



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación  
Programa Universitario de Investigación Interdisciplinaria en Salud

Informe final

**Influencia de dos variables corporales de aves (peso y longitud alar) en la riqueza y abundancia de ectoparásitos en la ecorregión Lachuá**

Equipo de investigación

**Carlos Alberto Montenegro Quiñonez (Coordinador)**

Juan Miguel Quiñonez Guzmán (Investigador)

Silvia Carolina Duarte Morales (Auxiliar de investigación I)

Guatemala, 17 de febrero de 2020

Instituto de Investigaciones  
Centro Universitario de Zacapa

## **Contraportada**

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera

Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas

Dra. Hilda Valencia de Abril

Coordinadora Programa Universitario de Investigación Interdisciplinaria en Salud

M. Sc. Carlos Alberto Montenegro Quiñonez

Coordinador del proyecto

M. Sc. Juan Miguel Quiñonez Guzmán

Investigador

Br. Silvia Carolina Duarte Morales

Auxiliar de investigación I

M. Sc. Carlos A. Vargas Gálvez

Director del Centro Universitario de Zacapa

Dr. Manuel Alejandro Barrios Izás

Coordinador de Investigación

Instituto de Investigaciones

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2019. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.58.1.93. durante el año 2019 en el Programa Universitario de Investigación Interdisciplinaria en Salud.

Financiamiento aprobado por Digi: Q150,000.00 Financiamiento ejecutado: Q120,693.50.

## Índice

<b>1. Resumen.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Palabras clave.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Abstract and keyword.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Planteamiento del problema.....</b>	<b>10</b>
<b>6. Preguntas de investigación.....</b>	<b>12</b>
<b>7. Delimitación en tiempo y espacio .....</b>	<b>12</b>
<b>8. Marco teórico .....</b>	<b>13</b>
<b>9. Estado del arte .....</b>	<b>13</b>
<b>10. Objetivo general .....</b>	<b>17</b>
<b>11. Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>12. Hipótesis .....</b>	<b>18</b>
<b>13. Materiales y métodos .....</b>	<b>18</b>
<b>13.1. Enfoque y tipo de investigación.....</b>	<b>18</b>
<b>13.2. Recolección de información .....</b>	<b>18</b>
<b>13.3. Técnicas e instrumentos.....</b>	<b>19</b>
<b>13.4. Operacionalización de las variables o unidades de análisis .....</b>	<b>22</b>
<b>13.5. Procesamiento y análisis de la información.....</b>	<b>24</b>
<b>14. Vinculación, difusión y divulgación .....</b>	<b>25</b>
<b>15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados.....</b>	<b>25</b>
<b>16. Análisis y discusión de resultados .....</b>	<b>33</b>
<b>17. Conclusiones .....</b>	<b>36</b>
<b>18. Impacto esperado .....</b>	<b>37</b>
<b>19. Referencias .....</b>	<b>38</b>
<b>20. Apéndice .....</b>	<b>44</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de las variables o unidades de análisis .....	23
Tabla 2 Familias de ectoparásitos colectadas con el número de individuos y las especies de aves en donde fueron localizados .....	28
Tabla 3 Modelos de regresión logística con las variables consideradas explicativas de la presencia de ectoparásitos en aves capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del 2019) ....	30
Tabla 4 Relación de presencia de ectoparásito y distintos tipos de tratamiento, con una prueba de $\text{Chi}^2$ (con un nivel de significancia de $\alpha=5\%$ ).....	32
Tabla 5 Información de las familias de ectoparásitos identificadas, las distintas especies pertenecientes a las familias que pueden ser posibles vectores y las enfermedades que podrían estar presentes en la ecorregión.....	49

## Índice de figuras

Figura 1. Colocación de las redes de niebla en un punto de muestreo del tratamiento guamil y liberación de un ave colectada en la red de niebla (noviembre, 2019). .....	20
Figura 2. Medición de longitud alar a un ave colectada en un sitio de muestreo del tratamiento guamil (noviembre, 2019). .....	20
Figura 3. Proceso de extracción de los ectoparásitos de las aves colectadas por medio del uso de la trampa Kilner elaborada (noviembre, 2019). .....	21
Figura 4. Proceso de identificación de los ectoparásitos de las aves colectadas (noviembre, 2019). .....	22
Figura 5. Fotografía de la especie migratoria <i>Dumetella carolinensis</i> colectada en el tratamiento tipo guamil.....	26
Figura 6. Número de aves capturadas y número de especies parasitadas en los tres tratamientos muestreados (Guamil, Bosque, Potrero) en 2019, en la ecoregión Lachúa, Alta Verapaz, Guatemala.....	27
Figura 7. Longitud alar (mm) de las aves con presencia (P) y ausencia (A) de ectoparásitos, capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del 2019). (Los valores de mediana están representados por la línea horizontal al centro de la caja, el primero y tercer cuartil están representados por las líneas inferior y superior de la caja respectivamente, los valores de media están representados por el punto rojo, las mediciones están representadas con los puntos azules). .....	29
Figura 8. Peso corporal (grs) de las aves con presencia (P) y ausencia (A) de ectoparásitos, capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del 2019). (Los valores de mediana están representados por la línea horizontal al centro de la caja, el primero y tercer cuartil están representados por las líneas inferior y superior de la caja respectivamente, los valores de media están representados por el punto rojo, las mediciones están representadas con los puntos azules). .....	30
Figura 9. Probabilidad de presencia de ectoparásitos en aves y longitud alar (mm) en aves capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del año 2019). .....	31
Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo en tres tratamientos: Bosque (círculos rojos), Guamil (triángulos amarillos) y Potrero (cuadros azules) para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachúa en 2019.....	44

Figura 11. Ubicación de los sitios de muestreo en el tratamiento tipo bosque para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.....	44
Figura 12. Ubicación de los sitios de muestreo para el tratamiento tipo guamil para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.....	45
Figura 13. Ubicación de los sitios de muestreo para el tratamiento tipo potrero para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.....	45
Figura 14. Fotografía de la especie <i>Ceratopipra mentalis</i> .....	46
Figura 15. Fotografía de la especie <i>Columbina minuta</i> .....	46
Figura 16. Fotografía de la especie <i>Cyanerpes cyaneus</i> .....	46
Figura 17. Fotografía de la especie <i>Dumetella carolinensis</i> .....	46
Figura 18. Fotografía de la especie <i>Habia rubica</i> .....	46
Figura 19. Fotografía de la especie <i>Hylocichla mustelina</i> .....	46
Figura 20. Fotografía de la especie <i>Manacus candei</i> .....	47
Figura 21. Fotografía de la especie <i>Mionectes oleagineus</i> .....	47
Figura 22. Fotografía de la especie <i>Seiurus aurocapilla</i> .....	47
Figura 23. Fotografía de la especie <i>Sporophila corvina</i> .....	47
Figura 24. Fotografía de la especie <i>Turdus grayi</i> .....	47
Figura 25. Fotografía de la familia Acaridae.....	48
Figura 26. Fotografía de la familia Ixodidae.....	48
Figura 27. Fotografía de la familia Parasitidae.....	48
Figura 28. Fotografía de la familia Philopteridae.....	48

# **Influencia de dos variables corporales de aves (peso y longitud alar) en la riqueza y abundancia de ectoparásitos en la ecorregión Lachuá**

## **1. Resumen**

El microhábitat de aves es ideal para una gran diversidad de ectoparásitos. La ecorregión Lachuá posee una gran diversidad de aves, la cual se encuentra amenazada por factores físicos y biológicos. Se buscó determinar la composición de ectoparásitos de aves presentes en la ecorregión Lachuá, la relación del microhábitat de aves y los tipos de hábitats con los ectoparásitos y los posibles vectores de distintas enfermedades. Se colectaron aves en los hábitats guamil, potrero y bosque, a las cuales se les extrajo ectoparásitos por medio de trampas Kilner, se midió la composición de los ectoparásitos. Por regresión logística y Chi<sup>2</sup> se evaluó la influencia del microhábitat de aves y el tipo de hábitat sobre los ectoparásitos, se determinó la prevalencia de aves parasitadas y los potenciales vectores de enfermedades. Se capturaron 22 aves pertenecientes a 12 especies, el 41% de las aves presentaron parásitos. Se identificaron las familias de ectoparásitos Acaridae, Ixodidae, Parasitidae y Philopterae. No existió una clara relación entre la presencia de ectoparásitos y las variables corporales de aves, aunque los resultados de la regresión logística sugieren que existe una mayor probabilidad de que un ave esté parasitada en cuanto aumenta el valor de longitud alar. No se observó una relación directa entre los distintos hábitats y la presencia de ectoparásitos. Aunque, es necesario un mayor esfuerzo de colecta para obtener resultados más definitivos. Las familias Ixodidae y Philopterae fueron las que presentaron el mayor de riesgo de poseer potenciales vectores de enfermedades para la ecorregión Lachuá.

## **2. Palabras clave**

Parque Nacional Laguna Lachuá, Phthiraptera, Ixodidae, vectores potenciales, microhábitat de aves.

## **3. Abstract and keyword**

The microhabitat of birds is ideal for a great diversity of ectoparasites. The ecoregion Lachuá has a great diversity of birds that is threatened by physical and biological factors. This research tried to determine the composition of ectoparasites of birds in the ecoregion Lachuá, the relation between the birds' microhabitats and the types of habitats with the ectoparasites and the possible

vectors of different diseases. Birds were collected in the habitats guamil, paddock and forest, to which the ectoparasites present were extracted with Kilner traps, the composition of ectoparasites was measured. By logistic regression and Chi<sup>2</sup> we measured the influence of the microhabitat of birds and the type of habitat over the ectoparasites. Also, the prevalence of parasitized birds was measured, and we determined the potential vectors of diseases. 22 birds, from 12 different species were captured, 41% of the birds presented parasites. The families Acaridae, Ixodidae, Parasitidae and Philopteridae of ectoparasites were identified. There was no clear relation between the presence of ectoparasites and the body variables of birds, though the results from the logistic model suggest a higher probability that a bird is parasitized as the alar length value increases. It was not evident a direct relationship between the different habitats and the presence of ectoparasites. Though, it is necessary to increase the sampling to obtain results more definitive. The families Ixodidae and Philopteridae were the ones that presented the higher risk of having potential vectors of diseases for the ecoregion Lachuá.

Keywords: National Park Laguna Lachuá, Phthiraptera, Ixodidae, potential vectors, bird's microhabitat.

#### **4. Introducción**

El microhábitat que presentan las aves (su espacio corporal) es ideal para una gran diversidad de organismos, los cuales se les conoce como ectoparásitos de aves. Estos organismos se consideran como grupos con una gran relevancia en el área de salud pública tanto veterinaria como humana, así como también en las áreas de ecología y taxonomía (Johnson & Triplehorn, 2004). En el ámbito médico-veterinario, una de las principales importancias de los ectoparásitos y los patógenos es la relación que poseen en el declive las poblaciones de especies silvestres de aves, problemática reconocida en años anteriores, considerando también que los ectoparásitos pueden funcionar como vectores potenciales de enfermedades transmisibles, tanto para aves silvestres como para humanos, McClum & Dobson, citado en: (Atkinson et al., 2009; Paz & Sáenz, 2005).

Por otro lado, en el ámbito taxonómico, estos organismos poseen una gran importancia puesto que avances en su identificación permite cubrir el vacío de información existente tanto en Guatemala como en otros países de la región, una investigación reciente puede llegar a identificar



registros nuevos para la región e incluso se podría llegar a identificar especies nuevas. Por lo tanto, desde el punto de vista ecológico, se considera de gran importancia las funciones que desempeñan estos organismos en los microhábitats en donde se desarrollan y cómo estos pueden llegar a afectar a distintos hospederos y la diversidad biológica presente en distintos ecosistemas del país (Atkinson et al., 2009; Johnson & Triplehorn, 2004).

Guatemala es considerado parte del grupo de países megadiversos afines, este grupo está constituido por países con alta diversidad biológica y cultural. En conjunto los países albergan alrededor del 70 % de la diversidad biológica conocida y sustentan alrededor del 52 % de la población humana mundial (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2014). En este sentido, de la avifauna presente en el territorio nacional se estima que solo las especies de aves con reproducción en el país son unas 486, sin tomar en cuenta las especies de aves migratorias que no se han observado con patrones de reproducción dentro del territorio nacional (CONAP, 2008). Estudios previos de la ecorregión Lachuá identificaron alrededor de 260 especies de aves, de estas 79 fueron migratorias (Avendaño, 2001). Estos estudios evidencian la fuerte concentración de aves dentro de la ecorregión Lachuá. Adicionalmente, en Guatemala los sistemas de producción de traspatio son de gran importancia para la economía local, debido a que las aves y productos de las mismas tienen en el mercado local precios superiores a los de aves no criollas. La elevada demanda gastronómica de platillos típicos que se elaboran con distintas especies de aves de las familias Phasianidae se mantiene durante todo el año, especialmente para el área del departamento de Alta Verapaz (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], 2004). Estos sistemas de producción se desarrollan dentro de las comunidades que habitan en la ecorregión Lachuá y se desconoce el nivel de riesgo al que poseen producto de su interacción con aves silvestres y los ectoparásitos que las habitan.

El objeto de la presente investigación fue determinar la riqueza y abundancia de ectoparásitos de aves presentes en la avifauna de la ecorregión Lachuá, el grado de correlación entre variables corporales con los ectoparásitos encontrados, las aves hospederas de estos parásitos y los posibles vectores de enfermedades médicas y veterinarias. Para alcanzar los objetivos planteados se desarrollaron actividades de baneo de aves en distintos puntos de muestreo dentro la ecorregión, se realizaron mediciones de las variables corporales de las aves muestreadas (longitud alar y peso corporal) (Ugalde-Lezama et al., 2010) y se compararon con la riqueza, abundancia y

composición de ectoparásitos localizados en estas aves (Bear, 1995), dentro de estas relaciones también se consideraron factores biológicos y ecológicos, como taxonomía y hábitats de las aves y el cambio del uso del suelo. Adicionalmente, se identificó información sobre los distintos artrópodos presentes en los grupos de aves estudiados y su posible función como potenciales vectores de distintas enfermedades transmisibles tanto para la avifauna silvestre como domésticas, así como también para las poblaciones humanas locales (Durden, 2019; Gerson et al., 2007; Gullan & Cranston, 2010; Kim, 1985; Mullen & OConnor, 2019; Nicholson et al., 2019).

## **5. Planteamiento del problema**

Hasta años recientes se ha incrementado el interés por la identificación de la influencia que generan los ectoparásitos sobre los ecosistemas, derivado de estos estudios se ha identificado la capacidad de estos organismos de alterar el comportamiento de sus hospederos, reduciendo de esta manera su capacidad reproductiva y regular sus poblaciones. Adicionalmente, las poblaciones de ectoparásitos deben ser consideradas en programas de conservación de la avifauna, así como en programas de prevención de enfermedades zoonóticas y humanas (Valera, 2012).

La abundancia de algunos ectoparásitos de aves puede aumentar según aumenta el grado de perturbación del bosque, lo cual fue observado en estudios similares realizados en Brasil y Costa Rica (Nogueira et al., 2005; Paz & Sáenz, 2005). Cuando ocurre un desequilibrio en la carga parasitaria de aves puede llegar a afectar la sobrevivencia y reproducción de algunas especies que juegan un papel ecológico importante dentro de un ecosistema (Valera, 2012), generando la importancia de identificar las variables que determinan la carga parasitaria de la avifauna.

Por otro lado, los ectoparásitos de aves pueden funcionar como vectores de diversas enfermedades, que pueden ser perjudiciales tanto para aves como para seres humanos (Atkinson et al., 2009; CDC, 2020; Durden, 2019; Kim, 1985). En este sentido, las comunidades que habitan en la zona de influencia y el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) a medida que se van adentrando en los remanentes de bosque, debido a las actividades económicas que realizan, se encuentran en mayor contacto con aves silvestres, lo que a la vez hace que se encuentren en mayor contacto con los ectoparásitos de dichas aves, lo que aumenta el riesgo de estas

comunidades a adquirir enfermedades potencialmente epidemiológicas. Adicionalmente, se debe tomar en cuenta el riesgo biológico al cual se exponen distintos animales que son utilizados como producción de traspatio, los cuales generan ingresos económicos importantes para las comunidades locales (CONAP, 2019; MAGA, 2004).

El cambio del uso del suelo es una de las amenazadas previamente identificadas para la diversidad biológica a nivel nacional, el cual ha aumentado drásticamente en los últimos años en todo el territorio nacional (CONAP, 2008; CONAP, et al., 2019) y para la ecorregión Lachuá, en donde se ha identificado el impacto de esta actividad sobre otros organismos parte de la diversidad biológica de la región (García et al., 2010). El uso del suelo de las áreas aledañas al parque nacional Laguna Lachuá se ha visto modificado a través del tiempo de acuerdo a las necesidades de las comunidades que habitan allí. Esta modificación ha resultado en alteraciones del paisaje original; teniéndose ahora diversos grados de perturbación del bosque y distintos usos del suelo, dentro de los que se pueden mencionar bosque, potreros y cultivos. Se ha comprobado en distintos estudios que estos cambios en el bosque repercuten directamente en el comportamiento de los organismos del lugar. De estos cambios, algunos organismos se ven beneficiados mientras que otros se ven perjudicados (CONAP, et al., 2019; García et al., 2010; Orellana & Quezada, 2015).

Debido a la importancia en salud pública, en el ámbito taxonómico y al vacío de información que presentan el grupo de ectoparásitos, el proyecto consideró no solo la identificación de ectoparásitos en la avifauna de la región, sino también sus efectos sobre los hospederos y la identificación de los posibles vectores de enfermedades tanto médicas como veterinarias los cuales pueden poner en riesgo a las comunidades locales y la avifauna silvestre y doméstica presente en la ecorregión Lachuá. La información derivada de los resultados de la presente investigación puede ser utilizada para desarrollar de mejor manera estrategias y programas de conservación de la avifauna y de vigilancia y monitoreo para las poblaciones, de igual manera puede servir de base para el desarrollo de programas de control con el objetivo de mantener las poblaciones de ectoparásitos de manera controlada.

## **6. Preguntas de investigación**

### **Preguntas generales**

¿Cuál es la riqueza y abundancia de ectoparásitos de aves presentes en la avifauna de la ecorregión Lachuá?

### **Preguntas específicas**

¿Cuál es la relación entre las variables corporales de las especies de aves (peso y longitud alar), presentes en la ecorregión Lachuá, con la riqueza y abundancia de ectoparásitos de aves?

¿Qué porcentaje de aves presentes en la ecorregión Lachuá son hospederas de ectoparásitos y si existe relación entre el porcentaje y los distintos usos del suelo (bosque, potrero y cultivo)?

¿Qué especies de ectoparásitos pueden funcionar como vectores de enfermedades transmisibles tanto médicas como veterinarias para la ecorregión Lachuá?

## **7. Delimitación en tiempo y espacio**

### Delimitación en tiempo

El proyecto tuvo una duración de 6 meses, dentro de estos 6 meses se incluyó el periodo de inicio y coordinación (un mes) y el periodo de análisis de resultados y redacción del informe final (un mes). La fecha de inicio del proyecto fue el mes de junio del 2019 y su ejecución finalizó el 31 de diciembre del mismo año.

Con respecto a la ejecución del proyecto, se realizó una gira de campo para la identificación de los sitios de muestreo según los tratamientos identificados en la metodología de la propuesta (guamil, potrero y bosque), se presentó el proyecto al personal del Instituto Nacional de Bosques (INAB), se sostuvieron reuniones con el director del parque para solicitar el apoyo de la institución y contextualizarlo en el proyecto, con el fin de coordinar todas las giras de colecta y apoyo por parte del personal del parque. Finalmente, en conjunto con el personal de INAB, se desarrollaron rutas de socialización del proyecto con las comunidades cercanas y se gestionaron todas las colaboraciones necesarias dentro del contexto del proyecto.

Adicional a la gira antes mencionada, se realizaron dos giras de muestreo y colecta durante los meses de octubre y noviembre del año 2019. Durante estas giras de trabajo se realizó el estudio

de la avifauna del área y los ectoparásitos de aves. Posterior a cada gira se realizó la determinación taxonómica y análisis de los resultados. El motivo de desarrollar solo dos giras de campo fue el tiempo real de ejecución que se tuvo del proyecto en donde ya se contó con todo el equipo necesario para desarrollar dichas giras.

#### Delimitación en espacio

El proyecto se realizó en la ecorregión Lachuá, la cual se encuentra en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz. Geográficamente el parque y su zona de influencia se ubica dentro de las coordenadas 15046'54'', 15049'16'', 15059'11'' y 15057'19'' Latitud Norte y 90045'14'', 90034'48'', 90029'56'' y 90045'26'' Longitud Oeste. El PNLL cuenta con 10,000 hectáreas de bosque tropical, reconocido oficialmente como área protegida en el acuerdo 110-96. Hasta el año 2010, la zona de amortiguamiento del PNLL contaba con 44 asentamientos humanos y con 12,500 habitantes aproximadamente. La ecorregión de Lachuá corresponde a las tierras bajas del norte de Guatemala cuya región fisiográfica pertenece al Cinturón Plegado del Lacandón caracterizado por ser una región kárstica con orígenes en el Cretácico superior. Miranda (1978) define la región como selvas altas y medias perennifolias (Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, 2004).

Los sitios de muestreo se ubicaron tanto dentro del área del PNLL como de la zona de amortiguamiento dentro del área delimitada para la ecorregión Lachuá.

### **8. Marco teórico**

#### **9. Estado del arte**

Existen más de 9,000 especies de aves vivas actualmente, las cuales descienden de linajes que empezaron a diferenciarse uno del otro hace unos 150 millones de años, a finales del Jurásico y principios del Cretácico, después de que se originaran a partir de un ancestro reptiliano (Sibley & Ahlquist, 1986). Las aves son los únicos animales con plumas. Se cree que las plumas surgieron de modificaciones de las escamas de los reptiles; son flexibles y muy fuertes para su escaso peso. Protegen el cuerpo, reducen la pérdida de agua y calor y participan en el vuelo. Además de plumas y alas, las aves presentan muchas otras adaptaciones para el vuelo. Su cuerpo es compacto y aerodinámico, y la fusión de muchos huesos le da la rigidez necesaria para volar (Solomon, 2008). Esta habilidad para el vuelo, hace que las aves puedan colonizar una gran

variedad de hábitat al mismo tiempo que les permite tener una gran movilidad dentro de un bosque, e incluso viajar largas distancias durante ciertos períodos de tiempo, fenómeno conocido como migración (Jahn, Levey, et al., 2013).

En Guatemala, 724 especies de aves han sido reportadas confiablemente, dentro de este grupo se incluyen las 486 especies con reproducción observada dentro del territorio nacional (CONAP, 2008; CONAP, et al., 2019). Como se había mencionado, solo para el área del PNLL se han reportado 260 especies de aves, en este estudio se encontró que 45 especies de 100 capturadas tuvieron un rango alto de distribución, ya que se encontraron tanto en el bosque como en el mosaico (diversos grados de perturbación) (Avendaño, 2001). Un estudio del año 2003 realizó 15 nuevos reportes, además encontró una variación en la riqueza de especies en dos condiciones de paisaje con diferentes grados de fragmentación en la zona de amortiguamiento del parque (Cóbar, 2003).

Los ectoparásitos son animales que viven a expensas de otro, que no matan, son llamados parásitos, estos pueden ser internos (endoparásitos) o externos (ectoparásitos). Un animal (huésped) atacado por un parásito es parasitado (Gullan & Cranston, 2010). Cuando los ectoparásitos interactúan con el huésped, pueden producir una infestación que, típicamente, permanece local o en la periferia. La ocurrencia y severidad de la enfermedad depende de la interacción huésped-parasito después de la infección (Mullen & Durden, 2009).

Diversos estudios han identificado a los grupos de ectoparásitos más comunes de aves, los cuales pueden ser: Garrapatas del suborden Ixodida, estas garrapatas son notorias como vectores de enfermedades humanas y de otros animales. Pueden transmitir una gran variedad de organismos infecciosos dentro de los cuales se encuentran protozoos, virus, bacterias (incluyendo rickettsias) y hongos patógenos; dentro de este grupo se pueden mencionar géneros de gran importancia médica como *Boophilus sp.* y *Amblyomma sp.* (Mullen & Durden, 2009; Valera, 2012).

Otro grupo de ectoparásitos relacionados con las aves son los ácaros del suborden Prostigmata. Algunos son ectoparásitos temporales como los ácaros de la familia Trombiculidae; mientras que otros son asociados permanentes; la mayoría de los miembros de la familia Cheyletiellidae, son ectoparásitos obligados que se encuentran en la piel de aves y de algunos mamíferos. La mayor

diversidad de ácaros asociados a aves se encuentra dentro del suborden Astigmata. Las superfamilias de este suborden son Glycyphagoidea y Acaroidea, estas superfamilias tienen muchas asociaciones con una gran diversidad de aves, la mayoría parásitos de la piel (Proctor, 2003).

Además de los ácaros y las garrapatas se pueden mencionar a los piojos (orden Phthiraptera) como importantes ectoparásitos de aves y mamíferos. Los piojos son una amenaza no solo por sus hábitos alimenticios sino también por su habilidad para transmitir patógenos. La mayoría de las 3,200 especies de piojos conocidas son ectoparásitos de aves silvestres o mamíferos. Previamente el orden Phthiraptera estaba dividido en dos grandes grupos taxonómicos: Anoplura (piojos chupadores) y Mallophaga (piojos masticadores). Sin embargo, nuevos análisis filogenéticos demostraron que los piojos masticadores no representan un grupo monofilético, por lo cual la nueva división del orden es en los subórdenes Anoplura (piojos chupadores) y los subórdenes Amblycera, Ischnocera, and Rhynchophthirina (colectivamente conocidos como piojos masticadores). Dentro de los subórdenes de piojos masticadores se incluyen especies que son ectoparásitos asociados de aves, mamíferos placentarios y marsupiales (Durden, 2019; Mullen & Durden, 2009).

Otro grupo diverso de ectoparásitos de aves son las moscas hematófagas (orden Diptera), dentro de este grupo se hallan desde mosquitos hasta ectoparásitos sin alas, este grupo posee una alta importancia médica y veterinaria (Mullen & Durden, 2009).

Con respecto al ectoparasitismo en las aves y sus variables corporales, se han propuesto diferentes hipótesis acerca de las variables que influyen en que un ave este más o menos parasitada por artrópodos, los cuales pueden estar relacionados con el tamaño corporal, la dieta, el ecosistema y ubicación del hospedero, relación evolutiva entre parásito y huésped, entre otras (Krasnov et al., 2004). Sin embargo, muchas de estas hipótesis aún no han sido verificadas e incluso pueden mostrar resultados contradictorios, por ejemplo, Krasnov, et. al, 2004, identifico que las variables corporales no tienen mucha influencia en la riqueza y abundancia de ectoparásitos en vertebrados, sin embargo, su trabajo se enfoca en pulgas (Orden Siphonaptera) de mamíferos. Otros autores identificaron una influencia relevante en este fenómeno, en Costa Rica, por ejemplo, se desarrolló un estudio de ectoparásitos de aves en Costa Rica, encontraron

que los valores de carga parasitaria dependieron únicamente de las variables morfológicas y ecológicas del huésped (Paz & Sáenz, 2005). En Perú, un estudio de 1992 con piojos chupadores (Orden Phthiraptera), reportó que el ambiente para estos organismos es delimitado por el cuerpo de los hospederos más que por otras condiciones (Clayton et al., 1992). Finalmente, varios estudios han identificado que las variables corporales de las aves que se relacionan con la carga parasitaria están relacionadas directamente con el hábitat donde se encuentran, debido a esta relación, la fragmentación del hábitat puede ejercer una fuerte influencia sobre estas variables corporales, lo que a la larga ejerce influencia sobre la abundancia y riqueza de ectoparásitos (Clayton et al., 1992; Paz & Sáenz, 2005).

A pesar de varios estudios sobre ectoparásitos realizados en Latinoamérica, a nivel nacional no se conocen más que algunos estudios de pregrado y estudio de varios años atrás (Aldana, 1973; Chávez, 2012; Leal, 1976; Padilla, 1969), lo cual genera un importante vacío de información, en donde se deben enfocar varias líneas de investigación.

Con respecto al área de estudio, la ecorregión Lachuá se encuentra en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz. Geográficamente el parque y su zona de influencia se ubica dentro de las coordenadas 15046'54'', 15049'16'', 15059'11'' y 15057'19'' Latitud Norte y 90045'14'', 90034'48'', 90029'56'' y 90045'26'' Longitud Oeste; los límites geográficos de la zona de amortiguamiento son al norte y al oeste el río Chixoy, al este el río Icbolay y al sur las montañas del Peyán y la Sultana. El PNLL es un área de reserva natural dentro de la ecorregión que consta de 14,500 ha. En la zona de amortiguamiento del parque se encuentran 44 asentamientos humanos (Cóbar, 2003; Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, 2004).

El análisis de cambio de uso de suelo hasta 1996 por Monzón (1999), demuestra que el PNLL es un gran remanente de bosque tropical poco perturbado, mientras que los que quedan en la zona de amortiguamiento están mediana y grandemente perturbados. El PNLL se ubica en la región Costa Caribe del Golfo, en la subregión de la Península de Yucatán y para ella se han reportado 17 especies de aves endémicas. El área se ha identificado como un importante como refugio y lugar de alimentación para las aves durante la época migratoria (Cóbar, 2003).



Específicamente, la laguna Lachuá tiene una extensión de 400 ha, con una profundidad máxima estimada de 222 metros; localizada a 173 m s. n. m. El afluente superficial que abastece la laguna Lachuá es el denominado río Peyán, el cual surge dentro del parque, constituido por vegetación arbórea densa, situación que ha permitido que el aporte de sedimentos a la laguna sea mínimo (Mónzon, 1999).

En la ecorregión Lachuá se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios sobre la diversidad biológica presente en el PNLL y la influencia que ha generado distintos factores ambientales, principalmente en su zona de amortiguamiento. Los grupos que han sido estudiados son coleópteros, macrohongos, composición de la vegetación, macro-invertebrados acuáticos, aves, algunos mamíferos, entre otros (Avendaño, 2001; Avila, 2004; García et al., 2010; García Vettorazzi et al., 2009; Orellana & Quezada, 2015). Los diversos estudios realizados han ayudado a identificar al área como una zona de alta diversidad biológica, cultura, lo cual permitió la declaración de la región como sitio Ramsar (Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, 2004).

## **10. Objetivo general**

- Determinar la riqueza y abundancia de ectoparásitos de aves presentes en la avifauna de la ecorregión Lachuá

## **11. Objetivos específicos**

- Determinar el grado de correlación existente entre las variables corporales de las especies de aves (peso y longitud alar) presente en la ecorregión Lachuá con la riqueza y abundancia de ectoparásitos de aves.
- Determinar el porcentaje de aves presentes en la ecorregión Lachuá que son hospederas de ectoparásitos y si existe relación entre el porcentaje de aves y los distintos usos del suelo (bosque, potrero y cultivo).
- Determinar dentro del grupo de ectoparásitos colectados, los posibles vectores de enfermedades transmisibles tanto médicas como veterinarias para la ecorregión Lachuá.

## **12. Hipótesis**

Las variables corporales de las aves de la ecorregión Lachuá, longitud alar y peso corporal, están relacionadas con la riqueza y abundancia de ectoparásitos.

## **13. Materiales y métodos**

### **13.1. Enfoque y tipo de investigación**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que todos los indicadores y variables de la investigación son de carácter cuantitativo. También bajo un enfoque correlacional pues buscó establecer relación entre el microhábitat presente en la avifauna del sitio de estudio con la diversidad de ectoparásitos de aves.

La investigación fue de tipo descriptiva y correlacional al intentar identificar como las distintas variables corporales tiene relación con la diversidad de ectoparásitos presentes en la avifauna de la ecorregión Lachuá. Adicionalmente, se exploró si variables físicas (uso del suelo) presentó algún grado de influencia sobre la riqueza y abundancia de ectoparásitos presentes en la avifauna.

Para el presente proyecto, la población correspondió a la avifauna dentro de la ecorregión Lachuá. La muestra corresponde a las distintas aves colectadas en los distintos sitios de muestreo y sobre las cuales se extrajeron ectoparásitos de aves y se desarrollaron las mediciones corporales. La unidad experimental corresponde a las aves muestreadas.

### **13.2. Recolección de información**

Para el presente proyecto se establecieron tres tratamientos presentes dentro de la ecorregión Lachuá: bosque (dentro del PNLL), potrero y cultivo (dentro de la zona de amortiguamiento) (apéndice 1). El utilizar distintos tratamientos dentro del proyecto ayudo a identificar si existen diferencias en las poblaciones de estudio (aves y ectoparásitos) entre áreas que presentan distintos grados de perturbación, lo cual ha sido determinante en estudio anteriores respecto a las relaciones huésped-parasito (Paz & Sáenz, 2005).

Se establecieron seis puntos de muestreo escogidos al azar en donde se realizó el bandeo de aves, los puntos de muestreo se distribuyeron de manera equitativa dentro de cada tratamiento identificado (apéndice 1). Cada punto identificado y seleccionado fue muestreado dos veces, en donde se separó el muestreo por mes. La separación temporal ayudó a reducir la recaptura de especímenes previamente muestreados y permitió la recolonización de ectoparásitos en los especímenes a los que se les haya extraído ya los parásitos previamente. Adicionalmente, la temporalidad del muestreo abarcó parcialmente la época de migración de las aves (Jahn, Cueto, et al., 2013; Newton, 2010).

La muestra se definió de manera equilibrada para tener el mismo esfuerzo de muestreo dentro de los distintos tratamientos definidos y descritos arriba. No se tuvo un control puesto que dentro de una investigación de campo de este tipo no es posible definir control.

### **13.3. Técnicas e instrumentos**

#### **Bandeo de aves**

Se trabajó únicamente con aves silvestres de sotobosque debido al método de captura; en cada punto de muestreo se colocaron 2 redes de niebla que son de 18 metros de longitud y 2.6 m de altura, las redes se abrieron al amanecer y permanecieron abiertas durante 6 horas continuas (Figura 1). Cada tratamiento fue muestreado en diferente día. Las aves fueron identificadas taxonómicamente y se registraron mediciones corporales de longitud alar y peso corporal (Figura 2). Durante la toma de medidas de las aves, se extrajeron los ectoparásitos y posteriormente las aves fueron liberadas. Previo a ser liberadas, las aves fueron marcadas con marcador indeleble en la pata derecha, para evitar repetición de datos. Las réplicas desarrolladas dentro de cada tratamiento fueron de carácter temporal y no espacial, lo cual se debió a la amplia capacidad de distribución que tienen las aves (Ugalde-Lezama et al., 2010).



*Figura 1.* Colocación de las redes de niebla en un punto de muestreo del tratamiento guamil y liberación de un ave colectada en la red de niebla (noviembre, 2019).



*Figura 2.* Medición de longitud alar a un ave colectada en un sitio de muestreo del tratamiento guamil (noviembre, 2019).

### Colecta y determinación de ectoparásitos

El muestreo del grupo de ectoparásitos fue colectado de la siguiente manera: el ave fue liberada de la red y colocada dentro de una bolsa de manta, posteriormente fue colocada dentro de la trampa Kilner de 10 a 15 minutos, la trampa fue propuesta por Williamson y modificada por Bear (Bear, 1995), esta trampa consistió en un frasco plástico de 2,000 ml con una tapadera de manta la cual en el centro tiene un agujero que permitió al ave tener la cabeza fuera del frasco para evitar que se intoxique, por lo cual los ectoparásitos colectados fueron del cuerpo y no de la cabeza; por dentro, el frasco tenía un algodón con cloroformo que sirvió para matar a los ectoparásitos (Figura 3).



*Figura 3.* Proceso de extracción de los ectoparásitos de las aves colectadas por medio del uso de la trampa Kilner elaborada (noviembre, 2019).

Los ectoparásitos colectados fueron colocados en tubos vacuainers en una solución de etanol al 70 % y glicerina, cada frasco fue identificado de acuerdo al ave de donde se extrajeron y el sitio de muestreo con los datos de colecta respectivos (Paz & Sáenz, 2005). Las muestras fueron trasladadas al laboratorio del Centro Universitario de Zacapa (CUNZAC), en donde los ectoparásitos fueron determinados taxonómicamente hasta el nivel taxonómico posible utilizando distintas claves taxonómicas (Gerson et al., 2007; Gullan & Cranston, 2010; Johnson &

Triplehorn, 2004), pinzas y agujas entomológicas y estereoscopios (figura 4); se contó la abundancia y se calculó la riqueza de ectoparásitos colectados.



*Figura 4.* Proceso de identificación de los ectoparásitos de las aves colectadas (noviembre, 2019).

#### **13.4. Operacionalización de las variables o unidades de análisis**

La tabla 1 muestra el detalle de la operacionalización de las variables desarrollado para la presente investigación.

Tabla 1

*Operacionalización de las variables o unidades de análisis.*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variables o unidades de análisis que serán consideradas</b>	<b>Forma en que se medirán, clasificarán o cualificarán</b>
<p>Determinar el grado de correlación existente entre las variables corporales de las especies de aves (peso y longitud alar) presente en la ecorregión Lachuá con la riqueza y abundancia de ectoparásitos de aves.</p>	<p>Clasificación de las aves según género y especie y variables corporales</p> <p>Ectoparásitos presentes en las aves capturadas en los sitios de muestreo seleccionados</p>	<p>Número y riqueza de aves muestreadas.</p> <p>Por medio de las variables corporales de longitud alar y peso corporal</p> <p>Se realizaron índices de riqueza y abundancia de las poblaciones de ectoparásitos colectados</p>
<p>Determinar el porcentaje de aves presentes en la ecorregión Lachuá que son hospederas de ectoparásitos y si existe relación entre el porcentaje de aves y los distintos usos del suelo (bosque, potrero y cultivo)</p>	<p>Clasificación de las aves según su género y especie, presencia de ectoparásitos de aves y sitio de colecta</p>	<p>Se determinó la prevalencia o presencia de ectoparásitos en las aves por medio de frecuencia y porcentaje.</p>
<p>Determinar dentro del grupo de ectoparásitos colectados, los posibles vectores de enfermedades transmisibles tanto</p>	<p>Ectoparásitos presentes en las aves capturadas en los sitios de muestreo seleccionados</p>	<p>Cantidad y clasificación de parásitos encontrados que se hayan reportado como vectores de enfermedades transmisibles.</p>

médicas veterinarias ecorregión Lachuá.	como para la		
---	-----------------	--	--

### 13.5. Procesamiento y análisis de la información

Para responder a la hipótesis planteada, las variables de peso y longitud alar de las aves muestreadas se contrastaron contra la riqueza y abundancia de ectoparásitos presentes en las aves. Se midió la riqueza, abundancia y composición de los ectoparásitos colectados. La riqueza es el número de especies o familias halladas. La abundancia es el número total de individuos de cada especie o familia hallada. La composición es la presencia y abundancia de cada especie de parásito. Adicionalmente, se realizaron análisis de estadística descriptiva para identificar el número de aves capturadas y el número de especies parasitadas y su relación con el tipo de hábitat muestreado. En el caso del índice Margaleff, el cual se presenta en la propuesta de investigación, debido a la cantidad de datos disponibles no fue posible utilizarlo ya que los resultados obtenidos no fueron suficientes para obtener resultados significativos por medio de este índice.

Para evaluar la posible relación de las variables corporales con la presencia de ectoparásitos, por medio del software R se realizó un análisis de regresión logística para evaluar si las variables corporales de las aves (longitud alar y peso corporal) tienen alguna influencia en la presencia o ausencia de ectoparásitos.

Por medio del software STATA se realizó una prueba de Chi2 para evaluar si existió relación entre el tipo de tratamiento estudiado (guamil, potrero y bosque) y la presencia de ectoparásitos en las aves evaluadas.

La prevalencia de aves que son hospederas de ectoparásitos muestreadas se midió por medio de la siguiente ecuación:

$$P = HI/HE * 100$$

Donde: P = prevalencia

HI = número de huéspedes infectados

HE = número de huéspedes revisados (Nogueira et al., 2005).



Para determinar los vectores potenciales de enfermedades transmisibles, se realizó una revisión sistemática (Khan et al., 2003), en los resultados se indican los distintos grupos de ectoparásitos que puedan funcionar como vectores de enfermedades, tanto médicas como veterinarias, y las diferentes enfermedades que podrían transmitir. Los ectoparásitos colectados son conservados como una colección de referencia en el laboratorio del CUNZAC.

#### **14. Vinculación, difusión y divulgación**

Se tuvo una vinculación directa con personal del Centro Universitario de Zacapa y el personal del INAB, institución encargada del manejo del PNLL y del Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Con el personal del INAB se compartió información respecto a la ejecución del proyecto, resultados preliminares y resultados finales.

Posterior a la aprobación y entrega del informe final de investigación a la Dirección General de Investigación (DIGI) y el CUNZAC, se realizará un taller de difusión de los resultados al finalizar con el personal del INAB, en donde se espera generar recomendaciones para el desarrollo de estrategias de conservación de la avifauna de la región y programas preventivos de control de los posibles vectores identificados dentro del proyecto. Se publicarán los resultados del proyecto en revistas indexadas de la DIGI.

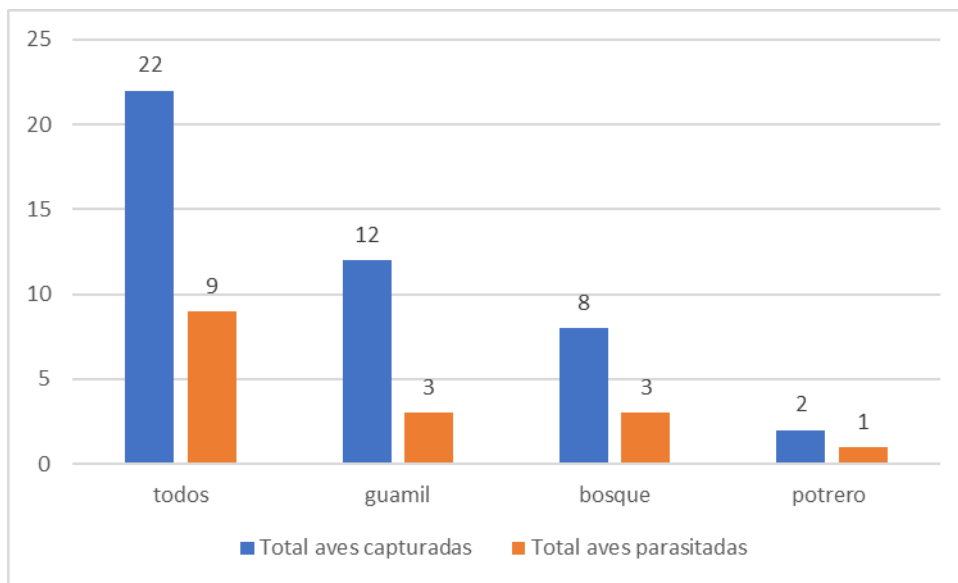
#### **15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados**

Al final de la investigación se alcanzaron los siguientes resultados. En total fueron capturados 22 individuos pertenecientes a 12 especies de aves, siendo la especie migratoria *Dumetella carolinensis* la más representada con 5 individuos capturados (Figura 5). El apéndice 2 muestra un catálogo fotográfico de las aves colectadas en la ecorregión Lachuá durante la presente investigación.



*Figura 5.* Fotografía de la especie migratoria *Dumetella carolinensis* colectada en el tratamiento tipo guamil.

De los 22 individuos capturados en 9 (41 %) fueron encontrados parásitos (Figura 6). El tratamiento con mayor número de aves capturadas fue el guamil (n=12), mientras que el menor número de aves fueron capturadas en potrero (n=2). En cuanto a la presencia de ectoparásitos, el tratamiento potrero fue el que presentó mayor porcentaje de aves parasitadas (50 %), sin embargo, la cantidad de aves capturadas en el tratamiento tipo potrero fueron únicamente dos. El bosque presentó un porcentaje de 37.5 % de presencia de parásitos del total de aves capturadas, mientras que en guamil el 25 % de las aves capturadas presentaron parásitos. Del total de aves capturadas, 12 son consideradas residentes, de las cuales 3 (equivalente al 25 %) tenían ectoparásitos, y 10 son migratorias, de las cuales 4 (40 %) presentaron ectoparásitos.



*Figura 6.* Número de aves capturadas y número de especies parasitadas en los tres tratamientos muestreados (Guamil, Bosque, Potrero) en 2019, en la ecoregión Lachúa, Alta Verapaz, Guatemala.

Con respecto a las familias de los ectoparásitos colectados, se identificaron individuos correspondientes a cuatro familias distintas, las cuales pertenecen a la clase Insecta y Arachnida. La Tabla 2 muestra el detalle de las familias de ectoparásitos colectadas y las especies de aves en donde fueron localizadas.

El apéndice 3 muestra un catálogo fotográfico de las cuatro familias de ectoparásitos colectadas en las aves de la ecorregión Lachúa muestreadas durante los meses de octubre y noviembre del año 2019.

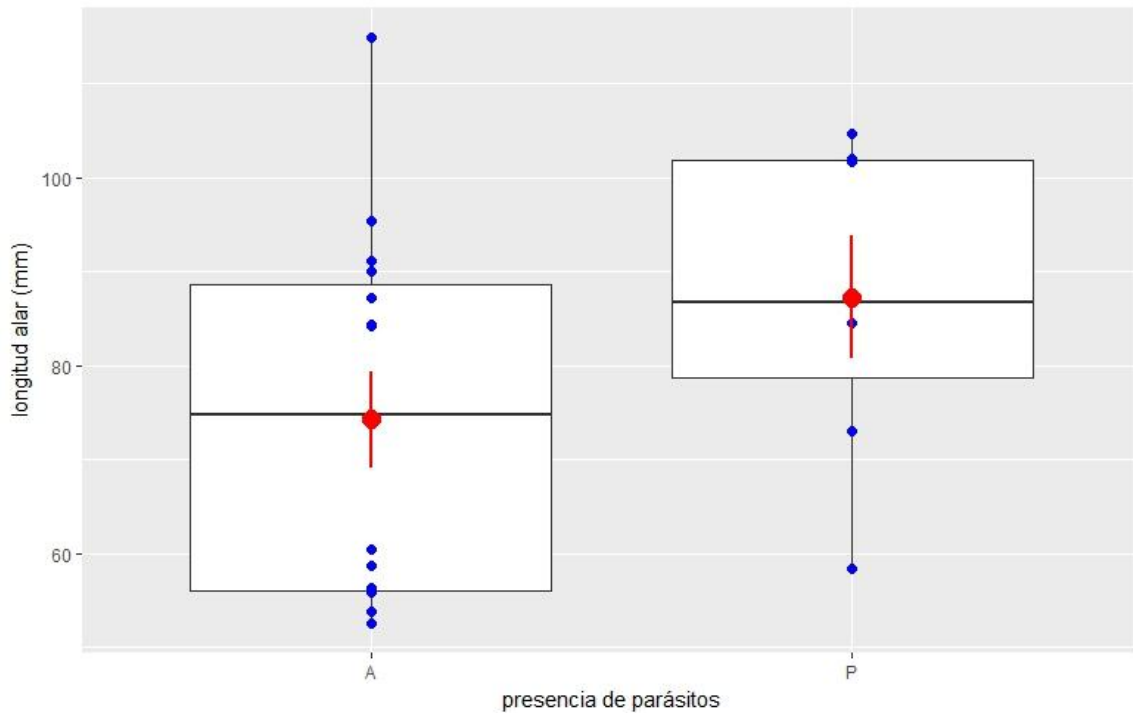
Tabla 2

*Familias de ectoparásitos colectadas con el número de individuos y las especies de aves en donde fueron localizados.*

No.	Especie ave	Orden	Suborden	Familia	No. Individuos de ectoparásitos
1	<i>Columbina minuta</i>	Phthiraptera	Ischnocera	<i>Phloptoridae</i>	10
2	<i>Hylocichla mustelina</i>	Acari	Mesostigmata	<i>Parasitidae</i>	4
3	<i>Habia rubica</i>	Acari	Mesostigmata	<i>Parasitidae</i>	2
4	<i>Hylocichla mustelina</i>	Phthiraptera	Ischnocera	<i>Phloptoridae</i>	1
5	<i>Hylocichla mustelina</i>	Acari	Astigmata	<i>Acaridae</i>	4
6	<i>Hylocichla mustelina</i>	Acari	Ixodida	<i>Ixodidae</i>	3
7	<i>Dumetella carolinensis</i>	Phthiraptera	Ischnocera	<i>Phloptoridae</i>	3
8	<i>Parkesia motacilla</i>	Phthiraptera	Ischnocera	<i>Phloptoridae</i>	1
9	<i>Sporophila corvina</i>	Acari	Mesostigmata	<i>Parasitidae</i>	1

*Fuente:* datos de colecta de aves y ectoparásitos de la ecorregión Lachuá durante los meses de octubre y noviembre de 2019.

En cuanto a la relación entre las variables corporales de las especies de aves (peso y longitud alar) con la presencia de ectoparásitos, no hubo una clara diferencia entre las medidas de aves con presencia y ausencia de ectoparásitos. Aunque se observó que las especies con presencia de ectoparásitos de manera general presentaron mayores valores de longitud alar, estos se traslaparon en parte con las mediciones para especies con ausencia de ectoparásitos (Figura 7). De la misma manera, con la variable peso, se observó de manera general que las aves con presencia de ectoparásitos tuvieron mayores valores de peso corporal en comparación con las aves en donde estuvieron ausentes los parásitos (Figura 8).



*Figura 7.* Longitud alar (mm) de las aves con presencia (P) y ausencia (A) de ectoparásitos, capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del 2019). (Los valores de mediana están representados por la línea horizontal al centro de la caja, el primero y tercer cuartil están representados por las líneas inferior y superior de la caja respectivamente, los valores de media están representados por el punto rojo, las mediciones están representadas con los puntos azules).

Los resultados de los modelos de regresión logística mostraron que el modelo nulo fue el que mejor se ajustó a los datos, seguido del modelo que contiene la variable longitud alar (Tabla 3). Los resultados de este modelo parecen mostrar que existe mayor probabilidad de que un ave esté parasitada en cuanto aumenta el valor de longitud alar (Figura 9).

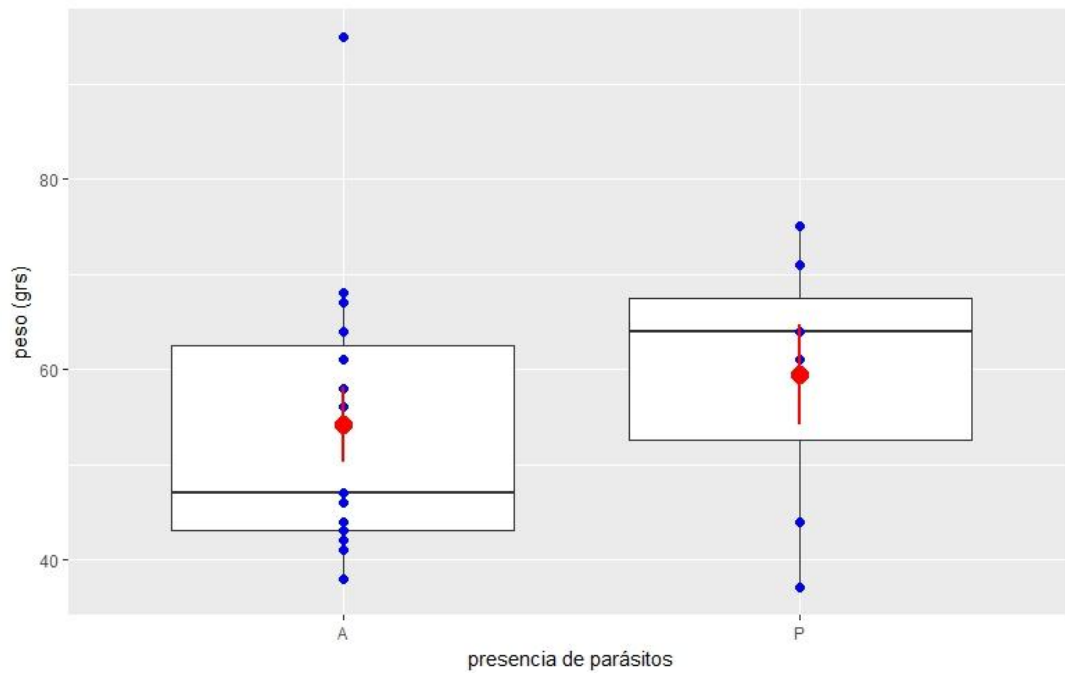


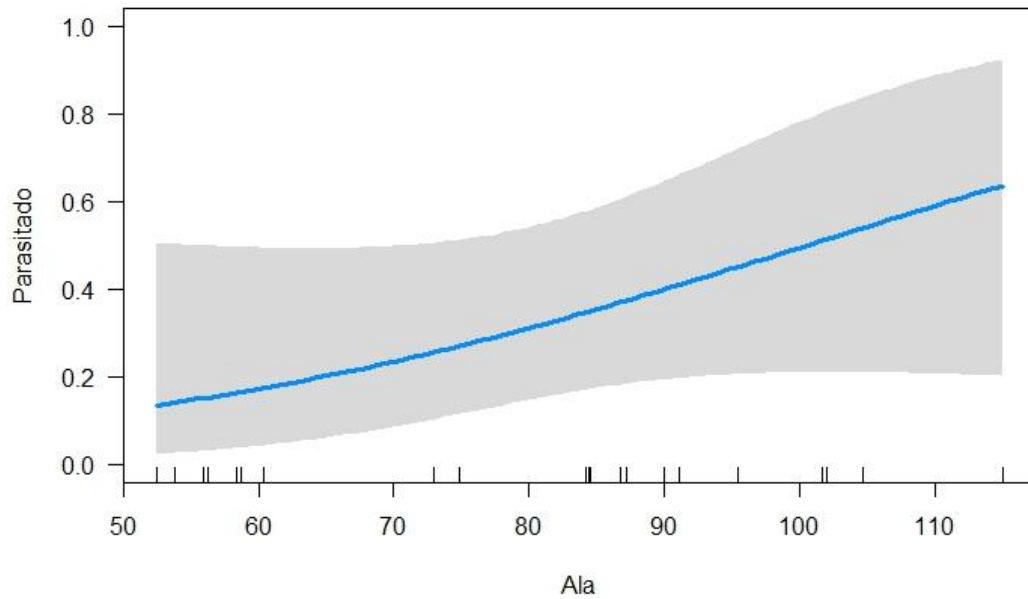
Figura 8. Peso corporal (grs) de las aves con presencia (P) y ausencia (A) de ectoparásitos, capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del 2019). (Los valores de mediana están representados por la línea horizontal al centro de la caja, el primero y tercer cuartil están representados por las líneas inferior y superior de la caja respectivamente, los valores de media están representados por el punto rojo, las mediciones están representadas con los puntos azules).

Tabla 3

Modelos de regresión logística con las variables consideradas explicativas de la presencia de ectoparásitos en aves capturadas en la ecorregión Lachúa (octubre y noviembre del 2019).

Modelo	AICc
Nulo	33.44
Longitud alar	33.78
Longitud alar + Peso corporal	34.25
Peso corporal	35.50

Nota: AICc = Akaike's Information Criterion (criterios basados en información que evalúan el ajuste del modelo)



*Figura 9.* Probabilidad de presencia de ectoparásitos en aves y longitud alar (mm) en aves capturadas en la ecorregión Lachuá (octubre y noviembre del año 2019).

En cuanto a los diferentes usos de tierra evaluados (Guamil, potrero y bosque), se evaluó, a través de una prueba de Chi2 (con un nivel de significancia de  $\alpha=5\%$ ), si los diferentes tipos de tratamientos evaluados presentaron incidencia en cuanto a la presencia de ectoparásitos en las distintas aves capturadas. Los resultados mostraron que el tipo de tratamiento no presentó influencia en la presencia de ectoparásitos en las aves colectadas ( $p= 0.6810$ ) (Tabla 4).

Tabla 4

*Relación de presencia de ectoparásito y distintos tipos de tratamiento, con una prueba de Chi<sup>2</sup> (con un nivel de significancia de  $\alpha=5\%$ )*

Ectoparásitos	Tratamiento			Total
	Guamil	Potrero	Bosque	
<b>Presentes</b>				
No	9	1	5	15
% columna	75	50	62.5	68.18
Si	3	1	3	7
% columna	25	50	37.5	31.82
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>22</b>
	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Pearson  $\chi^2(2) = 0.6810$  Pr = 0.711

En lo que respecta a la prevalencia de aves muestreadas que se identificaron como hospederas de ectoparásitos, a través de los resultados se obtuvo que la prevalencia de aves muestreadas que funcionan como hospederas de ectoparásitos es del 47 %.

### **Vectores potenciales de enfermedades transmisibles**

A través de una revisión sistemática de literatura se identificaron especies pertenecientes a las familias de ectoparásitos identificadas que pueden funcionar como posibles vectores de enfermedades tanto médicas como veterinarias para la ecorregión Lachuá. Principalmente miembros de la familia Ixodidae son los que representan una mayor cantidad de posibles enfermedades a transmitir tanto a animales como humanos. Por otro lado, la familia Parasitidae, fue la que posee la menor cantidad de géneros y especies que pueden funcionar como vectores de posibles enfermedades médicas y/o veterinarias. El apéndice 4 muestra el detalle de las familias de ectoparásitos encontradas, las distintas especies pertenecientes a las familias identificadas que pueden ser posibles vectores y las enfermedades que podrían estar presentes en la ecorregión.



## 16. Análisis y discusión de resultados

La presencia de ectoparásitos en las aves capturadas en la ecorregión Lachuá sugiere que las especies de aves juegan un papel importante en la dispersión de estos organismos. Dicha aseveración ya ha sido identificada en otras investigaciones en diversas partes del mundo (Paz & Sáenz, 2005; Santos-Silva et al., 2006), en donde se menciona que las aves silvestres juegan un rol importante en el mantenimiento y diseminación de muchas especies de ectoparásitos, algunas asociadas a agentes infecciosos como por ejemplo Rickettsias (Santos-Silva et al., 2006).

En la comparación entre tratamientos de los porcentajes de aves con presencia de ectoparásitos, el potrero fue el que presentó mayor porcentaje, sin embargo, el número total de aves capturadas en este estudio fue muy bajo, por lo cual no puede ser concluyente, necesitándose más esfuerzo de muestreo para darle mayor sustento a esta aseveración. Pese al bajo número de aves capturadas, este resultado coincide con lo reportado en una investigación similar en Costa Rica, en donde las aves capturadas en potreros, presentaron la mayor prevalencia media de ectoparásitos, seguidas de las aves de bosques secundarios (Paz & Sáenz, 2005).

Un hallazgo interesante es que las especies de aves migratorias presentaron mayor presencia de ectoparásitos en comparación con aves residentes. Esto es importante ya que las especies migratorias por lo general se mueven largas distancias y entre distintos hábitats, lo cual las haría más propensas a la dispersión de sus ectoparásitos y las potenciales enfermedades (a fauna silvestre o incluso a las personas) que pudieran transmitir. Tal es el caso de la bacteria *Bartonella*, que ha adquirido importancia en salud pública, ya que es el causante de un amplio grupo de enfermedades emergentes y reemergentes en humanos (Blanco & Raoult, 2005) y que ha sido reportada en algunos ectoparásitos hospederos del sub-orden Mesostigmata (orden Acari), presentes en algunas especies de aves migratorias (H. M. Williams & Dittmar, 2020). Algunos representantes del sub-orden Mesostigmata fueron encontrados tanto en aves residentes como migratorias en la ecorregión Lachua, por lo que habría que evaluar si dichos organismos podrían estar infectados con *Bartonella* u otros patógenos.

Según el análisis de los modelos de regresión logística, el segundo mejor modelo mostró una mayor probabilidad de presencia de ectoparásitos a mayor longitud alar en las aves capturadas en

la ecorregión Lachuá. Sin embargo, se considera que la muestra fue muy pequeña y es necesario mayor esfuerzo de muestreo, para tener una conclusión más robusta. La relación entre mayor tamaño y mayor carga parasitaria ya ha sido sugerida para otros vertebrados y las posibles explicaciones podrían ser que un ave más grande es más fácilmente encontrada por un parásito (Moore & Wilson, 2002), o que las aves más grandes estarán mejor nutridas, por lo que representan una mejor fuente de nutrientes para los parásitos (Christe et al., 2003). Otra explicación sugerida está relacionada con el dimorfismo sexual (machos más grandes que hembras) y sugiere que los machos por tener mayores niveles de actividad y promiscuidad tienen mayor probabilidad de ser infectados con parásitos (Haas, 1966).

Por otro lado, Aunque no existen en la literatura científica muchos estudios con aves, similares al realizado, una investigación con golondrinas sugiere que hubo una relación entre la presencia de parásitos en nidos y una mayor supervivencia en crías de tamaño intermedio (Brown & Brown, 2018). Mientras que, en otro estudio desarrollado en Costa Rica, los autores sugieren que la mayor carga parasitaria parece estar más relacionada a los hábitos de ciertas especies como las que se mueven entre distintos hábitats (Paz & Sáenz, 2005); por lo que los esfuerzos de muestreo deberían de orientarse a realizar las mediciones de las variables corporales de estas especies que son más generalistas. A pesar de estas aseveraciones, en el caso de la presente investigación, no fue posible establecer una relación significativa entre las aves con presencia de ectoparásitos y los distintos tratamientos evaluados. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que el esfuerzo de muestreo pudo no ser suficiente para generar la cantidad suficiente de información que pudiera generar resultados más concluyentes.

Desde el punto de vista de la diversidad de ectoparásitos de aves colectados e identificadas, es importante considerar el hecho de que las distintas familias de ectoparásitos pueden representar distintos niveles de riesgo en cuanto a las enfermedades que pueden producir o transmitir. Los individuos de la familia Acaridae pueden que no transmitan una gran cantidad de patógenos, sin embargo, la mayor parte de las especies tienden a generar distintos tipos de irritaciones que pueden llegar a afectar la salud y supervivencia de las aves hospedadoras o la salud de las personas que puedan llegar a entrar en contacto con estas especies. Su importancia también radica en la alta capacidad de reproducción que tienen las distintas especies de esta familia de

parásitos, si las condiciones son ideales para su desarrollo (Mullen & OConnor, 2019), condiciones prevalentes en toda la ecorregión de la Lachuá.

Adicionalmente, es importante considerar, desde el punto de vista médico y veterinario, que la evolución de los distintos grupos de garrapatas ha llevado al desarrollo de distintas medidas adaptivas, como el desarrollo de nuevos patrones de alimentación en varios grupos como Argasidae e Ixodidae. Estas medidas fueron identificadas cuando en la época del pleistoceno el humano introdujo manadas domesticas al ambiente, generando estos patrones en algunas especies y grupos de especies, en ambas familias, dándoles una gran importancia médica y veterinaria (Kim, 1985). Estos patrones se relacionan con la posibilidad de que algunas especies de la familia Ixodidae, colectada en la investigación, puede llegar a ser capaz de saltar de un tipo de huésped a otro, generando posibles riesgos para los animales de traspatio de las comunidades locales y sus respectivos dueños (Nicholson et al., 2019).

La presencia de ectoparásitos pertenecientes a la familia Ixodidae en las aves colectadas dentro de la ecorregión Lachuá, concuerda con la literatura que indica que las especies de la familia Ixodidae se han adaptado de mejor manera, biológica y ecológicamente, a riesgos asociados a la dependencia de alimento de aves y mamíferos altamente móviles y de diversos hábitats. Adicionalmente, 64 de las 102 especies del genero *Amblyomma* (familia Ixodidae) y todas las especies recientes de la sub-familia Ixodinae, Haemaphysalinae y Hyalomminae son parásitos de aves y mamíferos (Kim, 1985). Los distintos miembros de la familia Ixodidae tiene gran capacidad para funcionar como posibles vectores de patógenos de enfermedades médicas y veterinarias (ver apéndice 4) (CDC, 2020; Johnson & Triplehorn, 2004; Vincent Lo Re et al., 2004), por lo que la presencia de estos organismos puede ayudar a identificar medidas de prevención de transmisión de distintas enfermedades a los pobladores de las comunidades locales y a las especies domesticas que son parte de la producción de aves de traspatio, esencial en la economía de estos hogares.

De todas las familias identificadas, la familia Parasitidae fue la que presente la menor cantidad de posibles vectores de enfermedades, puesto que los miembros de esta familia son principalmente depredadores y solo una pequeña parte son parásitos de vertebrados (Johnson & Triplehorn, 2004; Netušil et al., 2005).

En el caso de la familia Philopteridae, del suborden Ischnocera (previamente sub-orden Mallophaga) estos son insectos parásitos obligatorios que viven en aves y algunos mamíferos, siendo las aves las que poseen más especies y géneros de esta familia y suborden asociadas a este grupo (Durdén, 2019; Kim, 1985). En general, los ectoparásitos colectados en la presente investigación ya han sido reportados en estudio previos de otros países de la región, por ejemplo, para el de Costa Rica se han reportado ectoparásitos en aves silvestres de los órdenes Phthiraptera, suborden Amblycera, e Ichnocera y algunos ácaros y coloradillas pertenecientes a la familia Trombiculidae (González Rojas, 2016; Paz & Sáenz, 2005). Estos hallazgos nos permitirán desarrollar actividades de control y prevención de dichos parásitos y las posibles enfermedades que pueden transmitir, tanto a nivel nacional como regional.

Finalmente, se puede decir que la hipótesis planteada se resuelve parcialmente al identificar cierta relación, aunque no tan evidente, entre la longitud alar y la presencia de ectoparásitos de aves, presentando mayor probabilidad de tener ectoparásitos mientras mayor longitud alar posean las aves. Sin embargo, es necesario desarrollar muestreos adicionales en el área y en otras regiones del país, para obtener información que puedan corroborar o refutar los resultados obtenidos.

## **17. Conclusiones**

- No existió una clara relación entre la presencia de ectoparásitos y las variables corporales de aves consideradas (peso y longitud alar), aunque los resultados preliminares sugieren que la longitud alar podría estar más relacionada que el peso, sin embargo, es necesario realizar mayor esfuerzo de muestreo.
- El porcentaje de aves hospedadoras de ectoparásitos en la ecorregión Lachuá para las capturas realizadas en el 2019 fue de 41 %, que representa 9 de 22 individuos en total.
- En el tratamiento guamil fue en donde más aves fueron capturadas en la ecorregión Lachuá, seguido del tratamiento bosque y por último el tratamiento potrero que fue el que menos capturas de aves obtuvo. Por el contrario, el mayor porcentaje de aves con presencia de

ectoparásitos se encontró en el tratamiento potrero, seguido del tratamiento bosque y con menor porcentaje el tratamiento guamil.

- No se observó una relación directa entre los distintos tipos de uso de suelo y la presencia de ectoparásitos de aves. Sin embargo, es importante desarrollar mayores esfuerzos de muestreo para obtener más información que pueda ayudar a determinar resultados más concluyentes.
- De las distintas familias de ectoparásitos colectados, fueron las familias Ixodidae (suborden Ischnocera) y Philopteridae (orden Phthiraptera) las que presentaron el mayor de riesgo de poseer potenciales vectores de enfermedades médicas y veterinarias para la ecorregión Lachuá.

## **18. Impacto esperado**

Con el presente proyecto se apoyó en el desarrollo conocimiento nuevo de la riqueza y abundancia de ectoparásitos presentes en la avifauna de la ecorregión Lachuá. El proyecto ayudo a llenar, en parte, el vacío de información presente en el ámbito taxonómico de ectoparásitos y su influencia sobre los hospederos y como posibles vectores de enfermedades médicas y veterinarias a las que podrían estar expuestas las poblaciones humanas y la avifauna, tanto silvestre como doméstica, para la ecorregión Lachuá.

A pesar del esfuerzo de muestreo generado, los resultados ayudaron a empezar a identificar las relaciones actuales parásito-hospedero entre aves y ectoparásitos de la ecorregión Lachuá. Adicionalmente, la presente investigación ayudo a determinar, en cierto nivel, la influencia que tienen las variaciones corporales de las aves sobre la abundancia y riqueza de ectoparásitos.

## 19. Referencias

- Aldana, H. (1973). *Contribución al conocimiento de los ácaros de algunos insectos ectoparásitos de las aves y otros hospederos en Guatemala* [Tesis de licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
- Atkinson, C. T., Thomas, N. J., & Hunter, D. B. (2009). *Parasitic diseases of wild birds*. John Wiley & Sons.
- Avendaño, C. (2001). *Caracterización de la avifauna del parque nacional Laguna Lachuá, Cobán Alta Verapaz* [Tesis de licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Avila, R. (2004). *Estudio base para el prorama de monitoreo de la vegetación en la zona de influencia del parque nacional Laguna Lachuá* [Tesis de licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Bartlett, C. M. (1993). Lice (Amblycera and Ischnocera) as Vectors of Eulimdana spp. (Nematoda: Filarioidea) in Charadriiform Birds and the Necessity of Short Reproductive Periods in Adult Worms. *The Journal of Parasitology*, 79(1), 85–91. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/3283282>
- Bear, A. (1995). An improved method for collecting bird ectoparasites. *Journal of Field Ornithology*, 66(2), 212–214.
- Blanco, J. R., & Raoult, D. (2005). Enfermedades producidas por Bartonella spp. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 23(5), 313–320. <https://doi.org/10.1157/13074971>
- Brown, C. R., & Brown, M. B. (2018). Parasites favour intermediate nestling mass and brood size in cliff swallows. *Journal of Evolutionary Biology*, 31(2), 254–266. <https://doi.org/10.1111/jeb.13218>
- CDC. (2018, diciembre 13). *Tularemia home* | CDC. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/tularemia/index.html>
- CDC. (2020, enero 29). *Transmission of Lyme disease* | CDC. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/lyme/transmission/index.html>
- Chávez, S. (2012). *Análisis de la relación de sexos de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) con la infestación de moscas ectoparásitas (Diptera: Streblidae) presentes en un área protegida privada del municipio de San Lucas Sacatepéquez* (p. 34) [INFORME FINAL

- DE INVESTIGACION-Subprograma EDC-Biología]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas de Farmacia.
- Christe, P., Giorgi, M. S., Vogel, P., & Arlettaz, R. (2003). Differential Species-Specific Ectoparasitic Mite Intensities in Two Intimately Coexisting Sibling Bat Species: Resource-Mediated Host Attractiveness or Parasite Specialization? *Journal of Animal Ecology*, 72(5), 866–872. JSTOR.
- Clayton, D. H., Gregory, R. D., & Price, R. D. (1992). Comparative ecology of Neotropical bird lice (Insecta: Phthiraptera). *Journal of Animal Ecology*, 61(3), 781–795.
- Cóbar, A. J. (2003). *Riqueza y abundancia de aves en dos condiciones de paisaje con diferente grado de fragmentación en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá* [Informe final de EPS]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión de Lachuá.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2008). *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2014). *V Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio sobre la Diversidad Biológica* (Núm. 5; Documento Técnico No. 3-2014). Consejo Nacional de Áreas Protegidas. [http://www.chmguatemala.gob.gt/Members/lojeda/V%20Informe%20Nacional%20CDB\\_Guatemala.pdf](http://www.chmguatemala.gob.gt/Members/lojeda/V%20Informe%20Nacional%20CDB_Guatemala.pdf)
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2019). *El estado de la biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura* (Núm. 1; Documento técnico No. 16-2018). Consejo Nacional de Áreas Protegidas. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.chmguatemala.gob.gt>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *VI Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio Sobre Diversidad Biológica* (Núm. 6; Documento técnico No. 15-2019, p. 218). Consejo Nacional de Áreas Protegidas. <http://www.chmguatemala.gob.gt>

- Durden, L. A. (2019). Chapter 7—Lice (Phthiraptera). En G. R. Mullen & L. A. Durden (Eds.), *Medical and Veterinary Entomology (Third Edition)* (pp. 79–106). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00007-8>
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. (2004). *Sitio Eco región Lachuá* (Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar). Consejo Nacional de Áreas Protegidas-Convención RAMSAR. <http://www.conap.gob.gt/Documentos/SIGAP/RAMSAR/1623%20Ecoregi%C3%B3n%20Lachua.pdf>
- García, P., van Tuylen Domínguez, S., Reyes Morales, E. M., Montenegro, C., & Bracamonte, M. (2010). *Evaluación de los efectos del cambio del uso de la tierra sobre la calidad del agua y los patrones de diversidad de macroinvertebrados acuáticos en la Eco-Región Lachuá, Cobán, Alta Verapaz* (FODECYT No. 2007-72). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202007.72.pdf>
- García Vettorazzi, M., Leonardo Manrique, R. S., Castillo Cabrera, F. J., Gómez Juárez, I. B., & García Recinos, L. I. (2009). *El tapir centroamericano (Tapirus bairdii 1865, Gill) como herramienta para el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas – SIGAP* - (Informe final de investigación 2.99; Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente, p. 59). <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2009-052.pdf>
- Gerson, U., Smiley, R., & Ochoa, R. (2007). An Illustrated Key to the Relevant Acarine Families. En *Mites (Acari) for Pest Control* (pp. 26–68). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470750995.ch3>
- González Rojas, M. (2016). *Presencia de parásitos en aves silvestres (Orden Passeriforme) de vida libre de la zona sur de Costa Rica* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional]. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13204/Mabelle%20Gonz%c3%a1lez%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2010). *The Insects: An outline of entomology* (4a ed.). Wiley-Blackwell.
- Haas, G. E. (1966). Cat Flea-Mongoose Relationships in Hawaii. *Journal of Medical Entomology*, 2(4), 321–326. <https://doi.org/10.1093/jmedent/2.4.321>
- International Vector Disease Control. (s/f). *Rocky Mountain Spotted Fever: Education, Public Health, Tick Management*. Recuperado el 8 de febrero de 2020, de



<http://www.vdci.net/vector-borne-diseases/rocky-mountain-spotted-fever-education-and-tick-management-to-protect-public-health>

- Jahn, A. E., Cueto, V. R., Fox, J. W., Husak, M. S., Kim, D. H., Landoll, D. V., Ledezma, J. P., LePage, H. K., Levey, D. J., Murphy, M. T., & Renfrew, R. B. (2013). Migration timing and wintering areas of three species of flycatchers (*Tyrannus*) breeding in the Great Plains of North America. *The Auk*, *130*(2), 247–257. <https://doi.org/2013.13010>
- Jahn, A. E., Levey, D. J., Cueto, V. R., Ledezma, J. P., Tuero, D. T., Fox, J. W., & Masson, D. (2013). Long-distance bird migration within South America revealed by light-level geolocators. *The Auk*, *130*(2), 223–229. <https://doi.org/2013.12077>
- Johnson, N. F., & Triplehorn, C. A. (2004). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7 edition). Cengage Learning.
- J.s, A. (1986). Animal parasitology in the United States Department of Agriculture, 1886-1984. *Journal of NAL Associates*. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19890042879>
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, *96*(3), 118–121.
- Kim, K. C. (Ed.). (1985). *Coevolution of Parasitic Arthropods and Mammals* (Edición: 1). Wiley-Interscience.
- Krasnov, B. R., Shenbrot, G. I., Khokhlova, I. S., & Degen, A. A. (2004). Flea species richness and parameters of host body, host geography and host 'milieu'. *Journal of Animal Ecology*, *73*(6), 1121–1128. <https://doi.org/j.0021-8790.2004.00883.x>
- Leal, L. (1976). *Tipificación de ectoparásitos en aves de corral (Gallus-gallus, Gallopavo meleagridis), del municipio de Tejutla en el departamento de San Marcos* [Tesis de licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2004). *Primer informe sobre la situación de los recursos zoogenéticos de Guatemala*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Fitozoogenéticos y recursos nativos. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Guatemala.pdf>

- Mónzon, R. (1999). *Estudio general de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra del parque nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán Alta Verapaz* [Tesis de licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.
- Moore, S. L., & Wilson, K. (2002). Parasites as a viability cost of sexual selection in natural populations of mammals. *Science (New York, N.Y.)*, 297(5589), 2015–2018. <https://doi.org/10.1126/science.1074196>
- Mullen, G. R., & Durden, L. A. (2009). *Medical and veterinary entomology*. Academic Press.
- Mullen, G. R., & OConnor, B. M. (2019). Chapter 26—Mites (Acari). En G. R. Mullen & L. A. Durden (Eds.), *Medical and Veterinary Entomology (Third Edition)* (pp. 533–602). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00026-1>
- Netušil, D. J., Zákovská, A., Horváth, R., Dendis, M., & Janouškovcová, E. (2005, septiembre 27). *Presence of Borrelia burgdorferi Sensu Lato in Mites Parasitizing Small Rodents* [Research-article]. <https://Home.Liebertpub.Com/Vbz>. <https://doi.org/10.1089/vbz.2005.5.227>
- Newton, I. (2010). *The Migration Ecology of Birds*. Elsevier.
- Nicholson, W. L., Sonenshine, D. E., Noden, B. H., & Brown, R. N. (2019). Chapter 27—Ticks (Ixodida). En G. R. Mullen & L. A. Durden (Eds.), *Medical and Veterinary Entomology (Third Edition)* (pp. 603–672). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00027-3>
- Nogueira, D. M., Rangel, A., Pinheiro, C., & Moreno, L. (2005). Estudio de la avifauna y sus ectoparásitos en un fragmento de bosque atlántico en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil. *Boletín SAO*, 15(02), 11.
- Orellana, S., & Quezada, M. (2015). Efecto de la conformación del paisaje en coleópteros (Insecta: Coleoptera) asociados a macrohongos de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. *Revista Científica Revista Científica. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas*, 25(1), 37–48.
- Padilla, H. (1969). *Ectoparásitos en aves de corral (Gallus—Gallus), del departamento de Guatemala* [Tesis de licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Paz, F. V., & Sáenz, J. C. (2005). La fragmentación del hábitat—Impactos sobre la dinámica huésped-parásito de la avifauna en paisajes agropecuarios de Esparza, Costa Rica. *Boletín de la Asociación Ornitológica de Costa Rica*, 9, 3–10.

- Proctor, H. C. (2003). Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior, and evolution. *Annual Review of Entomology*, 48, 185–209. <https://doi.org/10.1146-annurev.ento.48.091801.112725>
- Santos-Silva, M. M., Sousa, R., Santos, A. S., Melo, P., Encarnação, V., & Bacellar, F. (2006). Ticks Parasitizing Wild Birds in Portugal: Detection of *Rickettsia aeschlimannii*, *R. helvetica* and *R. massiliae*. *Experimental & Applied Acarology*, 39(3), 331. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9008-3>
- Sibley, C. G., & Ahlquist, J. E. (1986). Filogenia de las aves mediante comparación de ADN. *Investigación y Ciencia*, 115, 15.
- Solomon, E. P. (2008). *Biología*. McGraw-Hill.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Velázquez-Mendoza, J., & Tarángo-Arámbula, L. A. (2010). Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, 44(2), 159–169.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2018). *Tickborne Diseases of The United States: A Reference Manual for Healthcare Providers*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/ticks/tickbornediseases/index.html>
- Valera, F. (2012). Estima de ectoparásitos en aves. *Revista de Anillamiento*, 29–30, 34–44.
- Vincent Lo Re, I. I. I., Occi, J. L., & MacGregor, R. R. (2004). Identifying the Vector of Lyme Disease. *American Family Physician*, 69(8), 1935–1937.
- Williams, H. M., & Dittmar, K. (2020). Expanding our view of Bartonella and its hosts: Bartonella in nest ectoparasites and their migratory avian hosts. *Parasites & Vectors*, 13(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-3896-7>
- Williams, R. (2017, febrero 2). *Texas cattle fever ticks are back with a vengeance*. Texas A&M Department of Entomology. <https://entomology.tamu.edu/2017/02/02/texas-cattle-fever-ticks-are-back-with-a-vengeance/>

## 20. Apéndice

1. Ubicación de los tres tratamientos y puntos de muestreo de aves dentro de la ecorregión Lachuá (agosto, octubre y noviembre del 2019).

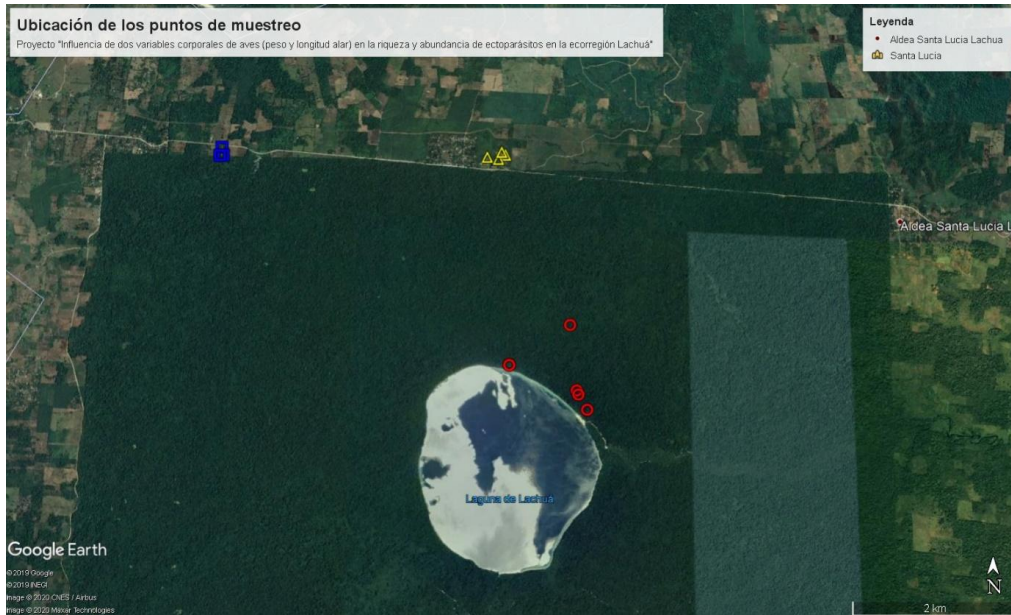


Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo en tres tratamientos: Bosque (círculos rojos), Guamil (triángulos amarillos) y Potrero (cuadros azules) para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.

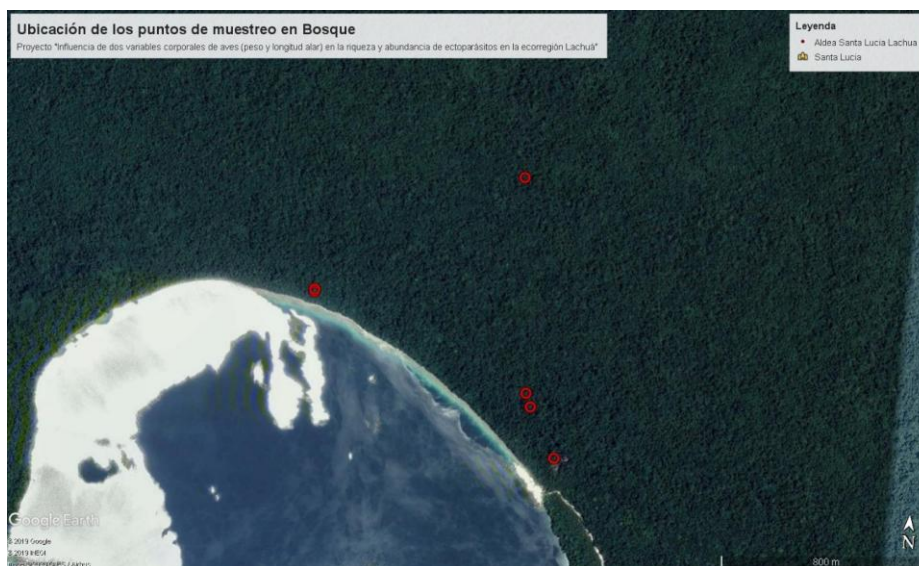


Figura 11. Ubicación de los sitios de muestreo en el tratamiento tipo bosque para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.



*Figura 12.* Ubicación de los sitios de muestreo para el tratamiento tipo guamil para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.



*Figura 13.* Ubicación de los sitios de muestreo para el tratamiento tipo potrero para la colecta de ectoparásitos de aves en la ecorregión Lachuá en 2019.

2. Catálogo fotográfico de las aves colectadas en la ecorregión Lachuá durante la presente investigación (agosto, octubre y noviembre del 2019).



Figura 14. Fotografía de la especie *Ceratopipra mentalis*.



Figura 15. Fotografía de la especie *Columbina minuta*.



Figura 16. Fotografía de la especie *Cyanerpes cyaneus*.



Figura 17. Fotografía de la especie *Dumetella carolinensis*.



Figura 18. Fotografía de la especie *Habia rubica*.



Figura 19. Fotografía de la especie *Hylocichla mustelina*.



Figura 20. Fotografía de la especie *Manacus candei*.



Figura 21. Fotografía de la especie *Mionectes oleagineus*.



Figura 22. Fotografía de la especie *Seiurus aurocapilla*.



Figura 23. Fotografía de la especie *Sporophila corvina*.



Figura 24. Fotografía de la especie *Turdus grayi*.

3. Catálogo fotográfico de las cuatro familias de ectoparásitos colectadas en las aves de la ecorregión Lachuá muestreadas (octubre y noviembre del 2019).



*Figura 25.* Fotografía de la familia Acaridae.



*Figura 26.* Fotografía de la familia Ixodidae.



*Figura 27.* Fotografía de la familia Parasitidae.



*Figura 28.* Fotografía de la familia Philopteridae.



4. Detalle de las familias de ectoparásitos colectadas e identificadas y sus posibles vectores de enfermedades médicas y veterinarias.

Tabla 5

*Información de las familias de ectoparásitos identificadas, las distintas especies pertenecientes a las familias que pueden ser posibles vectores y las enfermedades que podrían estar presentes en la ecorregión*

No.	Familia de ectoparásitos	Posibles vectores	Enfermedades en riesgo de transmitir	Descripción de las enfermedades
1	Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	picor de copra/Copra itch	Irritación en la piel derivado del contacto con la especie vector ubicada en la pulpa seca de los frutos de <i>Cocos nucifera</i> L (Kim, 1985).
		<i>Acarus siro</i>	picazón del Panadero/Baker's itch	Irritación cutánea derivada del contacto con la especie vector (Kim, 1985).
		<i>Carpoglyphus lactis</i>	Dermatitis de ácaros de frutos secos/Dried fruit mite dermatitis	Irritación cutánea derivada del contactó con la especie vector (Kim, 1985).
		<i>Glycyphagus domesticus</i>	Grocer's itch	Irritación cutánea derivada del contactó con la especie vector (Johnson & Triplehorn, 2004; Kim, 1985).
2	<i>Ixodidae</i>	<i>Ixodes scapularis</i>	Borreliosis o Enfermedad	Los síntomas pueden comenzar días o semanas

			de Lyme	<p>después de la infección. Son similares a una gripe y pueden incluir: fiebre y escalofríos; malestar general; dolor de cabeza; dolor articular, dolores musculares; rigidez en el cuello. Adicionalmente se puede presentar una erupción como mancha roja y plana, la cual puede llegar a ser bastante grande y expandirse en tamaño.</p> <p>Una segunda o tercera etapa de la enfermedad puede incluir: dolor en la zona del nervio; parálisis o debilidad en los músculos de la cara; problemas del corazón; hinchazón articular; debilidad muscular; entumecimiento y hormigueo; problemas del habla y problemas cognitivos (CDC, 2020; Johnson &amp; Triplehorn, 2004; Vincent Lo Re et al., 2004).</p>
		<i>Dermacentor sp.</i>	Fiebre de las montañas rocosas	Zoonosis producida por la bacteria <i>Rickettsia rickettsii</i> , cuyos síntomas incluyen fiebre; dolor de cabeza; puede aparecer un sarpullido; dolor en abdomen, articulaciones o músculos; náusea o vómitos; enrojecimiento del ojo y sensibilidad a la luz (International Vector Disease Control, s/f;

			Johnson & Triplehorn, 2004).
	<i>Amblyomma sp.</i> <i>Dermacentor sp.</i>	Tularemia	Enfermedad causada por la bacteria <i>Francisella tularensis</i> . Entre los síntomas generales se pueden incluir: fiebre súbita, escalofrío, priapismo, dolores de cabeza, diarrea, dolores musculares, dolor en las articulaciones, tos seca, debilidad progresiva (CDC, 2018; Johnson & Triplehorn, 2004).
	<i>Boophilus annulatus</i>	Babesiosis bovina o Fiebre de ganado tejano	Enfermedad causada por el protozoo <i>Babesia bigemina</i> , el cual afecta los glóbulos rojos del ganado generando anemia, fiebre y muerte. El ganado sin previa exposición a la enfermedad puede llegar a presentar entre el 70 y el 90% de mortalidad (Johnson & Triplehorn, 2004; J.s, 1986; R. Williams, 2017).
	<i>Dermacentor andersoni</i>	Fiebre de garrapatas del Colorado	Enfermedad causada por el virus del mismo nombre de la enfermedad. Los síntomas incluyen fiebres, escalofríos, dolor de cabeza, mialgias y letargo. Alrededor del 50% de los pacientes pueden presentar una enfermedad bifásica con síntomas que remiten después de 2 a 4 días, pero

				<p>luego</p> <p>recurrente 1 a 3 días después. Adicionalmente, se puede presentar erupción maculopapular, debilidad y fatiga puede ser común en adultos y coagulación intravascular o meningoencefalitis en niños (Johnson &amp; Triplehorn, 2004; U.S. Department of Health and Human Services, 2018).</p>
3	<i>Parasitidae</i>	<i>Eugamasus sp.</i>	Borreliosis o Enfermedad de Lyme	Enfermedad causada por la espiroqueta <i>Borrelia burgdorferi</i> , cuyos síntomas están descritos arriba (Netušil et al., 2005).
4	<i>Phloptoridae</i>	<i>Lipeurus caponis</i>	Irritación focalizada	El ectoparásito puede causar irritación, prurito, inquietud y baja tasa de crecimiento. Ha sido colectado en aves de traspatio y en aves silvestres (Durden, 2019).
		<i>Cuclutogaster heterographus</i>	Irritaciones y problemas de salud	Las aves jóvenes son particularmente dañadas por esta especie de ectoparásito; las infestaciones pueden acumularse rápidamente, dejando a las aves débiles e incluso matándolas (Durden, 2019).
		<i>Carduiceps clayae</i>	<i>Eulimdana spp.</i>	Filariasis aviar (Bartlett, 1993; Durden, 2019).

## Listado de los integrantes del equipo de investigación

### Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma
Ph. D. Manuel Barrios	

### Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Carlos Montenegro	Investigador titular I	20050362	X		
Juan Quiñonez	Investigador titular I	20120652	X		
Silvia Duarte	Auxiliar de investigación I	20050551	X		

Guatemala 17 de febrero de 2020.

**Carlos Alberto Montenegro Quiñonez**

**Coordinador**

Proyecto de Investigación

**Dra. Hilda E. Valencia de Abril**

**Coordinadora**

Programa Universitario de Investigación

**Ing. Agr. MARN. Julio Rufino Salazar**

Coordinador General de Programas