándar. De comprobarse esto, se tendría una buena y rentable protocolo de muestreo para aves. También, se debe explorar la posibilidad de utilizar las grabadoras para el monitoreo de otros taxones que emplean vocalizaciones (García & Acevedo-Charry, 2021).

Implementar un protocolo estándar, en este caso para aves, permitirá conocer cómo van cambiando las poblaciones a través del tiempo y con la información que se vaya generando poder tomar mejores decisiones para la conservación (IUCN, 2021; Soto, 2019).

Por otro lado, se deben establecer correctamente las desventajas del método. Una de las principales desventajas es que no se puede estimar la abundancia de las especies a excepción de los casos en los que sea evidente la presencia de más de un individuo (Larsen, 2016). También se debe tomar en cuenta, que algunos grupos de aves como las rapaces, algunas nocturnas, playeras, acuáticas, colibrís y las migratorias y/o transitorias (algunos chipes, vireos y flycatchers) no son posibles de detectar. En el caso de las migratorias/transitorias, se debe a que estas especies vienen a Guatemala únicamente para abastecerse durante la época en que las condiciones climáticas son poco favorables en su región de origen. Por lo que, no necesitan vocalizaciones melódicas y largas, generalmente usan llamadas o sonidos de alerta que son prácticamente indetectables si no se cuenta con un software que permita disociar las frecuencias (Bolaños, 2015; Hill *et al.* 2018). En el caso de los demás grupos, estas aves no pertenecen al orden Paseriformes, por lo que no cuentan con vocalizaciones tan melódicas y elaboradas por lo que es complicado diferenciar a primera escucha las vocalizaciones. También, existen especies que son muy vulnerables y asustadizas a la presencia humana o perturbaciones en su hábitat. En todos estos casos, se debería complementar el monitoreo con métodos presenciales (Hill *et al.* 2019).

Esta investigación es innovadora para Guatemala ya que representa la viabilidad de la implementación de sensores remotos como las grabadoras para diseñar un método de muestreo completo y efectivo. Hace 10 años, no hubiera sido posible realizar esta investigación debido a la falta de disponibilidad de registros de las vocalizaciones de aves y de tecnología para su estudio. Además, sería la primera investigación de su tipo para Guatemala. La implementación de protocolos que utilicen grabadoras como método principal podrían suponer una herramienta muy útil para el monitoreo de biodiversidad a cargo de distintas organizaciones (Hill *et al.* 2018; Hill *et al.* 2019). Sin embargo, es necesario realizar estudios de línea base en las distintas zonas de endemismo de Guatemala (Figura 1) para determinar si existen variaciones con respecto a las especies que puedan detectar las grabadoras AudioMoth y los costos de operación.

### **C. Protocolo de monitoreo**

Actualmente, muchos proyectos relacionados con el monitoreo de biodiversidad se vieron afectados por la pandemia de la COVID-19. Esto es un problema serio debido a que no se recopila la información completa y posteriormente es difícil implementar acciones para la conservación (Larsen, 2016). El uso de sensores remotos para el monitoreo de biodiversidad resulta en una alternativa viable, no invasiva y económica. Prácticamente se puede detectar valores similares de riqueza en comparación con los métodos tradicionales como los puntos de conteo, transectos y/o redes de niebla (Hill *et al.* 2019) Esto resulta en una ventaja para instituciones como la UGAM que tienen presupuestos restringidos y necesitan ser eficientes en todos los proyectos que ejecuten.

Sin embargo, se deben evaluar los costos fijos y variables para establecer un presupuesto certero. Estos costos pueden variar según la cantidad de grabadoras que se deseen adquirir, el personal experto que se contrate y la distancia entre los sitios de muestreo que se establezcan. El presupuesto propuesto en los anexos 6 y 7, son una sugerencia y describen rubros específicos para este monitoreo. Igualmente, se recomienda seguir un cronograma de muestreo similar al propuesto en el Cuadro 3.

En este estudio, se encontraron especies de interés de conservación y ecoturístico. El hecho de capacitar a los guías locales en diseñar e implementar protocolos de monitoreo para la detección de estas especies de interés, supone un posible desarrollo económico, social y científico en la municipalidad de San Andrés Itzapa. Generar estos incentivos en la comunidad, es parte vital para la conservación de la biodiversidad. Las personas adquieren identidad y orgullo por su patrimonio natural, además les brinda recursos para subsistir. Estas acciones refuerzan el apoyo e interés comunitario por la conservación, además ejercen presión a los gobiernos locales generando así instituciones y procesos útiles (Acosta, 2013).

Para la montaña el Socó se detectaron especies de interés como el chipe de mejilla dorada (*S. chrysoparia*), la cayaya (*P. nigra*) y el colibrí de Elliot (*S. ellioti*). Es posible que se pueda registrar pavo de cacho (*O. derbianus*) y chipe rosado (*C. versicolor*). En el caso de la cayaya y el pavo de cacho, su conservación es importante ya que son los principales dispersores de semillas para los bosques en donde habitan. Es importante la conservación del bosque latifoliado ya que es un hábitat con mucha biodiversidad y tiene niveles de interceptación de agua mayores a otros tipos de bosques. Por lo que lo convierte en un ecosistema clave para las zonas de recarga hídrica (CONAP, 2015). También, se pueden detectar otros grupos como los chipes, los colibríes y el pavo de cacho son algunas de las especies con potencial ecoturístico. Con este protocolo podrían detectarse estas especies de interés y posteriormente se podrían emprender actividades relacionadas con conservación y ecoturismo. Brindando desarrollo económico, social y científico para las comunidades aledañas (Acosta, 2013).

Se recomienda aplicar el método no presencial en la temporada reproductiva en Guatemala, ya que una gran cantidad de aves vocalizan para obtener pareja y reproducirse. En la temporada migratoria no es recomendable el método no presencial debido a que las aves migratorias no vocalizan durante este tiempo. Ambos métodos son eficaces, pero no son necesariamente eficientes. El presupuesto utilizado en la elaboración de este proyecto no incluye los costos de expertos en la identificación y monitoreo de aves. El costo diario para realizar la investigación fue de Q 353.10 en el caso del método no presencial y de Q 1,446 para el método presencial. Por el contrario, el costo total del método no presencial fue de Q 17460.70 y de Q29,597.5 para el método presencial (anexo 6 y 7). En la elaboración de esta investigación se demostró que el método no presencial logra reducir los costos en un 41.82% con respecto al método presencial (anexo 9). Sin embargo, estos costos pueden variar por varios factores descritos anteriormente. Por esto, se recomienda la capacitación del personal de la UGAM de San Andrés Itzapa con respecto al monitoreo e identificación de aves.

## VIII. Conclusiones

- El listado de aves de la Montaña El Socó consta de 97 especies. De este total, el 84.54 % corresponde a especies residentes y el 15.46 % a especies migratorias. Dicho listado fue generado desde el 5 de diciembre del 2020 hasta el 23 de febrero del 2021. Las familias Trochilidae, Tyrannidae, Troglodytidae, Turdidae, Passerelliadae y Parulidae presentaron la mayor cantidad de especies.
- De las variables seleccionadas, únicamente el hábitat tiene un efecto significativo en la variación de la composición de especies ( $P < 0.001$ ).
- La riqueza promedio del bosque mixto (21.71) fue el más alto con respecto al bosque latifoliado (14.83) y pino-encino (20.68).
- La riqueza promedio del bosque latifoliado fue el más bajo con respecto al bosque mixto y pino-encino. Sin embargo, únicamente en este tipo de bosque se registraron especies como *C. ellioti*, *A. prasinus* y es posible registrar *O. derbianus* y *P. nigra* que son especies de interés para la conservación debido a su contribución a los servicios ecosistémicos.
- No existe una variación importante en la detección de especies entre los dos horarios establecidos.
- No existe una variación importante en la detección de especies entre la metodología presencial utilizando puntos de conteo (20) y no presencial utilizando grabadoras (19.7).
- El método presencial (puntos de conteo) es más eficaz que el método no presencial ya que se obtiene un registro de las especies de aves más completo. Sin embargo, el muestreo no presencial (grabadoras) puede ser complementario.
- La metodología no presencial (grabadoras) logra reducir en un 41.82% los costos con respecto al método presencial (puntos de conteo). Además, se obtiene una buena relación entre especies detectadas y los recursos utilizados en comparación con el método presencial. Por lo tanto, el método no presencial es más efectivo aceptando la hipótesis alternativa  $H_1$ .
- Se elaboró un protocolo de monitoreo de aves para que la Unidad de Gestión Ambiental Municipal de San Andrés Itzapa implemente monitoreos de aves a largo plazo y que les permitan tomar decisiones adecuadas de conservación de biodiversidad según sus capacidades y disponibilidad de recursos actuales.

## IX. Recomendaciones

- Realizar listados durante el traslado a los distintos sitios a muestrear. Si se detectaron especies que no estaban anotadas en ninguno de los listados, incluirlo como un listado anexo.
- Establecer más sitios por hábitat, de preferencia tratar que cada hábitat tenga la misma o cantidades similares de sitios.
- Realizar de 4 a 6 rondas de muestreo por sitio, esto permitirá tener más detecciones y conclusiones más acertadas. Además, realizar monitoreos en la temporada reproductiva y migratoria.
- Realizar una caracterización forestal previa de los sitios seleccionados para definir correctamente el tipo de bosque y estimar las especies de aves que son muy probables de ocurrir en un bosque.
- Al finalizar el monitoreo del primer año del protocolo propuesto, realizar una curva de acumulación de especies para determinar el esfuerzo de muestreo óptimo y una prueba *t* para determinar diferencias significativas entre las especies detectadas en ambos métodos.
- Elaborar un índice de valor de importancia para determinar las especies de aves que más contribuyen a los servicios ecosistémicos brindados por bosques en el área de estudio (dispersión de semillas, polinización, entre otros).
- En caso de utilizar las grabadoras como método principal, asegurarse del correcto funcionamiento de estas. Además, chequear el tiempo útil de las baterías a partir de su programación de horas / día de activación.
- Verificar la seguridad de los sitios seleccionados para muestreo para garantizar la integridad y evitar robo o daño del equipo.
- Capacitar al personal de la UGAM de San Andrés Itzapa en el diseño de protocolos de muestreo, monitoreo e identificación de aves para lograr reducir los costos. Estas acciones permitirán eventualmente un desarrollo económico, cultural y científico.
- Evaluar la viabilidad del uso del monitoreo acústico pasivo para otros taxones que utilizan vocalizaciones.
- Implementar medidas de conservación adecuadas para el bosque latifoliado debido a que ofrece servicios ecosistémicos y alberga especies de interés para la conservación.

## X Bibliografía

Acevedo-Charry, O. (2012). *Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA)*. Version 10.4. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Aldredge, M.W., T.R. Simons y K.H. Pollock. (2007). *Factors affecting aural detections of songbirds*. *Ecological Applications* 17:948–955.

Angehr, G.R., J. Siegel, C. Acca, D.G. Christian y T. Pequeno. (2002). *An assessment and monitoring program for birds in the Lower Urubamba Region, Peru*. *Environmental Monitoring Assessment* 76:69–87.

Bolaños, P., Villatoro, F. (2015). *Paisaje sonoro en bosques de montaña de Guatemala (Doctoral dissertation, Tesis maestría)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala).

Celis–Murillo, A., J.L. Deppe y M.F. Allen. (2009). *Using soundscape recordings to estimate bird's species abundance, richness, and composition*. *Journal of Field Ornithology* 80:64–78

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; Municipalidad de Acatenango. (2013). *Plan Maestro del Parque Regional Municipal Astillero Municipal Volcán de Acatenango (Informe final de consultoría)*. Guatemala: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza/ Fondo de Conservación de los Bosques Tropicales (FCA). 138 pp.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP. (2015). Municipalidad de San Marcos-CONAP. 2014. *Plan Maestro del Parque Regional Municipal Astillero Municipal de San Marcos*. D. Ariano (editor). Municipalidad de San Marcos-CONAP-PNUD-HELVETAS-USAC. Documento Técnico 13-2015.

CONAP. (2015). Municipalidad de San Marcos-CONAP. 2014. *Plan Maestro del Parque Regional Municipal Astillero Municipal de San Marcos*. D. Ariano (editor). Municipalidad de San Marcos-CONAP-PNUD HELVETAS-USAC. Documento Técnico 13-2015.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP. (2011). *Listado de especies de fauna silvestre amenazadas de extinción (Lista roja de fauna)*. Guatemala. 25 pp.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP. (2011). *El sistema guatemalteco de Áreas Protegidas: Base fundamental para el bienestar de la sociedad guatemalteca*. Documento técnico No. 95 (01-2011). CONAP/Zootropic. Guatemala. 360 pp.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP. (2012). *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Oficina Técnica de la Biodiversidad. Editorial Serviprensa: Guatemala.

Córdoba-Córdoba, S. (2009). *Historia de la ornitología colombiana: sus colecciones científicas, investigadores y asociaciones*. Boletín SAO, 19.

Dallies, C. (2008). *Manual de buenas prácticas para la actividad de observación de aves en Guatemala*. Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)-Organización de los Estados Americanos, Guatemala, Guatemala.

Darras, K., Batáry, P., Furnas, B., Fitriawan, I., Mulyani, Y., & Tschardt, T. (2017). *Autonomous bird sound recording outperforms direct human observation: Synthesis and new evidence*. BioRxiv, 117-119.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. *Centro de Transferencia InfoStat, FCA*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Ebird (2021) *Base de datos*. Extraído de: <https://ebird.org/explore>

Eisermann, K., & Avendaño, C. (2018). *An update on the inventory, distribution, and residency status of bird species in Guatemala*. Bulletin of the British Ornithologists' Club, 138(3), 148-229.

Eisermann, K. & Avendaño, C. (2009) *Guatemala*. Pág. 235 – 242 en C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).

Eisermann, K. y C. Avendaño. (2006). *Diversidad de aves en Guatemala, con una lista bibliográfica*. En: Cano, E. ed. *Biodiversidad de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. Pp.525-623.

Elbers J. (2011). *Las Áreas Protegidas de América Latina: Situación actual y perspectivas para el futuro*. Quito, Ecuador. IUCN, 227 pp.

Escobar-Anleu, B. I. (2020). *Monocultivos e industrias extractivas en Guatemala: ¿Qué relación tienen la deficiencia institucional, la falta de investigación científica y los impactos ambientales?* Ciencia, Tecnología y Salud, 7(1).

Estrada, C., García, M., & Machuca, O. (2015). *SISTEMA GUATEMALTECO DE ÁREAS PROTEGIDAS (SIGAP)*.

Fletcher N. (2007): *Animal Bioacoustics*. IN: Rossing T.D. (ed.): Springer Handbook of Acoustics, Springer.

Girón E. (2020). *Estudio de línea base para la estrategia de restauración y conservación del paisaje forestal. Proyecto 003-2019. "Conservación y manejo sostenible del paisaje forestal volcán Acatenango, cerro Sanay y montaña El Socó"*. Documento técnico 02-2020. CATIE-FCA-PF. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. Guatemala, GT. 33 pp.

Gustavo, A., & Gómez, Z. (2019). *Revisión sobre la diversidad de aves en plantaciones de palma de aceite en los Llanos Orientales de Colombia*. Revista Palmas, 40(2), 13-25.

Hammer, O, Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. Paleontología electrónica 4(1): 9pp.

Hernández y Rodríguez, Sergio. (2011). *Introducción a la Administración*. 5ta Edición. McGraw Hill.

Hill, A. P., Prince, P., Piña Covarrubias, E., Doncaster, C. P., Snaddon, J. L., & Rogers, A. (2018). *AudioMoth: Evaluation of a smart open acoustic device for monitoring biodiversity and the environment*. Methods in Ecology and Evolution, 9(5), 1199-1211.

Hill, A. P., Prince, P., Snaddon, J. L., Doncaster, C. P., & Rogers, A. (2019). *AudioMoth: A low-cost acoustic device for monitoring biodiversity and the environment*. HardwareX, 6, e00073. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2019.e00073>

Hutto, R.L., S.M. Pletschet y P.I. Hendricks. (1986). *A fixed radius point count method for non-breeding and breeding season use*. The Auk 103:593–602.

Hutto, R. L., & Stutzman, R. J. (2009). *Humans versus autonomous recording units: A comparison of point-count results*. Journal of Field Ornithology, 80(4), 387-398.

Instituto Nacional de Estadística INE (2002). *Censos nacionales XI de población y VI de habitación 2002. Población y locales de habitación particulares censados según departamento y municipio (cifras definitivas)*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística. [Archivo PDF]. <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2020). *«XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda»*. Instituto Nacional de Estadística de Guatemala y Gobierno de la República de Guatemala. [Archivo PDF]. <https://www.ine.gob.gt/ine/wp-content/uploads/2020/04/Memoria-2019.pdf>

Irungaray, G. E. P., Cabrera, G. A. G., Monzón, J. C. R., Ibarra, R. E. M., & Ruano, J. J. G. (2016). *Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge*. Revista Eutopía, (1), 25-68.

UICN (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2021-2 Extraído de: <https://www.iucnredlist.org>

Kroodsma, D. E., J.M.E. Vielliard y F.G. Stiles. (1996). *Study of bird sounds in the Neotropics: urgency and opportunity*. Pp. 269–281. En: Kroodsma, D.E. y E.H. Miller (Eds.). *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*. Cornell University Press, Ithaca, New York. 576 pp.

Larsen, T. H. (Ed.). (2016). *Core standardized methods for rapid biological field assessment*. Conservation International. Arlington, VA. 209 pp.

Larsen, Ole Naesbye; Goller, Franz (2002). «*Direct observation of syringeal muscle function in songbirds and a parrot*». The Journal of Experimental Biology. 205 (Pt 1): 25-35. MARN-URL/IARNA-PNUMA. 2009. Informe Ambiental del Estado - GEO Guatemala, Guatemala. 286 pp.

López-Segoviano, G., Díaz-Verduzco, L., Arenas-Navarro, M., & del Coro Arizmendi, M. (2019). *Diversidad estacional de aves en una región prioritaria para la conservación en el centro oeste de la Sierra Madre Occidental*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 90.

Magurran, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons. Blackwell science ltd. 248 pp.

McCune, B. and M. J. Mefford. (2011). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6.0 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Saravia, O. M. N., & de la Naturaleza, F. D. (2000). *El comanejo y la participación de la sociedad civil en las áreas protegidas de Centroamérica*. Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. Recuperado de: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnack094.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnack094.pdf).

Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). *What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science*. Landscape ecology, 26(9), 1213-1232.

Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D.F. De Sante y B. Milá. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. General Technical Report, PSW–GTR–159, Pacific Southwest Research Station, Forest Services, U.S. Department of Agriculture, Albany, California.

Ríos, L. (2006). *Guatemala un país megadiverso*, Consejo nacional de áreas protegidas (No. 32900 caja (494)). CONAP.

Rosenthal, G. (2020). *El impacto de covid-19 en Guatemala/The impact of Covid-19 in Guatemala*. *EconomíaUNAM*, 17(51), 147-160.

Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H.A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M.A. y Rodríguez-Contreras, V. (2020). *Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.

Sánchez Acosta, J. (2013). *Educación ambiental como herramienta para la conservación de las aves: evaluación del programa BirdSleuth International*.

Sagastume Pinto, K. V. (2018). *Análisis del paisaje sonoro en plantaciones de café de sombra con tres categorías de manejo en Guatemala [Tesis de maestría, Universidad Nacional]*. Repositorio.una.ac.cr.

Simmonds J. & MacLennan D. (2005). *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*, second edition. Blackwell.

Soto, J. (2019). *Sistema de monitoreo biológico para el paisaje forestal Volcán Acatenango-montañas El Sanay y El Socó*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; Municipalidad de Acatenango.

Sueur J., Pavoine S., Hamerlynck O., Duvail S. (2008). «*Rapid Acoustic Survey for Biodiversity Appraisal*». *PLoS ONE* 3. 12 pp.

Suárez-García, O., González-García, F., Celis-Murillo, A. (2017). *Entendiendo la complementariedad de dos métodos de muestreo en el estudio de comunidades de aves de un bosque mesófilo de montaña en temporada reproductiva*. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(4), 880-887.

Statteersfield, A. J. Crosby, A. J. Long & D.C. Wege (1998). *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. BirdLife Conservation Series, No. 7. BirdLife international, Cambridge.

Tobías Vásquez H.A., Ortíz López A., Díaz Lara E.L., Méndez M.A., Santos Mancilla G., Cabrera P.C., López Búcaro C.F., Monzón López J.M., Lira Sosa E.R. (2004). *Estudio para la determinación de áreas protegidas de la montaña El Socó, Chimaltenango*. Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA), Dirección General de Investigación (DIGI). FAUSAC. Guatemala. 120 p.

Tovar García, J. D., & Acevedo-Charry, O. (2021). *Dataset of passive acoustic monitoring at the Nature Reserve Los Yátaros, Gachantivá, Boyacá, Colombia*. *Biota colombiana*, 22(1), 200-208.

Van Doremalen, Neeltje; Bushmaker, Trenton; Morris, Dylan H.; Holbrook, Myndi G.; Gamble, Amandine; Williamson, Brandi N.; Tamin, Azaibi; Harcourt, Jennifer L. et al. (2020). «*Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1*». *New England Journal of Medicine* 0 (0): null.

Villavicencio, C. C., Bolaños, C. S., & Parallada, M. S. (2012). *Segregación en aves insectívoras con base en la morfometría del pico y la longitud total*. pág-60. [revistas.unasam.edu.pe](http://revistas.unasam.edu.pe).

Wunderle, J.M., Jr. (1992). Sexual habitat segregation in wintering black-throated blue warblers in Puerto Rico. Pp. 299–307. En: Hagan, J. y D.P. Johnston (Eds.). *Ecology and conservation of Neotropical migrant landbirds*. Smithsonian Institution, Washington, D.C.

Zhou, Peng; Yang, Xing-Lou; Wang, Xian-Guang; Hu, Ben; Zhang, Lei; Zhang, Wei; Si, Hao-Rui; Zhu, Yan; Li, Bei; Huang, Chao-Lin; Chen, Hui-Dong; Chen, Jing; Luo, Yun; Guo, Hua; Jiang, Ren-Di; Liu, Mei-Qin; Chen, Ying; Shen, Xu-Rui; Wang, Xi; Zheng, Xiao-Shuang; Zhao, Kai; Chen, Quan-Jiao; Deng, Fei; Liu, Lin-Lin; Yan, Bing; Zhan, Fa-Xian; Wang, Yan-Yi; Xiao, Gengfu; Shi, Zheng-Li. (2020). «*Discovery of a novel coronavirus associated with the recent pneumonia outbreak in humans and its potential bat origin*». [bioRxiv.doi: https://doi.org/10.1101/2020.01.22.914952](https://doi.org/10.1101/2020.01.22.914952)





<b>Orden</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Inglés</b>	<b>Nombre español (local)</b>	<b>Residente/ Migratorio/Transitorio</b>	<b>Latifoliado</b>	<b>Mixto</b>	<b>Pino-encino</b>
Columbiformes	<i>Leptotila verreauxi</i>	White-tipped Dove	Paloma montaraz común	Residente		X	X
Columbiformes	<i>Zenaida asiatica</i>	White-winged Dove	Zenaida aliblanca	Residente		X	
Caprimulgiformes	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Common Pauraque	Chotacabras pauraque	Residente		X	X
Caprimulgiformes	<i>Antrostomus arizonae</i>	Mexican Whip-poor-will	Chotacabras Cuerporruín mexicano	Residente	X	X	X
Apodiformes	<i>Colibri thalassinus</i>	Mexican Violetear	Colibrí orejazul	Residente	X	X	X
Apodiformes	<i>Lampornis amethystinus</i>	Amethyst-throated Mountain-gem	Colibrí amatistino	Residente	X	X	X
Apodiformes	<i>Archilochus colubris</i>	Ruby-throated Hummingbird	Colibrí Gorgirrubí	Migratorio	X		
Apodiformes	<i>Selasphorus ellioti</i>	Wine-throated Hummingbird	Colibrí de Elliot	Residente	X		
Apodiformes	<i>Abeillia abeillei</i>	Emerald-chinned Hummingbird	Colibrí de Abeillé	Residente	X	X	X
Apodiformes	<i>Saucerottia cyanocephala</i>	Azure-crowned Hummingbird	Amazilia Coroniazul	Residente	X	X	X
Apodiformes	<i>Basilinna leucotis</i>	White-eared Hummingbird	Colibrí orejiblanco	Residente	X	X	X
Apodiformes	<i>Chaetura vauxi</i>	Vaux's Swift	Vencejo de Vaux	Residente		X	
Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Black Vulture	Zopilote común	Residente	X	X	X
Cathartiformes	<i>Cathartes aura</i>	Turkey Vulture	Buitre americano cabecirrojo	Residente		X	
Accipitriformes	<i>Buteo jamaicensis</i>	Red-tailed Hawk	Busardo Colirrojo	Migratorio			X
Strigiformes	<i>Psilosops flammeolus</i>	Flammulated Owl	Autillo flamulado	Residente			X
Strigiformes	<i>Megascopus trichopsis</i>	Whiskered Screech-Owl	Tecolote bigotudo	Residente		X	
Strigiformes	<i>Bubo virginianus</i>	Great Horned Owl	Búho cornudo	Residente		X	
Strigiformes	<i>Ciccaba virgata</i>	Mottled Owl	Búho moteado	Residente		X	X
Strigiformes	<i>Aegolius ridgwayi</i>	Unspotted Saw-whet Owl	Lechucita parda	Residente		X	
Trogoniformes	<i>Trogon mexicanus</i>	Mountain Trogon	Trogón mexicano	Residente	X	X	X
Trogoniformes	<i>Trogon collaris</i>	Collared Trogon	Trogón acollarado	Residente	X	X	
Coraciiformes	<i>Aspatha gularis</i>	Blue-throated Motmot	Momoto Gorjazul	Residente	X	X	X
Piciformes	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Northern Emerald-Toucanet	Tucaneta Esmeralda del Norte	Residente	X	X	X
Piciformes	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Acorn Woodpecker	Carpintero bellotero	Residente	X	X	X
Piciformes	<i>melanerpes aurifrons</i>	Golden-fronted Woodpecker	Carpintero frentidorado	Residente			X

<b>Orden</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Inglés</b>	<b>Nombre español (local)</b>	<b>Residente/ Migratorio/Transitorio</b>	<b>Latifoliado</b>	<b>Mixto</b>	<b>Pino-encino</b>
Piciformes	<i>Dryobates villosus</i>	Hairy woodpecker	Pico vellosa	Residente			X
Piciformes	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Golden-olive woodpecker	Carpintero cariblanco	Residente		X	X
Piciformes	<i>Colaptes auratus</i>	Northern Flicker	Carpintero de Pechera Común	Residente	X	X	X
Falconiformes	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Collared Forest-Falcon	Halcón montés collajero	Residente	X	X	X
Psitaciformes	<i>Bolborhynchus lineola</i>	Barred Parakeet	Perico barrado	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Barred Antshrike	Batará barrado	Residente		X	
Passeriformes	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Spot-crowned Woodcreeper	Trepatroncos coronipunteado	Residente	X		
Passeriformes	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Ruddy Foliage-gleaner	Ticotico Castaño	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Rose-throated Becard	Anambé degollado	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Zimmerius vilissimus</i>	Guatemalan Tyrannulet	Mosquerito de Guatemala	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Dusky-capped Flycatcher	Copetón capirotoado	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Megarynchus pitangua</i>	Boat-billed Flycatcher	Bienteveo pitanguá	Residente			X
Passeriformes	<i>Myiozetetes similis</i>	Social Flycatcher	Bienteveo sociable	Residente		X	
Passeriformes	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Tufted Flycatcher	Mosquero moñudo común	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Contopus pertinax</i>	Greater Pewee	Pibí mayor	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Contopus virens</i>	Eastern Wood-Pewee	Pibí oriental	Migratorio	X		X
Passeriformes	<i>Empidonax affinis</i>	Pine Flycatcher	Mosquerito pinero	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Rufous-browed Peppershrike	Vireón cejirrufo	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Vireo solitarius</i>	Blue-headed Vireo	Vireo solitario	Migratorio	X	X	X
Passeriformes	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	Bushy-crested Jay	Chara centroamericana	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Steller's Jay	Chara de Steller	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Atticora pileata</i>	Black-capped Swallow	Golondrina Cabecinegra	Residente		X	
Passeriformes	<i>Psaltriparus minimus</i>	Bushtit	Sastrecillo	Residente	X		
Passeriformes	<i>Certhia americana</i>	Brown Creeper	Trepadorcito americano	Residente			X
Passeriformes	<i>Troglodytes aedon</i>	House Wren	Chochín criollo	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Troglodytes rufociliatus</i>	Rufous-browed Wren	Chochín cejirrufo	Residente	X	X	X

<b>Orden</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Inglés</b>	<b>Nombre español (local)</b>	<b>Residente/ Migratorio/Transitorio</b>	<b>Latifoliado</b>	<b>Mixto</b>	<b>Pino-encino</b>
Passeriformes	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Band-backed Wren	Cucarachero barrado	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Rufous-naped Wren	Cucarachero nuquirrufo	Residente		X	
Passeriformes	<i>Cantorchilus modestus</i>	Cabanis's Wren	Cucarachero modesto	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Gray-breasted Wood-Wren	Cucarachero pechigrís	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Sialia sialis</i>	Eastern Bluebird	Azulejo oriental	Residente		X	
Passeriformes	<i>Myadestes occidentalis</i>	Brown-backed Solitaire	Solitario dorsipardo	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Catharus frantzii</i>	Ruddy-capped Nightingale-Thrush	Zorzal gorgirrojo	Residente	X		
Passeriformes	<i>Catharus ustulatus</i>	Swainson's Thrush	Zorzalito de Swainson	Migratorio		X	
Passeriformes	<i>Turdus grayi</i>	Clay-colored Thrush	Zorzal pardo	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Turdus rufitorques</i>	Rufous-collared Robin	Zorzal cuellirrufo	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Melanotis hypoleucus</i>	Blue-and-white Mockingbird	Mulato pechiblanco	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Mimus gilvus</i>	Tropical Mockingbird	Sinsonte tropical	Residente	X		
Passeriformes	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Gray Silky-flycatcher	Capulinerio gris	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Chlorophonia occipitalis</i>	Blue-crowned Chlorophonia	Clorofonia coroniazul	Residente			X
Passeriformes	<i>Coccothraustes abeillei</i>	Hooded Grosbeak	Picogordo encapuchado	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Spinus notatus</i>	Black-headed Siskin	Jilguero cabecinegro	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Spinus psaltria</i>	Lesser Goldfinch	Jilguero menor	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Common Chlorospingus	Chinchinero común	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Arremon brunneinucha</i>	Chestnut-capped Brushfinch	Cerquero coronicastaño	Residente	X		
Passeriformes	<i>Zonotrichia capensis</i>	Rufous-collared Sparrow	Chingolo Común	Residente	X	X	
Passeriformes	<i>Aimophila rufescens</i>	Rusty Sparrow	Chingolo Rojizo	Residente		X	
Passeriformes	<i>Pipilo maculatus</i>	Spotted Towhee	Toquí moteado	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Atlapetes albinucha</i>	White-naped Brushfinch	Atlapetes nuquiblanco	Residente	X		X
Passeriformes	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Yellow-billed Cacique	Cacique piquiclaro	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Icterus Wagleri</i>	Black-vented Oriole	Turpial culinegro	Migratorio		X	
Passeriformes	<i>Dives dives</i>	Melodious Blackbird	Zanate cantor	Residente		X	X

Orden	Nombre científico	Nombre Inglés	Nombre español (local)	Residente/ Migratorio/ Transitorio	Latifoliado	Mixto	Pino-encino
Passeriformes	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Great-tailed Grackle	Zanate mexicano	Residente		X	X
Passeriformes	<i>Mniotilta varia</i>	Black-and-white Warbler	Reinita trepadora	Migratorio	X		X
Passeriformes	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Tennessee Warbler	Reinita de Tennessee	Migratorio		X	X
Passeriformes	<i>Setophaga townsendi</i>	Townsend's Warbler	Reinita de Townsend	Migratorio	X	X	X
Passeriformes	<i>Setophaga chrysoparia</i>	Golden-cheeked Warbler	Reinita caridorada	Migratorio			X
Passeriformes	<i>Setophaga virens</i>	Black-throated Green Warbler	Reinita dorsiverde	Migratorio		X	X
Passeriformes	<i>Cardellina pusilla</i>	Wilson's Warbler	Chipe coroninegro	Migratorio	X	X	X
Passeriformes	<i>Myioborus miniatus</i>	Slate-throated Redstart	Candelita plumiza	Residente	X	X	X
Passeriformes	<i>Piranga flava</i>	Hepatic Tanager	Piranga bermeja	Residente			X
Passeriformes	<i>Piranga rubra</i>	Summer Tanager	Piranga Roja	Migratorio			X
Passeriformes	<i>Piranga ludoviciana</i>	Western Tanager	Piranga carirroja	Migratorio		X	X
Passeriformes	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Rose-breasted Grosbeak	Picogrueso pechirrosado	Migratorio		X	
Passeriformes	<i>Saltator atriceps</i>	Black-headed Saltator	Pepitero cabecinegro	Residente		X	
Passeriformes	<i>Saltator grandis</i>	Cinnamon-bellied Saltator	Pepitero grisáceo	Residente		X	X

**Anexo 4.** Listado de aves para la Montaña El Socó según el método de muestreo. (elaboración propia basado en datos recolectados y compartidos en Ebird).

Orden	Nombre científico	Nombre Inglés	Nombre español (local)	Punto de conteo	Grabadora
Galliformes	<i>Penelopina nigra</i>	Highland Guan	Pava pajuil	X	X
Galliformes	<i>Dendrortyx leucophrys</i>	Buffy-crowned Wood-Partridge	Codorniz coluda centroamericana	X	X
Galliformes	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Singing quail	Colín cantor	X	X
Columbiformes	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Red-billed Pigeon	Paloma piquirroja	X	X
Columbiformes	<i>Columbina passerina</i>	Common Ground Dove	Tortolita pico rojo	X	X
Columbiformes	<i>Leptotila verreauxi</i>	White-tipped Dove	Paloma montaraz común	X	X
Columbiformes	<i>Zenaida asiatica</i>	White-winged Dove	Zenaida aliblanca	X	X
Caprimulgiformes	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Common Pauraque	Chotacabras pauraque	X	
Caprimulgiformes	<i>Antrostomus arizonae</i>	Mexican Whip-poor-will	Chotacabras Cuerporruín mexicano	X	X

Orden	Nombre científico	Nombre Inglés	Nombre español (local)	Punto de conteo	Grabadora
Caprimulgiformes	<i>Colibri thalassinus</i>	Mexican Violetear	Colibrí orejazul	X	X
Caprimulgiformes	<i>Lampornis amethystinus</i>	Amethyst-throated Mountain-gem	Colibrí amatistino	X	X
Caprimulgiformes	<i>Archilochus colubris</i>	Ruby-throated Hummingbird	Colibrí Gorjirrubí	X	
Caprimulgiformes	<i>Selasphorus ellioti</i>	Wine-throated Hummingbird	Colibrí de Elliot	X	
Caprimulgiformes	<i>Abeillia abeillei</i>	Emerald-chinned Hummingbird	Colibrí de Abeillé	X	X
Caprimulgiformes	<i>Saucerottia cyanocephala</i>	Azure-crowned Hummingbird	Amazilia Coroniazul	X	X
Caprimulgiformes	<i>Basilinna leucotis</i>	White-eared Hummingbird	Colibrí orejiblanco	X	X
Apodiformes	<i>Chaetura vauxi</i>	Vaux's Swift	Vencejo de Vaux	X	
Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Black Vulture	Zopilote común	X	
Cathartiformes	<i>Cathartes aura</i>	Turkey Vulture	Buitre americano cabecirrojo	X	
Accipitriformes	<i>Buteo jamaicensis</i>	Red-tailed Hawk	Busardo Colirrojo	X	
Strigiformes	<i>Psiloscops flammeolus</i>	Flammulated Owl	Autillo flamulado	X	
Strigiformes	<i>Megascopus trichopsis</i>	Whiskered Screech-Owl	Tecolote bigotudo	X	
Strigiformes	<i>Bubo virginianus</i>	Great Horned Owl	Búho cornudo	X	
Strigiformes	<i>Ciccaba virgata</i>	Mottled Owl	Búho moteado	X	
Strigiformes	<i>Aegolius ridgwayi</i>	Unspotted Saw-whet Owl	Lechucita parda	X	
Trogoniformes	<i>Trogon mexicanus</i>	Mountain Trogon	Trogón mexicanus	X	X
Trogoniformes	<i>Trogon collaris</i>	Collared Trogon	Trogón acollarado	X	
Coraciiformes	<i>Aspatha gularis</i>	Blue-throated Motmot	Momoto Gorjazul	X	X
Piciformes	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Northern Emerald-Toucanet	Tucaneta Esmeralda del Norte	X	X
Piciformes	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Acorn Woodpecker	Carpintero bellotero	X	X
Piciformes	<i>melanerpes aurifrons</i>	Golden-fronted Woodpecker	Carpintero frentidorado	X	X
Piciformes	<i>Dryobates villosus</i>	Hairy woodpecker	Pico vellosa	X	X
Piciformes	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Golden-olive woodpecker	Carpintero cariblanco	X	X
Piciformes	<i>Colaptes auratus</i>	Northern Flicker	Carpintero de Pechera Común	X	X
Falconiformes	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Collared Forest-Falcon	Halcón montés collajero	X	X
Psittaciformes	<i>Bolborhynchus lineola</i>	Barred Parakeet	Perico barrado	X	X
Passeriformes	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Barred Antshrike	Batará barrado	X	
Passeriformes	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Spot-crowned Woodcreeper	Trepatroncos coronipunteado	X	
Passeriformes	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Ruddy Foliage-gleaner	Ticotico Castaño	X	X
Passeriformes	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Rose-throated Becard	Anambé degollado	X	X
Passeriformes	<i>Zimmerius vilissimus</i>	Guatemalan Tyrannulet	Mosquerito de Guatemala	X	X
Passeriformes	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Dusky-capped Flycatcher	Copetón capirotdado	X	X

Orden	Nombre científico	Nombre Inglés	Nombre español (local)	Punto de conteo	Grabadora
Passeriformes	<i>Megarynchus pitangua</i>	Boat-billed Flycatcher	Bienteveo pitanguá	X	
Passeriformes	<i>Myiozetetes similis</i>	Social Flycatcher	Bienteveo sociable	X	X
Passeriformes	<i>Mitrephanes phaeocerus</i>	Tufted Flycatcher	Mosquero moñudo común	X	X
Passeriformes	<i>Contopus pertinax</i>	Greater Pewee	Pibí mayor	X	X
Passeriformes	<i>Contopus virens</i>	Eastern Wood-Pewee	Pibí oriental		X
Passeriformes	<i>Empidonax affinis</i>	Pine Flycatcher	Mosquerito pinero	X	
Passeriformes	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Rufous-browed Peppershrike	Vireón cejirrufo	X	X
Passeriformes	<i>Vireo solitarius</i>	Blue-headed Vireo	Vireo solitario	X	
Passeriformes	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	Bushy-crested Jay	Chara centroamericana	X	X
Passeriformes	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Steller's Jay	Chara de Steller	X	X
Passeriformes	<i>Atticora pileata</i>	Black-capped Swallow	Golondrina Cabecinegra	X	
Passeriformes	<i>Psaltriparus minimus</i>	Bushtit	Sastrecillo	X	X
Passeriformes	<i>Certhia americana</i>	Brown Creeper	Trepadorcito americano	X	
Passeriformes	<i>Troglodytes aedon</i>	House Wren	Chochín criollo	X	X
Passeriformes	<i>Troglodytes rufociliatus</i>	Rufous-browed Wren	Chochín cejirrufo	X	X
Passeriformes	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Band-backed Wren	Cucarachero barrado	X	X
Passeriformes	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Rufous-naped Wren	Cucarachero nuquirrufo	X	
Passeriformes	<i>Cantorchilus modestus</i>	Cabanis's Wren	Cucarachero modesto	X	X
Passeriformes	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Gray-breasted Wood-Wren	Cucarachero pechigrís	X	X
Passeriformes	<i>Sialia sialis</i>	Eastern Bluebird	Azulejo oriental	X	
Passeriformes	<i>Myadestes occidentalis</i>	Brown-backed Solitaire	Solitario dorsipardo	X	X
Passeriformes	<i>Catharus frantzii</i>	Ruddy-capped Nightingale-Thrush	Zorzal gorgirrojo	X	X
Passeriformes	<i>Catharus ustulatus</i>	Swainson's Thrush	Zorzalito de Swainson	X	
Passeriformes	<i>Turdus grayi</i>	Clay-colored Thrush	Zorzal pardo	X	X
Passeriformes	<i>Turdus rufitorques</i>	Rufous-collared Robin	Zorzal cuellirrufo	X	X
Passeriformes	<i>Melanotis hypoleucus</i>	Blue-and-white Mockingbird	Mulato pechiblanco	X	X
Passeriformes	<i>Mimus gilvus</i>	Tropical Mockingbird	Sinsonte tropical	X	
Passeriformes	<i>Ptilonys cinereus</i>	Gray Silky-flycatcher	Capulinerio gris	X	X
Passeriformes	<i>Chlorophonia occipitalis</i>	Blue-crowned Chlorophonia	Clorofonia coroniazul	X	
Passeriformes	<i>Coccothraustes abeillei</i>	Hooded Grosbeak	Picogordo encapuchado	X	X
Passeriformes	<i>Spinus notatus</i>	Black-headed Siskin	Jilguero cabecinegro	X	X
Passeriformes	<i>Spinus psaltria</i>	Lesser Goldfinch	Jilguero menor	X	X
Passeriformes	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Common Chlorospingus	Chinchinero común	X	X

<b>Orden</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Inglés</b>	<b>Nombre español (local)</b>	<b>Punto de conteo</b>	<b>Grabadora</b>
Passeriformes	<i>Arremon brunneinucha</i>	Chestnut-capped Brushfinch	Cerquero coronicastaño	X	X
Passeriformes	<i>Zonotrichia capensis</i>	Rufous-collared Sparrow	Chingolo Común	X	X
Passeriformes	<i>Aimophila rufescens</i>	Rusty Sparrow	Chingolo Rojizo	X	
Passeriformes	<i>Pipilo maculatus</i>	Spotted Towhee	Toquí moteado	X	X
Passeriformes	<i>Atlapetes albinucha</i>	White-naped Brushfinch	Atlapetes nuquiblanco	X	X
Passeriformes	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Yellow-billed Cacique	Cacique piquiclaro	X	
Passeriformes	<i>Icterus Wagleri</i>	Black-vented Oriole	Turpial culinegro	X	
Passeriformes	<i>Dives dives</i>	Melodious Blackbird	Zanate cantor	X	X
Passeriformes	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Great-tailed Grackle	Zanate mexicano	X	X
Passeriformes	<i>Mniotilta varia</i>	Black-and-white Warbler	Reinita trepadora	X	
Passeriformes	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Tennessee Warbler	Reinita de Tennessee	X	X
Passeriformes	<i>Setophaga townsendi</i>	Townsend's Warbler	Reinita de Townsend	X	X
Passeriformes	<i>Setophaga chrysoparia</i>	Golden-cheeked Warbler	Reinita caridorada	X	
Passeriformes	<i>Setophaga virens</i>	Black-throated Green Warbler	Reinita dorsiverde	X	
Passeriformes	<i>Cardellina pusilla</i>	Wilson's Warbler	Chipe coroninegro	X	
Passeriformes	<i>Myioborus miniatus</i>	Slate-throated Redstart	Candelita plomiza	X	X
Passeriformes	<i>Piranga flava</i>	Hepatic Tanager	Piranga bermeja	X	
Passeriformes	<i>Piranga rubra</i>	Summer Tanager	Piranga Roja	X	
Passeriformes	<i>Piranga ludoviciana</i>	Western Tanager	Piranga carirroja	X	X
Passeriformes	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Rose-breasted Grosbeak	Picogrueso pechirroado	X	
Passeriformes	<i>Saltator atriceps</i>	Black-headed Saltator	Pepitero cabecinegro	X	X
Passeriformes	<i>Saltator grandis</i>	Cinnamon-bellied Saltator	Pepitero grisáceo	X	X

**Anexo 5.** Listado de aves del proyecto “Conservación y manejo sostenible del paisaje forestal volcán Acatenango, Cerro Sanay y Montaña El Socó”

Estatus IUCN	Método				Especie registrada
	Audiomoth	Punto conteo	Cámara trampa	Recorridos	
LC	X	X		X	<i>Myadestes occidentalis</i>
LC	X	X	X	X	<i>Troglodytes rufociliatus</i>
LC	X	X		X	<i>Henicorhina leucophrys</i>
LC	X	X		X	<i>Campylorhynchus zonatus</i>
LC	X	X	X	X	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>
LC	X	X		X	<i>Myioborus miniatus</i>
LC	X	X		X	<i>Aspatha gularis</i>
LC	X	X	X	X	<i>Melanotis hypoleucus</i>
LC	X	X	X	X	<i>Arremon brunneinucha</i>
LC	X	X	X	X	<i>Colaptes auratus</i>
LC	X	X	X	X	<i>Clibanornis rubiginosus</i>
LC	X	X	X	X	<i>Dactylortyx thoracicus</i>
LC	X	X		X	<i>Trogon collaris</i>
LC	X	X	X	X	<i>Dendrortyx leucophrys</i>
LC	X	X		X	<i>Leptotila yerreauxi</i>
LC	X	X		X	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>
LC	X	X		X	<i>Cyclarhis gujanensis</i>
LC	X	X	X	X	<i>Turdus rufitorques</i>
LC	X	X		X	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
LC	X			X	<i>Cantorchilus modestus</i>
NT	X	X		X	<i>Contopus cooperi</i>
LC	X			X	<i>Dives dives</i>
LC	X	X		X	<i>Chlorospingus flavopectus</i>
LC	X	X		X	<i>Trogon mexicanus</i>
LC	X			X	<i>Piaya cayana</i>
LC	X			X	<i>Quiscalus mexicanus</i>
LC	X	X		X	<i>Dryobates villosus</i>
LC	X	X		X	<i>Turdus grayi</i>
LC	X			X	<i>Bolborhynchus lineola</i>
LC	X		X	X	<i>Catharus aurantirostris</i>
LC	X	X			<i>Saltator coerulescens</i>
LC	X	X		X	<i>Ptiliogonys cinereus</i>
LC	X			X	<i>Myiozetetes similis</i>
LC	X	X		X	<i>Antrostomus arizonae</i>
LC	X	X			<i>Ciccaba virgata</i>
VU	X	X	X	X	<i>Penelopina nigra</i>
LC	X			X	<i>Saltator atriceps</i>

Estatus UICN	Método				Especie registrada
	Audiomoth	Punto conteo	Cámara trampa	Recorridos	
LC	X		X	X	<i>Catharus_frantzii</i>
LC	X	X		X	<i>Hylocharis_leucotis</i>
-	X			X	<i>Psittacara_streuous</i>
LC	X				<i>Amblycercus_holosericeus</i>
LC	X			X	<i>Pachyramphus_aglaiae</i>
LC	X			X	<i>Micrastur_semitorquatus</i>
LC	X	X		X	<i>Psaltriparus_minimus</i>
LC	X			X	<i>Zenaida_asiatica</i>
LC	X		X		<i>Atlapetes_albinucha</i>
LC	X			X	<i>Megarynchus_pitangua</i>
LC	X				<i>Cyanocitta_stelleri</i>
LC	X			X	<i>Eugenes_fulgens</i>
LC	X	X		X	<i>Setophaga_townsendi</i>
LC	X	X		X	<i>Nyctidromus_albicollis</i>
LC	X			X	<i>Troglodytes_aedon</i>
LC	X			X	<i>Melanerpes_aurifrons</i>
LC	X			X	<i>Colibri_thalassinus</i>
LC	X				<i>Amazilia_cyanocephala</i>
LC	X			X	<i>Columbina_inca</i>
LC	X	X			<i>Lepidocolaptes_affinis</i>
LC	X	X			<i>Patagioenas_flavivrostris</i>
LC	X	X			<i>Megascops_trichopsis</i>
LC	X		X		<i>Zentrygon_albifacies</i>
LC	X	X		X	<i>Piranga_flava</i>
LC	X			X	<i>Passer_domesticus</i>
LC	X				<i>Catharus_ustulatus</i>
LC	X	X		X	<i>Zonotrichia_capensis</i>
LC	X		X		<i>Melozone_leucotis</i>
LC	X				<i>Aegolius_ridgwayi</i>
LC	X			X	<i>Oreothlypis_superciliosa</i>
LC	X				<i>Turdus_plebejus</i>
LC	X			X	<i>Buteo_jamaicensis</i>
LC	X			X	<i>Molothrus_aeneus</i>
LC	X	X			<i>Bubo_virginianus</i>
LC	X			X	<i>Turdus_infuscatus</i>
LC	X				<i>Glaucidium_gnoma</i>
LC			X		<i>Basileuterus_belli</i>
LC			X		<i>Grallaria_guatemalensis</i>
LC			X		<i>Seiurus_aurocapilla</i>

Estatus UICN	Método				Especie registrada
	Audiomoth	Punto conteo	Cámara trampa	Recorridos	
LC			X		<i>Cardellina versicolor</i>
LC			X		<i>Junco phaeonotus</i>
LC			X		<i>Helmitheros vermivorum</i>
VU			X		<i>Cyrtonyx ocellatus</i>
LC		X		X	<i>Coragyps atratus</i>
LC		X			<i>Falco sparverius</i>
-		X			<i>Zimmerius vilissimus</i>
LC		X			<i>Contopus pertinax</i>
LC		X			<i>Empidonax hammondi</i>
LC		X			<i>Vireo solitarius</i>
LC		X			<i>Aimophila rufescens</i>
LC		X		X	<i>Pipilo maculatus</i>
LC		X			<i>Icterus galbula</i>
LC		X			<i>Geothlypis tolmiei</i>
LC		X		X	<i>Cardellina pusilla</i>
LC		X			<i>Atthis ellioti</i>
LC		X			<i>Diglossa baritula</i>
LC		X		X	<i>Vireo plumbeus</i>
LC		X			<i>Leiothlypis peregrina</i>
LC		X		X	<i>Pheucticus ludovicianus</i>
LC		X			<i>Lampornis amethystinus</i>
LC		X			<i>Archilochus colubris</i>
LC		X			<i>Abeillia abeillei</i>
LC		X		X	<i>Cathartes aura</i>
LC		X			<i>Mitrephanes phaeocercus</i>
LC		X		X	<i>Atticora pileata</i>
LC		X		X	<i>Coccothraustes abeillei</i>
LC		X			<i>Spinus notatus</i>
LC		X			<i>Setophaga virens</i>
LC		X			<i>Piranga ludoviciana</i>
EN		X		X	<i>Setophaga chrysoparia</i>
LC		X		X	<i>Columbina passerina</i>
LC		X			<i>Melanerpes formicivorus</i>
LC				X	<i>Bombycilla cedrorum</i>
LC	X			X	<i>Colaptes rubiginosus</i>
LC				X	<i>Passerina cyanea</i>
LC				X	<i>Passerina ciris</i>
LC				X	<i>Peucedramus taeniatus</i>
LC				X	<i>Tyrannus verticalis</i>

Estatus UICN	Método				Especie registrada
	Audiomoth	Punto conteo	Cámara trampa	Recorridos	
LC				X	<i>Sialia_sialis</i>
LC				X	<i>Thamnophilus_doliatus</i>
LC				X	<i>Xenotriccus_callizonus</i>
LC				X	<i>Icterus_chrysater</i>
LC				X	<i>Euphonia_elegantissima</i>
LC				X	<i>Aeronautes_saxatalis</i>
LC				X	<i>Mniotilta_varia</i>
LC				X	<i>Basileuterus_rufifrons</i>
LC				X	<i>Lampornis_viridipallens</i>
LC				X	<i>Thraupis_abbas</i>
LC				X	<i>Amazilia_beryllina</i>
LC				X	<i>Glaucidium_brasilianum</i>
LC				X	<i>Sayornis_nigricans</i>
LC				X	<i>Stelgidopteryx_serripennis</i>
LC				X	<i>Melospiza_biarcuata</i>
LC				X	<i>Cyanerpes_cyaneus</i>
LC				X	<i>Sporophila_moreletii</i>
LC				X	<i>Streptoprocne_zonaris</i>
EN				X	<i>Oreophasis_derbianus</i>

**Anexo 6.** Presupuesto para el método presencial (puntos de conteo).

Puntos de conteo	Costo unitario (GTQ)	Costo (día) GTQ	Costo (GTQ) (considerando 12 días de ejecución)
<b>Costos fijos (24.46%)</b>			
1 binoculares			1,990.00
1 cámara fotográfica			10,000.00
Guía de identificación de aves			255.00
<b>Subtotal</b>	12,245.00		
<b>Costos variables (75.54%)</b>			
Costo del guardabosque como guía (12 días laborados)	176.55	353.10	4,237.20
Costo de algún especialista en aves contratado (por día) (contratado 12 días)		1,705.00	20,460.00

Transporte Pick-up 4x4 (depreciación de vehículo)		781.65	9,379.80
Combustible (por día)		131.25	1,575.00
Alimentación 2 personas		180.00	2,160.00
<b>Subtotal</b>		37,812.00	
<b>Total</b>		<b>3,151.00</b>	<b>50,057.50</b>

**Anexo 7.** Presupuesto para el método no presencial (grabadoras).

<b>AudioMoth</b>	<b>Costo unitario (GTQ)</b>	<b>Costo (día) GTQ</b>	<b>Costo (GTQ) (considerando 12 días de ejecución)</b>
<b>Costos fijos (39.9%)</b>			
Baterías del audiomoth			720
Costo de audiomoth (2 unidades utilizadas en muestreo)			1,980.00
Computadora laptop			9,620.00
Disco duro externo 2 TB			663.5
4 memorias SD			240
<b>Subtotal</b>		13,223.50	
<b>Costos variables (60.10%)</b>			
Costo del guardabosque para colocar audiomoth (12 días laborados)	176.55	353.1	4,237.20
Costo de identificador (4 horas de trabajo) - 12 días (sin traslado, porque se envía audio)	193.75	755.00	9,300.00
<b>Subtotal</b>		13,537.20	
<b>Total</b>		<b>1,128.10</b>	<b>26,760.70</b>

**Nota:** el costo de transporte, combustible y alimentación solo se incluyen en el presupuesto de muestreo no presencial al definir los sitios de muestreo. Posteriormente, no se incluyen debido a que el costo de la instalación de las grabadoras se les da a los guarda recursos y está incluido en el presupuesto. Además, los audios registrados se entregarán vía correo electrónico al especialista.

**Anexo 8.** Listado de aves en orden taxonómico para la Montaña El Socó (elaboración propia basado en datos recolectados y compartidos en Ebird).

Orden	Familia	Especie	Nombre Inglés	Nombre español (local)
Galliformes	Cracidae	<i>Penelopina nigra</i>	Highland Guan	Pava pajuil
Galliformes	Odontophoridae	<i>Dendrortyx leucophrys</i>	Buffy-crowned Wood-Partridge	Codorniz coluda centroamericana
Galliformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Singing quail	Colín cantor
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Red-billed Pigeon	Paloma piquirroja
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Common Ground Dove	Tortolita pico rojo
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	White-tipped Dove	Paloma montaraz común
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	White-winged Dove	Zenaida aliblanca
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Common Pauraque	Chotacabras pauraque
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus arizonae</i>	Mexican Whip-poor-will	Chotacabras Cuerporruín mexicano
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Mexican Violetear	Colibrí ojiazul
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis amethystinus</i>	Amethyst-throated Mountain-gem	Colibrí amatistino
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Ruby-throated Hummingbird	Colibrí Gorjirubí
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus ellioti</i>	Wine-throated Hummingbird	Colibrí de Elliot
Apodiformes	Trochilidae	<i>Abeillia abeillei</i>	Emerald-chinned Hummingbird	Colibrí de Abeillé
Apodiformes	Trochilidae	<i>Saucerottia cyanocephala</i>	Azure-crowned Hummingbird	Amazilia Coroniazul
Apodiformes	Trochilidae	<i>Basilinna leucotis</i>	White-eared Hummingbird	Colibrí orejiblanco
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vaux's Swift	Vencejo de Vaux
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Black Vulture	Zopilote común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Turkey Vulture	Buitre americano cabecirrojo
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Red-tailed Hawk	Busardo Colirrojo
Strigiformes	Strigidae	<i>Psiloscoops flammeolus</i>	Flammulated Owl	Autillo flamulado
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascopus trichopsis</i>	Whiskered Screech-Owl	Tecolote bigotudo
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Great Horned Owl	Búho cornudo
Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Mottled Owl	Búho moteado
Strigiformes	Strigidae	<i>Aegolius ridgwayi</i>	Unspotted Saw-whet Owl	Lechucita parda
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Mountain Trogon	Trogón mexicanus
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Collared Trogon	Trogón acollarado
Coraciiformes	Momotidae	<i>Aspatha gularis</i>	Blue-throated Motmot	Momoto Gorjiazul
Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Northern Emerald-Toucanet	Tucaneta Esmeralda del Norte
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Acorn Woodpecker	Carpintero bellotero
Piciformes	Picidae	<i>melanerpes aurifrons</i>	Golden-fronted Woodpecker	Carpintero frentidorado

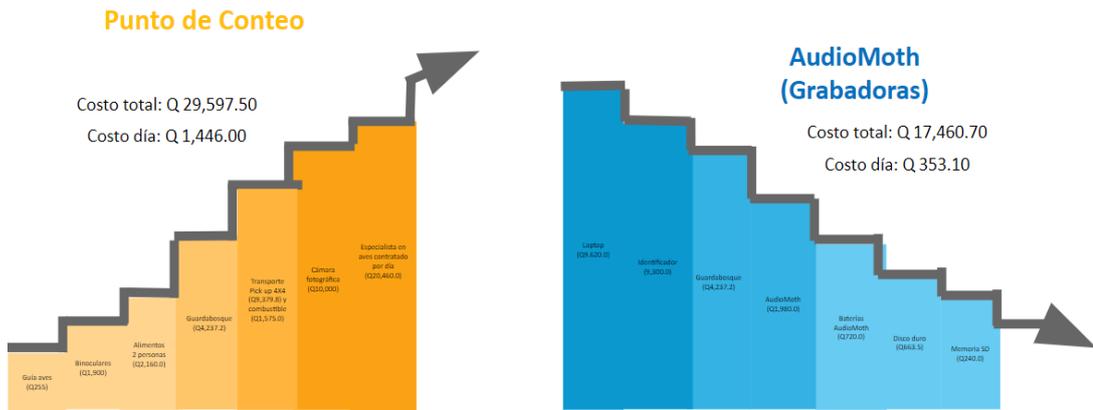
Orden	Familia	Especie	Nombre Inglés	Nombre español (local)
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates villosus</i>	Hairy woodpecker	Pico vellosos
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Golden-olive woodpecker	Carpintero cariblanco
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Northern Flicker	Carpintero de Pechera Común
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Collared Forest-Falcon	Halcón montés collajero
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Bolborhynchus lineola</i>	Barred Parakeet	Perico barrado
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Barred Antshrike	Batará barrado
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Spot-crowned Woodcreeper	Trepatroncos coronipunteado
Passeriformes	Furnariidae	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Ruddy Foliage-gleaner	Ticotico Castaño
Passeriformes	Tyriridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Rose-throated Becard	Anambé degollado
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Zimmerius vilissimus</i>	Guatemalan Tyrannulet	Mosquerito de Guatemala
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Dusky-capped Flycatcher	Copetón capirotdado
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Boat-billed Flycatcher	Bienteveo pitanguá
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Social Flycatcher	Bienteveo sociable
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mitrephanes phaeocerus</i>	Tufted Flycatcher	Mosquero moñudo común
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus pertinax</i>	Greater Pewee	Pibí mayor
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Eastern Wood-Pewee	Pibí oriental
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax affinis</i>	Pine Flycatcher	Mosquerito pinero
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Rufous-browed Peppershrike	Vireón cejirrufo
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	Blue-headed Vireo	Vireo solitario
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	Bushy-crested Jay	Chara centroamericana
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Steller's Jay	Chara de Steller
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Atticora pileata</i>	Black-capped Swallow	Golondrina Cabecinegra
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Bushtit	Sastrecillo
Passeriformes	Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Brown Creeper	Trepadorcito americano
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	House Wren	Chochín criollo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes rufociliatus</i>	Rufous-browed Wren	Chochín cejirrufo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Band-backed Wren	Cucarachero barrado
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Rufous-naped Wren	Cucarachero nuquirrufo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cantorchilus modestus</i>	Cabanis's Wren	Cucarachero modesto
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Gray-breasted Wood-Wren	Cucarachero pechigrís
Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Eastern Bluebird	Azulejo oriental
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Brown-backed Solitaire	Solitario dorsipardo
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus frantzii</i>	Ruddy-capped Nightingale-Thrush	Zorzal gorgirrojo
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Swainson's Thrush	Zorzalito de Swainson

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre Inglés</b>	<b>Nombre español (local)</b>
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Clay-colored Thrush	Zorzal pardo
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufitorques</i>	Rufous-collared Robin	Zorzal cuellirrufo
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanotis hypoleucus</i>	Blue-and-white Mockingbird	Mulato pechiblanco
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Tropical Mockingbird	Sinsonte tropical
Passeriformes	Ptiliogonidae	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Gray Silky-flycatcher	Capulinerio gris
Passeriformes	Fringillidae	<i>Chlorophonia occipitalis</i>	Blue-crowned Chlorophonia	Clorofonia coroniazul
Passeriformes	Fringillidae	<i>Coccothraustes abeillei</i>	Hooded Grosbeak	Picogordo encapuchado
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Black-headed Siskin	Jilguero cabecinegro
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Lesser Goldfinch	Jilguero menor
Passeriformes	Passerellidae	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Common Chlorospingus	Chinchinero común
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	Chestnut-capped Brushfinch	Cerquero coronicastaño
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Rufous-collared Sparrow	Chingolo Común
Passeriformes	Passerellidae	<i>Aimophila rufescens</i>	Rusty Sparrow	Chingolo Rojizo
Passeriformes	Passerellidae	<i>Pipilo maculatus</i>	Spotted Towhee	Toquí moteado
Passeriformes	Passerellidae	<i>Atlepetes albinucha</i>	White-naped Brushfinch	Atlapetes nuquiblanco
Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Yellow-billed Cacique	Cacique piquiclaro
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus Wagleri</i>	Black-vented Oriole	Turpial culinegro
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Melodious Blackbird	Zanate cantor
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Great-tailed Grackle	Zanate mexicano
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Black-and-white Warbler	Reinita trepadora
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Tennessee Warbler	Reinita de Tennessee
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga townsendi</i>	Townsend's Warbler	Reinita de Townsend
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga chrysoparia</i>	Golden-cheeked Warbler	Reinita caridorada
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Black-throated Green Warbler	Reinita dorsiverde
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Wilson's Warbler	Chipe coroninegro
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Slate-throated Redstart	Candelita plomiza
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Hepatic Tanager	Piranga bermeja
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Summer Tanager	Piranga Roja
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Western Tanager	Piranga carirroja
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Rose-breasted Grosbeak	Picogruoso pechirrosado
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Black-headed Saltator	Pepitero cabecinegro
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator grandis</i>	Cinnamon-bellied Saltator	Pepitero grisáceo

## Anexo 9. Eficiencia económica del método presencial y no presencial según los presupuestos generados.

### Eficiencia económica

Empleando las grabadoras se consigue una **reducción del costo total de 41.82%** en comparación a los puntos de conteo



**Nota:** la eficiencia económica corresponde a los costos utilizados para realizar esta investigación. Es decir, no se incluyen los costos del experto en identificación de aves. Por otro lado, los anexo 6 y 7 describen los presupuestos sugeridos para replicar esta investigación.