



Facultad de Ciencias de la Vida

Bioacústica aplicada para el control de bandadas de aves en ambientes antropogénicos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

González Cando Roger Andrés
Pinoargote Cañar Joselyne Lucia

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico este trabajo a mis padres que por su dedicación y esfuerzo hacia a mí, de mi abuela, mis tíos que han sido una motivación importante durante mi vida personal y académica.

Roger González Cando

El presente proyecto se lo dedico a mi padre que me enseñó que no hay que rendirse y que tenemos que luchar hasta el último minuto, a mi madre que con su perseverancia, constancia y sacrificio hemos logrado alcanzar nuestras metas, a mis hermanas que han sido mi apoyo a lo largo de este trayecto y por supuesto a mis sobrinas que me demuestran que cada día hay algo nuevo que aprender.

Joselyne Pinoargote Cañar

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a primeramente a Dios por su compañía y amor. A mis padres por su confianza y esfuerzo puestos en mí para cumplir mis metas, a mi abuela y mis tíos por sus ánimos, guía y apoyo incondicional que siempre se ha hecho sentir.

Roger González Cando

Agradezco a Dios por llenarme de bendiciones, amor y haberme permitido llegar hasta el día de hoy junto a las personas que amo. A mi familia ya que sin ellos no estaría aquí. A mis amigos con los que he compartido gran parte de este logro y agradezco especialmente a Josué que me ha dado su amor y apoyo incondicional.

Joselyne Pinoargote Cañar

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; ROGER ANDRÉS GONZÁLEZ CANDO y JOSELYNE LUCÍA PINOARGOTE CAÑAR y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Roger González

Joselyne Pinoargote

EVALUADORES

Diego Gallardo, MSc.

PROFESOR DE LA MATERIA

Paolo Piedrahita, PhD.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Alrededor del mundo, las aves pueden ser una amenaza debido a su capacidad de convertirse en plagas. Estas plagas vertebradas perjudican en sectores productivos del país, como la agricultura, acuicultura y la aviación ocasionando pérdidas económicas, producción y daños en infraestructura. En Ecuador hay una falta de información sobre estas aves plagas por lo que se levantó información de las aves consideradas plagas en las distintas zonas productivas ya mencionadas. Las aves plagas más comunes en la agricultura son *Egretta thula* y *Lonchura malacca*, en la acuicultura las especies *Phalacrocorax brasilianus* y *Ardea Alba* y en las zonas de aeropuertos *Zenaida auriculata* y *Falco sparverius*. Para controlar estas plagas se utilizan métodos de control los más usados fueron explosivos, armas y productos químicos, que presentan una gran eficacia, pero dañinos para las aves. Como alternativa se realizó una búsqueda bibliográfica de frecuencias de sonidos en la comunicación de las aves para ser empleados como repelente bioacústico, siendo los sonidos menores a 3 kHz las posibles frecuencias capaces de repeler las aves de sectores productivos.

Palabras Clave: Bioacústica, Plagas de aves, ambientes antropogénicos

ABSTRACT

All over the world, birds can become a threat because of the ability to turn into plague. This vertebrate plague affects productive sector of the country, such as agriculture, aquiculture and aviation causing a diminution of economy, production and harming infrastructure. In Ecuador is a lack of information related to this bird plague in these productive sectors. The bird plague most common found on agriculture were: Egretta thula and Lonchura malacca, on aquiculture were: Phalacrocorax brasilianus and Ardea Alba, and on airports were Zenaida auriculata and Falco sparverius. To control this plague, the most used method were explosive, weapons and chemical deterrent, that are efficient but cause harm to birds. As an alternative in this project we realize a bibliographic research of sound frequency on bird communication to be used as a bioacoustics deterrent, being the sound least than 3 kHz the possible frequencies able to deter bird on productive areas.

Keywords: Bioacoustics, bird plagues, anthropogenic zones

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| EVALUADORES..... | 5 |
| RESUMEN..... | I |
| <i>ABSTRACT</i> | II |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ABREVIATURAS | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS | VII |
| CAPÍTULO 1 | 8 |
| 1. Introducción | 8 |
| 1.1 Descripción del problema | 9 |
| 1.2 Justificación del problema..... | 10 |
| 1.3 Objetivos..... | 11 |
| 1.3.1 Objetivo General | 11 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 11 |
| 1.4 Marco teórico | 11 |
| 1.4.1 Plagas | 11 |
| 1.4.2 Presencia de aves en ambientes antropogénicas | 13 |
| 1.4.3 Bioacústica..... | 13 |
| 1.4.4 Fisiología acústica en aves | 14 |
| 1.4.5 Sonido antropogénico | 14 |
| 1.4.6 Frecuencia de sonidos en aves..... | 15 |
| 1.4.7 Afectación de sonidos antropogénicos en aves | 15 |
| 1.4.8 Métodos de ahuyentamiento en zonas antropogénicas | 16 |
| CAPÍTULO 2..... | 18 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| 2. | Metodología | 18 |
| 2.1 | Diseño de la investigación | 18 |
| 2.1.1 | Encuestas | 18 |
| 2.2 | Área de Estudio | 20 |
| 2.2.1 | Revisión bibliográfica | 20 |
| 2.2.2 | Aplicación de la revisión bibliográfica..... | 22 |
| CAPÍTULO 3..... | | 24 |
| 3. | RESULTADOS Y ANÁLISIS | 24 |
| 3.1 | Resultados de encuestas de aves como plagas en el sector agrícola..... | 24 |
| 3.2 | Resultados de encuestas de aves como plagas en el sector acuícola | 27 |
| 3.3 | Resultados de Revisión Bibliográfica de aves como plagas en el sector de aviación..... | 30 |
| 3.4 | Resultados de Métodos de control utilizados en estas zonas de producción | 31 |
| | Figura 3.9: Métodos de control que se usan actualmente para controlar a las aves consideradas plaga considerando todos los ambientes antropogénicos. | 31 |
| 3.5 | Resultados de Revisión Literaria de Bioacústica aplicada en aves | 32 |
| CAPÍTULO 4..... | | 34 |
| 4. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 34 |
| 4.1 | Conclusiones | 34 |
| 4.2 | Recomendaciones | 35 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 37 |
| ANEXOS..... | | 41 |

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Mapa de zonas a encuestar..... | 20 |
| Figura 3.1: Especies de plagas de aves encontradas en cultivos de arroz y maíz de las áreas encuestadas en la provincia de Guayas..... | 25 |
| Figura 3.2: Ordenes de las especies encontradas en cultivos de arroz y maíz de las áreas encuestadas en la provincia de Guayas..... | 26 |
| Figura 3.3: Mayores daños causado por plagas en cultivos de arroz y maíz de las áreas encuestadas en la provincia de Guayas..... | 27 |
| Figura 3.4: Métodos actuales de control para las plagas de aves en zonas agrícolas de la provincia del Guayas..... | 27 |
| Figura 3.5: Especies de plagas de aves encontradas en camaroneiras de las provincias del Guayas y Santa Elena..... | 28 |
| Figura 3.6: Ordenes de las especies encontradas en camaroneiras de las provincias del Guayas y Santa Elena..... | 29 |
| Figura 3.7: Mayores daños causado por plagas en camaroneiras en las áreas encuestadas en las provincias de Guayas y Santa Elena..... | 30 |
| Figura 3.8: Métodos actuales de control para las plagas de aves en zonas acuícolas de las provincias del Guayas y Santa Elena..... | 30 |
| Figura 3.9: Métodos de control que se usan actualmente para controlar a las aves consideradas plaga considerando todos los ambientes antropogénicos..... | 32 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2.1. Descripción del proceso de una revisión literaria. Extraído de Gómez <i>et al.</i> , 2014..... | 22 |
| Tabla 2.2. Definición de problema y palabras claves asociadas a la problemática.... | 23 |
| Tabla 2.3. Resultado de número de documentos usados en cada fase de la revisión bibliográfica..... | 24 |
| Tabla 3.1 Lista según orden y especies de aves consideradas plagas en el Aeropuerto de Guayaquil..... | 31 |
| Tabla 3.2. Lista según orden y especies de aves consideradas plagas en el Aeropuerto de Quito..... | 32 |
| Tabla 3.3. Comparación de ordenes de especies encontradas en el levantamiento de información (encuestas) de los ambientes antropogénicos y de la Revisión Literaria en SCOPUS..... | 33 |
| Tabla 3.4. Rango de frecuencias encontradas en la revisión literaria..... | 34 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Los ambientes antropogénicos como el sector agrícola, acuícola y aviación que son altamente productivos debido a que genera alimento para la producción humana y puede ser aprovechado en la fauna asociada. Esta fauna asociada puede alcanzar un crecimiento elevando. La abundancia de fauna no controlados se los puede considerar plagas debido al impacto económico sobre la producción de estos ambientes (Monge, 2007).

Estas plagas se clasifican según su origen: invertebrado y vertebrado, las plagas de invertebrados dentro del Ecuador han sido parcialmente estudiadas (Montaño, 2004). Por otro lado, las plagas de vertebrados no presentan gran información bibliográfica en Latinoamérica.

La interacción de las plagas de aves, es decir, de bandadas numerosas de aves, en las zonas agrícolas se presenta a la cercanía a los bosques, los cuales permiten un desplazamiento de fauna entre ambos ambientes. De la misma manera es sitio de anidación para aves que se alimentan parcial o totalmente los cultivos como ciertas especies de ictéridos, colúmbidos, o pinzones (Monge, 2013).

Por otro lado, las zonas acuícolas tienen grandes cantidades de piscinas destinadas para la reproducción de camarón o peces, las cuales son parte de la dieta de estas aves piscívoras. Las aves que son consideradas plagas en estas zonas son aves playeras migratorias o aves asociadas a manglares como las garzas las cuales vuelan en grandes cantidades desde sus hábitats naturales como zonas de lagos, playas o manglares hacia las piscinas camaroneras o piscívoras para alimentarse (Lavayen, 2015).

Aparte de las zonas de producción, se encuentran estructuras como las zonas de aeropuertos donde las aves a pesar de no tener una fuente de alimentación usan estas infraestructuras como dormideros, sitios de reproducción, y de descanso. Debido a que en algunos casos estos aeropuertos son construidos cerca de humedales o cultivos de arroz (Carvajal, 2012). Existen registros de colisiones de aviones con aves en turbinas, pista de despegue y aterrizaje o cercanas a torres de control (Grilli, 2015).

En Ecuador, igual que en toda Latinoamérica, para el control de estas plagas de aves se usan sonidos fuertes como petardos, escopetas, entre otros las cuales son empleadas por los trabajadores a ciertas horas determinadas (Tualombo, 2014).

1.1 Descripción del problema

Las plagas de aves podrían llegar a afectar diferentes ambientes antropogénicos como: la producción Agrícola, la Acuícola y la Aviación. En el sector agrícola, los cultivos son cosechados por temporadas y la principal deficiencia en la producción es la destrucción y contaminación por plagas. Algunos vertebrados son considerados plagas, por ejemplo: las aves en grupos numerosos de individuos pueden destruir grandes cultivos en unos pocos minutos. Las cosechas más susceptibles a daños por plagas de aves son generalmente cultivos de gramíneas como el arroz, maíz y trigo (Donald & Danilo, 1984). y cultivos frutales según un estudio en México el cual indica que especie de ave del género *Quiscalus* atacan los cultivos de melón (Contreras *et al.*, 2003).

La producción acuícola ha ido incrementando a nivel mundial, representando el 40% total producido en la industria actualmente (Adams & Boopathy, 2013). Esta actividad económica atrae conflictos con la fauna silvestre, principalmente en aves acuáticas. Estas especies, ante la presencia de espacios con alta cantidad de alimento, accesibles, pueden cambiar sus hábitos de forrajeo y se logran convertir en plagas de la piscinas de cultivos (Curbelo & Ávila, 2018).

La aviación hoy en día es un medio de transporte indispensable para el ser humano por motivos de trabajo o turísticos y por esa razón es importante mantener un control debido. En los aeropuertos se puede encontrar aves silvestres, las cuales pueden impactar a los aviones durante el vuelo o causar problemas durante el despegue. Esta problema con plagas de aves generar pérdidas económicas al sector de la aviación y muerte de individuos (Cardona, 2017).

Los métodos utilizados como control de plagas o pestes en zonas agrícolas son considerados como efectos nocivos y residuales para algunas especies y hasta para el ser humano, ya que utilizan sustancias químicas de bajo costo y con una respuesta inmediata, como es el caso de químicos. Esto ocasiona una disminución de población no solo de las plagas sino de otros animales que se pueden encontrar alrededor de estas zonas (Bou *et al.*, 2017).

Otros métodos menos nocivos para el ambiente es la bioacústica que consiste en el estudio del comportamiento de comunicación de los animales a través de señales sonoras para lograr la conservación de vertebrados (Tubaro, 1999).

1.2 Justificación del problema

La aplicación de la bioacústica en zonas antropogénicas busca contrarrestar el problema del uso descontrolado de repelentes altamente dañinos en plagas de aves. Estas plagas dentro de las zonas antropogénicas debido a la molestia que generan por la destrucción, consumo o accidentes dentro de la producción o infraestructuras en ambientes antropogénicos como el agrícola.

Dentro de las zonas de cultivos agrícolas la presencia de bandadas de aves que se alimentan de los sembríos es considerados plagas y al presentarse como una molestia, los agricultores deciden usar productos químicos o fuentes de sonido fuertes que son altamente dañinos para las aves. Las mismas bandadas de aves fuera de las zonas agrícolas y en contexto general no son plagas debido a que son especies nativas de bosque secos o bosques húmedos tropicales de la zona costera del Ecuador. Al usar los métodos actuales de ahuyentamiento sea químico, acústico o control biológico de aves plagas existe una alta posibilidad de pérdidas de funciones vitales del ave como pérdida de audición, desorientación producidas, lesiones físicas o cutáneas (Cleary, Dolbeer, & Cleary, 2005), lesiones a nivel estomacal y respiratorio (Canavelli, 2010), agonía y muerte de los individuos.

Pues dado que las zonas agrícolas en su gran mayoría están dentro de parches de bosque nativos existirá continuamente la interacción de alimentación aves-cultivos. Y es necesario tener una alternativa lo más eco amigable posible que fomente la conservación para evitar los problemas previamente mencionados en las aves. Parte de la fauna de aves asociadas a zonas de cultivos considerada como plaga son especies de los grupos de los Ictéridos y Psitácidos que están presente tanto en Ecuador, así como en toda Latinoamérica. Dentro de estos grupo están especies como el *Agelaius phoeniceus* (Ictérido), *Myiopsitta monachus* (Psitácido) en la región argentina y uruguayana (Canavelli, 2010; Rasmussen, 2015) y *Dolichonyx oryzivorus* (Ictérido) en Costa Rica (Monge, 2013). Mientras análogamente en Ecuador se presentan especies como *Dives warszewiczi* y *Dolichonyx oryzivorus* (Ictéridos) y *Forpus coelestis* (Psitácido). Las

especies previamente mencionadas a pesar de ser especies de preocupación menor según la Lista Roja de Ecuador (BioWeb, n.d.), son especies endémicas como el caso de *F. coelestis* y *D. warrszewiczi* y migratorias en el caso de *D. oryzivorus*.

El uso de sonidos de frecuencias inofensivos en zonas antropogénicas tiene como fin la conservación de especies nativas de la costa ecuatoriana incluyendo algunas que están consideradas vulnerables o en peligro de extinción local y regional. Al tener esta alternativa de repelente inofensivo se mantendrá estable la densidad poblacional de los individuos de aves que son atraídos por las zonas agrícolas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar métodos de bioacústica aplicada para el control de aves en zonas antropogénicas mediante el establecimiento de una línea de base de especies consideradas plagas.

1.3.2 Objetivos Específicos

Establecer lista de especies consideradas como plagas de aves en zonas productivas.
Analizar los métodos actuales de ahuyentamiento de aves plagas en zonas productivas.
Determinar sonido a nivel de frecuencia y decibeles de niveles bajos que ahuyenten a plagas de aves en zonas productivas.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Plagas

1.4.1.1 ¿Qué es plaga?

Se utiliza el término plaga cuando una especie afecta de manera directa o indirecta a la humanidad, causando un perjuicio en los provechos del ser humano, como es el caso de la producción o contaminación de alimentos. Las plagas son numerosas pero se los divide en dos grandes grupos: invertebradas y vertebradas para su fácil estudio (Tellez,

Antonio, & Salas, 2003). Los lugares propicios para que algunas especies sean consideradas plaga son los ambientes antropogénicos como zonas de cultivo, ganadería, estanques para acuicultura, aeropuertos, parques en zonas urbanas. En el Ecuador existe la presencia de ambos grupos de plagas en ambientes antropogénicos de las cuales solo existe información relevante de las plagas invertebradas (Rodríguez Esau, n.d.) con su respectivo control mientras que las plagas vertebradas no se tiene registro oficial a nivel de zonas antropogénicas en el país.

1.4.1.2 Aves como plagas en zonas agrícolas

Los daños causados en zonas agrícolas son por consumo de granos, frutos, cultivos, por contaminación de zona de producción y zonas alimento almacenados, por destrucción de los cultivos mediante el pisoteo del mismo (Tellez *et al.*, 2003). Según la especie de ave, estos daños estarán relacionados a características intrínsecas como: hábitos alimenticios, su distribución, accesibilidad a recursos, disponibilidad de alimentos u otros recursos como dormideros, sitios de reproducción y sitios de descanso (S. B. Canavelli, 2010).

1.4.1.3 Aves como plagas en Aeropuertos

En ambientes como aeropuertos, las aves podrían ser atraídas por el espacio abierto y sitios de percha que posee este tipo de instalaciones como torres de control o radares. Los accidentes de aviación se dan por bandadas de aves playeras o de manglar como garzas y tiránidos (Pulido, 2013) y carroñeros como gallinazos (Nuñez, 2013) que al momento de trasladarse de una zona de manglar al aeropuerto puede producir colisiones en los vidrios o en las turbinas produciendo daños (Monge, 2007). Otra forma de afectación se origina por la anidación de aves en zonas de pista y son de difícil control. Ambas afectaciones representa una pérdida económica a la industria de la aviación debido a los daños en los motores, turbinas o vidrios de las aeronaves y por el retraso o cancelación de vuelos, en los aeropuertos de Colombia se ha establecido que un accidente de turbina grave puede llegar hasta los 5 millones de dólares en pérdidas lo cual incluye la reparación y mantenimiento de la turbina y la cancelación o pérdida de

varios vuelos en el cronograma (Carvajal, 2012). En el ámbito local, en el aeropuerto de Tababela en Quito la abundancia de especies es 10 veces mayor que en otros aeropuertos y estas plagas de aves se encuentran obstaculizando zona de pista, zona de embarque y vías laterales. Para contrarrestar el Municipio de Quito ha empleado el uso de rapaces para despejar la pista y evitar accidentes (Jácome, n.d.).

1.4.2 Presencia de aves en ambientes antropogénicas

El cambio de uso del suelo en los bosques genera una fragmentación del mismo perjudicando a la fauna nativa. Parte de la fauna perjudicada es desplazada a zonas sin intervención, mientras otras logran adaptarse al ambiente antropogénico (como agricultura, piscicultura, aeropuertos). Estos nuevos ambientes presentan recursos de alimentación y hábitat durante todo el año, el cual es aprovechado por la fauna que se ha logrado adaptarse (Vergara *et al.*, 2009).

La adaptación de las aves se evidencia en la modificación de parte de su dieta para aprovechar los recursos de los picos altos de los cultivos gramíneos como maíz, arroz, trigo, entre otros. Esta adaptación se presenta en los ictéridos y psitácidos que durante estos picos altos sus poblaciones son mayores en estos ambientes antropogénicos (De Labra & De la Parra, 2017).

1.4.3 Bioacústica

La bioacústica es una ciencia multidisciplinaria que estudia la etología de la fauna a través de la reacción frente a señales de sonidos (Verduzco-Mendoza, A., Alfaro-Rodríguez, A., y Arch-Tirado, 2012). La importancia de la bioacústica se debe la facilidad de aplicación, su bajo costo y al empleo de mecanismos pocos invasivos con los individuos de interés y su ambiente. La bioacústica se aplica mayormente para el estudio de especies de invertebrados (insectos) y vertebrados como mamíferos y aves (Giovanni, Borja, Humberto, & Pinilla, 2013), debido a que las vocalizaciones y canto de estos es el principal medio de comunicación.

1.4.4 Fisiología acústica en aves

Las aves al igual que cualquier especie presenta la necesidad de comunicación para realizar diferentes funciones propias de su comportamiento. En las aves el principal medio de comunicación es acústico que consiste en la emisión y recepción de vocalizaciones entre individuos. La emisión de sonido se realiza por medio de la entrada y salida de aire de un órgano denominado siringe y la recepción de sonido es por medio de las células pilosas del oído (Popper, 2014). Durante la recepción del sonido, la presencia de células pilosas en el oído permite transformar el sonido de origen mecánico a una señal neuro-química la cual genera una cascada (Cano et al., 2015). La cascada inicia con la producción hormonal y finaliza con la expresión de alguna función fisiológica o comportamental (Angelier, Meillère, Grace, Trouvé, & Brischoux, 2015).

La expresión fisiológica producida por la recepción de un canto de un individuo es replicar la vocalización para extender la comunicación a otros individuos por medio de llamados de alerta y de dolor (distress call). Por otro lado, la expresión comportamental se limita a realizar actividades propias de los individuos como acción de copula, marcaje territorial, interacción padres-crías (Riveros, 2016).

1.4.5 Sonido antropogénico

El sonido se puede estudiarse en dos mediciones diferentes, el primero es según su intensidad generada durante un tiempo de exposición que se mide en decibeles (dB). El segundo es la longitud de onda establecida por la distancia entre dos longitudes de ondas consecutivas y esto se mide en frecuencias (Hz) (Gill, Job, Myers, Naghshineh, & Vonhof, 2014). En cuanto al sonido en los ambientes antropogénicos se ha determinado valores estándares: los decibeles generados por estos ambientes son de niveles de 80 dB (Platzer, Iñiguez C, Cevo, Ayala, & Resumen, 2007), y la frecuencia generada es baja con niveles de 1 a 2 kHz (Palareti et al., 2016). La importancia del estudio del sonido antropogénico en la biología es comprender el impacto de estos decibeles y frecuencia sobre la fauna y como se adaptan o no a los mismos.

1.4.6 Frecuencia de sonidos en aves

Para medir la capacidad de reacción de las aves frente a un estímulo sonoro se considera el rango de frecuencia que el oído puede reconocer. El rango de frecuencia de audición depende de la cantidad de huesecillos en el oído medio, al tener solo un huesillo las aves presentan un rango de audición limitado hasta máximo de 10 kHz a diferencia de los mamíferos que por sus tres huesecillos aumenta la audición a rangos hasta 20 kHz (Popper, 2014). A pesar de que algunas especies de aves puedan alcanzar un límite de 10 kHz, el rango de mayor (y más estudiado) comunicación de aves se encuentra en 1 a 6 kHz en aves cantoras (paseriformes) (Benedict, Rose, & Warning, 2012; Cardoso & Atwell, 2011; Cardoso, Hu, & Francis, 2018; Gill et al., 2014).

1.4.7 Afectación de sonidos antropogénicos en aves

Con la industrialización y urbanización cercanas a zonas de alta biodiversidad como manglares, bosques o zonas costeras afecta a la fauna con la constante contaminación sonora. En estas zonas antropogénicas el ruido constante produce frecuencias de sonidos de todo tipo, las frecuencias de tipo bajas de 1 a 2 kHz son producidas por vehículos y la actividad cotidiana de estas zonas (Gill et al., 2014). Las frecuencias de tipo altas son de menor duración y más intensas. Las aves al tener un rango de comunicación con frecuencias bajas, los cantos son interrumpidos por las frecuencias bajas generada por el ruido antropogénico que es de mayor decibel (o volumen). Se presentan dos eventos frente a esta situación 1) adaptación por medio de modificación de vocalizaciones u horarios de cantos, o 2) el desplazamiento de los individuos a zonas sin contaminación sonora (León, Beltzer, & Quiroga, 2014).

En las ciudades altamente urbanizadas debido a la constante generación de ruido las aves han logrado tener ciertas adaptaciones mediante modificaciones del horario de los cantos y de sus frecuencias de vocalizaciones. Las zonas antropogénicas a pesar de presentar intervención humana, a diferencia de las ciudades altamente urbanizadas, el ruido generado es bajo y las aves por ende no presentan estas adaptaciones (Mendes, Colino-rabanal, & Peris, 2017).

1.4.8 Métodos de ahuyentamiento en zonas antropogénicas

1.4.8.1 Tipos de repelentes

En las zonas antropogénicas para contrarrestar la molestia que presentan las plagas y evitar pérdidas económicas se usan distintos métodos de repulsión. La clasificación de los repelentes es: repelentes químicos, repelentes acústicos, repelentes visuales y control biológico (Clarke, 2004).

1.4.8.2 Repelentes químicos

Los repelentes químicos como el Polibuteno, Avitrol o Antranilato colocados en alimento o en el agua donde se bañan provocan una aversión hacia el químico generando molestia y cantos de peligro las aves (Cleary et al., 2005). Al usar estos químicos se produce dolores a nivel estomacal, y molestia sensoriales gustativa u olfativa si es usado como alimento y táctil si es usado en el agua. En algunos casos produce una agonía total y muerte del individuo cuando se abusa de estos químicos.

1.4.8.3 Repelentes sensoriales

Los repelentes sensoriales acústicos y visuales por lo general van de la mano y se caracterizan por ser de bajo costo. Los repelentes acústicos consisten en usar estruendos fuertes como: petardos, cohetes, entre otros (S. Canavelli, 2010) para generar un estrés inmediato y que las aves se alejen del origen del sonido (Carvajal, 2012; Pulido, 2013). En caso de que los proyectiles usados impacten a algún individuo puede producir lesiones o muerte, por otro lado, si el proyectil es lanzado al aire las aves más cercanas al área de impactos pueden sufrir de lesiones graves a nivel auditivo o perder totalmente la audición. Esta pérdida de audición provocará la recepción de algún tipo de canto, y perder el sentido de la orientación. Otra forma de emplear repelente acústico es el uso de playbacks de cantos de rapaces que son depredadores naturales de las aves plagas, playbacks de llamados de alertas y de llamados de estrés (Roguíguez Ayala, 2009). Cualquiera de estos playbacks genera un estado de alerta y peligro que ahuyentara a las aves.

Los repelentes visuales son usados de forma permanente en lugares estratégicos, pero a medida que pasa el tiempo pierden su efectividad. Estos repelentes son efectivos las primeras veces de su uso debido a que causan un estímulo de peligro en las aves que producen cantos de alarma y evitan percharse en esos lugares. Dentro de los repelentes visuales se usan cintas de colores, globos con ojos o colores brillantes, estos buscan ser llamativos y causar impacto debido al contraste con los colores que suelen ver en su hábitat. Los repelentes visuales no presentan riesgos de lesiones o letales para la vida de las aves (Rodríguez Ayala, 2009).

A menudo los repelentes visuales y acústicos son usados en conjunto para mayor efectividad de ahuyentar aves. Esto se debe a que estimulan dos sentidos a la vez un sonido que provoca un desequilibrio hormonal inmediato y pueden visualizar la fuente de donde se produjo el sonido generando mayor eficacia (Marateo et al., 2012).

1.4.8.4 Control Biológico

Los repelentes de control biológicos son métodos invasivos y de mayor trabajo de realizarlo. Métodos como caza con escopeta, con perros, cetrería son casi 100% efectivos para capturar aves problemáticas y de la misma manera son 100% letales para estas aves. Para aplicar esa actividad se genera un gasto mayor económico (Carvajal, 2012) y un esfuerzo del personal en el caso del sector acuícola los trabajadores en ciertos horarios tienen la responsabilidad de capturar o ahuyentar aves (Lavayen, 2015).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Las zonas agrícolas al igual que la mayoría de las zonas antropogénicas esta perjudicada por aves consideradas plagas, estas aves arrasan los cultivos parcial o totalmente alimentándose o destruyéndolos. Al causar grandes pérdidas económicas en las fincas agrícolas se combaten estas aves con métodos de repulsión químicos y sensoriales: acústico y visuales. Los métodos usados son en su mayoría 100% efectivos, pero generan un efecto negativo en las aves las cuales padecen de lesiones graves a nivel respiratorio o estomacal y la muerte de los individuos.

En el Ecuador no existe información oficial de las aves que son consideradas plagas en los cultivos y esta investigación busca generar una base de datos de plagas de aves en ambientes antropogénicos. Al tener este estudio un enfoque conservacionista con la metodología empleada se busca generar información sobre las aves que son plagas en cultivos en la provincia de Guayas, como afectan a los cultivos y cuáles son los métodos de control. Con el fin de generar una alternativa a los métodos de control nocivos en las plagas de aves se buscará, mediante revisión bibliográfica, cuales frecuencias pueden ser usadas como repelentes de aves plagas.

2.1 Diseño de la investigación

2.1.1 Encuestas

2.1.1.1 Importancia del empleo de las Encuestas

Las encuestas se dan con el objetivo de obtener y corroborar información que se presume debido a la observación previa de un evento o situación ya que permite conseguir y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Las cuáles serán realizadas a una población de personas que se encuentren involucradas de manera directa con esta situación de estudio y nos ayuden a orientar con esta problemática desde su punto de vista.

Las consideraciones que se deben seguir para realizar de manera efectivas las encuestas son las siguientes:

- Se debe centrar en la elaboración de su instrumento básico, la formulación de las preguntas.
 - El encuestado tiene la facilidad debido a que se realizaran preguntas abiertas, la cual va a proporcionar más información y va a dar libertad al encuestado
 - Las preguntas deben ser claras y sencillas y no más de 25 palabras. Las preguntas deben elaborarse tomando en cuenta cual será la población de interés.
- Se analizarán los aspectos referentes al trabajo de campo y análisis estadístico de los datos .(Casas *et al.*, 2003)

Preguntas de encuestas y con qué fin se realizan

Las encuestas fueron realizadas a personas involucradas en las zonas agrícolas y acuícolas las cuales se enfocaron con problemas relacionados con la producción y con aves que les puedan causar daños a los mismos. Para esto las preguntas fueron realizados a actores principales, en el caso de zonas agrícolas a dueños y trabajadores en los cultivos de arroz y maíz, mientras que en las zonas acuícolas a expertos que se encuentran trabajando en camaroneras. Se obtuvo información de que aves atacan a estos sectores productivos o causan algún daño, en qué etapa y que métodos utilizan para alejarlos. Estas encuestas se realizaron personalmente y para la identificación de las aves se utilizó una guía la cual se mostraba a cada de los encuestados. Gracias a esta información se obtiene una lista de especie con las aves que causan danos en estas zonas.

Población de estudio

Se realizaron las encuestas en 4 lugares para las zonas agrícolas, abarcando a su mayoría las zonas de cultivo de arroz y algunas de maíz, llegando a obtener un total de 17 encuestas que nos facilitaron la información necesaria, mientras las encuestas realizadas en los sectores camaroneros fueron en su mayoría ubicadas en Santa Elena.

2.2 Área de Estudio

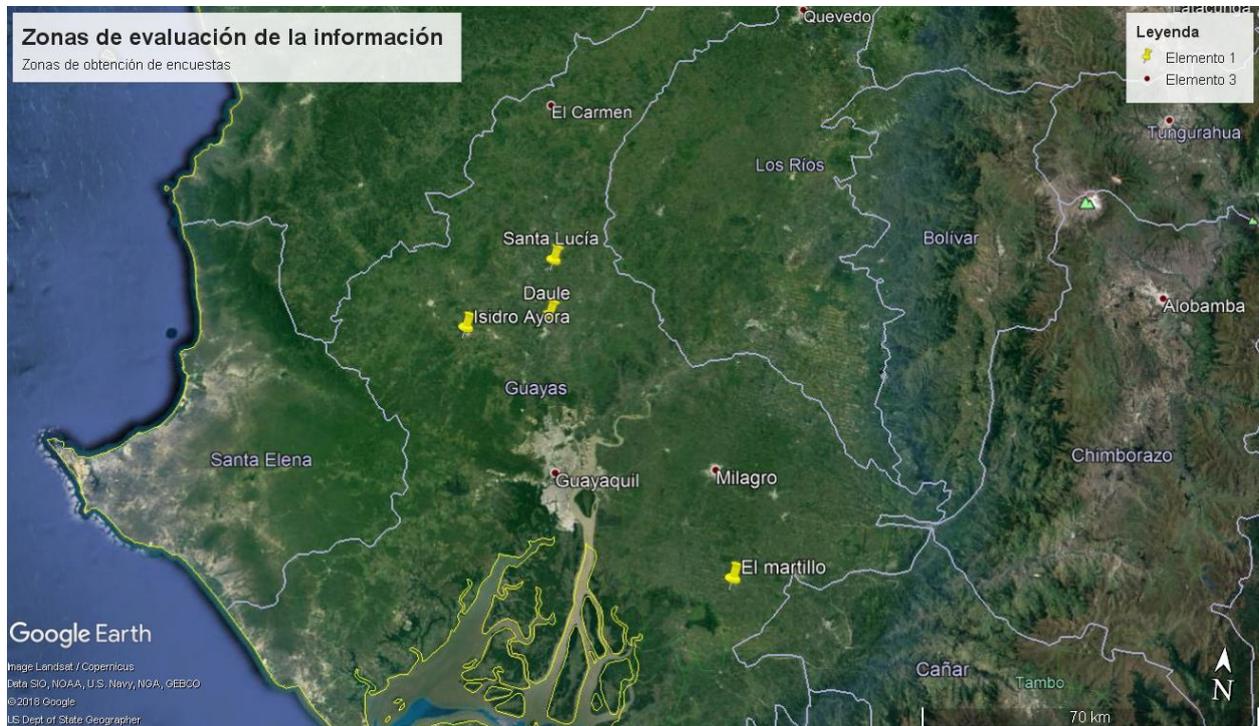


Figura 2.1: Mapa de zonas a encuestar

Fuente: Google Earth

El área de estudio está constituida de zonas agrícolas en 4 puntos diferentes de la provincia del Guayas: (1) Daule; (2) El Martillo, Naranjal; (3) Papayal Santa Lucía y (4) La alegría, Isidro Ayora (Fig. 2.1). El cultivo principal evaluado fueron sembríos de arroz (1,2,3) y maíz (4) los cuales representan el principal ingreso económicos para los habitantes de estos recintos rurales. Estas zonas se escogieron por facilidad de obtención de información.

2.2.1 Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica es la base para la generación de un nuevo conocimiento y se da gracias a la revisión de la información más relevante de una rama de estudio. En otras palabras, la revisión bibliográfica permite saber que la ciencia actual conoce sobre un tema específico y en base a esta información generar un nuevo conocimiento (Okoli & Schabram, 2011). Para realizar una revisión bibliográfica correcta se deben seguir cuatro pasos los cuales se describen en la Tabla 2.1 (L. Gomez-Luna, Eduardo. Fernando-Navas, Diego. Aponte- Mayor, 2014).

Tabla 2.1. Descripción del proceso de una revisión literaria. Extraído de Gómez *et al.*, 2014.

| Pasos para la Revisión Literaria | Descripción de los pasos |
|----------------------------------|---|
| Definición del Problema | La definición del problema se basa en las Hipótesis y necesidades de conocimiento del investigador sobre un tema de interés. Se debe plantear palabras claves en función del tema que busque englobar toda la problemática. |
| Búsqueda de la información | Para realizar una búsqueda literaria se usa bases de datos en línea. En la búsqueda se usan las palabras claves previamente determinadas y el resultado será documentos de origen científico como libros, literatura gris, artículos científicos. Obtenido los resultados de la búsqueda es posible poner filtros para eliminar opciones como documentos mayores a 10 años de antigüedad o elegir solo artículos científicos y no libros, u otros tipos de archivos. |
| Organización de la información | El resultado generado de la base de datos debe extraer la información de forma ordenada y la forma más eficiente es en una hoja de cálculo. En la hoja de cálculo la información (o campos) de la revisión bibliográfica se puede organizar incluye: autores, año, resumen, link, y adicionalmente se puede incluir más información según el interés del estudio. |
| Análisis de la información | Finalmente, la información completada en la hoja de cálculo debe ser analizada para llegar a conclusiones frente al problema. |

2.2.2 Aplicación de la revisión bibliográfica

La revisión literaria se realizó en la base de datos Scopus debido a la facilidad de uso. El problema que se estableció en la revisión bibliográfica fue: “Frecuencias de sonidos aplicados para repeler aves” (Tabla 2.2). Esto se realizó para conocer los diferentes estudios en donde se mencione frecuencias en las cuales las aves se comunican. Para la búsqueda de la información se definieron palabras claves: “low”, “frequency”, y “bird” (Tabla 2.2), las cuales posteriormente se usaron en la búsqueda en Scopus.

Tabla 2.2. Definición de problema y palabras claves asociadas a la problemática.

Problema

- Frecuencias de sonidos aplicados para repeler aves

Palabras Claves

- Low
- Frequency
- bird

En la búsqueda se usaron palabras claves como: “Low AND frequency AND sound AND bird” obteniendo un resultado de 247 documentos, en los cuales se aplicó un filtro de los últimos 10 años obteniendo 110 documentos. Luego de aplicar el filtro se ordenó la base de datos por relevancia (RELEVANCE) y más citados (CITED BY (HIGHEST)) y se descargó en formato CSV. Para las descargas se debe seleccionar los campos más importantes que en esta revisión fue: Author(s), Document title, Year, Abstract, Link. Estos campos fueron útiles al momento de analizar la información extraída en una hoja de cálculo de EXCEL.

Descargados los dos archivos CSV se usen en una misma hoja de EXCEL eliminando los documentos repetidos. Adicional a los campos presentes, se adicionan campos según el interés del estudio los cuales son: Lugar de estudio, Ordenes, Especies presentes, Frecuencias de sonidos, Decibeles, Sonido usado como repelente. Los campos adicionales son la forma de descartar información no relevante al estudio, proporcionando así 31 documentos, luego de un análisis final se obtuvo un resultado de

23 documentos relevantes. Finalmente, la información obtenida es analizada para saber lo que la ciencia actual conoce sobre “Frecuencias de sonidos aplicados para repeler aves” (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Resultado de número de documentos usados en cada fase de la revisión bibliográfica.

| Fase | | Publicaciones |
|---------------|--------------------------------------|----------------|
| SCOPUS | Low AND frequency AND sound AND bird | 247 documentos |
| | Últimos 10 años | 110 documentos |
| | Relevance filter | 50 documentos |
| | Cited by (highest) filter | 50 documentos |
| Hoja de EXCEL | Relevance + Cited by | 77 documentos |
| | Análisis de documentos | 31 documentos |
| | Análisis final | 23 documentos |

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados de encuestas de aves como plagas en el sector agrícola

Luego de las encuestas realizadas en sectores de ambientes agrícolas se obtuvieron los siguientes resultados:

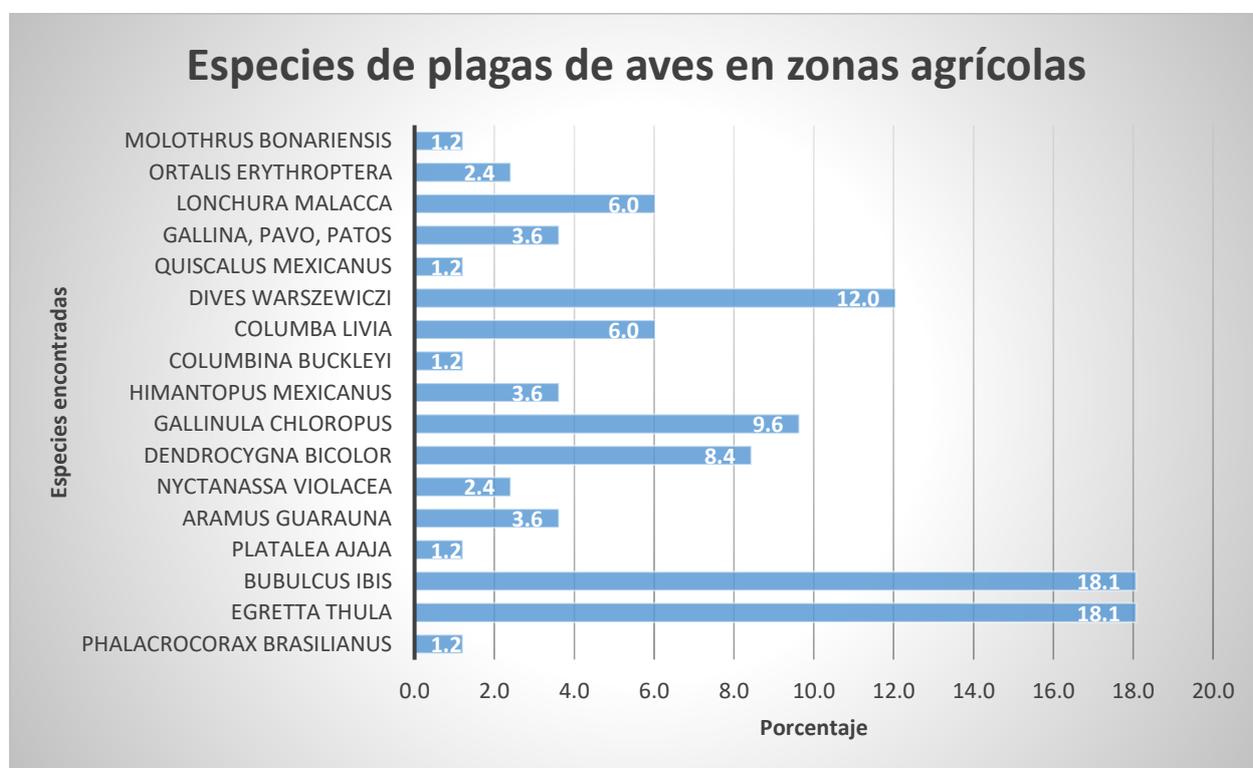


Figura 3.1: Especies de plagas de aves encontradas en cultivos de arroz y maíz de las áreas encuestadas en la provincia de Guayas.

Mediante encuestas realizadas en ambientes agrícolas en la provincia del Guayas: arrozales y maizales se identificó a las siguientes especies como plagas: *Bulbulcus ibis* y *Egretta thula* con un 18,1% cada una, seguido por las especies *Dives warszewiczii* y *Gallinula chloropus* con un 12,0% y 9,6% respectivamente. De las especies con menos incidencia se identifica a las siguientes aves: *Molothrus bonariensis*, *Quiscalus Mexicanus*, *Columbina Buckleyi*, *Platalea ajaja*, y *Phalacrocorax brasilianus* con 1,2%

cada una (Fig. 3.1). Dentro de los órdenes de las especies de plagas en los ambientes agrícolas predominan los Pelecaniformes con un 38,8%, seguido por los Passeriformes con un 20,5% y los Gruiformes con un 13,3% y las aves con menos incidencia son los Suliformes con 1,2% (Fig. 3.2).

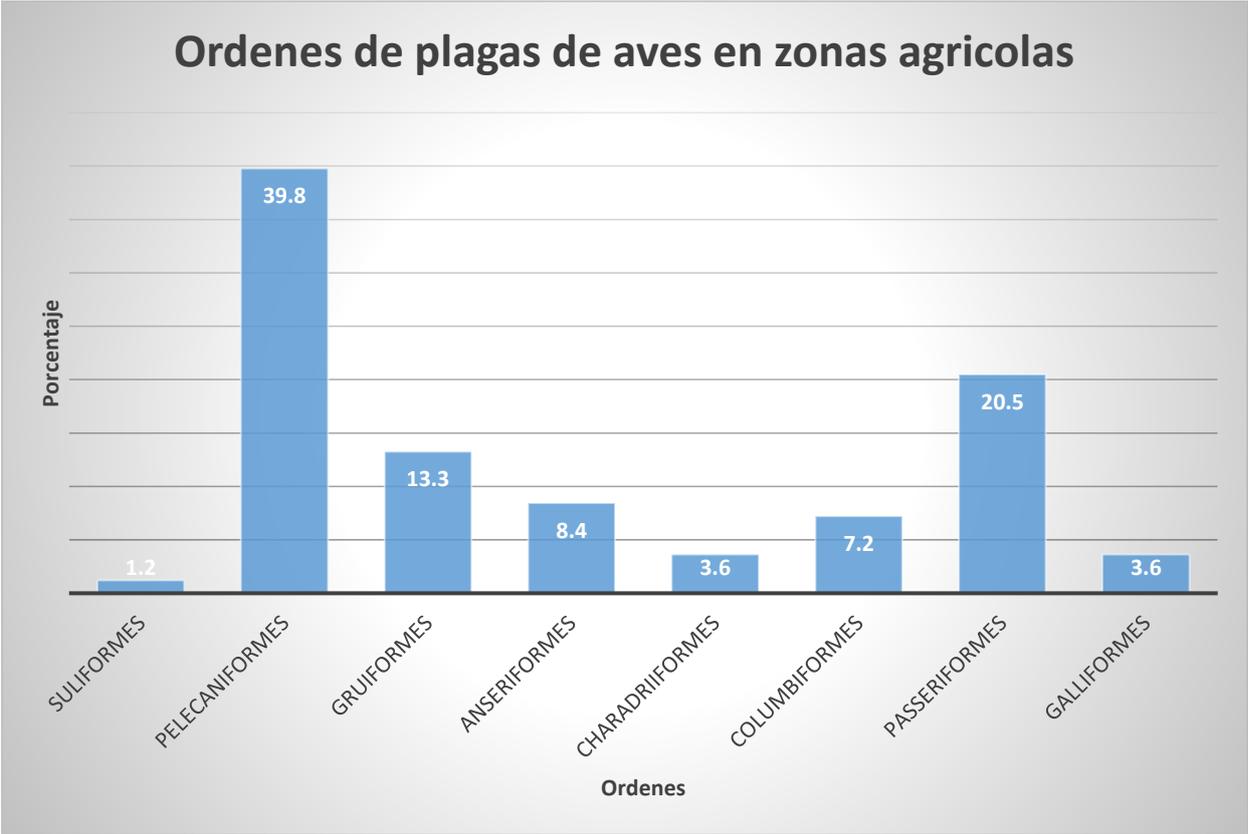


Figura 3.2: Ordenes de las especies encontradas en cultivos de arroz y maíz de las áreas encuestadas en la provincia de Guayas.

Los daños generados por las aves en las zonas agrícolas: arrozales y maizales se identificaron principalmente dos problemas: el pisoteo y forrajeo (Fig. 3.3). El pisoteo consiste en aplastar los cultivos de arroz durante los primeros brotes y el forrajeo es la alimentación de aves de las semillas de arroz o maíz durante el periodo de siembra.

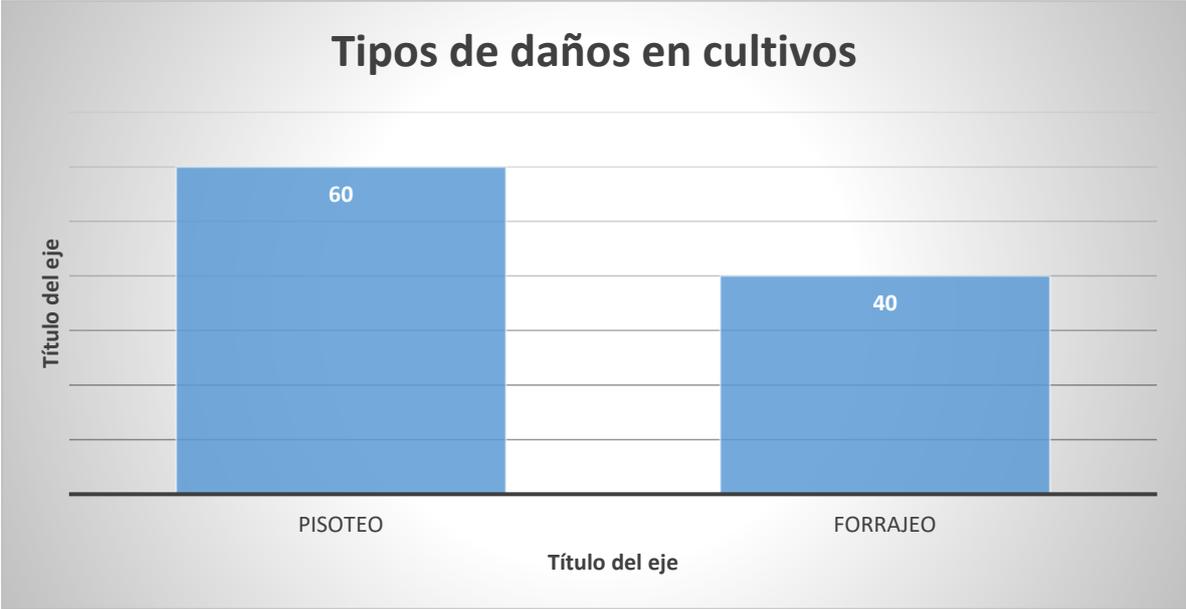


Figura 3.3: Mayores daños causado por plagas en cultivos de arroz y maíz de las áreas encuestadas en la provincia de Guayas.

Para contrarrestar los problemas de pisoteo y forrajeo de las aves en los cultivos, los agricultores usan en como control los Explosivos en un 52%, Armas de Fuego en 22% y Químicos en un 13% (Fig. 3.4).

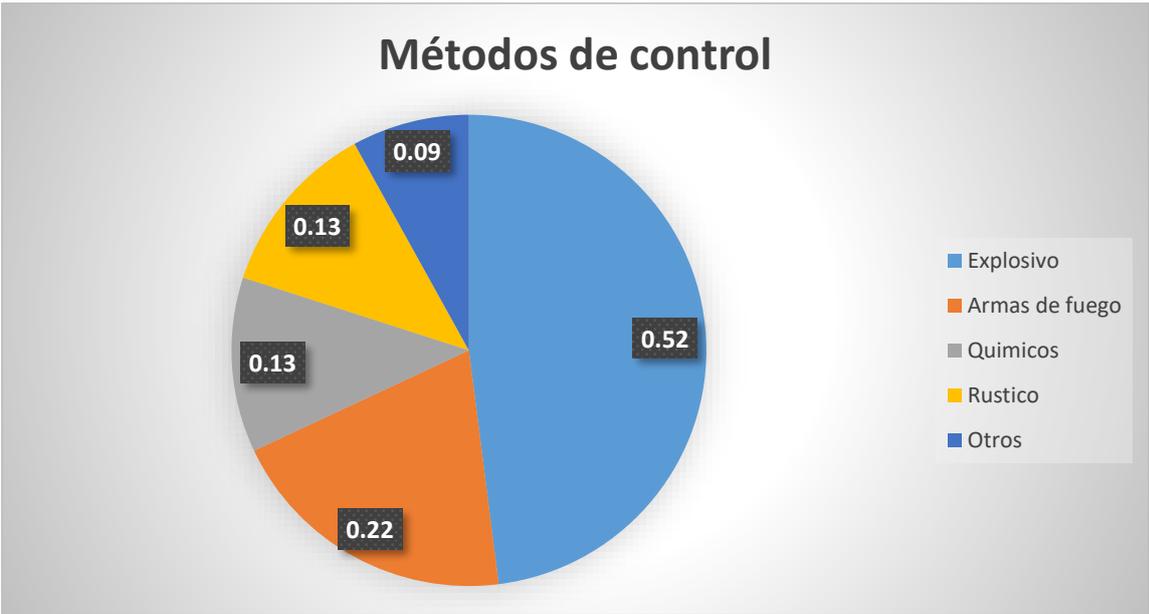


Figura 3.4: Métodos actuales de control para las plagas de aves en zonas agrícolas de la provincia del Guayas

3.2 Resultados de encuestas de aves como plagas en el sector acuícola

Luego de las encuestas realizadas en sectores de ambientes acuícolas se obtuvieron los siguientes resultados:

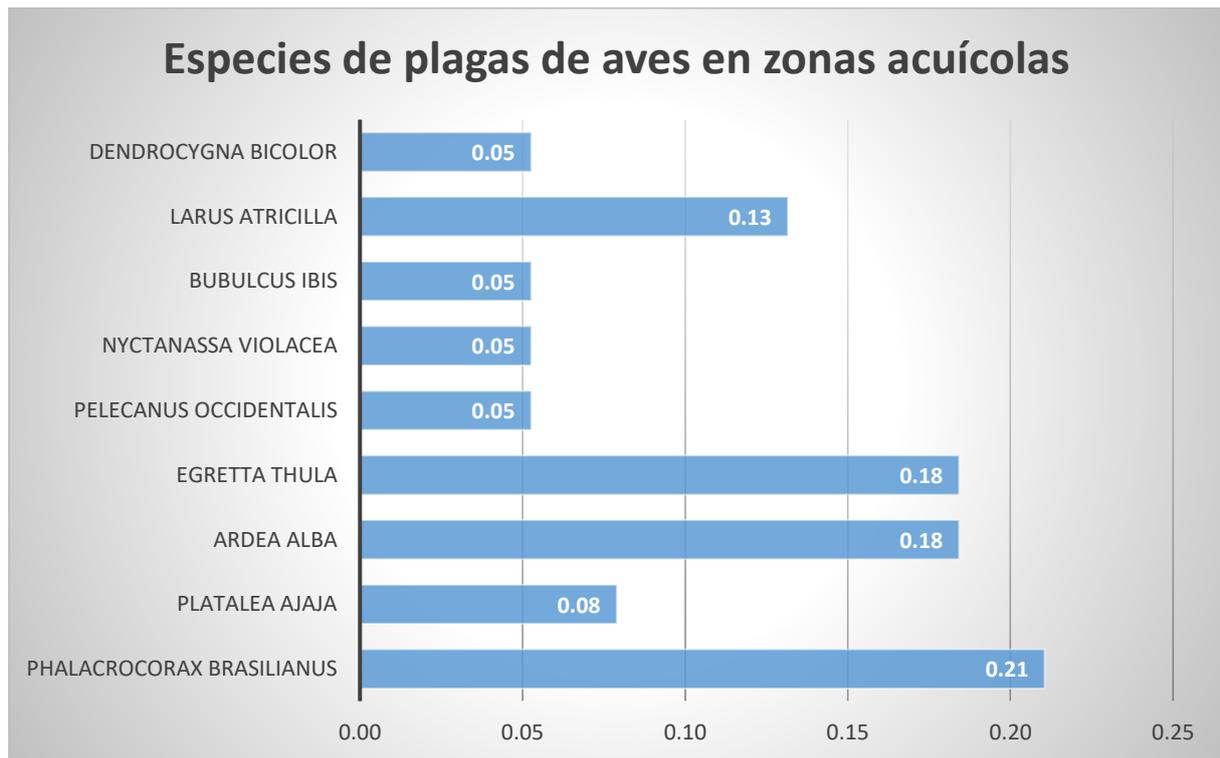


Figura 3.5: Especies de plagas de aves encontradas en camaroneras de las provincias del Guayas y Santa Elena.

Mediante encuestas realizadas en el sector acuícola: camaroneras de la provincia del Guayas y Santa Elena en donde se encontró que las especies de aves consideradas problema son: *Phalacrocorax brasilianus* en un 21%, seguido por *Egretta thula* y *Ardea Alba* con un 18% en ambos casos y seguido por un 13% de *Larus atricilla*. Mientras las especies menos incidentes están las siguientes: *Dendrocygna bicolor*, *Bubulcus ibis*, *Nyctanassa violácea* y *Pelecanus occidentalis* con un 5% cada una (Fig. 3.5). Dentro de los órdenes más representativo se encuentran los Pelecaniformes con un 61%, seguido por el orden Suliformes con un 21%, seguido de él orden Charadriiformes con un 13% y finalmente los menos incidentes son los Anseriformes con un 5% (Fig. 3.6).

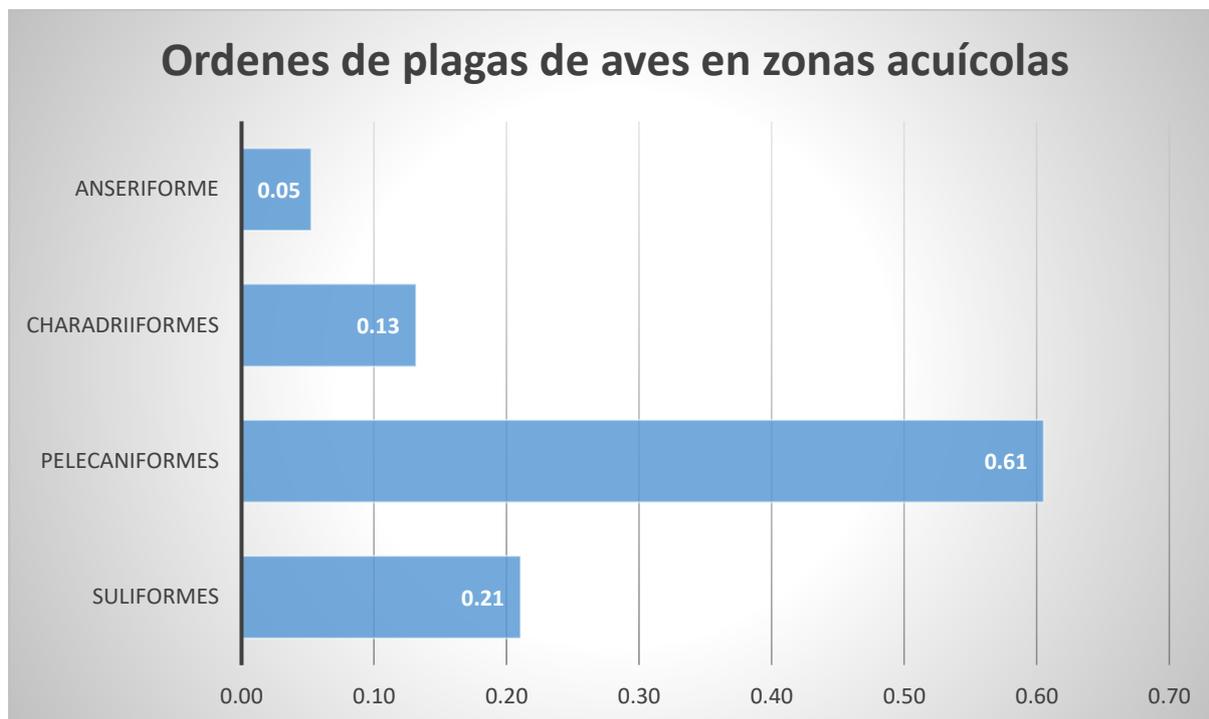


Figura 3.6: Ordenes de las especies encontradas en camaroneras de las provincias del Guayas y Santa Elena.

Los daños registrados en las camaroneras de las provincias del Guayas y Santa Elena fueron por Contaminación con Heces en un 50%, Alimentación o Forrajeo con un 37,5% y Cortes de la electricidad en un 12,5% (Fig. 3.7)

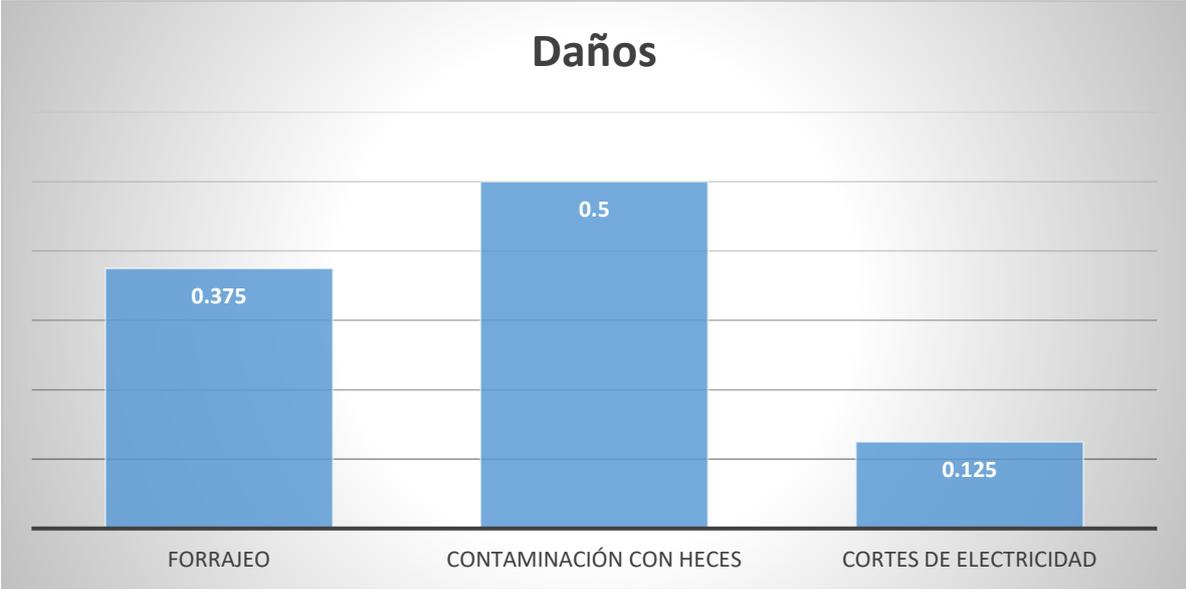


Figura 3.7: Mayores daños causado por plagas en camaronerías en las áreas encuestadas en las provincias de Guayas y Santa Elena.

Para contrarrestar el problema de plagas se encontró que los dueños de camaronerías utilizan con control en un 50% Explosivos, seguido por un 17% con Armas de Fuego, un 17% con Avionetas y un 11% en Mayas para las piscinas. Mientras los métodos menormente usados son los Tipos en un 5% (Fig. 3.8)

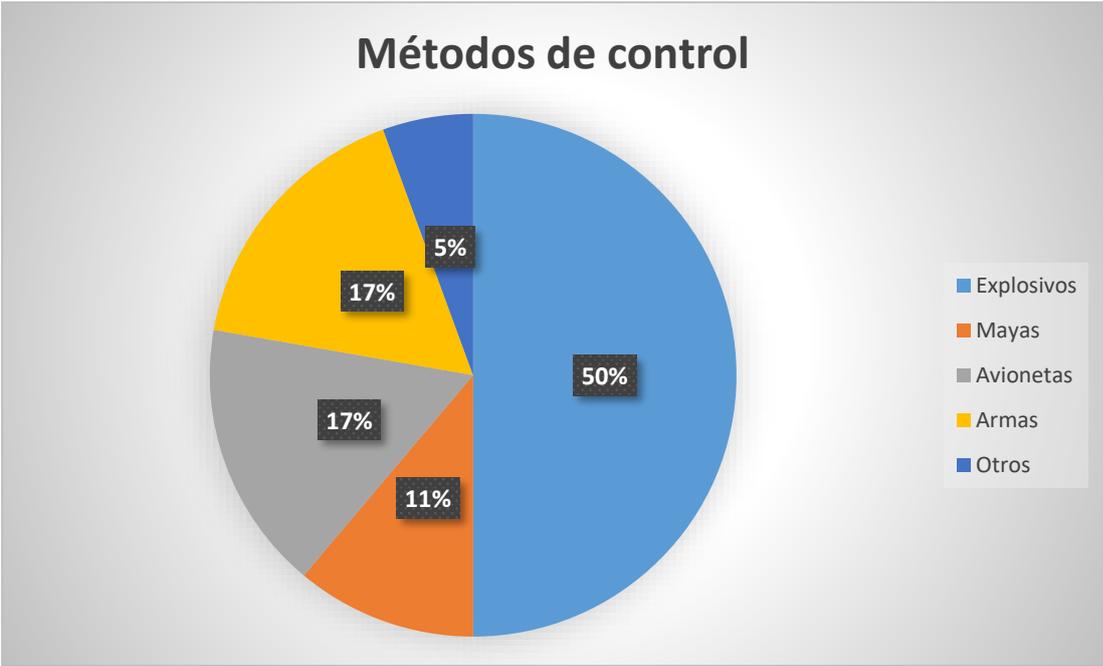


Figura 3.8: Métodos actuales de control para las plagas de aves en zonas acuícolas de las provincias del Guayas y Santa Elena.

3.3 Resultados de Revisión Bibliográfica de aves como plagas en el sector de aviación

La información encontrada mediante revisión bibliográfica en los Aeropuerto José Joaquín de Olmedo en Guayaquil y el Aeropuerto Tababela en Quito se determinó una lista de aves capaces de generar un impacto negativo en las Aeronaves o en las instalaciones. En la Tabla 3.1 se muestra una lista especies común en el islote Palmar ubicado en el río Daule, según el Ministerio del Ambiente, que han logrado acercarse al Aeropuerto de Guayaquil y causar impactos a la Aeronaves. En la Tabla 3.2 se muestra las especies de aves más común en el Aeropuerto de Quito que han generado colisiones a las aeronaves. El método de control usado para contrarrestar el problema en el aeropuerto de Tababela es la cetrería mediante el uso de rapaces entrenadas.

Tabla 3.1 Lista según orden y especies de aves consideradas plagas en el Aeropuerto de Guayaquil

| Orden | Nombre vulgar | Nombre científico |
|------------------------|---------------|-------------------------------|
| Anseriformes | Pato silbador | <i>Dendrocygna bicolor</i> |
| | Pato crestado | <i>Sarkidiornis melanotos</i> |
| Pelecaniformes | Garza | <i>Ardea alba</i> |
| | | <i>Egretta thula</i> |
| | | <i>Eudocimus albus</i> |
| Accipitriformes | Gallinazo | <i>Coragyps atraus</i> |
| | | <i>Cathartes aura</i> |
| Charadriiformes | Jacana | <i>Jacana Jacana</i> |
| | Zarapito | <i>Numenius phaeopus</i> |
| | Cigüeñuela | <i>Himantopus mexicanus</i> |
| Passeriformes | Golondrina | <i>Progne chalybea</i> |

Tabla 3.2. Lista según orden y especies de aves consideradas plagas en el Aeropuerto de Quito

| Orden | Nombre vulgar | Nombre científico |
|---------------|---------------|---------------------------|
| Falconidae | Quilicos | <i>Falco sparverius</i> |
| Columbiformes | Tórtolas | <i>Zenaida auriculata</i> |
| Paseriforme | Gorriones | <i>Passer domesticus</i> |

3.4 Resultados de Métodos de control utilizados en estas zonas de producción

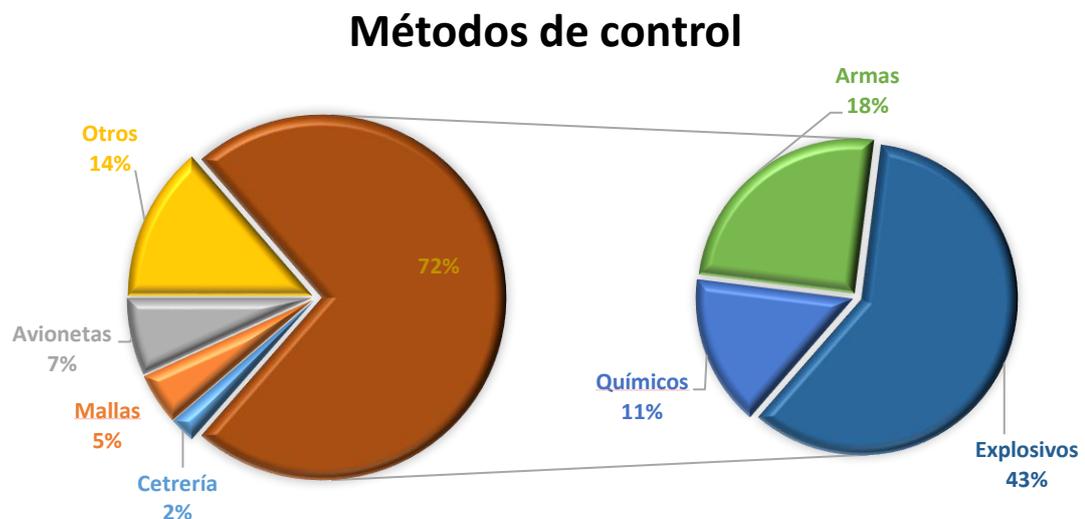


Figura 3.9: Métodos de control que se usan actualmente para controlar a las aves consideradas plaga considerando todos los ambientes antropogénicos.

Al finalizar las encuestas, con lo que se pudo ordenar la información y junto a revisión bibliográfica dio que los métodos de control utilizados en las 3 zonas productivas son altamente dañinos para las aves siendo los más utilizados los explosivos, armas y químicos (Fig. 3.9).

3.5 Resultados de Revisión Literaria de Bioacústica aplicada en aves

Al finalizar el análisis de los 31 documentos obtenidos de la revisión literaria se encontraron 12 diferentes órdenes. Al realizar una comparación con los órdenes de las encuestas solo se identificaron 5 órdenes en común: Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, Galliforme y Passeriformes (Tabla 3.3). Para el análisis final solo se consideraron los documentos que presentaban los 5 órdenes previamente mencionados obteniendo 23 documentos.

Tabla 3.3. Comparación de ordenes de especies encontradas en el levantamiento de información (encuestas) de los ambientes antropogénicos y de la Revisión Literaria en SCOPUS.



Dentro de los documentos analizados se extrajo la información de frecuencias producidas por los cantos de aves en diferentes enfoques de estudios. El rango para cada orden fue determinado por un consenso de todas las frecuencias de sonidos menores a 6 kHz de todos los artículos científicos analizados como se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Rango de frecuencias encontradas en la revisión literaria.

| Ordenes | Frecuencias encontradas | Bibliografía |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Anseriformes | 0,5 - 2,0 | Gage & Axel, 2014 |
| | | Patel, Mulder & Cardoso, 2010 |
| Charadriiformes | 0,1 - 4,0 | Jahn <i>et. al.</i> , 2017 |
| Columbiformes | 0,8 - 6,0 | Guo, Bonebrake & Schuchmann, 2016 |
| | | Herrera & Aide, 2016 |
| | | Schall <i>et. al.</i> , 2015 |
| Galliformes | 0,1 - 3,0 | Corfield <i>et. al.</i> , 2013 |
| | | Fontana <i>et. al.</i> , 2015 |
| Paseriformes | 0,48 - 6,7 | Benedict, Rose & Warning, 2011 |
| | | Cardoso & Atwell, 2011 |
| | | Cardoso <i>et. al.</i> , 2008 |
| | | Clark, Elias Prum, 2013 |
| | | Connor, Li & Li, 2012 |
| | | Derryberry <i>et. al.</i> , 2016 |
| | | Gage & Axel, 2014 |
| | | Giraudeau <i>et. al.</i> , 2014 |
| | | Guo, Bonebrake & Schuchmann, 2016 |
| | | Hanna <i>et. al.</i> , 2011 |
| | | Herrera & Aide, 2016 |
| | | Lauer <i>et. al.</i> , 2007 |
| | | Riede, Fisher & Goller, 2010 |
| | | Suthers, Wild & Kaplan, 2011 |
| Verzijden <i>et. al.</i> , 2010 | | |

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En el Ecuador al evidenciar una escasa información de registros sobre las plagas vertebradas se realizó en este estudio un levantamiento de información en distintos ambientes antropogénicos. Con el levantamiento de información se logró generar una línea base sobre el problema de aves como plagas en ambientes antropogénicos: Agrícola, Acuícola y en Aeropuertos.

En cada ambiente se identificó cuáles eran las especies de aves que generan mayores molestias y de qué manera perjudicaban. Considerando todos los ambientes antropogénicos se encontró que las especies de aves perteneciente al grupo de los Pelecaniformes son las plagas que generan mayores problemas económicos. En el sector agrícola se identificó como problema principalmente a las especies del orden Pelecaniformes como *Egretta thula*, *Bubulcus ibis* y *Nyctanassa violacea* y especies del orden Paseriforme como *Dives warszewiczi*, y *Lonchura malacca*. En el sector acuícola se identificó como a problema a las especies del orden Suliformes como el *Phalacrocorax brasilianus* y las especies del orden Charadriiformes como *Larus atricilla*.

Por parte de los Aeropuertos, en el aeropuerto José Joaquín de Olmedo de Guayaquil se encontró en bibliografía un grupo de especies de aves con potencial de causar un impacto, las especies encontrados pertenecen a los órdenes: Anseriformes, Pelecaniformes, Accipitriformes, Charadriiformes y Paseriformes siendo el orden Charadriiformes el más representativo. En el Aeropuerto de Tababela en Quito se encontró mediante bibliografía que las especies que generan mayores problemas son el *Falco sparverius* perteneciente al orden Falconidae, *Zenaida auriculata* perteneciente al orden Columbiformes, y *Passer domesticus* perteneciente al orden Passeriformes.

De las afectaciones generadas por estas plagas se identificó dentro del sector agrícola las especies de los órdenes Pelecaniformes, Anseriformes, Gruiformes y Charadriiformes aplastan el cultivo de arroz durante los primeros brotes, mientras las especies de los órdenes Columbiformes y Passeriformes se comen los granos de los cultivos de arroz y maíz. En el sector acuícola las especies del orden Suliformes se comen los cultivos de camarones en las piscinas, mientras que las especies del orden

Charadriiformes contaminan los paneles solares y zonas de alimentación cubriéndolos con sus heces. En los Aeropuertos las especies de los órdenes Falconiformes interrumpiendo las zonas de pistas, mientras las especies de los órdenes Columbiformes y Passeriformes causan accidentes y daños de aeronaves por medio de colisiones.

Se identifico por otra parte cuales son los métodos de control de plagas de aves más usados en cada ambiente antropogénico. En las zonas agrícolas y acuícolas los métodos de control mayormente utilizados son los Explosivos como Petaros y Cohetes, seguido por Armas de Fuego como Escopetas, las cuales son usados para espantar a las aves mediante el gran estruendo producido por estos artefactos. En la zona de Aeropuerto sin duda el método de control más utilizado es la cetrería mediante el uso de rapaces entrenadas para ahuyentar plagas de aves.

En este proyecto se identificó mediante revisión bibliográfica la frecuencia de comunicación entre las aves de distintos órdenes. Los órdenes considerados fueron: Paseriformes con 15 documentos, seguido por Columbiformes con 3 documentos encontrados. Galliformes y Anseriformes con 2 documentos y Charadriiformes con 1 documento en la base de datos de Scopus. Las frecuencias encontradas fueron: Passeriformes con un rango de 0,48 a 6,7 kHz, Columbiformes con 0,8 a 6,0 kHz, Galliformes con 0,1 a 3,0 kHz, Anseriformes con 0,5 a 2,0, y Charadriiformes con 0,1 a 4,0.

Obtenido los rangos por medio de la búsqueda bibliográfica para encontrar una frecuencia como potencial repelente bioacústica se debe considerar solamente las frecuencias menores a 3 kHz debido a que estas son consideradas como frecuencias de origen bajas y tienen la capacidad de interrumpir la comunicación entre individuos de aves.

4.2 Recomendaciones

Es necesario realizar estudios a nivel de sonidos para identificar la frecuencia y decibeles con capacidad de repeler las aves y así poder implementar un sistema de monitoreo acústico para la evaluación en las zonas productivas

La integración de varios actores tanto académico como de comunidad puede ser vista como una herramienta que brinde resultados positivos al seguimiento de la lista de aves

consideradas plagas y que se pueda encontrar otras zonas donde presenten este mismo problema

En varias partes del mundo se han desarrollado exitosamente investigaciones y proyectos sobre este tipo de herramientas, pero usadas en otras especies, se necesita la cooperación entre instituciones donde facilitará la implementación y el uso de esta técnica de bioacústica en aves.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, D., & Boopathy, R. (2013). Use of formic acid to control vibriosis in shrimp aquaculture. *Biologia (Poland)*, 68(6), 1017–1021. <https://doi.org/10.2478/s11756-013-0251-x>
- Angelier, F., Meillère, A., Grace, J. K., Trouvé, C., & Brischoux, F. (2015). No evidence for an effect of traffic noise on the development of the corticosterone stress response in an urban exploiter. *GENERAL AND COMPARATIVE ENDOCRINOLOGY*. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2015.12.007>
- Benedict, L., Rose, A., & Warning, N. (2012). Canyon wrens alter their songs in response to territorial challenges. *Animal Behaviour*, 84(6), 1463–1467. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.09.017>
- BioWeb. (n.d.). Lista Roja de Aves. Retrieved from <https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/ListaRojaAWE/>
- Bou, N., Dardanelli, S., Olivera, L., Tellechea, G., Addy Orduna, L., Canavelli, S., & Rodríguez, E. (2017). Desarrollo de un método para evaluar el daño ocasionado por aves en cultivos comerciales de soja recién emergida. *Idesia (Arica)*, (ahead), 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292016005000036>
- Canavelli, S. (2010). Aspectos a considerar para disminuir los conflictos originados por los daños de la cotorra (*Myiopsitta monachus*) en cultivos agrícolas, (January).
- Canavelli, S. B. (2010). Consideraciones de manejo para disminuir los daños por aves en girasol.
- Cano, F., Melorose, J., Perroy, R., Careas, S., Hector, P., Aguinaga, F., & Anatom, D. (2015). Anatomía específica de aves: Aspectos funcionales y clínicos. *Cano@Um.Es*, 1, 17. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cardona, N. (2017). *Caracterización del Reiso Vial Asociado a Impactos por Aves en el Aeródromo del Comando Aéreo de Combate No 5 en el Municipio de Rionegro Antioquía*.
- Cardoso, G. C., & Atwell, J. W. (2011). On the relation between loudness and the increased song frequency of urban birds. *Animal Behaviour*, 82(4), 831–836. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.07.018>
- Cardoso, G. C., Hu, Y., & Francis, C. D. (2018). The comparative evidence for urban

- species sorting by anthropogenic noise. *Royal Society Open Science*, 5(2).
<https://doi.org/10.1098/rsos.172059>
- Carvajal, J. (2012). *Evaluación y medidas de prevención del peligro aviario en los aeropuertos El Dorado José María Córdova Y Perales*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. R., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atencion Primaria*, 31(8), 527–538.
<https://doi.org/10.1157/13047738>
- Clarke, T. L. (2004). An autonomous bird deterrent system, 111.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02859.x>
- Cleary, E. C., Dolbeer, R. A., & Cleary, E. C. (2005). Manejo del Riesgo por Fauna Silvestre en Aeropuertos Manejo del Riesgo por Fauna Silvestre en Aeropuertos (2nd ed.).
- Curbelo, E., & Ávila, D. (2018). Evaluación del impacto económico de las poblaciones de *Phalacrocorax auritus* (aves: Phalacrocoracidae) sobre la producción de los estanques camaroneros en cuba a través de un model..., (July).
- De Labra, M. A., & De la Parra, S. (2017). Requerimientos ecológicos en las aves: un enfoque en psitácidos, (February).
- Donald, E., & Danilo, V. (1984). La agricultura latinoamericana y los vertebrados plagas. El telégrafo. (2014). Agricultura aporta un 0,45% al PIB, p. 1. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/agricultura-aporta-un-045-al-pib>
- El Telégrafo. (2018). Sector acuícola creció 16,7% en el primer trimestre, p. 1. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/sector-acuicola-crecimiento-primer-trimestre-ecuador>
- Fumico. (2018). Control de Plagas Aviarias. Retrieved from <https://www.controldeplagasfumieco.com/index.php>
- Gill, S. A., Job, J. R., Myers, K., Naghshineh, K., & Vonhof, M. J. (2014). Behavioral Toward a broader characterization of anthropogenic noise and its effects on wildlife, 00, 1–6. <https://doi.org/10.1093/beheco/aru219>
- Giovanni, J., Borja, H., Humberto, J., & Pinilla, M. (2013). La bioacústica: Una

- herramienta investigativa para el conocimiento y conservación de especies de aves focales en las cascadas de sueva, 1–128.
- Grilli, P. G. (2015). Aves en los aeropuertos, (August).
- Jácome, É. (n.d.). Cuatro águilas y dos halcones para vigilar tababela. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/aguilas-y-halcones-vigilar-tababela.html>
- L. Gomez-Luna, Eduardo. Fernando-Navas, Diego. Aponte- Mayor, G. B.-B. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81, 150–151. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405022>
- Lavayen, D. (2015). *Diseño de un adecuado sistema de control de costos para la producción en la camaronera ARCARIS S.A. ubicado en la Isla Puna cantón de Guayaquil, que ayude a la optimización de los recursos humanos y materiales*. Universidad Politécnica Salesiana.
- León, E., Beltzer, A., & Quiroga, M. (2014). El jilguero dorado (*Sicalis flaveola*) modifica la estructura de sus vocalizaciones para adaptarse a hábitats urbanos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(2), 546–552. <https://doi.org/10.7550/rmb.32123>
- Marateo, G., Grilli, P., Soave, G., Ferretii, V., Bouzas, N., & Almagro, R. (2012). Aves Y Aeropuertos Control No Letal De Chimangos (*Milvago Chimango*) En Un Aeródromo Militar De Argentina. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 89–98.
- Mendes, S., Colino-rabanal, V. J., & Peris, S. J. (2017). (Passeriformes : Turdidae) a diferentes niveles de ruido antrópico , en el área metropolitana de Belém , Pará , Brasil, 65(June), 633–642.
- Monge, J. (2007). ¿Qué son plagas vertebradas?, 31(2), 111–121.
- Monge, J. (2013). Lista actualizada de aves dañinas en Costa Rica (2012), 5(2012), 111–120.
- Montaño, M. (2004). *INVENTARIO DE PLAGUICIDAS COPs “ INVENTARIO DE PLAGUICIDAS COPs EN EL ECUADOR ”* (1st ed.). Quito: Ministerio del Ambiente.
- Núñez, E. (2013). Los peligros que emanan de las zonas aledañas a los aeropuertos y aerodromos de Colombia a consecuencia de las aves, 2(SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-16-2 / ISSN 1314-2704), 1–39.
- Okoli, C., & Schabram, K. (2011). A Guide to Conducting a Systematic Literature Review

- of Information Systems Research. *Ssrn*, 10(2010).
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1954824>
- Palareti, G., Legnani, C., Cosmi, B., Antonucci, E., Erba, N., Poli, D., ... Tosetto, A. (2016). Comparison between different D-Dimer cutoff values to assess the individual risk of recurrent venous thromboembolism: Analysis of results obtained in the DULCIS study. *International Journal of Laboratory Hematology*, 38(1), 42–49.
<https://doi.org/10.1111/ijlh.12426>
- Platzer, L., Iñiguez C, R., Cevo, J., Ayala, F., & Resumen, R. 3. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile Environmental noise levels measurement of the city of Santiago, Chile. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 67, 122–128. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>
- Popper, A. N. (2014). The Effects of Highway Noise on Birds, (May).
- Pulido, V. (2013). Peligro Aviar en Aeropuertos del Perú, 1–109.
- Rasmussen, C. (2015). Plagas de aves en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd .) y medidas de control en el Perú central Plagas de aves en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd .) y medidas de control en el Perú central Introducción, (January 2003).
- Riveros, G. (2016). La importancia del canto en la conducta social de las aves, 29.
- Rodríguez Esau. (n.d.). Guía del Manejo Integrado de Plagas. Retrieved from https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf
- Roguíguez Ayala, J. F. (2009). *Diseño y construcción de un sistema electrónico de ahuyentamiento de aves por medio de recursos sonoros y visuales para la protección de campos de cultivo*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tellez, A. G. T., Antonio, J., & Salas, G. (2003). Las aves como plaga , controles y manejo, *VI*, 93–98.
- Tualombo, C. D. P. (2014). Tesis de grado presentada al h. consejo directivo como requisito previo a la obtención del título de: ingeniero agrónomo tema: *Tesis de Grado, Universida*, 52.
- Verduzco-Mendoza, A., Alfaro-rodríguez, A., y Arch-Tirado, E. (2012). Etología y bioacústica en ratas y cobayos. *Revista Mexicana de Comunicación, Audiología, Otoneurología y Foniatría*, 1(1), 7–12. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/audiologia/fon-2012/fon121b.pdf>

Vergara, P. M., Rivera-hutinel, A., Farías, A. A., Cofré, H., Samaniego, H., & Hahn, I. J. (2009). ¿ Cómo Responden los Animales del Bosque a las Perturbaciones Antropogénicas ?, 235–254.

ANEXOS

ANEXO A

ENCUESTAS PROYECTO BIOACUSTICA

Lugar de encuesta: _____

Fecha: _____

Encuesta #:

¿Cuáles son los pájaros que atacan los cultivos?

¿Qué cultivos son los más afectados por pájaros?

¿Qué meses del año ocurren más estos daños?

¿Durante que etapa del cultivo se ve más afectado?

¿Qué daños causa en el cultivo?

¿Cuáles son las medidas preventivas que se tienen para poder controlar estas plagas?

¿Considera que las medidas preventivas que son adecuadas para evitar que las aves dañen los cultivos?

Función del encuestado: _____

Anexo 1: Formato usado para la realización de encuestas.

Fuente: Autoría propia