



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Carrera de Biología, Ecología y Gestión

**REPRODUCCIÓN EN AVES
PASSERIFORMES Y SU RELACIÓN CON
LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS EN EL
PARQUE NACIONAL CAJAS**

Autora:

Ruth Doménica González Sarmiento

Director:

Boris Adrián Tinoco Molina

**Cuenca – Ecuador
2021**

DEDICATORIA

A Dios por elegirme como un instrumento de
bien.

A mi madre que me inculcó el amor por la naturaleza, por su apoyo y ser mi
ejemplo a seguir.

A mi padre que es mi mejor mentor.

A mis hermanas Daniela y Fiorella por ser mi inspiración y mejores amigas.

A ti, por ser mi apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Boris Tinoco por sus conocimientos impartidos, su apoyo y ayuda durante este proceso.

A David Siddons y Sebastián Padrón por su ayuda y tiempo brindado además de sus comentarios y sugerencias que fueron de gran ayuda.

A mi familia que me brindó su apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis amigos por compartir junto a mi esta pasión por la naturaleza y hacer de mi vida universitaria una de las mejores etapas.

A mis profesores que fueron mis guías y me dieron la motivación para no rendirme. Me llevo cada una de sus enseñanzas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN:	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT:	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 METODOLOGÍA	4
1.1 Área de estudio.....	4
1.2 Diseño experimental	5
1.3 Método de monitoreo.....	7
1.4 Estaciones climáticas	7
1.5 Selección de especies.....	8
1.6 Análisis estadísticos.....	11
CAPÍTULO 2 RESULTADOS	13
2.1 Especies en reproducción y estaciones climáticas.....	14
2.2 Análisis por especie.....	15
2.3 Relación de especies en reproducción y precipitación.....	16
CAPÍTULO 3 DISCUSIONES	18
CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitios de estudio Llaviuco, PNC y Mazán, provincia del Azuay.....	5
Figura 2. Localidades de estudio (matorral joven, matorral maduro) valle de Llaviuco y (bosque nativo, bosque exótico) en el valle de Mazán.....	6
Figura 3. Porcentaje de individuos paseriformes reproductores sumado en los años de estudio 2006-2016.....	14
Figura 4. Gráficos de barras mostrando el número de capturas de individuos reproductivos en el eje x y el porcentaje por especie de machos y hembras en tres estaciones climáticas. ATLA: <i>Atlapetes latinuchus</i> , BACO: <i>Basileuterus coronatus</i> , BANI: <i>Basileuterus nigrocristatus</i> , BUTO: <i>Buarremon torquatus</i> , DICY: <i>Diglossopsis cyanea</i> , DIHU: <i>Diglossa humeralis</i> , MYME: <i>Myioborus melanocephalu</i> , SCLA: <i>Scytalopus latrans</i> , SYAZ: <i>Synallaxis azarae</i> , TAVA: <i>Tangara vassorii</i>	16
Figura 5. Gráfico que muestra el promedio de la precipitación mensual del año 2006 al 2016, los meses y el porcentaje de individuos reproductivos machos y hembras.....	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies seleccionadas en el estudio, código de aves, edad y sexo.....	9
Tabla 2. Códigos de desarrollo para determinar el parche de incubación.....	10
Tabla 3. Códigos de desarrollo para determinar el parche cloacal.....	11
Tabla 4. Datos de individuos hembras en reproducción.	13
Tabla 5. Datos de individuos machos en reproducción.....	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Gráficos de barras mostrando el número de capturas de individuos reproductivos en el eje x y el porcentaje por especie de machos y hembras en tres estaciones climáticas. ANIG: Anisognathus igniventris, ANPA: Anairetes parulus, CAIN: Catamenia inornata, CIPL: Cistothorus platensis, COCI: Conirostrum cinereum, DUTA: Dubusia taeniata, GLJA: Glaucidium jardinii, GRRU: Grallaria rufula, HEGU: Hellmayrea gularis, HESU: Hemispingus superciliaris, MASQ: Margarornis squamiger, MELE: Mecocerculus leucophrys, OCCI: Ochthoeca cinnamomeiventris, OCFR: Ochthoeca frontalis, THFL: Thripadectes flammulatus, TRSO: Troglodytes solstitialis, TUFU: Turdus fuscater, ZOCA: Zonotrichia capensis.	29
Anexo 2: Tabla con datos del total de especies capturadas y su porcentaje de reproducción en hembras.	30
Anexo 3: Tabla con datos del total de especies capturadas y su porcentaje de reproducción en machos.....	31

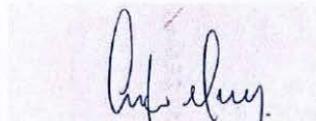
RESUMEN:

La reproducción de aves en los trópicos ha sido poco estudiada y no se conoce con exactitud qué factores influyen en el comportamiento reproductivo. Mediante el programa de monitoreo de aves altoandinas en el Parque Nacional Cajas establecido desde el año 2006, se evaluó la influencia de tres estaciones climáticas en la reproducción de aves paseriformes. Para el monitoreo se usó el método de anillamiento y captura-recaptura con redes de neblina. Los resultados indican que las aves tienen mayor afinidad a las estaciones climáticas con mayores fluctuaciones de precipitación. Esta investigación muestra la necesidad de realizar más estudios acerca de la biología reproductiva de las aves en los trópicos y a nivel local.

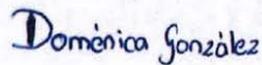
Palabras clave: altos Andes, aves altoandinas, biología reproductiva, precipitación, Parque Nacional Cajas.



Dr. Boris Adrián Tinoco Molina
Director del trabajo de titulación



Dr. Antonio Crespo Ampudia
Coordinador de Escuela



Autora

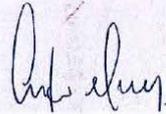
ABSTRACT:

The reproduction of birds in the tropics has been studied little and it is not known exactly what factors influence reproductive behavior. Through the monitoring program of high Andean birds in Cajas National Park established since 2006, the influence of three climatic stations on the reproduction of passerine birds was evaluated. For monitoring, the method of ringing and capture-recapture with fog nets was used. The results indicate that birds have greater affinity for climatic seasons with greater precipitation fluctuations. This research shows the need to carry out more studies about the reproductive biology of birds in the tropics and locally.

Keywords: high Andes, high Andean birds, reproductive biology, precipitation, Cajas National Park.



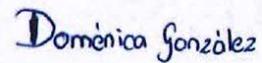
Dr. Boris Adrián Tinoco Molina
Thesis director



Dr. Antonio Crespo Ampudia
Faculty Coordinator



Translate by



Ruth Doménica González Sarmiento

González Sarmiento Ruth Doménica

Trabajo de titulación

Tinoco Molina Boris Adrián, PhD

2021

REPRODUCCIÓN EN AVES PASSERIFORMES Y SU RELACIÓN CON LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS EN EL PARQUE NACIONAL CAJAS.

INTRODUCCIÓN

La reproducción es clave en el ciclo de vida de las aves, implicando gasto energético de tipo fisiológico (ej. Gestación y cuidado parental) y ecológico (ej. Depredación, disminución de la movilidad en hembras reproductivas) (Echeverry & Córdoba, 2008; Guilarte et al., 2009). De manera evolutiva los animales han ajustado sus historias de vida a los entornos estacionales en los que habitan; así, la reproducción en aves ocurre cuando los recursos alimenticios son óptimos para asegurar la supervivencia de los juveniles y sus progenitores (Dixit & Singh, 2011). En las zonas templadas se tiene una amplia información acerca de la reproducción de las aves y sus tiempos de cría, sin embargo, en las zonas tropicales esta información es escasa (Hau, 2001). En el hemisferio sur las historias de vida son más complejas y variables por lo que, entender la biología reproductiva de las aves Neotropicales es fundamental. Por otro lado, las aves son susceptibles a cambios ambientales bruscos que alteran sus ciclos de reproducción y nidada, recopilar información sobre la biología y estacionalidad reproductiva es primordial para entender sus comportamientos a futuro (Bateman et al., 2020; Marques-Santos et al., 2015).

En zonas templadas las condiciones climáticas son predecibles y las aves han desarrollado dependencia al fotoperiodo, en donde la duración del día es la señal para dar inicio a las funciones fisiológicas de reproducción, muda y migración (Dixit & Singh, 2011; Moore et al., 2005). En el Neotrópico los períodos reproductivos no han podido ser delimitados con claridad debido a que no se conoce con exactitud las señales ambientales que influyen en los cambios fisiológicos de las aves, sin embargo,

en los bosques tropicales las fluctuaciones en la precipitación podrían ser un factor determinante en la reproducción de aves en la región (Echeverry & Córdoba, 2008; Tinoco, 2009; Williams & Middleton, 2008). Además, estas fluctuaciones producen cambios en la vegetación y afectan directamente a la abundancia de alimento, que dan como resultado temporadas de reproducción más largas en los trópicos a diferencia de la zona templada (Hau, 2001; Stutchbury & Morton, 2008).

Por otro lado, los trópicos son los ecosistemas más propensos a sufrir cambios relacionados con el actual cambio climático que experimenta el planeta (Herzog et al., 2012; Lawler et al., 2009; Şekercioğlu et al., 2012). Estos cambios influyen de manera directa e indirecta en el comportamiento de las aves, por ejemplo, en la búsqueda de alimento, en los eventos reproductivos (e.g. tamaño del huevo, éxito de anidación), cambios en la distribución y tamaño de la población (Williams & Middleton, 2008).

Varios estudios han aportado información acerca de los factores que influyen en la reproducción de las aves en los trópicos como; los efectos de la lluvia en la reproducción de aves en una región neotropical semiárida, factores estacionales e impredecibles sobre la supervivencia de las aves y la fenología de las aves tropicales en relación con la abundancia y explotación de los recursos alimentarios (Cavalcanti et al., 2016; França et al., 2020; Poulin et al., 1992). Investigaciones sobre la influencia de la estacionalidad en la reproducción en Panamá, la influencia de la precipitación en la muda y ciclos reproductivos de aves en Venezuela y Brasil, así como señales climáticas de temperatura y humedad para dar inicio a la reproducción (Araujo et al., 2017; Piratelli, 2012; Tarroux et al., 2003; Wikelski et al., 2003), muestran un aporte importante para la reproducción en el Neotrópico. Otra investigación determinó como la elevación es un factor importante que influye en la fisiología y reproducción de las aves (Cardona-Salazar et al., 2021). Estudios de recopilación de datos acerca de la biología reproductiva de las aves en la región tumbesina en el suroeste de Ecuador y noroeste de Perú son de ayuda para reforzar investigaciones acerca de la reproducción estacional de las aves a nivel local (Greeney et al., 2020).

El monitoreo en aves es una herramienta muy útil, usada para detectar cambios ambientales, alteraciones en la ecología y abundancia de las poblaciones (Koskimies et al., 1989; Villaseñor Gómez & Satana, 2002). Las aves han sido consideradas como buenos indicadores biológicos debido a que son sensibles ante los cambios ambientales y proporcionan datos útiles para la conservación. El método de monitoreo de captura-

recaptura con redes de neblina a largo plazo, permite obtener datos sobre periodos de migración, anidación, tamaños poblacionales y distribución, etc. De igual manera el anillar aves es un método que proporciona información detallada sobre el estado de una población a lo largo del tiempo y aporta datos sobre la demografía poblacional, proporción de edades y sexos, longevidad, entre otras (Villaseñor & Satana, 2002).

El objetivo de esta investigación fue conocer si los eventos reproductivos de las aves passerinas están siendo influenciados por las estaciones climáticas en el Parque Nacional Cajas. Para esto se analizó la proporción de aves en estado reproductivo con relación a tres estaciones climáticas y de esta manera evaluar su estacionalidad reproductiva. Este estudio permitirá comprender y aportar información acerca del comportamiento reproductivo de aves en los trópicos.

CAPÍTULO 1

METODOLOGÍA

1.1 Área de estudio.

El estudio se desarrolló en dos localidades al sur del Ecuador, en el valle de Llaviuco ($2^{\circ}51'56.91''\text{S}$, $79^{\circ}11'38.75''\text{O}$), dentro del Parque Nacional Cajas (PNC), y la reserva Mazán ($2^{\circ}5'204.64''\text{S}$, $79^{\circ}05'07.00''\text{O}$), en la provincia del Azuay (**Figura 1**).

El valle de Llaviuco es de origen glaciar por lo que en su composición se puede distinguir pendientes rocosas y pronunciadas, ríos y lagunas (Chacón, 2016). Se encuentra ubicado a 17 km de la ciudad de Cuenca. Las actividades antropogénicas en esta zona han ocasionado modificaciones en el suelo debido al uso ganadero y agrícola. Actualmente es un área de conservación cuyo manejo está dado por ETAPA (Ministerio del Ambiente y Agua (MAE), 2009). Se encuentra ubicado en la parte más baja del PNC a los 3160 m snm con una temperatura promedio que bordea los 8°C y los 12°C (Chacón, 2016). Es considerado como Bosque Montano de los Andes Tropicales (Sierra, 1999), su vegetación se encuentra en constante cambio debido a la antigua explotación forestal, por lo que se puede distinguir dos zonas; una de bosque primario que contiene una gran cantidad de árboles maduros y el bosque secundario resultado del raleo del bosque primario en donde se encuentran especies pioneras como *Rubus* sp y *Weinmannia* sp (Toral, 1996).

La reserva Mazán se encuentra ubicada a 20km de la ciudad de Cuenca, asentado en un valle glaciar cuya gradiente altitudinal está entre 2800 y los 4137 m snm. Es un área que fue sometida a explotación selectiva de árboles en los años 1976 y 1983. Es considerado bosque altoandino (Sierra, 1999). La temperatura media anual está entre los 10°C y los 20°C , con una precipitación media anual de 1000mm. Se caracteriza por tener varias comunidades vegetales: páramo, bosque nativo (maduro, secundario) y pastizal (Bermeo,2014; Maldonado,2012; Valdiveso,2017).

Área de estudio

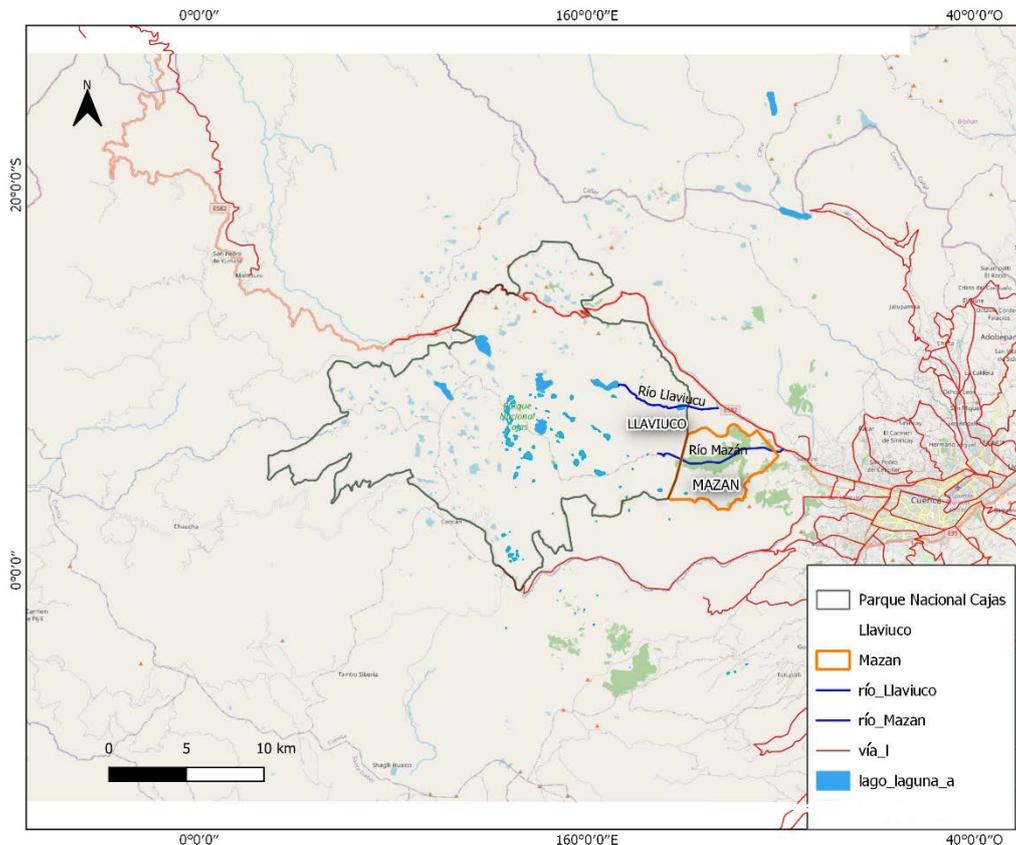


Figura 1. Sitios de estudio Llaviuco, PNC y Mazán, provincia del Azuay.
Fuente: IGM,250k (2013).

1.2 Diseño experimental

Localidades de muestreo

En el valle de Llaviuco se establecieron dos localidades de muestreo: 1) **Matorral joven**, que presenta pastos y arbusto en primeras etapas de sucesión, como *Barnadesia arborea*, *Brachyotum sp.*, *Rubus floribundus* y *Salvia corrugata* y 2) **Matorral maduro**, que se ubica en la parte final del valle de Llaviuco, posee especies características como *Brugmansia sanguinea*, *Miconia sp.* y *Salvia corrugata*, en este sitio el proceso de sucesión vegetal es más antiguo que en el matorral joven.

En el valle de Mazán se establecieron otras dos localidades: 1) **Bosque exótico** ubicado en la parte baja del valle a 3027 m snm, formado por bosque mixto de árboles exóticos como eucalipto (*Eucaliptus globulus*) y pino (*Pinus patula*); y sotobosque con especies nativas como la mora silvestre (*Rubus sp.*) y la chilca (*Baccharis sp.*); 2) **Bosque**

nativo, este sitio se encuentra en avanzado estado de sucesión, se localiza en la parte media del valle a 3100 m snm y su composición florística está dominada por árboles como *Hedyosmum cumbalense*, *Symplocos quitensis* y *Myrcianthes sp.* En el subdosel son comunes *Miconia bracteolata*, *Viburnum triphyllum* y *Oreopanax avicenniifolius* (**Figura 2**).

En el área de estudio las lluvias son bimodales y presentan mayores picos de precipitación en los meses de abril y octubre, en cuanto a los meses entre junio y agosto se da una marcada estación seca (Celleri et al., 2007).

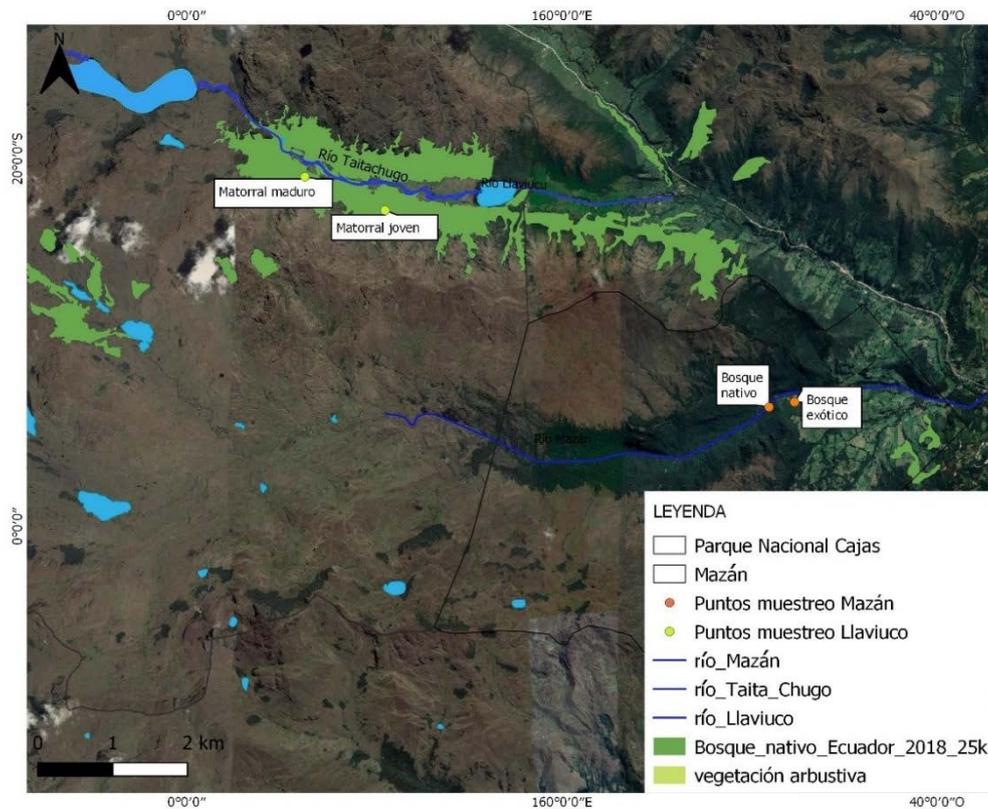


Figura 2. Localidades de estudio (matorral joven, matorral maduro) valle de Llaviuco y (bosque nativo, bosque exótico) en el valle de Mazán.

Fuente: IGM,250k (2013); MAE (2015).

1.3 Método de monitoreo

El Plan de Monitoreo de aves altoandinas en el Parque Nacional Cajas se viene desarrollando desde el año 2006. Para monitorear las aves se usó el método de anillamiento y captura-recaptura con redes de neblina. Las redes de captura son consideradas como el método más idóneo para monitorear aves debido a que permiten conocer la demografía de una población (Baillie et al., 1993; Ralph et al., 1996). De igual forma, el anillamiento de individuos aporta información sobre la migración y supervivencia de los individuos (Robinson et al., 2011).

Para la captura de aves se usaron redes de neblina de 12 m de largo y 2.5 m de alto (30 mm ojo de malla) (Ralph et al., 1996), en las localidades de matorral joven, matorral maduro y bosque exótico se trabajó con 20 redes, mientras que en el bosque nativo con 25. Las redes fueron ubicadas a lo largo o perpendicular a los senderos en los sitios de estudio. En cada localidad las redes se abrieron durante dos días consecutivos, desde el amanecer hasta el atardecer con un total de once horas, y desde el amanecer hasta las 11h00 del día dos con un total de cinco horas, completando un total de 16 horas. En los sitios de matorral joven, matorral maduro y bosque exótico se monitoreo un total de 320 horas red, mientras que en el bosque nativo 400 horas red.

En el proceso de capturas, se dio prioridad a las hembras con parches de incubación completamente desarrollados e inmaduros dependientes de sus progenitores, los cuales fueron liberados en los sitios de captura. En cuanto al anillamiento de aves passerinas se usaron anillos de aluminio con una numeración única y varios tamaños: 0A, 0, 1, 1B, 1A, 2, 3, 4 y 5. Los anillos fueron ubicados debajo de la articulación metatarsal, en este monitoreo se empleó anillos no mayores a 4.

1.4 Estaciones climáticas

Los muestreos de aves se clasificaron en tres estaciones climáticas: Lluviosa Principal (muestreos entre marzo-abril); Seca (muestreos entre agosto-septiembre); Lluviosa Secundaria (muestreos entre noviembre-diciembre). La precipitación media mensual de estas estaciones oscila entre los 660 y 1100mm (Celleri et al., 2007)

1.5 Selección de especies.

Se seleccionaron aves del orden Passeriformes debido a que es uno de los grupos más representativos en los hábitats que conforman el páramo (Astudillo et al., 2015), además de su compleja morfología y adaptaciones reproductivas (Olson, 2001). Se escogió 38 especies para este estudio (**Tabla 1**). Los registros fueron obtenidos de la base de datos correspondiente al Programa de Monitoreo del Parque Nacional Cajas, realizado por el laboratorio de ecología funcional de la Universidad del Azuay dentro de un período de tiempo que comprende los años 2006-2016.

Se consideraron aves machos y hembras adultas en período de reproducción. El método adecuado para determinar el sexo en aves en estadio reproductivo es por medio de la protuberancia cloacal en machos (CP; por sus siglas en inglés) y el parche de incubación en hembras (BP; por sus siglas en inglés) (North et al., 2001).

Tabla 1. Especies seleccionadas en el estudio, código de aves, edad y sexo.

Especie	Códigos de aves	Edad	Sexo
<i>Amblycercus holosericeus</i>	AMHO	A	F
<i>Anairetes parulus</i>	ANPA	A	F
<i>Anisognathus igniventris</i>	ANIG	A	F M
<i>Atlapetes latinuchus</i>	ATLA	A	F M
<i>Basileuterus coronatus</i>	BACO	A	F M
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	BANI	A	F M
<i>Buarremon torquatus</i>	BUTO	A	F M
<i>Catamenia inornata</i>	CAIN	A	F M
<i>Catamenia homochroa</i>	CAHO	A	M
<i>Cistothorus platensis</i>	CIPL	A	F
<i>Conirostrum cinereum</i>	COCI	A	F
<i>Cranioleuca antisiensis</i>	CRAN	A	F
<i>Cyanolyca turcosa</i>	CYTU	A	F
<i>Diglossa humeralis</i>	DICY	A	F M
<i>Diglossopsis cyanea</i>	DIHU	A	F M
<i>Dubusia taeniata</i>	DUTA	A	F
<i>Glaucidium jardinii</i>	GLJA	A	F
<i>Grallaria rufula</i>	GRRU	A	F
<i>Grallaria squamigera</i>	GRSQ	A	F
<i>Hellmayrea gularis</i>	HEGU	A	F M
<i>Hemispingus superciliaris</i>	HESU	A	F M
<i>Margarornis squamiger</i>	MASQ	A	F
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	MELE	A	F
<i>Myioborus melanocephalus</i>	MYME	A	F M
<i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i>	OCCI	A	F M
<i>Ochthoeca frontalis</i>	OCFR	A	F M
<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	OCRU	A	F
<i>Phyllomyias uropygialis</i>	PHUR	A	F M
<i>Pyrrhomyias cinnamomea</i>	PYCI	A	F
<i>Piculus Rivolii</i>	PILI	A	M
<i>Scytalopus latrans</i>	SCLA	A	F M
<i>Synallaxis azarae</i>	SYAZ	A	F
<i>Tangara vassorii</i>	TAVA	A	F M
<i>Thripadectes flammulatus</i>	THFL	A	F M
<i>Troglodytes solstitialis</i>	TRSO	A	F
<i>Trogon personatus</i>	TRPE	A	F M
<i>Turdus fuscater</i>	TUFU	A	F M
<i>Zonotrichia capensis</i>	ZOCA	A	F M

En el caso de aves paseriformes hembras el parche de incubación es un área de piel engrosada y vascularizada, cuya función es transmitir calor al huevo y mantener al embrión dentro de los límites adecuados de temperatura (Bailey, 1952). Su desarrollo empieza con la pérdida de plumas del pecho de 3 a 5 días antes de la puesta del primer huevo (Blake, 1963). Se usan códigos para categorizar el estado del parche, de acuerdo al documento establecido por el (Instituto de Población de Aves de California, 2015) (**Tabla 2**).

Tabla 2. Códigos de desarrollo para determinar el parche de incubación.

Códigos parche de incubación
0 – No presenta pecho con plumas y abdomen liso sin vascularización.
1 – Sin plumas, piel lisa y de color rojo oscuro; con algo de vascularización.
2 – Piel vascularizada y arrugada, presenta fluido. Corresponde al punto máximo del período de incubación.
3 – Vascularización extrema, piel arrugada y con fluido abundante.
4 – Piel arrugada, fina y seca; la vascularización y el líquido desaparecieron.
5 – La vascularización, fluidos y arrugas desaparecen y aparecen los cañones de las nuevas plumas en el abdomen. El período de incubación se da por terminado.

Para las aves paseriformes machos el parche de incubación se produce por una hinchazón alrededor de la pared posterior del proctodeo y sirve para almacenar el esperma y ayudar en la cópula. Se puede diferenciar el parche cloacal de un ave macho debido a que la vesícula terminal forma un ángulo recto con el abdomen apuntando hacia arriba, formando un pliegue. La cloaca femenina no muestra pliegues y es hacia atrás (Australian Bird Study Association Inc, 2019). El desarrollo del parche cloacal comienza una o dos semanas antes del inicio de la reproducción y alcanzan su tamaño máximo en 3 a 5 semanas (Nieto, 2017). De igual forma se usan códigos para determinar el parche (**Tabla 3**).

Tabla 3. Códigos de desarrollo para determinar el parche cloacal.

Códigos parche cloacal
0 – Protuberancia cloacal no inflamada. Se presenta en estado normal.
1 – Inflamación ligera. La forma de la protuberancia es regularmente más ancha en la base y más delgada en la punta
2 – Inflamación media. Protuberancia inflamada en donde el diámetro de la base es igual de ancho que la punta
3 – Inflamación grande. El diámetro de la punta de la protuberancia es considerablemente más ancha que la de la base

1.6 Análisis estadísticos.

Las estaciones climáticas se determinaron mediante la agrupación de sesiones y los años de muestreo. Se usó el total de aves con signos reproductivos (hembras con BP y machos con CP) en relación al número total de individuos capturados (Cavalcanti et al., 2016). Se graficó las posibles diferencias de especies en reproducción de acuerdo a las estaciones climáticas mediante un gráfico de barras del paquete ggplot2 (Wickham, 2016).

Para explorar si existen diferencias estadísticas en la época reproductiva de las especies relacionadas con las estaciones climáticas (Lluviosa principal, Seca y Lluviosa secundaria), se agruparon las especies paseriformes de acuerdo a la presencia o ausencia de BP en hembras y CP en machos. Se procedió a aplicar una prueba de chi cuadrado de Pearson usando la función `chisq.test` (R Core Team, 2021).

Adicionalmente, se obtuvo datos de precipitación que fueron descargados de Google Earth. Climatic Research Unit Temperature, versión 4 (CRUTEM4; por sus siglas en inglés) (Google Earth, n.d.; Osborn & Jones, 2014), muestra un conjunto de datos de temperatura del aire de la superficie terrestre, contenidas en un archivo KML que al ser proyectadas en el software de Google Earth superpone las ubicaciones en la representación tridimensional de la Tierra, se presenta como una cuadrícula de 5° de latitud y longitud, con una extensión de 550km, esto permite explorar y acceder al conjunto de datos de precipitación mensual de forma gráfica. Para este estudio se utilizaron datos de precipitación mensual desde el año 2006 hasta el 2016.

Todos los análisis estadísticos de datos se realizaron mediante el programa R, "R versión 4.0.5 (2021-03-31)".

CAPÍTULO 2

RESULTADOS

Para el análisis de datos se escogieron 38 especies. El total de hembras reproductivas en la estación climática Lluviosa principal fue de 115, en la estación Seca 99 y en Lluviosa secundaria 173 (**Tabla 4**). Mientras que, para los individuos reproductivos machos se obtuvo un registro total de 53 individuos en la estación Lluviosa principal, 50 en la Seca y 91 en Lluviosa secundaria (**Tabla 5**).

Tabla 4. Datos de individuos hembras en reproducción.

Estaciones climáticas	BP	No BP	Porcentaje	Total
Lluviosa principal	36	79	31.30	115
Seca	21	78	21.21	99
Lluviosa secundaria	75	98	43.35	173

Tabla 5. Datos de individuos machos en reproducción.

Estaciones climáticas	CP	No CP	Porcentaje	Total
Lluviosa principal	24	29	45.28	53
Seca	16	34	32.00	50
Lluviosa secundaria	54	37	59.34	91

2.1 Especies en reproducción y estaciones climáticas.

En el gráfico de barras se puede observar que existen diferencias significativas entre la proporción de especies en reproducción y las estaciones climáticas; en hembras ($X^2=17.084$, $df = 2$, $p < 0,001$) y las diferencias significativas en machos ($X^2= 15.537$, $df = 2$, $p < 0,001$). Los resultados en ambos indican que en la estación climática Lluviosa secundaria existe mayor número de individuos reproductivos a diferencia de la estación Lluviosa principal y Seca.

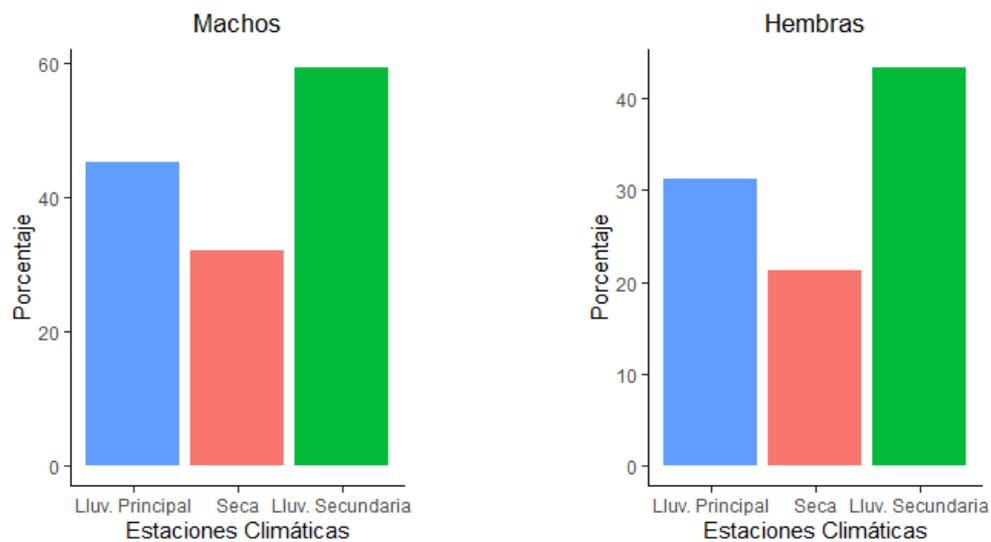


Figura 3. Porcentaje de individuos paseriformes reproductores sumado en los años de estudio 2006-2016.

2.2 Análisis por especie.

Se escogieron 10 especies de aves Paseriformes debido a su alto número de capturas y porcentaje reproductivo (**Figura 4**), *Atlapetes latinuchus* mostró mayor número de capturas de machos en la estación lluviosa principal y de hembras y machos en la estación climática lluviosa secundaria, la especie *Basileuterus coronatus* presentó mayores capturas en machos y hembras en la estación lluviosa secundaria, *Basileuterus nigrocristatus* con un mayor número de capturas de hembras y machos en la estación lluviosa secundaria, *Buarremon torquatus* presentó mayor número de capturas de machos en la estación lluviosa principal, *Diglossopsis cyanea* con mayor número de capturas en machos en la estación seca y lluviosa secundaria, *Diglossa humeralis* presentó un alto porcentaje de individuos reproductivos machos en la estación climática lluviosa principal, seca y lluviosa secundaria, *Myioborus melanocephalus* con un alto número de capturas de hembras en la estación lluviosa secundaria y de machos en la estación lluviosa secundaria, *Scytalopus latrans* presentó un alto número de capturas en hembras para cada estación climática, *Synallaxis azarae* mostró un alto número de capturas de hembras en la estación lluviosa principal y en la estación lluviosa secundaria, por último *Tangara vassorii* con un alto con mayor número de capturas de hembras en la estación seca y de machos en la estación lluviosa secundaria.

Las especies que no fueron consideradas presentan un bajo número de capturas y bajo porcentaje reproductivo, además no muestran registros en todas las estaciones climáticas, como, por ejemplo; *Glaucidium jardinii*, *Mecocerculus leucophrys*, *Ochthoeca cinnamomeiventris*, *Cistothorus platensis*, *Conirostrum cinereum*, *Margarornis squamiger* y *Mecocerculus leucophrys* (**ver Anexos**).

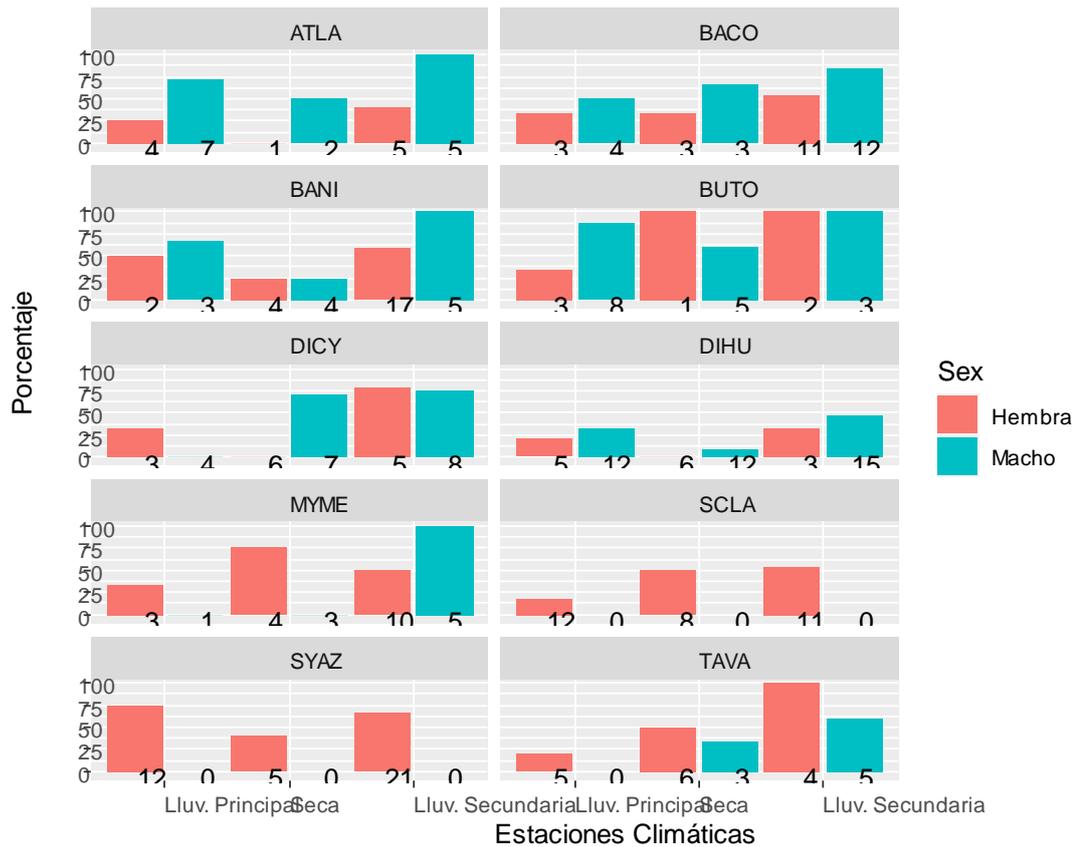


Figura 4. Gráficos de barras mostrando el número de capturas de individuos reproductivos en el eje x y el porcentaje por especie de machos y hembras en tres estaciones climáticas. **ATLA:** *Atlapetes latinuchus*, **BACO:** *Basileuterus coronatus*, **BANI:** *Basileuterus nigrocristatus*, **BUTO:** *Buarremon torquatus*, **DICY:** *Diglossopis cyanea*, **DIHU:** *Diglossa humeralis*, **MYME:** *Myioborus melanocephalu*, **SCLA:** *Scytalopus latrans*, **SYAZ:** *Synallaxis azarae*, **TAVA:** *Tangara vassorii*.

2.3 Relación de especies en reproducción y precipitación.

La curva bimodal con datos de precipitación desde el año 2006 al 2016 y el porcentaje de capturas de machos y hembras, indica que se encuentran obedeciendo a un patrón estacional de lluvias, presentando un crecimiento en las estaciones Lluviosa primaria (abril-mayo) y Lluviosa secundaria (noviembre-diciembre), en la estación Seca (agosto-septiembre) el porcentaje de capturas decreció (**Figura 5**).

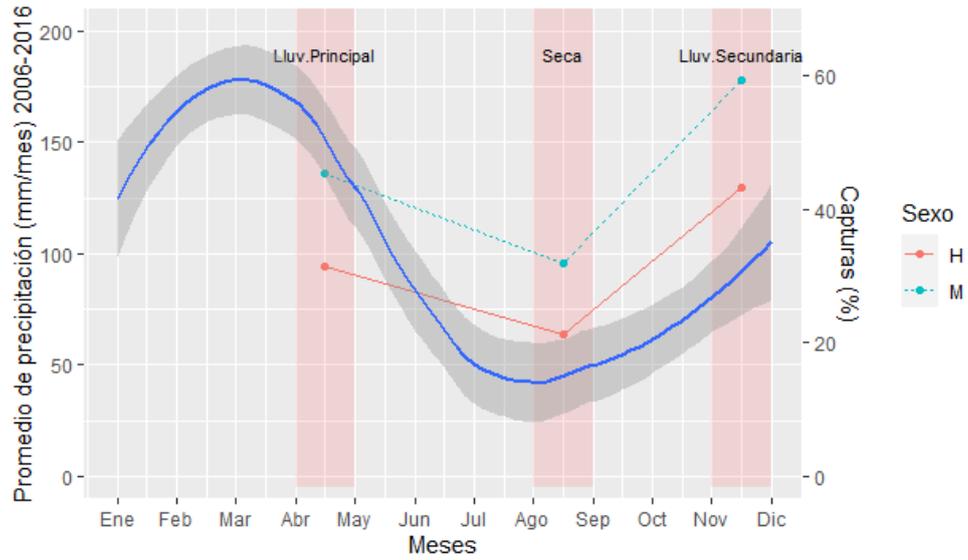


Figura 5 Gráfico que muestra el promedio de la precipitación mensual del año 2006 al 2016, los meses y el porcentaje de individuos reproductivos machos y hembras.

CAPÍTULO 3

DISCUSIONES

Esta investigación aporta a la comprensión acerca de la reproducción de aves paseriformes y su relación con las estaciones climáticas al sur del Ecuador. Los resultados de esta investigación indican que las estaciones climáticas están influyendo en la reproducción de las aves paseriformes. Por lo general, la mayor proporción de individuos machos y hembras en estado reproductivo presentan afinidad por la estación climática lluviosa, mientras que en la estación seca el porcentaje es menor. Por otro lado, la época reproductiva de las aves varía de acuerdo a la especie y al sexo, mostrando diferencias en sus porcentajes reproductivos. Por último, el gráfico que representa la curva bimodal de precipitación muestra en qué estaciones climáticas existe mayor porcentaje de capturas de individuos reproductivos, siendo la estación climática Lluviosa secundaria la que tiene mayor porcentaje de individuos machos y hembras reproductivos.

Varios estudios han demostrado que la abundancia de alimento es el principal factor que desencadena la reproducción en los trópicos, cuando los regímenes de precipitación son elevados ocasionan cambios en la estructura vegetal, lo cual conlleva a que exista mayor abundancia de artrópodos y frutos (Cavalcanti et al., 2016; Cruz & Andrews, 1989; Poulin et al., 1992; Sánchez-Guzmán et al., 2018). En climas variados como los altos Andes, la cantidad de alimento varía de un año a otro es por eso que las aves también han ajustado sus ciclos de reproducción a las señales alimentarias y con ello predecir las condiciones ambientales idóneas para dar inicio a la reproducción (Hau et al., 2000). En relación a los resultados obtenidos, existen diferencias significativas entre estaciones climáticas en machos y hembras, siendo la estación climática lluviosa secundaria la que presenta mayores porcentajes de individuos reproductivos en ambos sexos; sin embargo, la estación climática seca también presenta porcentajes de individuos reproductivos (**Figura 3**). Una posible explicación podría deberse a que algunas aves prefieren reproducirse en épocas de sequía para evitar la depredación de los nidos en las épocas lluviosas (Price et al., 1963; Wunderle, 1982), o ajustar su reproducción de acuerdo a los alimentos disponibles para evitar la competencia (Janzen, 1967). Las aves necesitan de estos recursos como fuentes de

energía para satisfacer las demandas que implica la reproducción (França et al., 2020; Poulin et al., 1993).

Las variaciones en las estaciones reproductivas entre especies pueden estar influenciadas por la historia de vida de las aves (Robinson et al., 2010; Sibly et al., 2012). Las hembras y machos de las especies *Basileuterus coronatus*, *Basileuterus nigrocristatus*, *Buarremon torquatus* y *Diglossopsis cyanea*, mostraron mayor número de individuos en reproducción en la estación lluviosa secundaria, lo cual estaría ligado principalmente a su dieta basada en artrópodos (Astudillo & Siddons, 2013). Un estudio indica que la abundancia de insectos ocasiona menos discriminación de hábitats y por lo tanto más sitios de nidificación (Rosenberg et al., 1982). Por otro lado, otras especies como *Tangara vassorii* muestran reproducción en la estación seca; esto puede deberse a su dieta variada de insectos y frutos (Peña et al., 2012).

Los resultados por especie en relación a tres estaciones climáticas indicaron que especies como *Atlapetes latinuchus*, *Basileuterus coronatus*, *Buarremon torquatus*, *Diglossopsis cyanea* y *Diglossa humeralis* presentan mayor número de capturas en machos, lo cual puede estar ligado a que en la temporada reproductiva las hembras de estas especies se encuentran incubando, lo cual permite que los machos se muevan más entre las redes de niebla, comportamientos como defensa del territorio y competencia entre especies también puede influir en la probabilidad de que los machos tengan mayores capturas ya que las hembras tienen comportamientos encubiertos (Amrhein et al., 2012). Para las especies *Basileuterus nigrocristatus*, *Myioborus melanocephalu*, *Scytalopus latrans*, *Synallaxis azarae* y *Tangara vassorii*, el mayor número de capturas presentaron las hembras, en ciertas especies las aves hembras suelen ser más dispersas puesto que buscan territorios de reproducción que pueden estar ocasionando más capturas durante la temporada reproductiva (Clarke, 2015; Székely et al., 2014).

Por último, no fue posible determinar la estacionalidad reproductiva en un importante número de especies, estos resultados concuerdan con otros estudios en donde se ha demostrado que no se han podido determinar especies reproductivas por la escasez de datos y una baja muestra individual (Verea et al., 2009; Willard et al., 1991). Además, del sesgo en las capturas con redes de niebla, en donde no se logra capturar la mayoría de especies a pesar de tener una muestra grande (Terborgh, 1977). Los distintos cambios en la vegetación también ocasionan cambios en la comunidad de aves (Blake

& Loiselle, 1991; Latta et al., 2011) y por lo tanto una variación en el número de capturas. En este contexto, estos comportamientos podrían estar influenciando en la disminución de individuos reproductivos en nuestro estudio (Guilarte et al., 2009).

Con los resultados de esta investigación se pretende dar un mayor entendimiento acerca de la biología reproductiva de las aves, sin embargo, es necesario realizar más estudios que refuercen la comprensión del comportamiento de las aves en los trópicos, ya que son ecosistemas frágiles y amenazados por los cambios antropogénicos y el cambio climático. La aplicación de planes de conservación a estos ecosistemas que integren datos acerca del área de distribución, biología reproductiva, sensibilidad climática de la comunidad de aves puede ayudar a mejorar el entendimiento de las aves que habitan en los trópicos (Primack & Wormworth, 2012).

Para investigaciones futuras se podría integrar más datos al estudio como; la muda, disponibilidad de alimento, observación de nidos o incluso análisis genéticos de especies a los ciclos de reproducción. Además, de expandir los datos de estudio para obtener resultados más confiables. De igual manera, se podría usar datos de precipitación de las estaciones climáticas establecidas en el área de estudio para mayor precisión en los resultados. Incluir variables como la temperatura y la latitud permitiría establecer una relación más clara en la comunidad reproductiva de aves.

CONCLUSIONES

En este contexto, los resultados presentados en este estudio se obtuvieron de un monitoreo de 10 años y han permitido aportar información acerca de la estacionalidad reproductiva de las aves y la preferencia por reproducirse en épocas donde la precipitación es más elevada, debido a la escasez de estudios y a las alteraciones que sufren los ecosistemas alto andinos es indispensable el uso de programas de monitoreo a largo plazo pues, permitirán entender estos comportamientos y llenar los vacíos existentes, además de contribuir a la toma de decisiones y estrategias correctas para conservar la población de aves (Nieto, 2017).

Finalmente, es necesario la realización de más estudios en hábitats sensibles como los trópicos donde la comunidad de aves sufre alteraciones, entender sus formas de vida nos permitirá establecer planes de conservación y manejo para especies susceptibles al cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Amrhein, V., Scaar, B., Baumann, M., & Mine, N. (2012). Estimating adult sex ratios from bird mist netting data. *Methods in Ecology and Evolution* 2012, 3,713–720. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00207.x>
- Araujo, H. F., Vieira, A. H., Barbosa, M. R., Diniz, J. A., & da Silva, J. M. (2017). Passerine phenology in the largest tropical dry forest of South America: effects of climate and resource availability. *Emu - Austral Ornithology*, 117(1), 78–91. <https://doi.org/10.1080/01584197.2016.1265430>
- Astudillo, P., & Siddons, D. (2013). *Avifauna de la ciudad de Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca, Ecuador*. Cuenca, Ecuador: Comisión de Gestión Ambiental de Cuenca, Municipalidad de Cuenca & Universidad del Azuay.
- Astudillo, P. X., Tinoco, B. A., & Siddons, D. C. (2015). The avifauna of Cajas National Park and Mazán Reserve, southern Ecuador, with notes on new records. *Cotinga*, 37, 1–11.
- Australian Bird Study Association Inc. (2019). *Guide to sexing Passerines by cloacal examination*. Bird in the Hand, 2, 213–214.
- Bailey, R.E. (1952). The incubation patch of Passerine birds. *The Condor*, 54(3), 121–136. <https://doi.org/10.2307/1365062>.
- Baillie, S.R., Green, R.E., Boddy, M. & Buckland, S. (1993). An Evaluation of the constant effort sites scheme. *British Trust for Ornithology*.
- Bateman, B. L., Taylor, L., Wilsey, C., Wu, J., LeBaron, G. S., & Langham, G. (2020). Risk to North American birds from climate change-related threats. *Conservation Science and Practice*, 2(8), 1–15. <https://doi.org/10.1111/csp2.243>
- Blake, J. G., & Loiselle, B. A. (1991). Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. *The Auk*, 108(1), 114–130. <https://doi.org/10.1093/nq/192.10.215-a>
- Blake, C. (1963). The brood patch. *EBBA Workshop Manual*. 8-9.
- Cardona, L. J., Busi, A., Gómez Castillo, D., López, P. A., Rivera, F. A., Vásquez, R. A., & Castaño, G. J. (2021). Breeding biology in a population of Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*, Statius Müller, 1776) at different elevations in the

- Tropical Andes. *Biota Neotropica*, 21(1). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-0985>
- Cavalcanti, L. M., de Paiva, L. V., & França, L. F. (2016). Effects of rainfall on bird reproduction in a semi-arid neotropical region. *Zoologia*, 33(6), 1–6. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20160018>
- Celleri, R., Willems, P., Buytaert, W., & Feyen, J. (2007). Space-time rainfall variability in the Paute basin, Ecuadorian Andes. *Hydrological Processes*, 21(24), 3316–3327. <https://doi.org/10.1002/hyp.6575>
- Chacón, G. (2016). Mazán y Llaviuco: 40 años después. *Uda Akadem*, 30-37.
- Clarke, A. L. (2015). *Sex biases in avian dispersal: a reappraisal*. 79(3), 429–438.
- Cruz, A., & Andrews, R. (1989). Observations on the breeding biology of passerines in a seasonally flooded savanna in Venezuela. *The Wilson Bulletin (Wilson Ornithological Society)*, 101(1), 62–76.
- Dixit, A. S., & Singh, N. S. (2011). Photoperiod as a proximate factor in control of seasonality in the subtropical male tree sparrow, *Passer montanus*. *Frontiers in Zoology*, 8, 1–12. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-1>
- Echeverry & Córdoba, S. (2008). Una visión general de la reproducción y muda de aves en el neotrópico. *Ornitología Neotropical*, 19, 197–205.
- França, L. F., Figueiredo, V. H., Duarte, T. A., & Dos Santos, K. B. (2020). The effects of rainfall and arthropod abundance on breeding season of insectivorous birds, in a semi-arid neotropical environment. *Zoologia*, 37, 1–7. <https://doi.org/10.3897/zoologia.37.e37716>
- Google Earth. (2021). CRUTEM4 temperature data Google Earth interface. Retrieved August 22, 2021, <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/crutem/ge/>.
- Greeney, H. F., Angulo P., F., Dobbs, R. C., Crespo, S., Miller, E. T., Caceres, D., Gelis, R. A., Angulo, B., & Salagaje M., L. A. (2020). Notes on the breeding biology of the Tumbesian avifauna in southwest Ecuador and northwest Peru. *Revista Ecuatoriana de Ornitología*, 6, 1–54. <https://doi.org/10.18272/reo.vi6.1146>
- Guilarte, E., Marín, G., & Carvajal, Y. (2009). Muda y reproducción en aves

- Passeriformes en un ecotono bosque palustre-bosque basimontano neotropical. *SABER. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 21(3), 244–249.
- Hau, M. (2001). Timing of breeding in variable environments : tropical birds as model systems. *Horm Behav*, 290, 281–290. <https://doi.org/10.1006/hbeh.2001.1673>
- Hau, M., Wikelski, M., & Wingfield, J. C. (2000). Visual and nutritional food cues fine-tune timing of reproduction in a neotropical rainforest bird. *Journal of Experimental Zoology*, 286(5), 494–504. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-010X\(20000401\)286:5<494::AID-JEZ7>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-010X(20000401)286:5<494::AID-JEZ7>3.0.CO;2-3)
- Herzog, S. K, Martinez, R., Jørgensen, P. ., & Tiessen, H. (2012). Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales. In *Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales*. S. K. Herzog (Ed.). MacArthur Foundation.
- Instituto de población de aves de California. (2015). *IBP - Resources for MAPS Station Operators*. <https://www.birdpop.org/pages/mapsDataForms.php>
- Janzen, D. H. (1967). Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21(3), 620–637. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1967.tb03416.x>
- Koskimies, P., Annales, S., Fennici, Z., & Koskimies, P. (1989). Birds as a tool in environmental monitoring. *Annales Zoologici Fennici*, 26(3), 153–166.
- Latta, S. C., Tinoco, B. A., Astudillo, P. X., & Graham, C. H. (2011). Patterns and magnitude of temporal change in avian communities in the ecuadorian andes. *Condor*, 113(1), 24–40. <https://doi.org/10.1525/cond.2011.090252>
- Lawler, J. J., Shafer, S. L., White, D., Kareiva, P., Maurer, E. P., Blaustein, A. R., & Bartlein, P. J. (2009). Projected climate-induced faunal change in the western hemisphere. *Ecology*, 90(3), 588–597. <https://doi.org/10.1890/08-0823.1>
- Marques, F., Braga, T. V., Wischhoff, U., & Roper, J. J. (2015). Breeding biology of passerines in the subtropical brazilian atlantic forest. *Ornitologia Neotropical*, 26(4), 363–374.
- Ministerio del Ambiente y Agua (MAE). (2009). *Actualización del plan de manejo del Parque Nacional Cajas*. 135.

- Moore, I. T., Bonier, F., & Wingfield, J. C. (2005). Reproductive asynchrony and population divergence between two tropical bird populations. *Behavioral Ecology*, *16*(4), 755–762. <https://doi.org/10.1093/beheco/ari049>
- Nieto, A. (2017). Protocolo de monitoreo de aves en el Parque Nacional Cajas.
- North American Banding Council (2001). The north american banders' manual for banding Passerines and near Passerines (excluding hummingbirds and owls). *North american banding council*.
- Olson, S. L. (2001). Why so many kinds of passerine birds? *BioScience*, *51*(4), 268. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0268:wsmkop\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0268:wsmkop]2.0.co;2)
- Osborn, T. J., & Jones, P. D. (2014). The CRUTEM4 land-surface air temperature data set: Construction, previous versions and dissemination via Google earth. *Earth System Science Data*, *6*(1), 61–68. <https://doi.org/10.5194/essd-6-61-2014>
- Peña, E. R., Rojas, A., Triana, E. A., & Daza Criado, L. A. (2012). Registro de actividad frugívora de aves en miconiasp. (melastomataceae) en el borde de bosque secundario en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués (Santander-Colombia), *Habitus: Semilleros de Investigación*, (3), 49–58. <https://doi.org/10.19053/22158391.1783>.
- Piratelli, A. (2012). Molt-reproduction overlap in birds of Cerrado and Atlantic Forest, Brazil. *Ornitologia Neotropical*, *23*(August), 139–150.
- Poulin, B., Lefebvre, G., & McNeil, R. (1992). Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology*, *73*(6), 2295–2309. <https://doi.org/10.2307/1941476>
- Poulin, B., Lefebvre, G., & Mcneil, R. (1993). Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. *Ibis*, *135*(4), 432–441. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1993.tb02116.x>
- Price, G. B., Robin, C., & Bird, S. (1963). Nest predation affecting the breeding season of the chemical-cue preferences of newborn snakes : influence of prenatal maternal experience. *Science*, *171*, 920-921.
- Primack, R. B., & Wormworth, J. (2012). *The effects of climate change on tropical birds*. *148*, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.019>

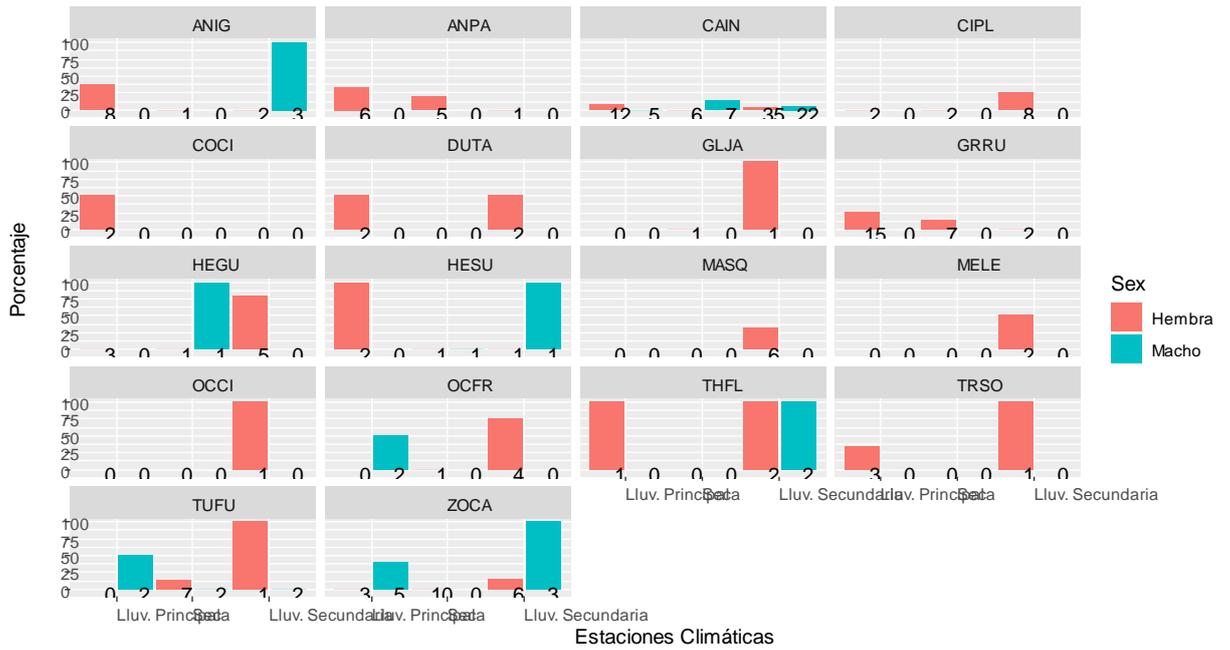
- R Core Team. (2021). RStudio. *Open source & professional software for data science teams - RStudio*.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., Milá, B., John, C., Geoffrey, R., Thomas, E., & David, F. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres, (159). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- Robinson, R. A., Julliard, R., Saracco, J. F., Robinson, R. A., Julliard, R., Constant, J. F. S., Robinson, R. A., Julliard, R., & Saracco, J. F. (2011). Constant effort : studying avian population processes using standardised ringing. *Ringin & Migration*, 24(3), 199-204. <https://doi.org/10.1080/03078698.2009.9674392>
- Robinson, W. D., Hau, M., Klasing, K. C., Wikelski, M., Brawn, J. D., Austin, S. H., Tarwater, C. E., & Ricklefs, R. E. (2010). Diversification of life histories in new world birds. *Auk*, 127(2), 253–262. <https://doi.org/10.1525/auk.2010.127.2.253>
- Rosenberg, K. V., Ohmart, R. D., & Anderson, B. W. (1982). Community organization of riparian breeding birds: response to an annual resource peak. *Auk*, 99(2), 260–274. <https://doi.org/10.1093/auk/99.2.260>
- Sánchez, J. N., Losada, S., & Moreno, M. C. (2018). Análisis de la condición corporal de aves Passeriformes en zonas secas del norte del Alto Valle del Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 40(1), 1–17. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.60284>
- Şekercioğlu, H., Primack, R. B., & Wormworth, J. (2012). The effects of climate change on tropical birds. *Biological Conservation*, 148(1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.019>
- Sibly, R. M., Witt, C. C., Wright, N. A., Venditti, C., Jetz, W., & Brown, J. H. (2012). Energetics, lifestyle, and reproduction in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(27), 10937–10941. <https://doi.org/10.1073/pnas.1206512109>
- Sierra, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. *Ecociencia*. 194. <https://doi.org/10.13140/2.1.4520.9287>
- Stutchbury, B. J., & Morton, Y. E. (2008). Recent advances in the behavioral ecology of tropical birds. *The Wilson Journal of Ornithology*. 120(1), 26–37.

- Székely, T., Liker, A., Freckleton, R. P., Fichtel, C., & Kappeler, P. M. (2014). *Sex-biased survival predicts adult sex ratio variation in wild birds*.
- Tarroux, A., Mcneil, R., Sciences, D., Montréal, U., & Centre-Ville, S. (2003). Influence of rain on the breeding and molting phenology of birds in a thorn woodland of northeastern Venezuela. *Beals 1970*, 371–380.
- Terborgh, J. (1977). Bird species diversity on an andean elevational gradient. *Ecology*, 58(5), 1007–1019.
- Tinoco, B. A. (2009). Estacionalidad de la comunidad de aves en un bosque deciduo Tumbesino en el sur occidente de Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 20(2), 157–170.
- Toral, F. (1996). Variación en la composición de las comunidades de Aves en diferentes tipos de vegetación en el Bosque Protector de Mazán. Universidad del Azuay, Cuenca Ecuador.
- Verea, C., Solórzano, A., Díaz, M., Parra, L., Araujo, M. A., Antón, F., Navas, O., Ruiz, O. J. L., & Fernández-Badillo, A. (2009). Registros de actividad reproductora y muda en algunas aves del norte de Venezuela. *Ornitología Neotropical*, 20(2), 181–201.
- Villaseñor Gómez, J. F., & Satana, E. (2002). El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. *Conservación de Aves*, 224–262.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Springer-Verlag.
- Wikelski, M., Hau, M., Douglas Robinson, W., & Wingfield, J. C. (2003). Reproductive Seasonality of Seven Neotropical Passerine Species. *The Condor*, 105(4), 683–695. <https://doi.org/10.1093/condor/105.4.683>
- Willard, D., Foster, M., Barrowclough, G., Dickerman, R.W., Cannell, P., Coats, S., Cracraft, J., & O’neill, J. (1991). The birds of Cerro de la Neblina, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. *Field Museum of Natural*.
- Williams, S. E., & Middleton, J. (2008). Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. *Diversity and Distributions*, 14(1), 69–77. <https://doi.org/10.1111/j.1472->

4642.2007.00418.x

Wunderle, J. M. (1982). The timing of the breeding season in the bananaquit (coereba flaveola) on the island of Grenada. *Biotropica*, 14(2), 124.
<https://doi.org/10.2307/2387741>

ANEXOS



Anexo 1. Gráficos de barras mostrando el número de capturas de individuos reproductivos en el eje x y el porcentaje por especie de machos y hembras en tres estaciones climáticas. **ANIG:** *Anisognathus igniventris*, **ANPA:** *Anairetes parulus*, **CAIN:** *Catamenia inornata*, **CIPL:** *Cistothorus platensis*, **COCI:** *Conirostrum cinereum*, **DUTA:** *Dubusia taeniata*, **GLJA:** *Glaucidium jardinii*, **GRRU:** *Grallaria rufula*, **HEGU:** *Hellmayrea gularis*, **HESU:** *Hemispingus superciliaris*, **MASQ:** *Margarornis squamiger*, **MELE:** *Mecocerculus leucophrys*, **OCCI:** *Ochthoeca cinnamomeiventris*, **OCFR:** *Ochthoeca frontalis*, **THFL:** *Thripadectes flammulatus*, **TRSO:** *Troglodytes solstitialis*, **TUFU:** *Turdus fuscater*, **ZOCA:** *Zonotrichia capensis*.

Anexo 2: Tabla con datos del total de especies capturadas y su porcentaje de reproducción en hembras.

Especies	Sesiones	Sexo	Parche de incubación: BP	Total de individuos capturados	N° de individuos reproductivos	Porcentaje
<i>Atlapetes latinuchus</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	4	1	25.00
<i>Atlapetes latinuchus</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	5	2	40.00
<i>Basileuterus coronatus</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	3	1	33.33
<i>Basileuterus coronatus</i>	Seca	Hembra	BP	3	1	33.33
<i>Basileuterus coronatus</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	11	6	54.55
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	2	1	50.00
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	Seca	Hembra	BP	4	1	25.00
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	17	10	58.82
<i>Buarremon torquatus</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	3	1	33.33
<i>Buarremon torquatus</i>	Seca	Hembra	BP	1	1	100.00
<i>Buarremon torquatus</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	2	2	100.00
<i>Diglossopis cyanea</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	3	1	33.33
<i>Diglossopis cyanea</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	5	4	80.00
<i>Diglossa humeralis</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	5	1	20.00
<i>Diglossa humeralis</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	3	1	33.33
<i>Myioborus melanocephalus</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	3	1	33.33
<i>Myioborus melanocephalus</i>	Seca	Hembra	BP	4	3	75.00
<i>Myioborus melanocephalus</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	10	5	50.00
<i>Tangara vassorii</i>	Lluviosa principal	Hembra	BP	5	1	20.00
<i>Tangara vassorii</i>	Seca	Hembra	BP	6	3	50.00
<i>Tangara vassorii</i>	Lluviosa secundaria	Hembra	BP	4	4	100.00

Anexo 3: Tabla con datos del total de especies capturadas y su porcentaje de reproducción en machos.

Especies	Sesiones	Sexo	Parche de incubación: CP	Total de individuos capturados	N° de individuos reproductivos	Porcentaje
<i>Atlapetes latinuchus</i>	Lluviosa principal	Macho	CP	7	5	71.43
<i>Atlapetes latinuchus</i>	Seca	Macho	CP	2	1	50.00
<i>Atlapetes latinuchus</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	5	5	100.00
<i>Basileuterus coronatus</i>	Lluviosa principal	Macho	CP	4	2	50.00
<i>Basileuterus coronatus</i>	Seca	Macho	CP	3	2	66.67
<i>Basileuterus coronatus</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	12	10	83.33
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	Lluviosa principal	Macho	CP	3	2	66.67
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	Seca	Macho	CP	4	1	25.00
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	5	5	100.00
<i>Buarremon torquatus</i>	Lluviosa principal	Macho	CP	8	7	87.50
<i>Buarremon torquatus</i>	Seca	Macho	CP	5	3	60.00
<i>Buarremon torquatus</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	3	3	100.00
<i>Diglossopsis cyanea</i>	Seca	Macho	CP	7	5	71.43
<i>Diglossopsis cyanea</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	8	6	75.00
<i>Diglossa humeralis</i>	Lluviosa principal	Macho	CP	12	4	33.33
<i>Diglossa humeralis</i>	Seca	Macho	CP	12	1	8.33
<i>Diglossa humeralis</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	15	7	46.67

<i>Myioborus melanocephalus</i>	Seca	Macho	CP	5	5	100.00
<i>Tangara vassorii</i>	Seca	Macho	CP	3	1	33.33
<i>Tangara vassorii</i>	Lluviosa secundaria	Macho	CP	5	3	60.00