

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias de la Vida**

Evaluación de beneficios y perjuicios de aves terrestres en cultivos agrícolas de la isla Santa Cruz, Galápagos

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Biólogo**

Presentado por:

Contreras Peña Jailene del Rocío

Peña Villacreses Gina Alejandra

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis tutores académicos y de campo por su colaboración durante el proceso de este estudio. A memoria de mi querida mami Inés por siempre haber estado pendiente y orando por mí. A mis padres y mi hermana por sus motivaciones y apoyo incondicional. A familiares, amigos, conocidos y demás lectores que se han visto interesados por este trabajo.

**Jailene Contreras Peña**

Dedico este trabajo a Dios por permitirme culminar mi carrera. A mis padres, tíos y primos por su apoyo incondicional; sobre todo a mi mamá quien fue mi pilar fundamental y nunca dejó de creer en mí. A mi enamorado y amigos quienes me alentaron y respaldaron en todo momento. Finalmente, a los profesores que durante mi vida universitaria me han motivado a seguir aprendiendo.

**Gina Peña Villacreses**

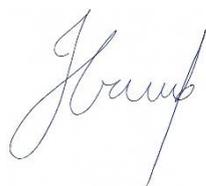
## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres y a nuestra familia por siempre estar presentes en nuestra etapa estudiantil y por su constante apoyo para cumplir nuestras metas.

Además, agradecemos a nuestro tutor PhD. Paolo Piedrahita por ser guía durante la elaboración del proyecto. A MSc. Ilke Geladi por la oportunidad de trabajar en su investigación que permitió la realización de este proyecto. A los agricultores quienes colaboraron en este trabajo. A nuestros docentes por sus enseñanzas e influir nuestro amor por la biología. A nuestros amigos por su amistad incondicional. Finalmente, a compañeros y demás personas maravillosas que se han sumado en nuestro tren de vida y que nos han dejado grandes enseñanzas.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Jailene del Rocío Contreras Peña y Gina Alejandra Peña Villacreses 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”



---

Jailene Contreras Peña



---

Gina Peña Villacreses

# EVALUADORES

---

Diego Gallardo, MSc.

---

Paolo Piedrahita, PhD.

## RESUMEN

La agricultura es una de las principales actividades económicas de las Galápagos con mayor extensión en Santa Cruz. Las aves terrestres residentes son un grupo importante de biodiversidad local que forma parte de la fauna asociada a la actividad y generan beneficios y perjuicios a los cultivos. La información sobre avifauna asociada a esta actividad es limitada. Por ello, evaluamos las interacciones de las aves con los cultivos mediante la observación cualitativa de los impactos para el establecimiento de información base enfocada en la conservación de aves. En la zona agropecuaria de la isla Santa Cruz se seleccionaron 12 fincas donde se realizaron avistamientos por 20 min en tres puntos de observación en cada finca, se identificó especie de ave, tipo de alimento y tipo de forrajeo. Se realizaron 111 visitas con avistamientos de más de 2,400 individuos de 12 especies diferentes. Las aves aprovecharon los campos agrícolas para refugiarse y alimentarse. El pinzón pequeño de tierra fue el más avistado y quién mayormente afectó a algunos cultivos. El canario amarillo se alimentó de insectos, por tanto, proporciona beneficios al agricultor realizando un control de plagas al alimentarse de mosca blanca. Por el contrario, el pinzón pequeño de tierra y pequeño de árbol ocasionan perjuicios al consumir partes de los cultivos. Se precisa continuar el estudio observacional, incluso en temporada lluviosa y mediante análisis de dieta para generar mayor conocimiento que permita la aplicación de técnicas de manejo de cultivo con prioridad en la conservación de especies nativas y endémicas.

**Palabras clave:** aves terrestres, beneficios, daños, cultivos, Galápagos.

## **ABSTRACT**

*Agriculture is one of the main economic activities in the Galapagos with the largest extension in Santa Cruz. Resident land birds are an important group of local biodiversity that form part of the fauna associated with the activity and generate benefits and damages to crops. Information on avifauna associated with this activity is limited. Therefore, we evaluated the interactions of birds with crops through qualitative observation of the impacts for the establishment of baseline information focused on bird conservation. In the agricultural zone of Santa Cruz Island, 12 farms were selected where sightings were made for 20 min in three observation points in each farm, identifying bird species, type of food and type of foraging. A total of 111 visits were made with sightings of more than 2,400 individuals of 12 different species. The birds took advantage of the agricultural fields for shelter and feeding. The small ground-finch was the most sighted and the one that most affected some crops. The yellow warbler fed on insects, therefore, providing benefits to the farmer by providing pest control by feeding on whiteflies. On the other hand, the small ground-finch and small tree-finch cause damage by consuming parts of the crops. It is necessary to continue the observational study, including in the rainy season and through diet analysis, to generate more knowledge that will allow the application of crop management techniques with priority in the conservation of native and endemic species.*

**Keywords:** *land birds, agriculture, benefits, damages, crops, Galapagos.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	9
1. Introducción .....	9
1.1 Descripción del problema .....	10
1.2 Justificación del problema.....	11
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos .....	12
1.4 Marco teórico .....	12
1.4.1 Servicios ecosistémicos de las aves .....	13
1.4.2 Perjuicio de las aves.....	13
1.4.3 ¿Qué son las aves “plaga”?.....	14
1.4.4 Aves plaga en zonas agrícolas.....	14
1.4.5 Avifauna terrestre de la isla Santa Cruz .....	15
CAPÍTULO 2 .....	17
2. Metodología .....	17
2.1 Área de estudio.....	17
2.2 Visitas a finca.....	18
2.3 Puntos de observación .....	18

2.4 Avistamiento .....	19
2.5 Análisis de datos.....	21
CAPÍTULO 3 .....	22
3. Resultados y análisis .....	22
3.1 Aves más frecuentes en campos agrícolas .....	22
3.2 Tipo de forrajeo.....	23
3.3 Sustratos forrajeados.....	24
3.4 Cultivos con daños causado por aves .....	27
CAPÍTULO 4 .....	28
4. Conclusiones y recomendaciones .....	28
4.1 Conclusiones .....	28
4.2 Recomendaciones .....	29
BIBLIOGRAFÍA .....	30

## **ABREVIATURAS**

FCD	Fundación Charles Darwin
PNG	Parque Nacional Galápagos
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

## SIMBOLOGÍA

m	Metro(s)
m <sup>2</sup>	Metro(s) cuadrado
Km	Kilómetro

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa del sitio de estudio.....	18
Figura 2.2 Posición del observador al área de avistamiento .....	19
Figura 3.3 Especies de aves que causaron daños a cultivos .....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Aves terrestres de las zonas agrícolas de la isla Santa Cruz. ....	15
Tabla 3.2 Especies de aves avistadas en campos agrícolas. ....	22
Tabla 3.3 Técnicas de forrajeo usadas por las aves. ....	23
Tabla 3.4 Cultivos forrajeados por las aves en los campos agrícolas. ....	25
Tabla 3.5 Cultivos utilizados por las aves para percharse. ....	26

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Galápagos es un archipiélago que forma parte de la República del Ecuador. Se ubica en la región insular del país con distancia de 1000 Km del oeste de la costa continental (Ministerio del Ambiente, s. f.). Esta región comprende trece islas grandes, seis de menor tamaño, centenares de islotes y promontorios rocosos, siendo todos de origen volcánico (Moscoso, 2019; UNESCO, 2019).

Debido a su evolución aislada y a través de procesos naturales, en las Galápagos se produjo un alto endemismo y fragilidad ecológica, que hacen que el archipiélago se caracterice por albergar gran diversidad, proveer nuevas funciones, servicios ecosistémicos y ser una región muy valorada para establecer prácticas de conservación de la naturaleza (Sampedro et al., 2020; Wardle et al., 2004). Las islas conforman el hábitat de alrededor de 329 especies de vertebrados nativos (anfibios, mamíferos, aves, y reptiles), 1,900 invertebrados y 560 plantas (Bungartz et al., 2009; Dueñas et al., 2021). Con respecto a las aves terrestres residentes se registra que hay 29 especies de pequeñas aves terrestres, 4 especies de rálidos, 1 gavilán y 2 búhos. La mayoría de las aves terrestres que residen en las Galápagos son especies endémicas (FCD, s. f.).

Las islas Galápagos fueron descubiertas en 1535, y solo fue hasta inicios de 1830 que estuvieron habitadas permanentemente (Grenier, 2012). Una de las actividades de las cuales dependían los habitantes antes del turismo y desde la colonización ha sido la agricultura. La mayoría de las plantas que fueron introducidas a inicios de esta actividad se cultivan en toda la línea costera de Colombia y en las tierras bajas costeras de Ecuador (Lundh, 2006). Los cultivos con producción destacada hasta la actualidad son café, plátano, yuca, maíz, pepino, pimienta, tomate, piña, y diversos tipos de frutas y hortalizas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).

Una de las islas mayores de las Galápagos es la isla Santa Cruz, cuya capital Puerto Ayora, está ubicada en la zona costera, y cuenta con cinco

asentamientos en la zona rural, Santa Rosa, Bellavista, El Cascajo, Guayabillos y El Occidente (GAD Municipal Santa Cruz, s. f.). En esta isla habitan alrededor del 61% de la población del archipiélago y se ubican diferentes sedes de organizaciones nacionales e internacionales como la Fundación Charles Darwin (FCD), el Parque Nacional Galápagos (PNG), entre otras. Además, en la isla se realizan múltiples operaciones turísticas (Cuvi & Guijarro, 2016), por lo que ha sido imprescindible el aumento del requerimiento de servicios para cubrir las necesidades básicas y los estándares de subsistencia, así como, la propuesta y aplicación de políticas de conservación en la zona (Pizzitutti et al., 2017).

### **1.1 Descripción del problema**

Desde el establecimiento de la agricultura como actividad económica, la isla Santa Cruz ha sido una de las principales áreas en donde se ha llevado a cabo esta práctica. A pesar de ello, la información sobre la biodiversidad en zonas agrícolas es limitada, se conoce poco sobre especies endémicas e invasoras asociadas a la producción agrícola (Jäger, 2020).

Uno de los grupos de animales que suelen ser atraídos por estas superficies cultivadas son las aves, debido a que les proporcionan recursos como alimento, refugio y protección. Las aves pueden ser útiles para los agricultores al proveer servicios ecosistémicos (Gorosábel et al., 2020) pero cuando la población de aves alcanza un crecimiento elevado y no controlado se los puede considerar como plagas (Furlan et al., 2021).

Entre los beneficios que proveen algunas aves a los cultivos se incluyen la dispersión y consumo de semillas, polinización de flores, control de plagas, consumo de malas hierbas, buscar carroña e incluso reciclaje de nutrientes (Maas et al., 2016), lo que ha permitido promover la productividad de cultivos de manzana, café, uvas y maíz (Garfinkel et al., 2020; Kellermann et al., 2008; Martínez-Sastre et al., 2020; Olmos-Moya et al., 2022). También, algunas especies causan impactos negativos en los cultivos al consumir o defecar sobre las diferentes partes de las frutas, hortalizas, cereales, entre otros (Peisley et al., 2015), lo que podría aumentar la susceptibilidad a contraer plagas y patógenos, y a reducir la calidad del producto, provocando pérdidas económicas.

A pesar de la fuerte relación entre los agroecosistemas y las aves, existen pocos estudios que analicen los beneficios o perjuicios a cultivos dentro o fuera del área continental, raramente estas interacciones son cuantificadas y e incorporadas en la práctica y política agrícola (Whelan et al., 2015). Por tanto, es imprescindible analizar la interacción de las aves terrestres con los cultivos agrícolas de la isla Santa Cruz con la finalidad del establecimiento de una línea base para la conservación de las aves.

## **1.2 Justificación del problema**

Los agroecosistemas de las Galápagos se afrontan a una serie de desafíos ambientales y sociales como eventos climáticos extremos (grandes sequías), aparición de especies invasoras, falta de mano de obra accesible y fuerte competencia económica de las importaciones agrícolas del continente, por lo que es necesario entender su dinámica para poder acceder a prácticas sostenibles (Laso, 2021; Salvador-Ayala, 2015).

El uso de recursos naturales (tierra y agua) y los recursos recreativos (turismo) por actores socioeconómicos en las islas Galápagos debe equilibrarse con la necesidad de protección ecológica que garantice la sostenibilidad de las especies endémicas, los paisajes representativos, y proteja los bienes y servicios de los ecosistemas para las generaciones futuras (Ernoul & Wardell-Johnson, 2014). De acuerdo con diversas investigaciones, el estudio de los servicios y perjuicios que proveen las aves conlleva a la conservación de la cobertura vegetal, al cambio de la percepción de los agricultores con respecto a los servicios ecosistémicos que proveen las aves, lo que implica a la conservación de este tipo de fauna (Gonthier et al., 2019; Michel et al., 2020).

Debido a que las aves se encuentran asociadas a los cultivos agrícolas y muchas de ellas se alimentan de estos, los agricultores deciden usar productos químicos o emisión de sonidos para ahuyentarlas (Tracey et al., 2007). Estos productos se suelen colocar de manera inadecuada afectando a la fauna asociada en sus funciones vitales ya sea en la pérdida auditiva, la desorientación, la presencia de lesiones físicas o cutáneas (Mitra et al., 2011), o afectaciones en el sistema nervioso, digestivo y respiratorio lo que produciría

agonía e incluso, la muerte de los individuos (Arya et al., 2019; Kleist et al., 2018). Esto afectaría principalmente a especies endémicas de la isla.

El análisis de la interacción de las aves con los cultivos de la isla Santa Cruz busca generar conocimiento y completar ciertas lagunas de información con respecto a los impactos de la fauna en la agricultura de las Galápagos. Además, la identificación de especies responsables de impactos en cultivos es un paso importante para desarrollar estrategias de manejo de los cultivos (Lindell et al., 2012), siendo beneficioso tanto para la productividad agrícola como para la conservación de biodiversidad. Por otro lado, es importante tener en cuenta los beneficios y los perjuicios que brindan las aves, así como las contribuciones que ofrece la agricultura hacia las personas para alcanzar los objetivos de conservación y los objetivos de desarrollo sostenible (Visconti & Heyl, 2021).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la interacción de las aves terrestres con cultivos en la isla Santa Cruz mediante la observación cualitativa de beneficios y perjuicios para el establecimiento de una línea base dirigida a la conservación de las aves.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las especies de aves presentes en cultivos para el análisis del tipo y fase del cultivo con mayor incidencia.
- Analizar la alimentación de las aves para la determinación de beneficios o perjuicios con relación a los diferentes cultivos.

### **1.4 Marco teórico**

Las aves terrestres de las Galápagos conforman un grupo importante de biodiversidad local, son importantes ecológicamente al desempeñar distintos roles incluso en los sitios con actividad antropogénica como las zonas agrícolas (García et al., 2021; Linden et al., 2019).

#### **1.4.1 Servicios ecosistémicos de las aves**

Son beneficios que las aves proporcionan a los humanos y a las sociedades, los cuales tienen un valor económico que no suele ser visible (TEEB, 2011), entre los servicios que brindan a la agricultura destacan;

- **Control de plagas:** Este servicio resulta de la búsqueda de alimentos, alrededor del 75% de las aves consumen invertebrados, los cuales se alimentan de las plantas provocando daños a estas. Otras aves terrestres se alimentan de roedores que también presentan un peligro para la integridad del cultivo. Mediante este servicio las aves mantienen un control de población de las plagas (Ayat & Tata, 2013).
- **Control de semillas de malas hierbas:** Varias especies de aves son granívoras y en cultivos agrícolas suelen alimentarse de semillas de maleza nativa, las cuales pueden ser dañinas, debido a que por su gran persistencia y dispersión pueden disminuir el rendimiento del cultivo (Pejchar et al., 2018).
- **Dispersión de semillas:** Cuando las aves viajan, se llevan las semillas que han comido con ellos y las dispersan a través de sus excrementos, pueden llevar plantas a ecosistemas destruidos (Law, 2019).
- **Polinización:** Las aves que consumen néctar pueden llevar a cabo este proceso. Hay evidencias de que la conservación de los polinizadores silvestres en hábitats adyacentes a la agricultura mejora las cosechas y los ingresos (Klein et al., 2003).
- **Eliminación de residuos y control de enfermedades:** Las aves que consumen carroña pueden cooperar en la eliminación de residuos al alimentarse de fauna muerta, y por ende a prevenir el contagio de enfermedades (Mahendiran & Azeez, 2018).

#### **1.4.2 Perjuicio de las aves**

Se refiere a los aspectos negativos o peligrosos que provocan las aves para el bienestar humano, generalmente estos aspectos son más perceptibles (Shapiro & Báldi, 2014), esta fauna suele llamarse aves “plaga”.

### **1.4.3 ¿Qué son las aves “plaga”?**

Aves que afectan a los seres humanos directa o indirectamente, mediante daños en los bienes o servicios, como daños en áreas de producción, daños en infraestructuras, contaminación de alimentos almacenados y transmisión de enfermedades (Monge-Meza, 2007).

### **1.4.4 Aves plaga en zonas agrícolas**

Varios factores determinan el aumento de población de aves en zonas agrícolas como, la abundancia y combinación de alimentos, lugares de anidación y protección, y también la desaparición de enemigos naturales (Amaral, 2011). La consecuencia directa de los daños causados por las aves es la reducción del rendimiento de los cultivos, y la consecuencia indirecta es el decaimiento de sostenibilidad económica de las explotaciones individuales (Wang, 2021). Algunos de los perjuicios que provocan las aves en esta zona son:

- Daño en el cultivo: Es el principal perjuicio que provocan las aves, cuando se alimentan pueden dañar diferentes partes del cultivo como los frutos, tallos y hojas, provocando un problema de seguridad alimentaria para los agricultores (Hiron et al., 2014).
- Consumo de insectos benéficos o depredadores: Las aves insectívoras también se alimentan de insectos predadores de plagas, provocando un desbalance poblacional y mayor incidencia de insectos perjudiciales (Martin et al., 2013).
- Transmisión de enfermedades alimentarias: Las aves pueden ser fuente de contaminación por patógenos resistentes, lo que puede afectar a los animales que depredan estas aves (Carlson et al., 2011).
- Dispersión de semillas y polinización de especies invasoras: Las aves pueden alimentarse de plantas invasoras, al momento de dispersarlas, estas probablemente van a prevalecer debido a su persistencia. Así mismo, puede contribuir a la propagación a través de la polinización (Sosenski & Domínguez, 2018; Traveset & Santamaría, 2004).

### 1.4.5 Avifauna terrestre de la isla Santa Cruz

De las 36 aves terrestres residentes del archipiélago de Galápagos, 19 se encuentran distribuidas en la isla Santa Cruz. En la Tabla 1.1 se resumen estas especies que, incluso, tienen presencia en la zona agrícola debido a que en estas áreas encuentran refugio y alimentación.

**Tabla 1.1 Aves terrestres de las zonas agrícolas de la isla Santa Cruz. Información obtenida de la Guía de campo: Aves terrestres residentes de Galápagos (Kleindorfer et al., 2022)**

Nombre común	Nombre científico	Dieta	Presencia	Categoría de UICN	Origen de la especie
<b>Pinzón pequeño de tierra</b>	<i>Geospiza fuliginosa</i>	Oportunista; consume semillas, frutas e invertebrados.	Común	LC	Endémica
<b>Pinzón mediano de tierra</b>	<i>Geospiza fortis</i>	Oportunista; consume semillas, frutas e invertebrados.	Regular	LC	Endémica
<b>Pinzón grande de tierra</b>	<i>Geospiza magnirostris</i>	Semillas grandes, también frutas e invertebrados	Raro	LC	Endémica
<b>Pinzón pequeño de árbol</b>	<i>Camarhynchus parvulus</i>	Principalmente invertebrados y semillas, también frutas y néctar.	Común	LC	Endémica
<b>Pinzón grande de árbol</b>	<i>Camarhynchus psittacula</i>	Principalmente invertebrados; semillas y frutas.	Regular	VU	Endémica
<b>Pinzón carpintero</b>	<i>Camarhynchus pallidus</i>	Invertebrados, pero también frutas y néctar.	Común	VU	Endémica
<b>Pinzón vegetariano</b>	<i>Platyspiza crassirostris</i>	frutas, hojas, néctar, brotes de plantas y pocos invertebrados.	Regular	LC	Endémica
<b>Pinzón cantor verde</b>	<i>Certhidea olivacea</i>	Invertebrados, unas pocas frutas y néctar.	Regular	VU	Endémica
<b>Cucuve de Galápagos</b>	<i>Mimus parvulus</i>	Generalista (vertebrados, invertebrados, carroña, frutas)	Regular	LC	Endémica
<b>Papamosca de Galápagos</b>	<i>Myiarchus magnirostris</i>	Principalmente invertebrados; semillas y frutas.	Regular	LC	Endémica
<b>Pequeño pájaro brujo</b>	<i>Pyrocephalus nanus</i>	Principalmente invertebrados.	Regular	VU	Endémica
<b>Canario amarillo</b>	<i>Setophaga petechia aureola</i>	Principalmente invertebrados, también semillas y frutas.	Común	LC	Nativa

<b>Paloma de Galápagos</b>	<i>Zenaida galapagoensis</i>	Principalmente semillas y material de plantas.	Presente	NT	Endémica
<b>Cuclillo</b>	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Principalmente invertebrados y también frutas.	Presente	LC	Nativa
<b>Garrapatero de pico liso</b>	<i>Crotophaga ani</i>	Principalmente invertebrados, también vertebrados, semillas y frutas.	Presente	LC	Introducida
<b>Pachay de Galápagos</b>	<i>Laterallus spilonotus</i>	Principalmente invertebrados y pocas semillas.	Regular	VU	Endémica
<b>Gallareta</b>	<i>Neocrex erythrops</i>	Principalmente invertebrados y pocas semillas.	Común	LC	Nativa
<b>Lechuza campanario</b>	<i>Tyto alba punctatissima</i>	Roedores, pequeñas aves e invertebrados grandes.	Presente	LC	Nativa
<b>Búho campestre</b>	<i>Asio flammeus galapagoensis</i>	Roedores, aves, lagartijas e invertebrados grandes.	Presente	LC	Nativa

Abreviaciones: LC= Preocupación menor; VU= Vulnerable; NT= Casi amenazada.

# CAPÍTULO 2

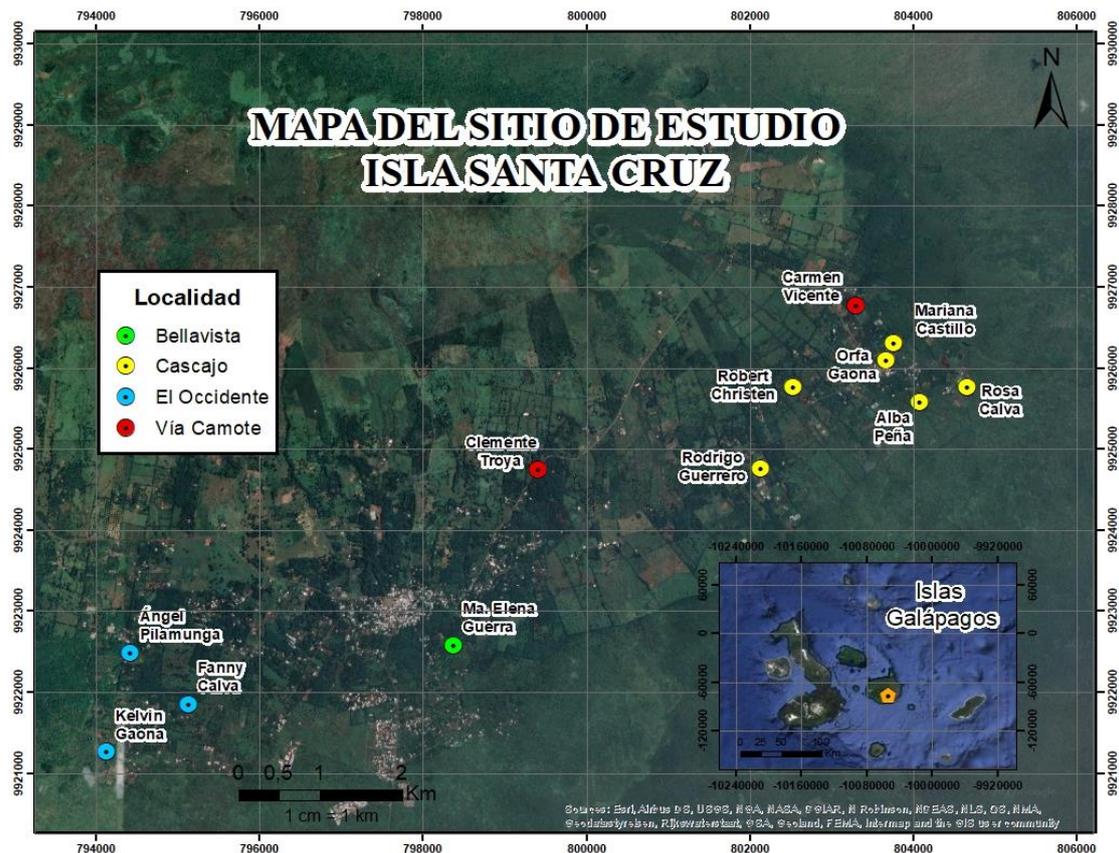
## 2. METODOLOGÍA

Los agricultores tienen afectaciones en sus cultivos principalmente en tiempo de germinación y cuando los frutos están maduros. Esto se debe, en parte, a que las aves terrestres que habitan en estas zonas se alimentan de los cultivos. Debido a este impacto es posible que las personas busquen alternativas que afecten directa e indirectamente a las aves como es el caso de productos químicos.

Sin embargo, no se ha documentado acerca de las afectaciones que las aves terrestres causan a los cultivos agrícolas. Por lo que esta investigación busca generar una línea base de los datos del tipo de alimentación que tienen las aves en diferentes campos agrícolas y si estos ejercen un rol beneficioso o perjudicial a los agricultores. La información levantada será de utilidad para el conocimiento del agricultor y ciudadano con la finalidad de generar alternativas que conlleven a mantener la conservación de las aves terrestres de las Galápagos.

### 2.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la zona agropecuaria de la isla Santa Cruz en los sectores de Cascajo, Bellavista, Camote y Occidente. En estas áreas la temperatura es más adecuada que en zonas más altas, lo que permite la variedad de cultivos. Se seleccionaron 12 fincas las cuales fueron identificados por los nombres de sus propietarios: Alba Peña, Mariana Castillo, Rosa Calva, Orfa Gaona, Carmen Vicente, Robert Christen y Rodrigo Guerrero, Clemente Troya, María Elena Guerra, Ángel Pilamunga, Fanny Calva y Kelvin Gaona. En la Figura 2.1, se puede apreciar el mapa del sitio de estudio para este trabajo. Las fincas seleccionadas tuvieron al menos 600 m de distancia entre sí, lo que evita el conteo repetitivo de individuos (Melgar, 2017).



**Figura 2.1 Mapa del sitio de estudio.**

## **2.2 Visitas a finca**

Se realizaron visitas una vez por semana a cada finca desde el 2 de junio al 5 de agosto totalizando 111 visitas. La asistencia a las fincas fue organizada de acuerdo con la distancia entre cada una. En la semana dos días se visitaron 3 fincas y tres días solo 2 fincas.

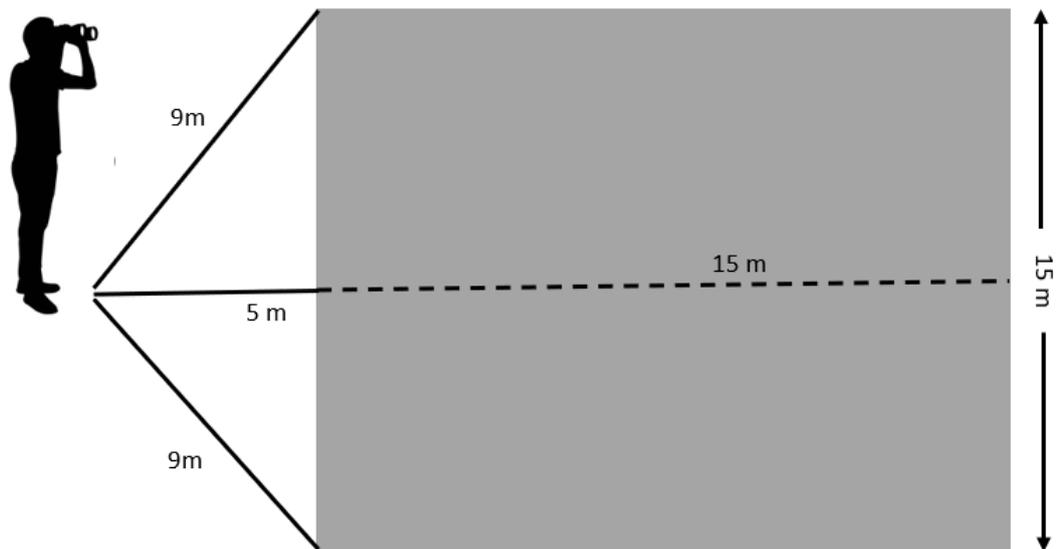
Los horarios de visita para el avistamiento de aves oscilaron entre las 6h00 hasta máximo 11h30, horario en que las aves presentan más actividad (Narango et al., 2017; Riber et al., 2021). Sin embargo, pueden ser más frecuentes en ciertos períodos de tiempo de la mañana. Por tanto, los horarios de visitas fueron rotados de manera que todos los sitios tuvieran asistencia a primera hora del día.

## **2.3 Puntos de observación**

Por cada finca se identificaron 3 puntos de observación, donde se cubre la mayor la cantidad de cultivos posibles. Se tomaron medidas al área de avistamiento desde el punto de observación con un telémetro (rangefinder).

Debido a que las parcelas de cultivos no son de gran tamaño el avistamiento se realizó a 5 m de distancia. Aunque en otros estudios la distancia de 10 m es común (Narango et al., 2017). En las Galápagos las aves no se intimidan con la presencia de personas y por observaciones preliminares se pudo notar que nuestra presencia no parecía afectar el comportamiento de las aves con esta distancia.

Debido a que los agricultores tienen parcelas de cultivos pequeños y generalmente con cultivos alternados en una misma área o cercanos entre sí, se decidió que las áreas de avistamiento tengan la mayor cantidad de cultivos posible. En promedio la superficie de área fue de 70.5 m<sup>2</sup>. En la Figura 2.2 se presenta gráficamente un ejemplo de la posición del observador frente a un área de avistamiento hipotético. No todas las áreas eran uniformes y las medidas del área de avistamiento fueron acorde a la visibilidad alcanzada.



**Figura 2.2 Posición del observador al área de avistamiento**

## **2.4 Avistamiento**

En cada área de avistamiento se realizaron observaciones de 20 minutos para registrar las variables: especie, sexo, número de individuos, cultivo, tiempo en el área, tipo de alimento y tipo de forrajeo que tienen las aves en estos sitios (Ocampo et al., 2019; Riber et al., 2021).

Se diferenció si el alimento consumido fue en cultivo (C) o no cultivo (NC) con la identificación respectiva de la planta, principalmente del cultivo. Se

consideraron plantas no cultivo a la maleza presente en el área de avistamiento. De acuerdo con la dieta que presentaban las aves durante el avistamiento, se clasificó el tipo de alimento en: semilla, hoja, tallo, flor, insecto, rama o suelo (Tebbich et al., 2004). El tipo de forrajeo se ha clasificado como: (i) “Captura en aire”, cuando realizan una captura de la presa en el aire, (ii) “Picotear”, cuando se alimentan de un sustrato cercano y no requiere estiramientos ni movimientos acrobáticos, (iii) “Estirar”, cuando el ave estira su cuello o patas para alcanzar a la presa y (iv) “Colgar”, cuando se apoya de sus patas para colgarse (Fitzpatrick, 1980; Remsen & Robinson, 1990).

Además, se consideraron las condiciones del clima: nublado, soleado, parcialmente nublado, garúa y viento. Estas últimas se categorizaron en 3 niveles de acuerdo con la sensación corporal del observador, donde 1 es más leve y 3 más intenso. Para las observaciones se utilizó binoculares 10x42, libretas de campo y grabadora de voz para facilitar el apunte de datos en campo.

Durante las observaciones las especies encontradas fueron pinzón pequeño de tierra (*Geospiza fuliginosa*), pinzón mediano de tierra (*Geospiza fortis*), pinzón pequeño de árbol (*Camarhynchus parvulus*), pinzón carpintero (*Camarhynchus palidus*), cucuve de Galápagos (*Mimus parvulus*), papamosca de Galápagos (*Myiarchus magnirostris*), canario amarillo (*Setophaga petechia aureola*), garrapatero de pico liso (*Crotophaga ani*), pachay de Galápagos (*Laterallus spilonotus*) y gallareta de pico rojo (*Neocrex erythrops*).

La identificación de estas especies durante el avistamiento se basó en la diferenciación fenotípica. Para el caso de los pinzones la diferencia de picos permitió su identificación. Entre los pinzones de tierra y de árbol el plumaje negro en su cuerpo y cabeza, respectivamente, permitió identificar al macho; las hembras y los juveniles fueron identificados como no definidos porque no se pudo diferenciar su sexo debido a su similitud de coloración en plumas. Similarmente, los canarios amarillos se diferenciaron por su color de pluma diferenciando a la hembra por ser completamente amarilla y al macho por el color anaranjado en su cabeza y pecho; los juveniles también fueron identificados como no definidos. Para las demás especies no se pudo diferenciar porque no presentan dimorfismo sexual.

La observación empezó con el registro de la hora inicial de avistamiento. Cuando un ave ingresaba al área se registró tanto su hora de entrada como de salida y se la observó para identificar su especie, sexo y la actividad que realizaba. El tiempo de observación al individuo no superó el minuto para no descuidar el área de avistamiento total. Sin embargo, se mantuvo atención a lo que hacía y se volvía a observar al individuo para identificar las variables. En casos de abundancia de individuos se realizó la identificación de especie y una estimación de la cantidad de individuos presentes por especie. Esto facilitó el trabajo de observación de entrada y salida de otros individuos. El registro de actividad de grupos grandes fue generalizado observando al azar la actividad de un individuo. No obstante, al notar un comportamiento diferente se observó rápidamente para reportarlo. Finalizada la observación, se describió los cultivos presentes en el área avistada, se anotó el clima y se puntualizó el viento y la garúa que existió durante los 20 minutos, de acuerdo a la escala anteriormente mencionada.

Además, se tomaron muestras de campo de las plantas que fueron consumidas por las aves para su identificación posterior con la ayuda de guía de identificación y la base de datos de la Fundación Charles Darwin.

## **2.5 Análisis de datos**

Las observaciones de campo fueron sistematizadas en una base de datos en el software Excel 2010. Se realizaron análisis estadísticos descriptivos resumiendo las especies más comunes en las fincas entre los cultivos y por especie la identificación de su actividad en el cultivo, comportamiento de forrajeo, alimentación forrajeadas y el cultivo donde estuvieron. Se cuantificó el número y especies de aves que causaron daño a los cultivos y los cultivos afectados. Esto con la finalidad dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Qué influencia tienen las aves terrestres de las Galápagos sobre los cultivos agrícolas?

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Aves más frecuentes en campos agrícolas

En total se observaron más de 2.400 aves de 12 especies diferentes (Ver Tabla 3.2). Todas las especies son endémicas a excepción de *N. erythrope* y *S. petechia aureola* que son nativas y *C. ani* que es introducida. La especie más avistada entre los cultivos agrícolas fue el pinzón pequeño de tierra (*G. fuliginosa*), seguido de canarios amarillos, aves de corral y pinzón pequeño de árbol.

**Tabla 3.2 Especies de aves avistadas en campos agrícolas.**

Especie	Total
<i>Geospiza fuliginosa</i>	1177
<i>Sotophaga petechia aureola</i>	613
<i>Gallus gallus</i>	94
<i>Camarhynchus parvulus</i>	78
<i>Crotophaga ani</i>	49
<i>Mimus parvulus</i>	15
<i>Neocrex erythrope</i>	14
<i>Bubulcu ibis</i>	6
<i>Myriarchus magnirostris</i>	4
<i>Camarhynchus pallidus</i>	2
<i>Geospiza fortis</i>	2
<i>Laterallus spilonotus</i>	1
NA	355
Total	2410

Las aves de corral fueron observadas en las fincas donde crían gallinas. Sin embargo, existen gallinas llamadas silvestres que rondan en algunas fincas. Los agricultores de estas fincas reportan que las gallinas, tanto domésticas como silvestres, causan daño a sus cultivos cuando siembran las semillas y/o plántulas, aunque también picotean los frutos maduros principalmente tomate. Por ello, uno de los agricultores optó por delimitar el acceso de sus gallinas domésticas mediante una malla frente a los cultivos cuya protección fue

parcialmente exitosa debido al ingreso de pocas gallinas a las áreas de cultivo; mientras, en otra finca colocaron trampas para capturar a las gallinas silvestres. En ocasiones, la identificación de algunas aves fue dificultoso ya sea por la presencia de abundante neblina y/o garúa como por los movimientos rápidos de las aves o por causa de la vegetación alta presente.

### 3.2 Tipo de forrajeo

Generalmente las aves terrestres ingresaron a los campos agrícolas para alimentarse, donde aplicaron diferentes técnicas de forrajeo (Ver Tabla 3.3). La mayoría picotearon entre los campos agrícolas, pero no necesariamente a los cultivos.

**Tabla 3.3 Técnicas de forrajeo usadas por las aves.**

<b>Especies</b>	<b>Picar</b>	<b>Estirar</b>	<b>Colgar</b>	<b>Captura en aire</b>	<b>Perchar</b>
<i>B. ibis</i>	X				
<i>G. fortis</i>	X				X
<i>G. gallus</i>	X				X
<i>G. magnirostris</i>	X				X
<i>N. erythroptus</i>	X				X
<i>C. pallidus</i>	X		X		X
<i>M. magnirostris</i>	X				X
<i>M. parvulus</i>	X				X
<i>L. spilonotus</i>					X
<i>C. ani</i>	X		X	X	X
<i>S. petechia aureola</i>	X	X	X	X	X
<i>G. fuliginosa</i>	X	X	X		X
<i>C. parvulus</i>	X	X	X		X

Se observó que las aves picoteaban en el suelo para alimentarse de semillas. A veces, las aves arrancaban las espigas de plantas silvestres y picoteaban los granos que caían en el suelo. En otras ocasiones las aves picoteaban en el suelo y separaban las partículas que no eran comida con la

ayuda de su lengua. El pinzón pequeño de tierra y pinzón pequeño de árbol presentaron la mayoría de las técnicas de forrajeo; mientras el canario amarillo presentó las cuatro técnicas de forrajeo.

La mayoría de las aves avistadas se percharon en estructuras presentes en el área, principalmente en las estacas que los agricultores colocan para alzar plantas trepadoras; además, las aves usaron algunas plantas tanto de cultivos como no cultivo ya sea para descansar o para poder forrajear la misma planta u otra.

### **3.3 Sustratos forrajeados**

En la Tabla 3.4 se puede ver que 7 de las 12 especies avistadas forrajearon en cultivos agrícolas. Estos cultivos son utilizados tanto para el consumo familiar como local. El canario amarillo fue observado picoteando en el envés de la mayoría de los cultivos, pero no causaba daño. Esta especie buscaba insectos entre los cultivos para alimentarse. Entre los insectos que se pudo reconocer fueron la mosca blanca y polillas. Diversos estudios reportan a la mosca blanca como plaga de plantas tanto cultivadas como silvestres y son causante de daños directos al alimentarse de los nutrientes de las plantas o afectaciones indirectas al secretar sustancias azucaradas que permiten el crecimiento de hongo e incluso ser vectores de virus (Cuéllar & Morales, 2007).

Por otro lado, el pinzón pequeño de tierra forrajeó en muchos cultivos produciendo daños directos en las hojas de brócoli y acelga; además, en el pepino realizó cortes de las flores y luego del corte se perchaba en una estructura firme o en el suelo para comer de la flor. Las aves se vieron atraídas por la flor del guineo, se paraban en la bellota y se colgaban para alimentarse de la flor o lo comían estirando su cuello mientras volaban. Los daños a flores de yuca no fueron graves debido a que el sistema de propagación es por esqueje. Sin embargo, el daño en las flores impacta en el éxito reproductivo de la planta ocasionando una producción menor de las semillas como lo demuestran Pohl et al., (2006) en su estudio en *Mimulus luteus* (Pohl et al., 2006).

En las plantas de maíz solo se observó a los pinzones picotear los granos de la flor. Pero, el agricultor comentó que también picotean las mazorcas. Esto no fue observado, pero la literatura evidencia que las aves se ven atraídas

**Tabla 3.4 Cultivos forrajeados por las aves en los campos agrícolas.**

Sustrato	Cultivo	<i>C. pallidus</i>	<i>M. magnirostris</i>	<i>N. erythrope</i>	<i>G. gallus</i>	<i>C. parvulus</i>	<i>G. fuliginosa</i>	<i>S. petechia aureola</i>
flor	guineo	x					x	
	limón mandarina					x		
	maíz					x	x	
	pepino						x	
	piña						x	
	yuca						x	
hoja	guineo					x		
	brócoli					x		
	acelga						x	
fruto	guineo	x				x		
	tomate				x		x	
	yuca			x			x	
rama								
	naranja						x	
insectos	papaya		x					x
	tomate						x	
	café							x
	col							x
	cebolla blanca							x
	maíz							x
	yuca							x
	zanahoria							x
	pimiento							x
	cítrico							x
	guineo							x
	lechuga							x
tallo								
	tomate						x	

primero por los estigmas y luego por los granos del fruto, donde el daño es crítico cuando las aves consumen los granos en sus etapas tempranas de desarrollo en comparación a etapas tardías (Dolbeer, 2008). El daño a mazorcas puede

conllevar pérdidas económicas y mala calidad del grano (Issa & El-Bakhshawngi, 2018).

Dos especies fueron observadas picoteando al fruto del cultivo de yuca. Esto fue posible debido a que el agricultor había dejado expuestos trozos de yuca en el suelo después de la cosecha. Los frutos de tomate consumidos principalmente fueron frutos maduros que estaban en el suelo y no en la planta, pero se evidenció que algunas aves picotearon en un fruto que aún estaba en la planta. No todos los daños fueron observados, pero se pudo evidenciar cortes de aves en frutos del pimiento y en un fruto maduro de melón. Se observó que las aves picotean en los frutos para comer exclusivamente las semillas contenidas en el interior del fruto.

Por otro lado, la mayoría de los cultivos fueron utilizados por las aves como soporte para descansar, como se puede ver en la Tabla 3.5. Sin embargo, muchos individuos se percharon en plantas de cultivo para comer de estas como el caso del guineo, yuca, limón mandarina, maíz, piña, col. Pero, otros utilizaron los cultivos para alimentarse de plantas no cultivo; aunque también se perchaban en misma planta no cultivo para comer de la flor. Dos plantas no cultivo con mayor preferencia para percharse y alimentarse fueron *Hyptis pectinata* y *Digitaria horizontalis*.

**Tabla 3.5 Cultivos utilizados por las aves para percharse.**

Cultivo	<i>C. ani</i>	<i>L. spilonotus</i>	<i>C. parvulus</i>	<i>G. fuliginosa</i>	<i>S. petechia aureola</i>
guineo	x	x	x	x	x
papaya	x			x	
yuca			x	x	x
café				x	x
caña				x	
limón mandarina				x	
maíz				x	x
maní				x	
pepino				x	
piña				x	x
tomate				x	
tomatillo				x	x
col					x

### 3.4 Cultivos con daños causado por aves

Durante el tiempo de estudio se pudo observar pocas aves que causaron daños directos a los cultivos. En la Figura 3.3 se puede observar que los daños avistados fueron principalmente causados por el pinzón pequeño de tierra y el pinzón pequeño de árbol. Para ahuyentar las aves algunos agricultores utilizan envases con agua para que puedan bañarse y otro agricultor acostumbra a arrojar tierra a los cultivos. Algunos productores consideran que el uso de mallas para la fabricación de invernaderos podría ayudarles para que las aves no ingresen a sus cultivos. Sin embargo, los costos locales para su implementación son altos. En efecto, investigaciones proponen que el empleo de redes puede ser una solución alternativa. Pero siempre y cuando sea económicamente factible dado que implica costos de compra, instalación y el mantenimiento (Bomford & Sinclair, 2002).

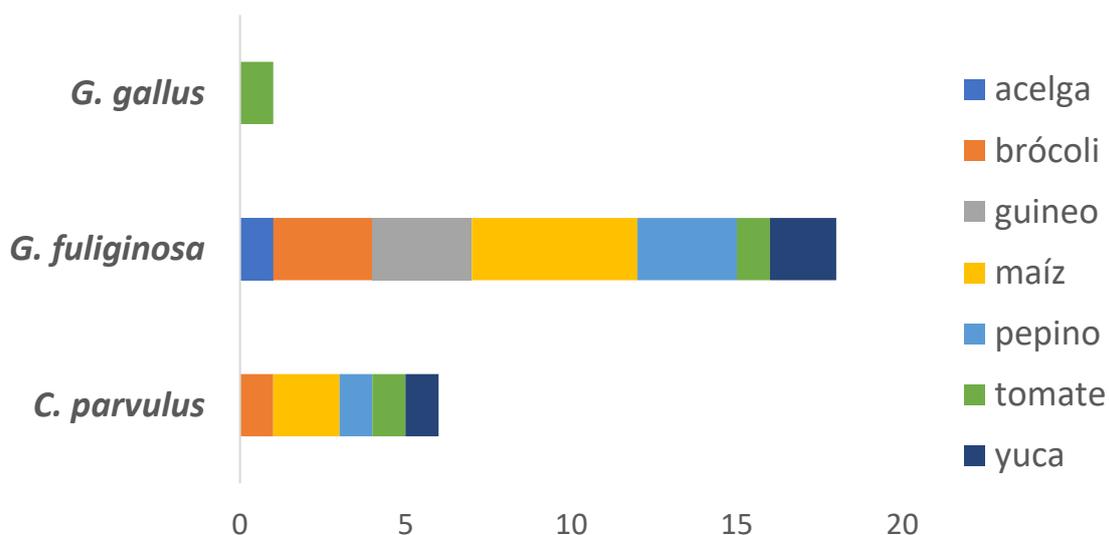


Figura 3.3 Especies de aves que causaron daños a cultivos

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización de este trabajo permitió documentar como primer reporte las interacciones que las aves terrestres de las Galápagos tienen dentro de los campos agrícolas. Sin embargo, presentó desafíos para la identificación de las aves en los días con presencia de neblina o garúas fuertes. Generalmente las aves no inhiben su actividad en la garúa, pero en ocasiones cuando la garúa era muy fuerte las aves solo atravesaban el área y buscaban árboles grandes y la neblina impedía la visibilidad. Además, los movimientos rápidos de los pinzones ocasionaban dificultad para distinguir los picos y consecuentemente la identificación de las especies.

Otra dificultad fue la diferenciación de pinzones hembras debido a que su plumaje puede ser confundido por los juveniles machos. Por otro lado, no se aplicaron técnicas para coleccionar insectos que consumían las aves. Por lo que resultaba complicado la identificación concreta de algunos insectos que eran consumidos por las aves y así saber si el consumo de estos insectos representaba efectos positivos, negativos o neutrales.

### 4.1 Conclusiones

El presente trabajo es el primer estudio que reporta el rol que ejercen las aves terrestres en cultivos agrícolas del área agropecuaria de la isla Santa Cruz, a partir de la evaluación observacional se logró identificar que:

- Las aves terrestres de la isla se ven atraídas por los campos agrícolas para buscar alimentos y/o descanso.
- Los pinzones pequeños de tierra y pequeño de árbol, junto con los canarios amarillos fueron los más avistados.
- El pinzón pequeño de tierra fue la especie mayormente presente en diferentes cultivos de hortalizas y frutas. Los daños que provocaron fueron ocasionados principalmente en fases de floración y madurez de las plantas de cultivo. Esto conlleva a concluir que ocasiona perjuicios a los agricultores.

- Por otro lado, los canarios amarillos consumen mayormente insectos entre ellos mosca blanca que es un insecto plaga de los cultivos. Por lo que, esta especie podría proporcionar un beneficio a los agricultores con el control de plagas. No obstante, algunos insectos consumidos por los canarios no fueron identificados.

Este estudio fue el primer paso para proyectos futuros y actividades de acción por parte de autoridades locales, academia y comunidad para mejorar la relación entre las aves y los agricultores, donde se pueda aprovechar a aumentar los servicios beneficiosos que las aves pueden brindar a los agricultores como la implementación de prácticas de control de las aves para minimizar los perjuicios, pero siempre con el fin de conservar las aves nativas y endémicas de la isla Santa Cruz. El conocimiento de las aves que más interactúan con los cultivos, y los cultivos que atraen mayor presencia de aves permite un enfoque de recursos más efectivo en la aplicación de futuras políticas de gestión y técnicas de manejo de cultivos.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Debido a la falta de identificación de insectos consumidos, principalmente por los canarios, se recomienda la aplicación de métodos que permitan conocer los insectos que consumen las aves, por ejemplo, el análisis de las heces para que por medio de la dieta determinar correctamente si cumplen con rol de control de plaga o consumidor de plagas benéficas en los campos agrícolas.
- Además, las observaciones del estudio se limitaron al tiempo de sequía por lo que se recomienda continuar las observaciones en la temporada lluviosa debido a que es el tiempo cuando los agricultores empiezan con la cosecha de algunas cucurbitáceas como el tomate.

# BIBLIOGRAFÍA

- Amaral, V. (2011). *Apectos comportamentales de la reproducción del misto, Sicalis luteola* [Universidad de la República Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1655?mode=full>
- Arya, A. K., Singh, A., & Bhatt, D. (2019). Pesticide applications in agriculture and their effects on birds: an overview. *Contaminants in agriculture and environment: health risks and remediation*, 5(10).
- Ayat, A., & Tata, H. L. (2013). *Ecosystem Services Provided by Birds in Different Habitats*.
- Bomford, M., & Sinclair, R. (2002). Australian research on bird pests: Impact, management and future directions. *Emu*, 102(1), 29-45. <https://doi.org/10.1071/MU01028>
- Bungartz, F., Herrera, H. W., Jaramillo, P., Tirado, N., Jiménez-Uzcátegui, G., Ruiz, D., Guézou, A., & Ziemmeck, F. (2009). Charles Darwin Foundation Galapagos Species Checklist—Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin. *Puerto Ayora, Galapagos: Charles Darwin Foundation/Fundación Charles Darwin*.
- Carlson, J. C., Franklin, A. B., Hyatt, D. R., Pettit, S. E., & Linz, G. M. (2011). The role of starlings in the spread of Salmonella within concentrated animal feeding operations. *Journal of Applied Ecology*, 48(2), 479-486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01935.x>
- Cuéllar, M. E., & Morales, F. J. (2007). La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (Phaseolus vulgaris L.). *Revista Colombiana de Cardiología*, 186-317.
- Cuvi, N., & Guijarro, D. (2016). ¿Una trayectoria hacia la insustentabilidad? La movilidad terrestre en la isla Santa Cruz, Galápagos. *Revista Transporte y Territorio*, 216-240. <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/62871-una-trayectoria-hacia-la-insustentabilidad-la-movilidad-terrestre-en-la-isla-santa-cruz>

- Dolbeer, R. A. (2008). Ornithology and integrated pest management: Red-winged Blackbirds *Agelaius phoeniceus* and corn. *Ibis*, *132*(2), 309-322. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1990.tb01048.x>
- Dueñas, A., Jiménez-Uzcátegui, G., & Bosker, T. (2021). The effects of climate change on wildlife biodiversity of the galapagos islands. *Climate Change Ecology*, *2*, 100026. <https://doi.org/10.1016/J.ECOCHG.2021.100026>
- Ernoul, L., & Wardell-Johnson, A. (2014). Adapting international conservation strategies to local context: perceptions of biodiversity values and management responsibility in two Mediterranean deltas. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, *10*(4), 300-312. <https://doi.org/10.1080/21513732.2014.980849>
- FCD. (s. f.). *Conservación de las poblaciones amenazadas de pequeñas aves terrestres*. Recuperado 24 de junio de 2022, de <https://www.darwinfoundation.org/es/investigacion/proyectos/conservacion-aves-terrestres#:~:text=Más del 90%25 de las aves terrestres de,que solo se encuentran en las Islas Galápagos.>
- Fitzpatrick, J. W. (1980). Foraging Behavior of Neotropical Tyrant Flycatchers. *The Condor*, *82*(1), 43-57. <https://doi.org/10.2307/1366784>
- Furlan, L., Contiero, B., Chiarini, F., Bottazzo, M., & Milosavljević, I. (2021). Risk factors and strategies for integrated management of bird pests affecting maize establishment. *Crop Protection*, *148*, 105744. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105744>
- GAD Municipal Santa Cruz. (s. f.). *Isla Santa Cruz-Galápagos*. Recuperado 26 de junio de 2022, de <https://galapagossantacruz.com/>
- García, D., Miñarro, M., & Martínez-Sastre, R. (2021). Enhancing ecosystem services in apple orchards: Nest boxes increase pest control by insectivorous birds. *Journal of Applied Ecology*, *58*(3), 465-475. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13823>
- Garfinkel, M. B., Minor, E. S., & Whelan, C. J. (2020). Birds suppress pests in corn but release them in soybean crops within a mixed prairie/agriculture system. *Condor*, *122*(2), 1-12. <https://doi.org/10.1093/condor/duaa009>

- Gonthier, D. J., Sciligo, A. R., Karp, D. S., Lu, A., Garcia, K., Juarez, G., Chiba, T., Gennet, S., & Kremen, C. (2019). Bird services and disservices to strawberry farming in Californian agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 56(8), 1948-1959. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13422>
- Gorosábel, A., Bernad, L., & Pedrana, J. (2020). Ecosystem services provided by wildlife in the Pampas region, Argentina. *Ecological Indicators*, 117(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106576>
- Grenier, C. (2012). Nature and the world: A geohistory of Galapagos. En M. Wolff & M. Gardener (Eds.), *The Role of Science for Conservation* (pp. 255-274). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203126790>
- Hiron, M., Rubene, D., Mweresa, C. K., Ajamma, Y. U., Owino, E. A., & Low, M. (2014). Crop damage by granivorous birds despite protection efforts by human bird scarers in a sorghum field in western Kenya. *Ostrich*, 85(2), 153-159. <https://doi.org/10.2989/00306525.2014.937368>
- Issa, M., & El-Bakhshawngi, M. (2018). An Estimation of Bird Damages on Some Field, Vegetable and Fruit Crops At Sharkia Governorate, Egypt. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(4), 1273-1281. <https://doi.org/10.21608/zjar.2018.48571>
- Jäger, H. (2020). *Conociendo las plantas y los insectos en las fincas de Santa Cruz, Galápagos*. Fundación Charles Darwin. <https://www.darwinfoundation.org/es/articulos-blog/617-conociendo-plantas-insectos-santa-cruz-galapagos>
- Kellermann, J. L., Johnson, M. D., Stercho, A. M., & Hackett, S. C. (2008). Ecological and Economic Services Provided by Birds on Jamaican Blue Mountain Coffee Farms. *Conservation Biology*, 22(5), 1177-1185. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00968.x>
- Klein, A.-M., Steffan-Dewenter, I., & Tschardtke, T. (2003). Pollination of Coffea canephora in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology*, 40(5), 837-845. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2003.00847.x>
- Kleindorfer, S., Fessler, B., Peters, K., & Anchundia, D. (2022). *Guía de Campo:*

*Aves Terrestres Residentes de Galápagos.*  
<https://www.darwinfoundation.org/es/publicaciones/guias-de-identificacion/guia-de-campo-aves-terrestres-residentes-de-galapagos>

- Kleist, N. J., Guralnick, R. P., Cruz, A., Lowry, C. A., & Francis, C. D. (2018). Chronic anthropogenic noise disrupts glucocorticoid signaling and has multiple effects on fitness in an avian community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(4). <https://doi.org/10.1073/pnas.1709200115>
- Laso, F. (2021). *Agriculture, Wildlife, and Conservation in the Galapagos Islands* [University of North Carolina]. <https://doi.org/10.17615/zpqs-qe68>
- Law, J. (2019). *Why we need birds (far more than they need us)*. BirdLife International. <https://www.birdlife.org/news/2019/01/04/why-we-need-birds-far-more-than-they-need-us/>
- Lindell, C. A., Eaton, R. A., Lizotte, E. M., & Rothwell, N. L. (2012). Bird consumption of sweet and tart cherries. *Human-Wildlife Interactions*, 6, 283-290.
- Linden, V. M. G., Grass, I., Joubert, E., Tschardtke, T., Weier, S. M., & Taylor, P. J. (2019). Ecosystem services and disservices by birds, bats and monkeys change with macadamia landscape heterogeneity. *Journal of Applied Ecology*, 1365-2664.13424. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13424>
- Lundh, J. (2006). *Farm area and cultivated plants on Santa Cruz, 1932-1965, with remarks on other parts of Galapagos*. Galapagos Research.
- Maas, B., Karp, D. S., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J. C. -C., Lindell, C. A., Maine, J. J., Mestre, L., Michel, N. L., Morrison, E. B., Perfecto, I., Philpott, S. M., Şekercioğlu, Ç. H., Silva, R. M., Taylor, P. J., Tschardtke, T., Van Bael, S. A., Whelan, C. J., & Williams-Guillén, K. (2016). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews*, 91(4), 1081-1101. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>
- Mahendiran, M., & Azeez, P. (2018). Ecosystem Services of Birds: A Review of Market and Non-market Values. *Entomology, Ornithology & Herpetology: Current Research*, 07(02). <https://doi.org/10.4172/2161-0983.1000209>

- Martin, E. A., Reineking, B., Seo, B., & Steffan-Dewenter, I. (2013). Natural enemy interactions constrain pest control in complex agricultural landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(14), 5534-5539. <https://doi.org/10.1073/pnas.1215725110>
- Martínez-Sastre, R., Miñarro, M., & García, D. (2020). Animal biodiversity in cider apple orchards: Simultaneous environmental drivers and effects on insectivory and pollination. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 295(January), 106918. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106918>
- Melgar, K. (2017). *Evaluación de la importancia de dos ecosistemas agrícolas para la conservación de aves en Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras*. 14.
- Michel, N. L., Whelan, C. J., & Verutes, G. M. (2020). Ecosystem services provided by Neotropical birds. *The Condor*, 122(3). <https://doi.org/10.1093/condor/duaa022>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Galápagos busca ser autosostenible en producción agrícola*. <https://www.agricultura.gob.ec/galapagos-busca-ser-autosostenible-en-produccion-agricola/>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (s. f.). *Parque Nacional Galápagos*. Recuperado 26 de junio de 2022, de <https://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-galapagos/>
- Mitra, A., Chatterjee, C., & Mandal, F. B. (2011). Synthetic Chemical Pesticides and Their Effects on Birds. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 5(2), 81-96. <https://doi.org/10.3923/rjet.2011.81.96>
- Monge-Meza, J. (2007). ¿Qué son plagas vertebradas? *Agronomía Costarricense*, 31(2), 111-121. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43631216>
- Moscoso, S. G. (2019). Las Galápagos: piratas y mapas de las islas en los márgenes del imperio. <https://doi.org/10.1080/10609164.2018.1560139>, 27(4), 469-489. <https://doi.org/10.1080/10609164.2018.1560139>

- Narango, D. L., Tallamy, D. W., & Marra, P. P. (2017). Native plants improve breeding and foraging habitat for an insectivorous bird. *Biological Conservation*, 213, 42-50. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2017.06.029>
- Ocampo, B. A., Del Pilar Ushiñahua Álvarez, M., & García-Villacorta, R. (2019). Tipos de forrajeo y gremios alimenticios de aves en bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú [Types of foraging and feeding guilds of birds in white sands forest in the Allpahuayo Mishana Nationa. *Ciencia amazónica (Iquitos)*, 7(1), 63-77.
- Olmos-Moya, N., Díaz-Sieffer, P., Pozo, R. A., Fontúrbel, F. E., Lavandero, B., Abades, S., & Celis-Diez, J. L. (2022). The use of cavity-nesting wild birds as agents of biological control in vineyards of Central Chile. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 334(April). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107975>
- Peisley, R. K., Saunders, M. E., & Luck, G. W. (2015). A Systematic Review of the Benefits and Costs of Bird and Insect Activity in Agroecosystems. *Springer Science Reviews*, 3(2), 113-125. <https://doi.org/10.1007/s40362-015-0035-5>
- Pejchar, L., Clough, Y., Ekroos, J., Nicholas, K. A., Olsson, O., Ram, D., Tschumi, M., & Smith, H. G. (2018). Net Effects of Birds in Agroecosystems. *BioScience*. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy104>
- Pizzitutti, F., Walsh, S. J., Rindfuss, R. R., Gunter, R., Quiroga, D., Tippett, R., & Mena, C. F. (2017). Scenario planning for tourism management: a participatory and system dynamics model applied to the Galapagos Islands of Ecuador. *Journal of Sustainable Tourism*, 25(8), 1117-1137. <https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1257011>
- Pohl, N., Carvallo, G., Botto-Mahan, C., & Medel, R. (2006). Nonadditive effects of flower damage and hummingbird pollination on the fecundity of *Mimulus luteus*. *Oecologia*, 149(4), 648-655. <https://doi.org/10.1007/s00442-006-0479-z>
- Remsen, J., & Robinson, S. (1990). A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. En *Studies in Avian Biology* (Vol. 13, pp. 144-

160).

- Riber, A. B., Tahamtani, F. M., & Steinfeldt, S. (2021). Effects of qualitative feed restriction in broiler breeder pullets on behaviour in the home environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 235, 105225. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2021.105225>
- Salvador-Ayala, G. (2015). *Análisis del sistema de producción y abastecimiento de alimentos en Galápagos* [Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)]. <http://hdl.handle.net/10469/8576>
- Sampedro, C., Pizzitutti, F., Quiroga, D., Walsh, S. J., & Mena, C. F. (2020). Food supply system dynamics in the Galapagos Islands: agriculture, livestock and imports. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(3), 234-248. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000534>
- Shapiro, J., & Báldi, A. (2014). Accurate accounting: How to balance ecosystem services and disservices. *Ecosystem Services*, 7, 201-202. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.01.002>
- Sosenski, P., & Domínguez, C. A. (2018). El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>
- Tebich, S., Taborsky, M., Fessl, B., Dvorak, M., & Winkler, H. (2004). Feeding behavior of four arboreal Darwin's finches: Adaptations to spatial and seasonal variability. *Condor*, 106(1), 95-105. <https://doi.org/10.1650/7293>
- TEEB. (2011). *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*.
- Tracey, J., Bomford, M., Hart, Q., Saunders, G., & Sinclair, R. (2007). Assessment of control techniques. En *Managing Bird Damage to Fruit and Other Horticultural Crops* (pp. 39-59). Department of Agriculture Fisheries and Forestry.
- Traveset, A., & Santamaría, L. (2004). *Alteración de mutualismos planta-animal debido a la introducción de especies exóticas en ecosistemas insulares*.
- UNESCO. (2019). *Reserva de la Biosfera Archipiélago de Colón - Galápagos*

(Ecuador). Unesco.

Visconti, P., & Heyl, A. (2021). *Agriculture and conservation objectives do not have to be at odds*. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). <https://iiasa.ac.at/news/nov-2021/agriculture-and-conservation-objectives-do-not-have-to-be-at-odds>

Wang, Z. (2021). *Intelligent UAVs for Pest Bird Control in Vineyards*. The University of Sydney.

Wardle, D. A., Walker, L. R., & Bardgett, R. D. (2004). Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences. *Science*, 305(5683), 509-513. [https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1098778/SUPPL\\_FILE/WARDLE.SOM.PDF](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1098778/SUPPL_FILE/WARDLE.SOM.PDF)

Whelan, C. J., Şekercioğlu, Ç. H., & Wenny, D. G. (2015). Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. *Journal of Ornithology*, 156(S1), 227-238. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y>