

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ciencias de la Vida

Diseño y desarrollo de un sistema de muestreo para el diagnóstico de plagas y organismos controladores en áreas del Archipiélago Galápagos.

VIDA-372

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Agrícola y Biológico

Presentado por:

Kevin Alejandro Zambrano

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado al personal de la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) por su hospitalidad y predisposición a colaborar con la ESPOL, a cada uno de los productores que me permitieron ingresar a sus invernaderos y me brindaron información valiosa.

A mi mamá por cada día recordarme su apoyo y hacia donde debo apuntar.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por permitirme de una u otra manera continuar en el proceso de mi formación académica. Desde el acompañamiento a establecerme en otras ciudades, brindarme consejos, recibirme en sus casas hasta la oportunidad de trabajar durante los últimos años, lo cual permitió fortalecer mis conocimientos académicos y destacarme en el ambiente laboral. Principalmente a mis padres y mis hermanos, quienes han estado involucrados desde que tengo memoria en mi aprendizaje y crecimiento como estudiante, pero sobre todo como ser humano. Les debo mis cualidades y sobre todo el criterio para haber afrontado diversas situaciones hasta ahora y las que aún faltan.

A mis mascotas Kira, Sizy y Halim por demostrarme su amor incondicional mediante su compañía y consuelo en momentos difíciles. Les di mi corazón y ellas me dieron el suyo.

A mi profesora, Lisbeth Espinoza, PhD., por acompañarme durante este último semestre y darme las guías necesarias para el desarrollo del proyecto.

Declaración expresa

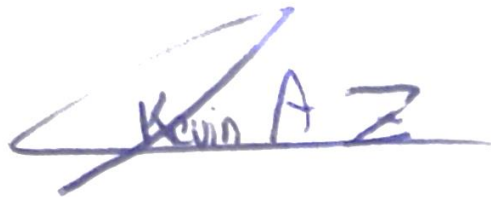
Yo Kevin Enrique Alejandro Zambrano acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 7 de octubre del 2024.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Kevin A Z', with a large, sweeping flourish above it.

Kevin Enrique Alejandro Zambrano

Evaluadores

María Isabel Jiménez PhD.
Profesor de materia

Lisbeth Espinoza PhD.
Tutor de proyecto

Resumen

En las Galápagos, reconocido patrimonio natural, la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres y la seguridad de alimentos recae en el empleo de prácticas agrícolas responsables. Se propuso el diseño de un sistema integral de monitoreo y muestreo para la colecta e identificación de insectos plaga y benéficos en 11 fincas ubicadas entre las parroquias rurales de Santa Rosa y Bellavista. Con el objetivo de aportar información técnica mediante una guía de campo para productores de cultivos de ciclo corto en condiciones de invernadero.

El plan de monitoreo y muestreo empleado en campo se realizó estableciendo transectos en zigzag para la colecta de las muestras, su posterior conservación e identificación taxonómica mediante el uso de claves dicotómicas y herramientas digitales. La heterogeneidad obtenida del resultado de familias identificadas como perjudiciales para los cultivos (65%) y de hábitos polinizadores, depredadores o descomponedores de materia orgánica clasificadas como benéficas (35%) precedió al cálculo de los índices de Shannon (1.96) y Simpson (0.21) que sugieren que la comunidad de insectos en Santa Rosa se encuentra más diversa y equilibrada que la de Bellavista. La elaboración del manual técnico es una herramienta que incentiva al proceso de monitoreo e identificación de insectos de importancia agrícola del productor de Santa Cruz.

Palabras clave: Identificación, claves dicotómicas, biodiversidad, insectos plaga, organismos controladores.

Abstract

In the Galapagos, a recognized natural heritage, the conservation of biodiversity in terrestrial ecosystems and food security depends on the use of responsible agricultural practices. The design of a comprehensive monitoring and sampling system for the collection and identification of pest and beneficial insects in 11 farms located between the rural parishes of Santa Rosa and Bellavista was proposed. The objective was to provide technical information through a field guide for producers of short-cycle crops in greenhouse conditions.

The monitoring and sampling plan used in the field was carried out by establishing zigzag transects for the collection of samples, their subsequent conservation and taxonomic identification using dichotomous keys and digital tools. The heterogeneity obtained from the result of families identified as harmful to crops (65%) and pollinating, predatory or organic matter decomposing habits classified as beneficial (35%) preceded the calculation of the Shannon (1.96) and Simpson (0.21) indices, which suggest that the insect community in Santa Rosa is more diverse and balanced than that of Bellavista. The preparation of the technical manual is a tool that encourages the process of monitoring and identifying insects of agricultural importance for producers in Santa Cruz.

Keywords: *Identification, dichotomous keys, biodiversity, pest insects, controlling organisms.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 <i>Objetivo general.....</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	6
1.5 MARCO TEÓRICO	6
1.5.1 <i>Plagas agrícolas en la producción de hortalizas</i>	6
1.5.2 <i>Insectos benéficos en la agricultura.....</i>	7
1.5.3 <i>Producción hortícola bajo invernadero</i>	8
1.5.4 <i>Sistema de muestreo y colecta de insectos de importancia agrícola.....</i>	9
1.5.5 <i>Tipos de trampas y técnicas de colecta manual</i>	11
1.5.6 <i>Técnicas de colecta</i>	12
1.5.7 <i>Claves dicotómicas para la identificación</i>	12
1.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ECOLÓGICOS	13
CAPÍTULO 2.....	14

2. METODOLOGÍA.....	14
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	15
2.1.1 <i>Condiciones climáticas</i>	16
2.1.2 <i>Especies cultivadas y técnicas locales de manejo</i>	16
2.2 TIPO Y TÉCNICA DE MUESTREO.....	16
2.3 VISITA A UPAS.....	17
2.3.1 <i>Levantamiento de coordenadas</i>	17
2.3.2 <i>Investigación primaria</i>	17
2.3.3 <i>Colecta de muestras</i>	17
2.4 PRE-CLASIFICACIÓN DE ÓRDENES Y SUBÓRDENES	19
2.5 IDENTIFICACIÓN MANUAL Y DIGITAL.....	20
2.5.1 <i>Claves dicotómicas</i>	20
2.6 HERRAMIENTAS DIGITALES.....	22
2.7 SELECCIÓN DE ESTRUCTURA E INFORMACIÓN	23
2.7.1 <i>Información general y taxonómica</i>	23
2.8 ÍNDICE DE SHANNON Y SIMPSON	24
CAPÍTULO 3.....	25
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	25
3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	25
3.2 ESPECIES CULTIVADAS Y TÉCNICAS LOCALES DE MANEJO	27
3.3 TIPO Y TÉCNICA DE MUESTREO.....	31
3.4 LEVANTAMIENTO DE COORDENADAS.....	34
3.5 COLECTA DE MUESTRAS	35
3.6 PRECLASIFICACIÓN DE ÓRDENES Y FAMILIAS	39
3.7 IDENTIFICACIÓN MEDIANTE CLAVES DICOTÓMICAS Y HERRAMIENTAS DIGITALES	45
3.8 ÍNDICES DE SHANNON Y SIMPSON	53
3.9 MANUAL	57
CAPÍTULO 4.....	60
3.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
3.10.1 <i>Conclusiones</i>	60
3.10.2 <i>Recomendaciones</i>	61

ABREVIATURAS

UPAs	Unidades de Producción Agropecuarias
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
ABG	Agencia de Regulación y Control de Biodiversidad y Cuarentena para Galápagos
PNG	Parque Nacional Galápagos
MIP	Manejo Integrado de Plagas
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

SIMBOLOGÍA

Ha	Hectáreas
m^2	Metros cuadrados
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
°C	Grados centígrados
ln	Logaritmo natural
Σ	Sumatoria

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Principales familias de insectos benéficos en la agricultura</i>	7
Tabla 2. <i>Materiales de colecta y preservación de muestras</i>	18
Tabla 3. <i>Registro de diferentes ordenes de insectos registrados en las Galápagos.</i>	31
Tabla 4. <i>Insectos plaga en cultivos de ciclo corto característicos bajo invernadero y su registro en Santa Cruz.</i>	32
Tabla 5. <i>Coordenadas geográficas en grados decimales.</i>	34
Tabla 6. <i>Muestras colectadas y reporte de resultados preliminares.</i>	39
Tabla 7. <i>Preprocesamiento de muestras de fincas de Santa Rosa.</i>	39
Tabla 8. <i>Preprocesamiento de muestras de fincas de Bellavista</i>	42
Tabla 9. <i>Total de insectos colectado en Santa Rosa y su clasificación taxonómica según el orden.</i>	46
Tabla 10. <i>Total de insectos colectados en Bellavista y su clasificación taxonómica según el orden.</i>	47
Tabla 11. <i>Familias identificadas y registro de presencia en la base de datos Charles Darwin.</i>	49
Tabla 12. <i>Variables para cálculo de índices de Santa Rosa.</i>	53
Tabla 13. <i>Variables para el cálculo de índices de Bellavista.</i>	54
Tabla 14. <i>Diagnóstico biofísico de las UPAs muestreadas.</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de afectación de alguna de las plagas más importantes en las hortalizas.....	6
Figura 2. <i>Tipos de invernadero para producción de alimentos.</i>	9
Figura 3. <i>Diagrama de la metodología</i>	14
Figura 4. <i>Mapa del área de estudio en las parroquias rurales de la Isla Santa Cruz</i>	15
Figura 5. <i>Claves de identificación propuestas para familias del orden Hemiptera.</i>	21
Figura 6. <i>Secuencia de claves dicotómicas</i>	21
Figura 7. <i>Diagrama ombrotérmico del área de estudio.</i>	26
Figura 8. <i>Diagrama ombrotérmico del área de estudio.</i>	26
Figura 9. <i>N° de lotes de las principales especies de cultivos de ciclo corto en el área agrícola de las Galápagos.</i>	27
Figura 10. <i>Cultivo de albahaca en hilera.</i>	28
Figura 11. <i>Atrayente natural en plantas de tabaco.</i>	28
Figura 12. <i>Repelente natural a base de ají.</i>	29
Figura 13. <i>Trampa atrayente para mosca de la fruta</i>	29
Figura 14. <i>Trampa cromática para el control de áfidos y mosca blanca</i>	29
Figura 15. <i>Insecticida a base de Lambdacihalotrina.</i>	30
Figura 16. <i>Insecticida a base de Fipronil.</i>	30
Figura 17. <i>Mapa generado a partir de las coordenadas registradas de cada finca muestreada.</i>	34
Figura 18. <i>Pulgones en estado de ninfa (ápteros) en el cultivo de lechuga</i>	36
Figura 19. <i>Mosca blanca adulta en el envés de la hoja del tomate</i>	37
Figura 20. <i>Larva de lepidóptero en lechuga hidropónica.</i>	37
Figura 21. <i>Lepidóptero en estado de pupa.</i>	37
Figura 22. <i>Trampa amarilla atrayente pulgones y mosca blanca</i>	38
Figura 23. <i>Trampa azul atrayente de trips.</i>	38
Figura 24. <i>Vista dorsal y ventral de muestra en microscopio.</i>	45

Figura 25. <i>Identificación rápida mediante la herramienta digital “iNaturalist”</i>	45
Figura 26. <i>Identificación rápida mediante la herramienta digital “Picture insect”</i>	46
Figura 27. <i>Ordenes de familias de mayor abundancia en número de especies identificadas como plagas o benéficas</i>	47
Figura 28. <i>Total de familias y su representatividad en % de plagas o benéficas</i>	48
Figura 29. <i>Mapa de calor sobre diversidad y equilibrio de especies en el área de estudio</i>	56
Figura 30. <i>Portada del manual técnico elaborado como resultado final del proyecto</i> . .	57
Figura 31. <i>Sistema integral de monitoreo y muestreo para productores</i>	58
Figura 32. <i>Descripción de familias clasificadas como “plagas” en el manual técnico</i> . .	58

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

El Archipiélago de las Galápagos, que desde 1959 fue nombrado Patrimonio Natural de la Humanidad, es conocido en virtud de su biodiversidad y altos índices de autoctonía entre sus especies. La conservación y protección de sus territorios desde el 2014 recae en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, organismo gubernamental que, mediante el ejercicio de la política nacional sobre el fomento del desarrollo sostenible, declara su superficie como un espacio de interacciones sostenibles entre las personas y el medio ambiente. De este modo, puede describirse como un socioecosistema (González et al, 2008).

Del total de superficie terrestre en las Islas (799771 hectáreas), cerca del 97% corresponden al conjunto de áreas protegidas por el Parque Nacional Galápagos (PNG) y el 3% restante a sectores urbanos y rurales. Dentro del medio rural se registran alrededor de 17000 hectáreas destinadas a la agricultura, destacando el cultivo de cebolla, hortalizas de ciclo corto y vegetales de hoja en condiciones de invernadero, mientras que a campo abierto se produce maíz, yuca, café, cítricos y otras frutas tropicales. De la totalidad de Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) registradas en la isla Isabela, San Cristóbal, Floreana y Santa Cruz, alrededor del 47% están distribuidas en las comunidades de Santa Rosa, Bellavista y El Cascajo, pertenecientes a la parte alta (500-800 msnm) de la isla Santa Cruz (CGREG, 2016).

El cantón Santa Cruz presenta dos estaciones climáticas que influyen en la productividad agrícola. La comprendida entre los meses de junio a noviembre como temporada lluviosa y fría durante la cual se cultivan principalmente hortalizas, y la de diciembre a mayo como la época seca y cálida, la cual se destina a la producción de frutas tropicales. Sus suelos jóvenes y pedregosos

son de origen volcánico, ricos en nutrientes y materia orgánica, permitiendo el completo desarrollo de la mayoría de las especies agrícolas (MAG, 2020).

Desde el 2013, el CI-Ecuador (Conservación Internacional Ecuador) en colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se encuentran trabajando en la difusión y práctica de un manejo sostenible de la UPAs enfocado en prácticas de conservación en la zona alta de Santa Cruz. La propuesta se fundamenta en un modelo de producción agroecológico que permite la obtención de productos locales de calidad, disminuyendo la dependencia de la importación de estos desde el continente. Favoreciendo a la seguridad e inocuidad alimentaria, reduciendo el riesgo de introducción y dispersión de especies invasoras (Suárez, 2021).

Según una encuesta realizada a 400 productores del cantón Santa Cruz en 2024, indica que el 70,75% emplea prácticas de control fitosanitarias en sus cultivos, es decir, enfrentan problemas de infestación de plagas y enfermedades durante el año, siendo necesaria una intervención de manejo para no correr el riesgo de pérdidas económicas y evitar la propagación de estos agentes. Las alternativas de producción agrícola como la agroecología están ligadas a las medidas de control que se promueven por parte de las instituciones en Santa Cruz, donde un bajo porcentaje de los encuestados (6.5%) manifestaron realizar fumigaciones para el control de plagas y enfermedades mediante emulsiones, extractos naturales y trampas cromáticas (López, 2024).

La Agencia de Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) en su propuesta de guía de buenas prácticas agrícolas mediante el Manejo Integrado de Plagas (MIP), establece el uso de métodos de control según la tecnología de la finca, la incidencia de la plaga (identificación, monitoreo y evaluación), el umbral económico y el mecanismo de acción, procurando como última opción el uso de productos químicos.

La correcta y oportuna identificación de insectos plaga, así como de su incidencia antes de alcanzar daños agrícolas significativos, es una consecuencia del empleo de un sistema de muestreo representativo y eficiente, de un diagnóstico temprano y de las medidas de control tanto en el marco químico como biológico. El siguiente trabajo pretende ser una herramienta de identificación de las plagas agrícolas que más afecten a cultivos agrícolas de ciclo corto en las parroquias rurales de la Isla Santa Cruz, así como de insectos benéficos mediante claves dicotómicas, softwares de identificación y revisión de literatura sobre hábitats, distribución, dinámica poblacional y funciones particulares en el ecosistema. Además, ser una fuente de información técnica para el empleo de prácticas sostenibles, mejorando el uso de agroquímicos y por consecuencia la calidad de los alimentos junto con la integridad ecosistémica mediante la conservación de organismos controladores.

1.2 Descripción del Problema

La auto sustentabilidad en las Galápagos es un reto al cual cerca de sus 33000 habitantes (2023) se enfrentan durante todo el año, con una necesidad de aproximadamente 1300 toneladas de productos agrícolas al mes, sus 1154 productores alcanzan a proveer la mitad de esta demanda. A pesar de la escasez de productos, la decisión de cultivar a campo abierto se ve disminuida debido a periodos de sequía que han atravesado durante los últimos años, así como de afectaciones por plagas y enfermedades que llegan a dispersarse rápidamente dadas las condiciones climáticas (La Hora, 2024).

Con la finalidad de aminorar los costos de producción y aprovechar la mayor cantidad de tierras fértiles, la mayoría de los agricultores de Santa Cruz cuentan con estructuras hechas de caña o hierro que funcionan como invernaderos temporales o permanentes. Estos se destinan principalmente para cultivos de hortalizas y vegetales de hoja como tomate, pimiento, pepino,

lechuga, col, perejil, cilantro, entre otros. A pesar de incluir sistemas de riego y mejorar la estructura del suelo con la elaboración de camas, su productividad se ve influenciada por la presencia de organismos perjudiciales (Alejandro, 2024).

Con el objetivo de no afectar la biodiversidad nativa de las islas, no está permitida la aplicación de plaguicidas con etiqueta roja (muy tóxicas), por lo que las medidas de control para un manejo integrado de insectos plaga son necesarias de emplear en estos espacios y poder garantizar la seguridad alimentaria a la región y la rentabilidad de sus productores. Aún con la tecnificación del agro, a través de la dotación de insumos y semillas por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, se evidencia una ausencia de información cualitativa y cuantitativa sobre plagas de importancia agrícola, así como de insectos benéficos presentes en la zona agropecuaria de la parte alta de Santa Cruz.

En este contexto, la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) que tiene como objetivo proteger la biodiversidad insular y la salud humana mediante el control, la regulación y la minimización del riesgo que representan las especies invasoras, en conjunto con la Escuela Politécnica Superior del Litoral (ESPOL) ejecutaron convenio de voluntariado para la recolección de muestras de invertebrados en fincas agrícolas ubicadas en las parroquias de Santa Rosa, Bellavista y el Cascajo con el fin de recopilar información y elaborar un plan de muestreo práctico para los productores. Además, un manual técnico para la identificación tanto de insectos plagas y benéficos que permitiría optar por medidas de control sujetas a restricciones ambientales impuestas en el archipiélago (Agencia de Bioseguridad Galápagos, s.f).

1.3 Justificación del Problema

En el año 2015, la Organización de Naciones Unidas (ONU) definió un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con 169 metas y 232 indicadores que abarcan aspectos ambientales, económicos y sociales, que se centran en un conjunto de puntos críticos para lograr el desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2018).

Para dar cumplimiento con el segundo ODS, la producción del sector agrícola es crucial en disminuir el hambre y la pobreza de la población en general. Es por ello por lo que se debe reconocer que una de las mayores causas de pérdida de alimentos, lo constituyen las plagas u otros organismos patógenos que provocan significativas afectaciones tanto a la economía como a la seguridad alimenticia.

Por otro lado, la promulgación de estrategias de control alineadas a la seguridad y conservación de la biodiversidad contra organismos perjudiciales durante la producción de alimentos en campo garantizará modalidades de consumo y producción de bajo impacto ambiental al disminuir la dependencia de insumos químicos.

Asegurar la conservación de los ecosistemas terrestres, promover la gestión sostenible de los bosques, combatir la desertificación, revertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de biodiversidad es otro de los cuatro ODS que se busca alinear con los objetivos del proyecto para beneficiar tanto a los agricultores como a la preservación de la biodiversidad de Santa Cruz.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema integral de identificación y diagnóstico de plagas agrícolas e insectos benéficos en áreas agrícolas de Galápagos mediante procesos de difusión directa con sus

productores para la mejora de condiciones fitosanitarias en la producción local y protección de las especies endémicas y nativas del archipiélago.

1.4.2 *Objetivos específicos*

1. Elaborar un plan de muestreo para la detección e identificación morfológica de insectos plaga y organismos benéficos en cultivos de ciclo corto en la Isla Santa Cruz aportando a la toma de decisiones más precisas sobre el uso de estrategias de control.
2. Realizar un manual técnico que proporcione herramientas visuales y descriptivas para la identificación oportuna de plagas e insectos benéficos mediante claves taxonómicas.

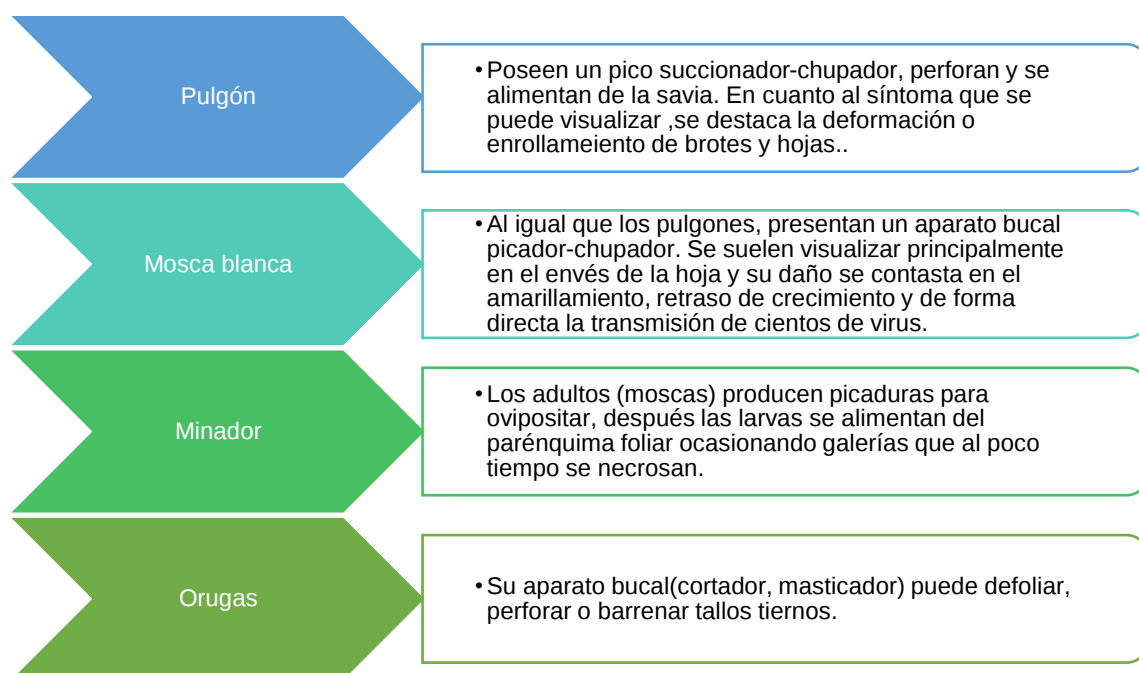
1.5 Marco teórico

1.5.1 *Plagas agrícolas en la producción de hortalizas*

Tal como explica Pandya (2018), una plaga agrícola se define como cualquier organismo que provoca pérdidas económicas al dañar cultivos, lo que hace necesario implementar técnicas para manejar sus poblaciones, principalmente a través del uso de productos químicos. Algunas de las plagas más comunes en cultivos hortícolas y vegetales de hoja son los pulgones, araña roja, mosca blanca, nemátodos, minadores, trips, orugas, caracoles y babosas. Estas, provocan un daño directo ya que se alimentan de hojas, tallos, frutos, o también pueden ser vectores de enfermedades.

Figura 1.

Mecanismos de afectación de alguna de las plagas más importantes en las hortalizas



1.5.2 Insectos benéficos en la agricultura

El servicio de la polinización es el beneficio más conocido y divulgado por parte de los agricultores. Sin embargo, la participación de los insectos en la descomposición de la materia orgánica animal y vegetal es crucial para el reciclaje de nutrientes, su incorporación al suelo y disponibilidad para las plantas, cerca de un 25 % de todas las especies son parasitoides o depredadores de otros organismos, actuando como enemigos naturales y controladores biológicos de especies consideradas perjudiciales (Zumbado M, Azofeifa D., 2018).

Tabla 1.

Principales familias de insectos benéficos en la agricultura

Orden	Tipo	Familias	Principales presas
<i>Coleoptera</i>	Depredador	Coccinellidae, Carabidae	Pulgones, escamas, cochinillas, moscas blancas, larvas y pupas de mariposas.
<i>Hemíptera</i>	Depredador	Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae.	Trips, pulgones, ninfas de mosca blanca, ácaros, larvas de mariposas.
<i>Díptera</i>	Depredador	Asilidae, Syrphidae	Escarabajos, avispas, abejas, larvas depredan pulgones.
<i>Neuroptera</i>	Depredador	Chrysopidae, Hemerobiidae	Larvas depredan pulgones, escamas, mosca blanca, ácaros, escarabajos, trips, larvas de mariposas.
<i>Hymenoptera</i>	Parasitoide	Aphelinidae, Braconidae, Chalcidae, Encyrtidae, Mymaridae, Trichogrammatidae, Scelionidae	Escamas, pulgones, mosca blanca, chinches, larvas de escarabajos, moscas, crisópodos, huevos de mariposa, chicharritas.
<i>Diptera</i>	Parasitoide	Tachinidae	Larvas de mariposas, escarabajos, ninfas de chinches.

Nota. Información adaptada “Insectos benéficos: guía para su identificación”, 2010.

1.5.3 Producción hortícola bajo invernadero

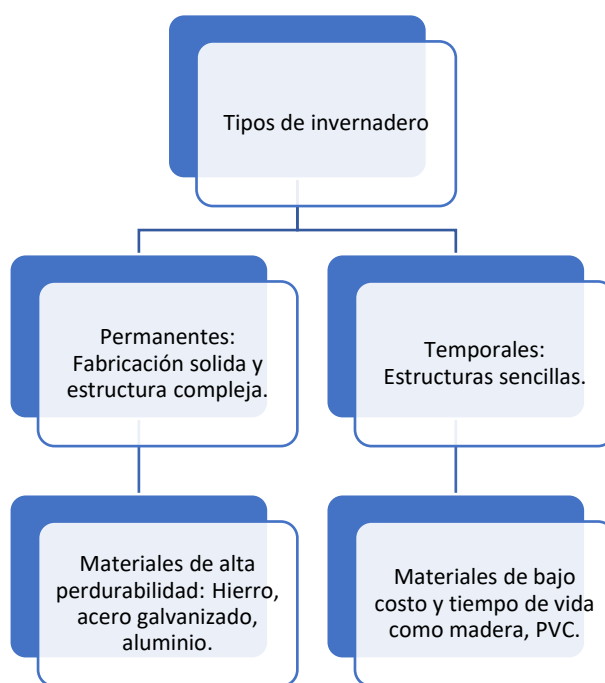
Los invernaderos son estructuras cubiertas, generalmente edificadas con materiales transparente o semi transparentes que permiten el paso controlado de la luz y aíslan el sistema de las condiciones climáticas a campo abierto. Esto permite un mayor control sobre la temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación que optimiza la productividad agrícola en situaciones donde los recursos son limitados (Karanisa, Achour, Ouammi, & Sayadi, 2022).

Entre las ventajas de la producción de alimentos en invernadero se destacan: Control de plagas y enfermedades, calidad, uniformidad consistencia, mayor rendimiento por unidad de

superficie, optimización de recursos (agua e insumos), menor impacto al ambiente (López M, González, Pérez A, Gilabert E, & Fernández, 2020).

Figura 2.

Tipos de invernadero para producción de alimentos.



1.5.4 Sistema de muestreo y colecta de insectos de importancia agrícola

Se estima que cerca del 40% de la producción agrícola es afectada por la infestación de plagas. Dificultando la capacidad de responder de manera efectiva a la creciente demanda de alimentos, haciendo necesario el uso de técnicas y tecnologías innovadoras para la detección temprana de plagas. Una de las estrategias de manejo es identificar métodos y modelos adecuados para mejorar la detección de insectos (Saleem et al., 2021).

Los insectos demuestran una alta diversidad de hábitos y roles ecosistémicos. Se alimentan tanto de partes de una planta (fitófagos), de otros organismos (depredación o parasitismo), en la descomposición de la materia orgánica presente en el suelo (de origen animal o vegetal) y mediante

el consumo del néctar localizado en flores, conocidos como polinizadores. Su comportamiento social también varía, encontrándose individuos solitarios, colonias y en comunidades establecidas según el grado de adaptación y reproducción desarrollo. Por lo tanto, el que se encuentren en una heterogeneidad de ecosistemas, dada la morfología (alados, ápteros, mecanismo de alimentación), ciclo biológico (metamorfosis completa e incompleta) y su rol en el sitio en el que se localizan, justifica la necesidad de utilizar estrategias para monitorear y muestrear la diversidad de insectos en las áreas agrícolas distribuidas en las Islas Galápagos.

Entre los objetivos al realizar un muestreo de las plagas presentes en una superficie de producción agrícola, está la identificación de especies, estimación del número total o promedio de individuos, daños ocasionados, entre otros. Por otro lado, para las consideraciones en la selección del sistema de muestreo, está la puntualización de la zona de estudio, elección del diseño de acuerdo con el objetivo para que los recursos puedan ser aprovechados al máximo. Para el caso específico de un reconocimiento, validación y actualización de información entomológica dentro de una zona determinada, el muestreo y colecta permite tener un registro de la fauna de invertebrados del ecosistema, reservar muestras para hacer identificaciones de investigación, estudio de variaciones fenotípicas dentro y entre especies mediante revisiones taxonómicas.

Salinas (2017) menciona que al momento de realizar colectas se debe causar el menor impacto al ambiente, por lo que es necesario el conocimiento técnico del grupo de especies que se requieren, así como permisos de los sitios establecidos. Se sugieren las siguientes consideraciones para evitar disturbios o alteraciones del hábitat de los organismos involucrados directa o indirectamente en el ecosistema:

- Evitar coleccionar especies en peligro de extinción.

- Determinar el número de individuos para no afectar el equilibrio o dinámica poblacional, por ejemplo, si el estudio se trata de evidenciar la existencia de una especie en un lugar específico, se necesitará de pocos (dos o tres por especie).
- Conocer el tipo de identificación que se pretende emplear, ya que algunas especies solo pueden ser identificadas por medio de la genitalia, o por el contrario tomar un número suficiente de ejemplares para asegurar se incluyan ambos sexos.
- Si el interés de estudio es la variabilidad que pueda tener una especie, entonces la muestra deberá ser consideradamente grande.
- Cuando la colecta es de tipo directa activa, se debe asegurar de dejar el entorno tal como se encontró, es decir, retirar herramientas utilizadas, reubicar materiales u objetos removidos para el muestreo
- Entre los materiales para colecta y preservación de insectos se tiene: Bolsas ziploc, bandeja o cubeta plástica, alcohol etílico al 70%, GPS, frascos para muestras, pincel, pinzas, lupa, aspirador casero, trampa cromática según el tipo de insecto, atrayentes con feromonas, redes de atrape.

1.5.5 Tipos de trampas y técnicas de colecta manual

- Medina (2017) enlista las siguientes trampas utilizadas para colecta entomológica:
- Trampas de caída atrayente: Conformada por un recipiente de unos 500 ml de volumen cilíndrico que se entierra al ras del suelo, se llenan hasta la mitad con alcohol al 70% y un atrayente según el tipo de insecto, por ejemplo: levadura, cerveza, excremento, orina, entre otros.
- Cámara letal: Consiste en un frasco de vidrio con una base de yeso odontológico mezclado con 5 ml de acetona comercial y alcohol etílico al 96 % o etanol al 5%.

- Trampa de interceptación de vuelo: Tela de nailon o poliéster oscura de 2 metros de largo por 1.2 de ancho que se ubicará extendida con su borde inferior al ras del suelo. A la misma longitud de la base y a una profundidad de 50 cm se realiza una zanja, se ubican bandejas con una mezcla de agua, alcohol y detergente para la captura y preservación de los organismos.
- Red entomológica: Compuesta de una red de maya fina resistente que se usa para la captura de lepidópteros, escarabajos pequeños e insectos acuáticos, para insectos que se encuentren entre la maleza o plantas bajas se utiliza una técnica de barrido.
- Trampas de luz: Para colectas nocturnas mediante la atracción de un foco (fototropismo) ubicado en la parte media de una manta blanca extendida.

1.5.6 Técnicas de colecta

- Colecta manual: Búsqueda en diferentes sustratos, puntos alrededor o directos en la planta, por ejemplo: hojarasca, debajo de material inerte o en descomposición, cuerpos de agua, ramas, flores, frutos, envés de la hoja.
- Colecta con aspiradores: Se realiza mediante un frasco pequeño y un tapón de goma en su parte superior, el cual tiene dos perforaciones; en una el tubo para aspirar y en el lado opuesto la cámara por donde entran los insectos y que no sea ingerido. De gran utilidad para insectos pequeños y en constante movimiento.

1.5.7 Claves dicotómicas para la identificación

Las claves utilizadas para identificar especies de animales o plantas, es una secuencia de pasos donde se seleccionan características (oraciones opuestas) mediante el uso de caracteres

morfológicos, cuya finalidad es determinar la que coincide completamente y, sea de utilidad para lograr una identificación rápida y precisa (Burelo C, Martínez M., 2022).

Los criterios de identificación enlistan rasgos observables a nivel macro y micro que diferencian las distintas clases, ordenes, familias, géneros y especies de insectos, por ejemplo: la forma de los partes del cuerpo (cabeza, tórax y abdomen), longitud, segmentaciones, coloración, número de alas, disposición de patas, entre otros. Estas proposiciones se seleccionan mediante un número en el margen derecho siguiendo un orden lógico, si ninguna coincide se realiza reevalúa la clave o se continua a la posterior siguiendo el mismo proceso de exclusión y elección hasta llegar a una determinación final (Watson et al., 2015; Morales, 2019).

1.6 Índices de diversidad ecológicos

Como mencionan Magurran (1988) y Hill (1973): “El índice de Shannon-Wiener representa un método que va más allá del simple conteo de especies, sino de su representación”. Su cálculo se realiza mediante la fórmula $H = -\sum p_i \ln(p_i)$, donde p_i representa el porcentaje de individuos de una especie específica.

Una característica fundamental de este índice es su capacidad para evaluar mediante dos parámetros clave: la riqueza específica y la equitatividad. El valor de H oscila entre 0 y $\ln(s)$, reflejando desde comunidades poco diversas hasta aquellas con máxima distribución equitativa, el índice tiende a cero cuando una sola especie ejerce un control dominante en la comunidad, mientras que, se acerca a uno cuando las especies presentan abundancias similares en la muestra. Por otro lado, el índice de Simpson es de dominancia, es decir, varía inversamente con la heterogeneidad, sobrevalora especies más abundantes y se calcula como $D = \sum (1/p_i^2)$. Donde sus valores varían de

0 a 1 (riqueza específica). Estos indicadores permiten comprender la estructura y complejidad de las comunidades ecológicas (Soler, Berroterán, Gil, & Acosta, 2012).

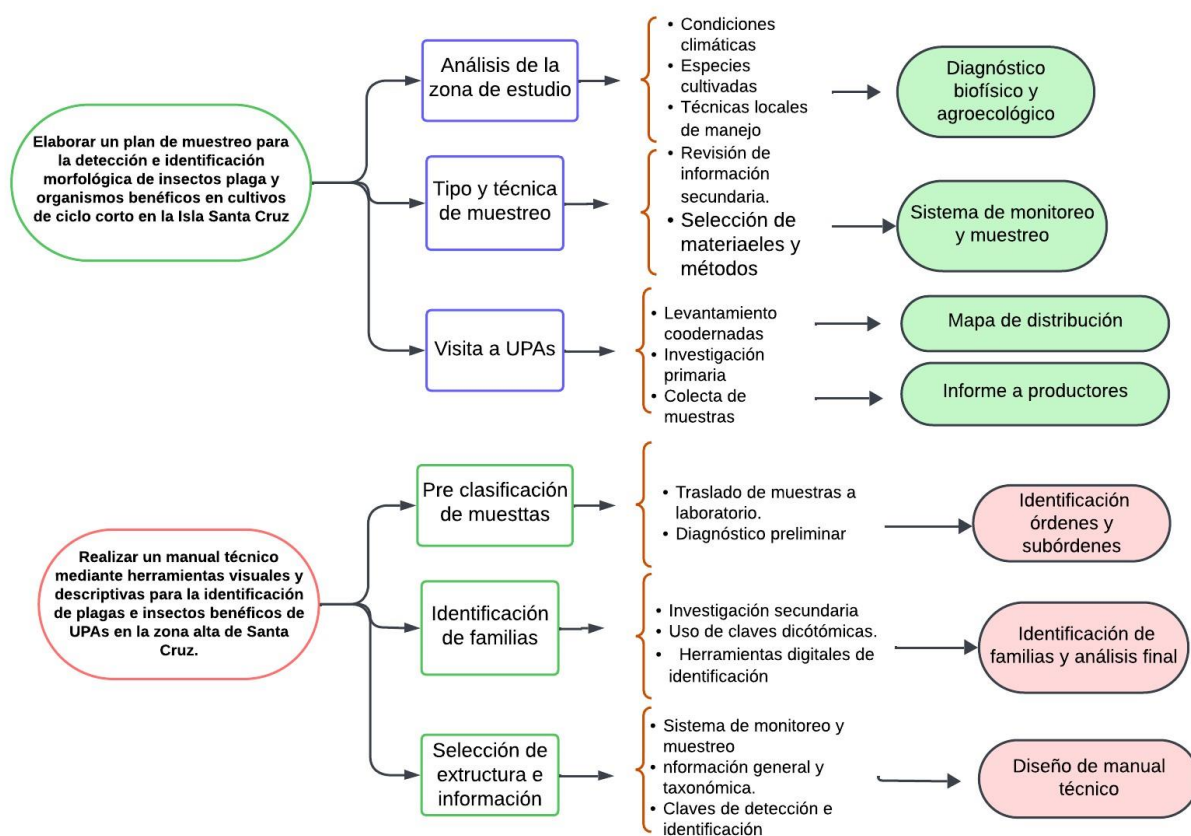
CAPÍTULO 2

2. Metodología

El trabajo se realizó en tres etapas, de modo que en la Figura 3 se detalla la metodología para conseguir los objetivos.

Figura 3.

Diagrama de la metodología.

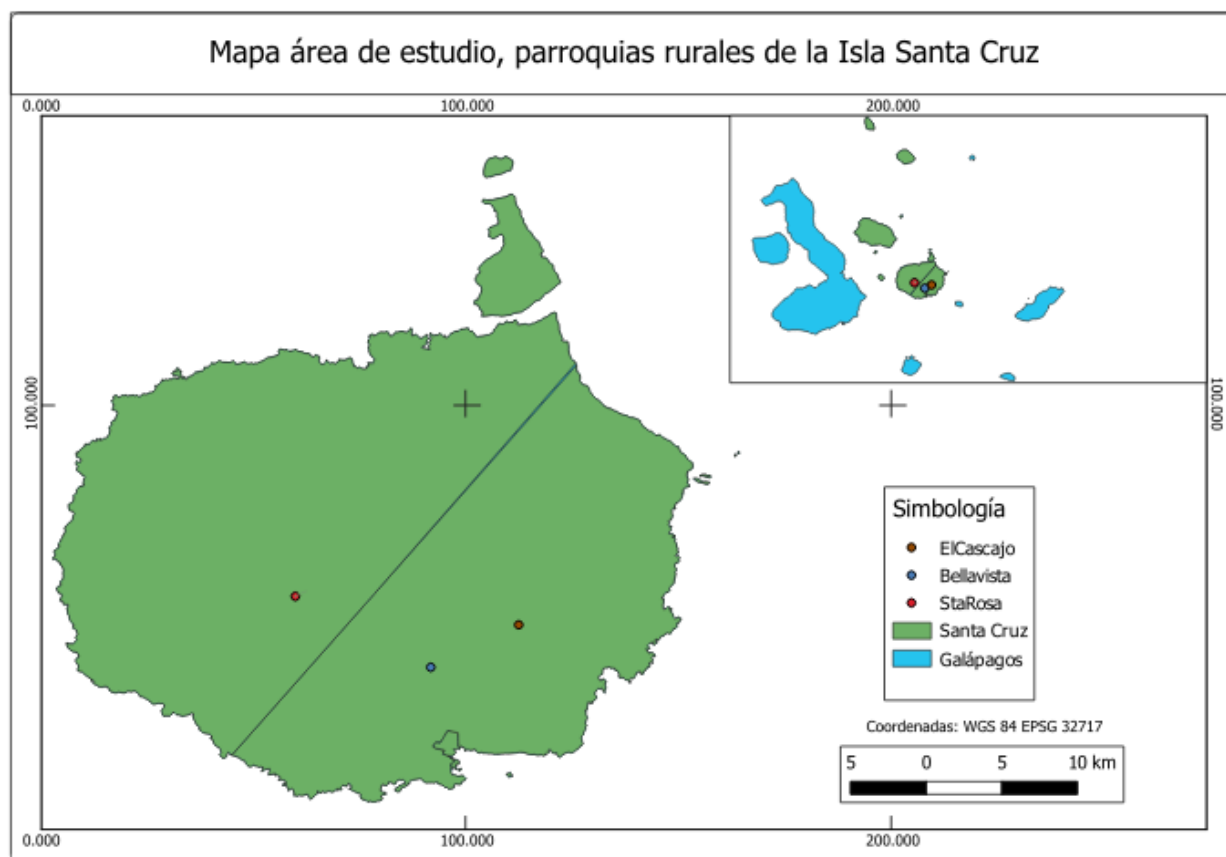


2.1 Área de estudio

La zona comprendida en la investigación se ubica a una altitud de 220 a 389 msnm, en la isla Santa Cruz. La extensión de su zona agrícola es de 114.76 km², la cual se distribuye entre las parroquias Santa Rosa y Bellavista como se muestra en la Figura 4 (Gobierno autónomo descentralizado municipal de Santa Cruz, 2012).

Figura 4.

Mapa del área de estudio en las parroquias rurales de la Isla Santa Cruz



Nota. Mapa del área agrícola basado en datos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Cruz (2012).

Se estableció un modelo de investigación cualitativa no experimental que se fundamenta en el método observacional-descriptivo, forma de investigación aplicada en donde no hay manipulación de variables (UNA, 2008).

2.1.1 Condiciones climáticas

Se obtuvo la información de los parámetros de temperatura, precipitación y humedad relativa a través del histórico climatológico de la estación meteorológica ubicada en la parroquia Bellavista, la cual es operada por el INHAMI en conjunto con la Universidad Central del Ecuador y que reporta sus datos en la página Climate Data.

La información recopilada fue considerando las dos parroquias rurales de Santa Cruz que comprenden el área de estudio y a partir de la misma se elaboraron diagramas ombrotérmicos para su respectivo análisis comparativo.

2.1.2 Especies cultivadas y técnicas locales de manejo

Se realizaron revisiones bibliográficas del reporte “Productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos-Ecuador” (Escudero,

Barrera, Valverde, & Allauca, 2019) publicado por el INIAP en dicho año, el “Boletín Agrícola Integral” proporcionado anualmente por el MAG y datos primarios recogidos a través de entrevistas presenciales durante el proceso de muestreo y colecta a 11 UPAs en condiciones de invernadero distribuidas entre las parroquias Santa Rosa y Bellavista.

2.2 Tipo y técnica de muestreo

Para determinar el tipo de muestreo y técnica de colecta, se requieren conocer tanto a las especies agrícolas (hospedantes) como a los insectos (hospederos) característicos que se pueden encontrar en momentos específicos según la fenología de las plantas y en sitios puntuales en el

cultivo acorde a su estadio y hábito alimenticio. Previamente se hizo una consulta a través del portal web “Charles Darwin Foundation”, esta información está disponible en línea y es el resultado de casi 60 años de investigación en las Islas Galápagos, la misma que almacena datos descriptivos, clasificatorios y de distribución sobre más de 7500 especies.

Según los cultivos considerados y en función de la especialidad (entomología), se determinaron el número de muestras y submuestras, por localidad, sector o finca. Se seleccionaron entre el 5 y 10% del total de densidad de plantas, mediante una distribución aleatoria simple en zigzag, siendo esta técnica la más adecuada al objetivo del muestreo (identificación).

2.3 Visita a UPAs

2.3.1 Levantamiento de coordenadas

Mediante las aplicaciones móviles Coordinates y Google Maps se tomaron las coordenadas de las 11 fincas visitadas entre las parroquias Santa Rosa y Bellavista con su respectiva fecha, extensión territorial (hectáreas), nombre del productor y finca.

2.3.2 Investigación primaria

Se realizaron entrevistas sobre la presencia de plagas recurrentes, afectaciones fitosanitarias durante y posterior al ciclo de los productos, existencia de métodos de diagnóstico e identificación, manejo integrado de plagas (MIP) bajo controles orgánicos o químicos.

2.3.3 Colecta de muestras

Para determinar el tipo de muestreo y la técnica de colecta de insectos se analizaron guías técnicas e información bibliográfica. Según Medina (2017), para una recolección entomológica que atiende a propósitos cualitativos se debe considerar métodos de preservación de muestras para su estudio e identificación posterior.

El tipo de colecta seleccionada fue la directa, por lo que se monitoreó activamente a los organismos y su distribución en el sitio, es decir, localizar a los ejemplares sobre la especie huésped. Además, con la investigación previa de las principales plagas en cultivos de ciclo corto y la proporcionada por Charles Darwin Foundation, se contó con información descriptiva y morfológica sobre los grupos que se podían encontrar, su distribución continental y en la región Insular, presencia según temporadas, talla y hábitos de alimentación.

Entre los materiales seleccionados para la colecta del tipo de insectos característicos en las especies involucradas, se consideraron los siguientes:

Tabla 2.

Materiales de colecta y preservación de muestras

Orden	Herramientas de colecta	Método de preservación
<i>Lepidopteros</i>	Adultos: Red área, funda ziploc. Larvas: Pinzas, frasco con alcohol al 70%.	Adultos: Frascos con algodón seco. Larvas: Inmersión en agua caliente, frascos con alcohol etílico al 70%.
<i>Coleopteros</i>		
<i>Hemipteros</i>		
<i>Dipteros</i>	Aspiradores, pinzas y pinceles.	Frascos con alcohol etílico al 70%.
<i>Thysanopteros</i>		
<i>Neuropteros</i>		

Se visitaron fincas productivas que contaban con cultivos a campo abierto e invernaderos, con una gran variabilidad de especies perennes, anuales y de ciclo corto. Sin embargo, el sistema bajo invernadero fue el de principal enfoque de recolección de muestras. Acorde a la ubicación y logística se visitaron entre dos y tres fincas diarias durante cuatro días laborables. El número de

plantas consideradas para el plan de colecta y muestreo es de 25 -50 plantas/ha, o su equivalente por parcela, esto se ajustó según el tiempo disponible dentro de la finca y su extensión.

El recorrido dentro de los lotes para los distintos métodos de muestreo fue en zigzag, procurando una buena representatividad, variabilidad espacial y eficacia del proceso. Las muestras colectadas en campo inicialmente se agruparon taxonómicamente por orden en los laboratorios de la ABG y luego se trasladaron al laboratorio de Fitosanidad y Biocontrol de la Espol para continuar con las identificaciones morfológicas.

En cada invernadero se colocaron 2 trampas cromáticas durante 3 horas para el muestreo de *hemipteros* y *thysanopteros* con el fin de evaluar su grado de incidencia. La colecta de insectos se realizó diariamente durante 4 días, utilizando los métodos descritos.

2.4 Pre-Clasificación de órdenes y subórdenes

El procesamiento de las muestras en laboratorio consistió en retirar al grupo de insectos de las fundas ziploc y vasos colectores por fecha y finca, de forma seguida se colocaron sobre placas Petri y con la ayuda del pincel, se separaron según sus rasgos morfológicos.

Mediante el uso de un microscopio Leica modelo EZ4 W, se hizo una clasificación taxonómica general de los órdenes para su agrupación en frascos con información preliminar y así puedan ser trasladados ordenadamente desde las Galápagos. Con esta identificación preliminar, se realizaron informes para que los agricultores conozcan sobre la presencia de plagas e insectos benéficos en sus respectivas UPAs.

Para esta primera clasificación en diferentes órdenes y subórdenes fue necesario consultar información secundaria sobre su morfología, puesto que los órdenes poseen estructuras que los distinguen. Por lo tanto, se revisó el manual de detección e identificación de los autores Nájera

Miguel y Souza Brígida del 2010. Además, de la guía básica publicada por el MAG de Costa Rica en 2005 sobre insectos de importancia agrícola.

2.5 Identificación manual y digital

La identificación se realizó siguiendo la taxonomía: orden, familia y género (en ciertos casos), esta se llevó a cabo en el laboratorio de entomología de la ESPOL; para la identificación de familias se utilizaron claves dicotómicas propuestas por Triplehorn y Johnson (2005), método que utiliza descripciones e ilustraciones para describir la anatomía de los insectos para facilitar una identificación taxonómica.

2.5.1 Claves dicotómicas

- Los principios generales al momento que se emplearon las claves fueron los siguientes:
- Cada paso se identifica con numeración en el margen superior izquierdo y presenta opciones opuestas (A y B). Al examinar el insecto, se elige la opción que corresponde y se continúa al número indicado al final de esa opción para continuar a la siguiente alternativa (Figura 6).
- Si ninguna de las dos opciones coincide, probablemente se tomó una incorrecta con anterioridad. Por lo que, se debe regresar y reconsiderar la opción previa.
- El proceso concluye al hallar la familia, género o especie exacta.

Figura 5.

Claves de identificación propuestas para familias del orden Hemiptera.

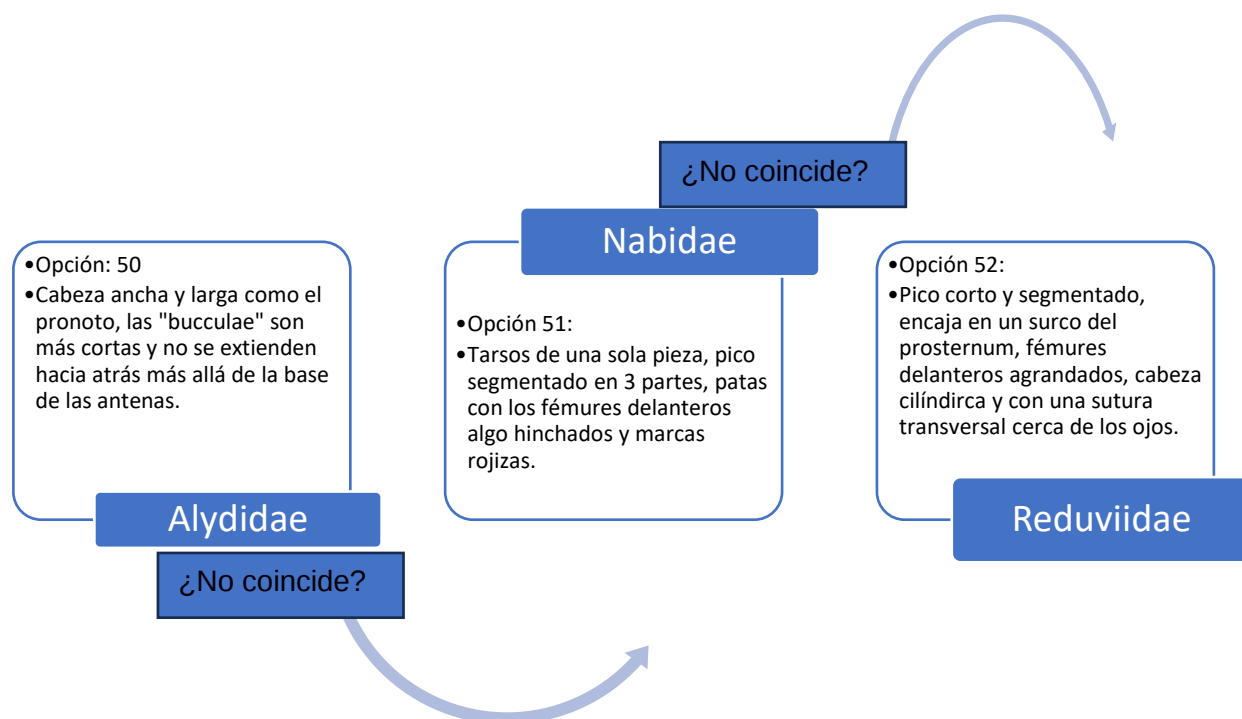
50'.	Head nearly as wide and as long as pronotum (Figure 22–38D); bucculae (lateral view) shorter, not extending backward beyond base of antennae; hind coxae more or less transverse	Alydidae	p. 301
51(20').	Tarsi 1-segmented; beak 3-segmented; front legs raptorial, the front femora slightly swollen; elongate, slender, 3.5–5.0 mm long, with constriction near middle of body; yellowish or greenish yellow with reddish brown markings; eastern United States (Carthasinae)	Nabidae*	p. 294
51'.	Tarsi 2- or 3-segmented; beak 3- or 4-segmented; front legs usually not raptorial; size, shape, color variable	52	
52(51').	Beak short, 3-segmented, fitting into groove in prosternum (Figure 22–7B); front femora more or less enlarged, raptorial; head more or less cylindrical, usually with transverse suture near eyes (Emesinae and Saicinae)	Reduviidae	p. 296

Nota. Descripción morfológica mediante claves dicotómicas de “*Study of insects*”, por Triplehorn, C., y Johnson, N., 2005.

A continuación, una secuencia de pasos hasta llegar a la familia *Reduviidae* con respecto a la Figura 6:

Figura 6.

Secuencia de claves dicotómicas



Nota: Adaptado de “*Study of insects*”, por Triplehorn, C., y Johnson, N., 2005.

De acuerdo con lo descrito en la Ilustración 1:

- En el paso 50, las características de *Alydidae* no coinciden → Ir al paso 51.
- En el paso 51, las características de *Nabidae* no coinciden → Ir al paso 52.
- En el paso 52, las características coinciden con *Reduviidae* → Clasificación final.

Adicionalmente, la clave proporciona el número de una página en el margen derecho donde se puede encontrar información general y específica sobre características de la familia.

2.6 Herramientas digitales

Entre las consideradas para el estudio están: AphiD, iNaturalist, BugGuide y Picture Insect. Estas plataformas permiten acceder a bases de datos amplias y actualizadas, que incluyen fotografías, descripciones y observaciones georreferenciadas (distribución), facilitando la identificación y comparación de individuos con registros previamente identificados. Sus

tecnologías integradas de reconocimiento visual ofrecen información preliminar en tiempo real para posteriormente validar características morfológicas observadas en laboratorio.

2.7 Selección de estructura e información

La siguiente información brinda de forma detallada del proceso para elaborar el contenido que se registrará en el manual técnico.

2.7.1 Información general y taxonómica

- **Información general sobre la plaga:** Descripción morfológica, su relación con otros organismos (hábito alimenticio), hospedante (específico o general) y su función en el mismo, distribución geográfica (presencia en el Ecuador continental y en Santa Cruz), forma de transmisión y de dispersión.
- **Información taxonómica:** Nombre científico actual, sinónimos, nombres comunes locales, posición taxonómica (orden, familia, género).
- **Detección:** Plantas, productos vegetales u otros artículos, síntomas asociados con la plaga (rasgos característicos), incluyendo ilustraciones o fotografías, las etapas de desarrollo en la que se pueden encontrar, la posible presencia de la plaga asociada con etapas de desarrollo de los hospedantes, métodos de colecta con herramientas básicas (pinceles, lupa, red de atrape).
- **Identificación:** Métodos individuales o combinados que conduzcan a la identificación de la plaga, claves de identificación (orden, familia), descripción de la morfología por individuo o de sus colonias, incluyendo ilustraciones o fotografías sobre estructuras particulares.

2.8 Índice de Shannon y Simpson

Después de identificar a los insectos colectados, se calcularon los índices ecológicos mayormente utilizados: Shannon Wiener (H') y Simpson (D) para el análisis sobre riqueza y equitatividad, elementos claves para definir la diversidad de la comunidad de insectos de Santa Rosa y Bellavista.

“Como indicador para cuantificar la biodiversidad de un ecosistema, mediante el número de especies presentes en una muestra (riqueza) como la abundancia relativa de cada especie se tiene que:”

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i \quad (2.1)$$

H= Índice de Shannon – Wiener.

P_i=Abundancia relativa.

Ln=Logaritmo natural.

Para el índice de Shannon-Wiener un valor cercano a 0 indica baja diversidad, mientras que valores más altos reflejan una mayor distribución y equidad entre las especies presentes.

“El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una comunidad pertenezcan a la misma especie mediante la siguiente ecuación:”

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

$$D = \sum (P_i)^2 \quad (2.1)$$

D=Índice de Simpson.

n= número total de organismos de una especie.

N= número total de organismos de todas las especies.

P_i= Proporción de individuos de la especie i respecto al total (abundancia relativa).

Los valores cercanos a 0 indican una alta diversidad (menor dominancia) y los cercanos a 1 una baja diversidad (alta dominancia).

CAPÍTULO 3

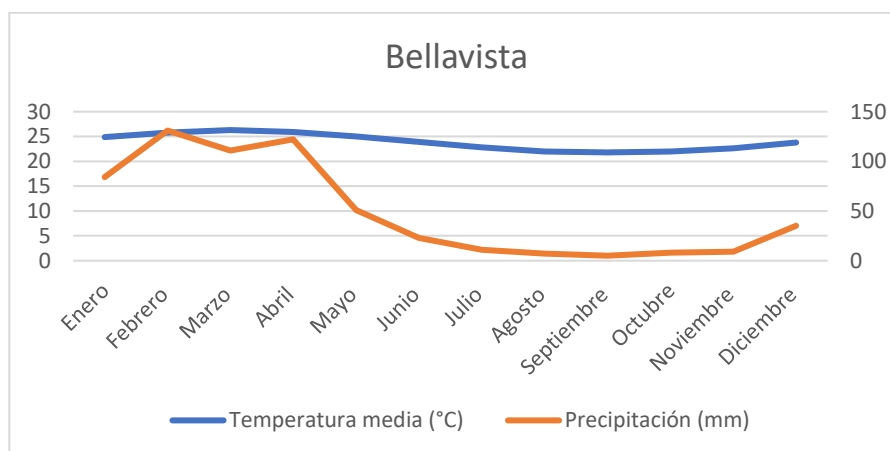
3. Resultados y Análisis

3.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas mensuales en las parroquias Santa Rosa y Bellavista exhiben temperaturas medias anuales de 23.6 °C y 23.9 °C respectivamente. El clima de Santa Cruz ha sido clasificado por Köppen y Geiger como BSh (semiárido cálido). La precipitación anual en Santa Rosa alcanza los 479 mm mientras que Bellavista registra promedios de 575 mm (Figura 7 y 8). Aunque estos registros indican regularmente climas cálidos y estables durante todo el año, la humedad relativa se encuentra entre el 73 y 77 %, representando un indicador de alta proliferación de organismos perjudiciales en la agricultura como plagas, enfermedades y bacterias en cultivos bajo invernadero. El análisis de las variables climáticas permite identificar desafíos y oportunidades para el manejo óptimo de los cultivos, procurando minimizar la incidencia de plagas mediante prácticas sostenibles, como, por ejemplo: el diagnóstico e identificación tanto de insectos plagas como de sus organismos controladores (parasitoides y depredadores).

Figura 7.

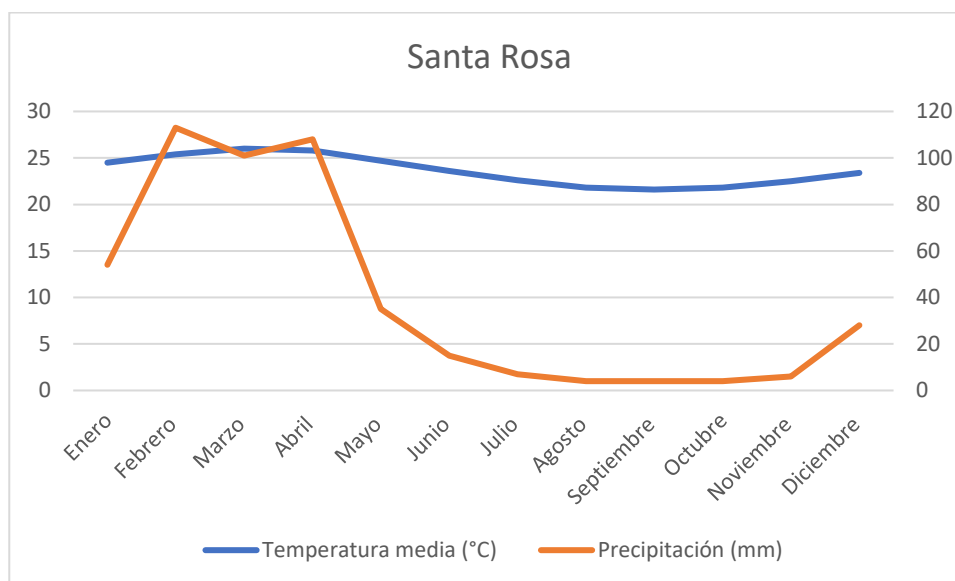
Diagrama ombrotérmico del área de estudio.



Nota: Diagrama ombrotérmico elaborado a partir de data recopilada desde 1991-2021, por “Climate Data” en Bellavista.

Figura 8.

Diagrama ombrotérmico del área de estudio.



Nota: Diagrama ombrotérmico elaborado a partir de data recopilada desde 1991-2021, por “Climate Data” en Santa Rosa.

3.2 Especies cultivadas y técnicas locales de manejo

En el 2019, se registraron datos de 90 productores en Santa Cruz que fueron entrevistados y censados por el INIAP, número que presenta alrededor del 43% de agricultores del total presente en las islas. De los 650 lotes registrados en las Galápagos, aproximadamente 112 se destinan para cultivos de ciclo corto, entre los que se destacan: Acelga, brócoli, cilantro, col, lechuga, papa, pimiento, tomate (Figura 9).

Figura 9.

Nº de lotes de las principales especies de cultivos de ciclo corto en el área agrícola de las Galápagos.

Cultivo	No.	$\bar{x}$	s	Mínimo	Máximo	Suma
Acelga →	6	0.58	0.73	0.03	2.00	3.48
Aguacate	6	0.02	0.01	0.01	0.02	0.10
Babaco	4	0.03	0.02	0.01	0.05	0.11
Brócoli →	10	0.54	0.42	0.02	1.00	5.37
Caña de azúcar	11	0.79	0.94	0.02	3.00	8.67
Café	26	5.13	10.57	0.20	55.00	133.40
Chirimoya	1	0.05	-	0.05	0.05	0.05
Cilantro →	7	0.33	0.53	0.01	1.50	2.29
Col →	8	0.33	0.18	0.11	0.50	2.66
Fréjol	28	0.45	0.43	0.08	2.00	12.55
Guaba	11	0.07	0.09	0.01	0.25	0.81
Guanábana	1	0.05	-	0.05	0.05	0.05
Guineo	55	0.74	1.05	0.01	7.00	40.93
Lechuga →	13	0.27	0.28	0.04	1.00	3.50
Limón Meyer	16	0.59	0.70	0.01	2.00	9.47
Maíz duro	19	0.59	0.58	0.10	2.00	11.19
Maíz en choclo	38	0.81	1.04	0.10	6.00	30.75
Mandarina	11	1.07	1.01	0.25	3.00	11.75
Mango	3	0.03	0.02	0.01	0.04	0.08
Melón	4	0.39	0.41	0.10	1.00	1.55
Naranja	44	1.26	3.02	0.01	20.00	55.34
Papa	8	0.19	0.15	0.03	0.50	1.49
Papaya	23	0.37	0.44	0.05	2.00	8.54
Piña	46	0.58	0.79	0.03	5.00	26.68
Pimiento →	22	0.33	0.44	0.01	2.00	7.25
Plátano	88	1.21	2.32	0.01	13.00	106.19
Sandía	6	0.43	0.33	0.10	1.00	2.55
Tomate riñón →	38	0.46	0.54	0.01	2.50	17.37
Vainita	14	0.70	0.92	0.10	3.00	9.86
Yuca	82	0.88	1.31	0.01	10.00	71.78
Zapote	1	0.05	-	0.05	0.05	0.05
Galápagos	650	0.90	2.65	0.01	55.00	585.80

No. = Número de lotes; $\bar{x}$ = Promedio; s = Desviación estándar.

Nota: Reporte agropecuario, INIAP 2019.

Este informe muestra que el 61.11% de productores realizan una rotación de cultivos en Santa Cruz y entre los motivos menos comunes señalaron el evitar el uso de pesticidas para prevenir la presencia de plagas.

Por otro lado, entre las prácticas de control empleadas ante daños ocasionales, el MIP en cultivos fue de 30.77%, destacando entre las tres actividades más importantes para los productores, el empleo de un sistema sostenible con el ambiente.

A partir de las entrevistas realizadas a los 11 propietarios durante el muestreo y colecta de insectos, el 80% menciona que realiza una asociación de cultivos en invernadero con el objetivo de contrarrestar la presencia e incidencia de plagas. Entre las especies con propiedades repelentes/atrayentes de insectos que se ubican en hileras o de forma intercalada dentro del cultivo principal se encuentran: Albahaca, menta, orégano, ají y tabaco (Figura 10 y 11).

Figura 10.

Cultivo de albahaca en hilera.



Figura 11.

Atrayente natural en plantas de tabaco.



Figura 12.

Repelente natural a base de ají.



La elaboración de insecticidas orgánicos (Figura 12) y el uso de herramientas para la colecta y manejo de poblaciones de insectos (Figura 13 y 14) se evidenció con mayor frecuencia en los invernaderos de Santa Rosa.

Figura 13.

Trampa atrayente para mosca de la fruta



Figura 14.

Trampa cromática para el control de áfidos y mosca blanca



En cuanto al control de plagas dirigido principalmente a cultivos de ciclo corto en condiciones de invernadero se utilizan insecticidas químicos que se pueden adquirir en los almacenes agropecuarios de Santa Rosa o Bellavista. Alrededor del 40% de agricultores de los invernaderos visitados mostraron desconocimiento de las plagas (artrópodos, hongos, bacterias) que causan daño a sus cultivos y de los insumos que se sugieren emplear en un adecuado control, se identificaron confusiones entre la acción de pesticida para control de insectos y uno para manejo de enfermedades fúngicas, y además su mezcla en proporciones incorrectas. Entre los productos químicos observados durante el recorrido se contrastó a Amunil (*Fipronil*), Conquest (*Lambdacihalotrina*) como los de mayor uso.

Figura 15.

Insecticida a base de Lambdacihalotrina.



Figura 16.

Insecticida a base de Fipronil.



3.3 Tipo y técnica de muestreo

Acorde a la investigación secundaria, la producción bajo invernadero en Santa Cruz tiene como cultivos principales a especies solanáceas como el tomate, pepino, pimiento y a verduras o vegetales de hoja como la acelga, brócoli, cilantro, col, lechuga, albahaca, perejil entre otros. Por lo tanto, se elaboró una tabla con los órdenes de insectos característicos en estas especies hospederas según el manual de entomología agrícola de Ecuador y se comparó con los reportados en la base de datos de la estación científica Charles Darwin (Tabla 3) y la guía de campo sobre insectos de importancia agrícola en la isla.

Tabla 3.

Registro de diferentes ordenes de insectos registrados en las Galápagos.

Orden	Total (registro)	Endémica (registro)	Nativa (registro)	Introducida (registro)
<i>Coleoptera</i>	413	247	55	74
<i>Diptera</i>	226	94	38	77
<i>Hemiptera</i>	289	114	22	110
<i>Himenoptera</i>	87	28	54	1
<i>Lepidoptera</i>	309	138	93	66
<i>Neuroptera</i>	11	5	2	0
<i>Thysanoptera</i>	54	0	16	9

Nota. Los datos muestran los registros de diferentes órdenes de insectos plaga y benéficos en las Islas Galápagos, clasificados como endémicos, nativos e introducidos. La información fue proporcionada por la Fundación Charles Darwin.

Estos grupos fueron seleccionados en la investigación dentro del portal web por incluir a la mayoría de los insectos perjudiciales y benéficos presentes en cultivos perennes, anuales y de ciclo corto o transitorios. Adicionalmente, mediante entrevistas al personal técnico del MAG y de la ABG, encargados de aportar en la inspección y control fitosanitario a los productores se tuvo acceso a un reporte preliminar (no divulgado) de la fundación Charles Darwin, contrastando una lista de insectos identificados de 40 UPAs en Santa Cruz durante el año 2023, donde se registraron la cantidad, nombre científico y común de especies de los siguientes ordenes: 8 coleópteros, 19 dípteros, 11 himenópteros, 8 hemípteros y 3 neurópteros. Esta información actualizada, permitió procesar los resultados con seguridad dado el registro por parte de personal técnico de esta estación científica.

Tabla 4.

Insectos plaga en cultivos de ciclo corto característicos bajo invernadero y su registro en Santa Cruz.

Cultivo	Plaga asociada (Continente)	Registrada en Santa Cruz
Tomate, pimiento y pepino	Negrita (<i>Prodiplosis longifila</i>)	No
	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Spodoptera sunia</i>)	Si
	Minador (<i>Tuta absoluta</i>)	No
	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Si
	Pulgones (<i>Myzus persicae</i>)	Si
	Trips (<i>Frankliniella Occidentalis</i>)	Si
	Babosas (<i>Deroceras reticulatum</i>)	Si
Verduras de hoja	Pulgones	Si

Orugas y gusanos	Si
Trips (<i>Frankliniella Occidentalis</i>)	Si

Los productores en las parroquias de Santa Rosa y Bellavista cuyos invernaderos fueron monitoreados poseen áreas menores a 500 m². Como se muestra en la figura 20, a cada invernadero se ingresó desde la orilla y se caminó en tipo zigzag hasta alcanzar los extremos longitudinales y transversales, el número de plantas fue variable debido a la dimensión de la UPA y distancias de siembra de las especies cultivadas, pero como media se muestrearon entre el 5-10% de plantas según la densidad del cultivo. El tiempo dentro de cada invernadero fue de aproximadamente 3 horas, tomando las muestras mediante las herramientas de colecta según el tipo de insecto diagnosticado, el momento de su ciclo biológico y las áreas sobre o alrededor del huésped.

El método de colecta mayormente empleado fue el directo(manual) sobre las plantas, en el que mediante la red entomológica se realizaron movimientos oscilantes sobre la vegetación bajera, ya que se observaba a insectos que se mantenían a baja altura del suelo por su hábito alimenticio (descomponedor) y en hojas altas (insectos sujetos o saltarines) a través del golpeo, muchos se capturan de esta forma ya que tienen la conducta de dejarse caer cuando se encuentran en peligro. Los insectos pequeños y de cuerpo blando se colectaron con el aspirador (succionando) y luego se depositaron (soplando) en un frasco lleno de alcohol. Otra forma de colecta para este tipo de insectos fue mediante el pincel remojado en alcohol, con el fin de intoxicarlos mediante inhalación y evitar su oposición a la captura, de esta forma también se evita que se dañe estructuralmente alguna parte de su cabeza, tórax o abdomen.

El muestreo sistemático, organizado y regular constituye una actividad clave dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP). La evaluación es la necesidad de control y la efectividad de las acciones implementadas como la aplicación de pesticidas, la poda o el riego, se realiza mediante el monitoreo de las poblaciones de insectos plaga y de sus enemigos naturales.

3.4 Levantamiento de coordenadas

En la tabla 5 se detallan las coordenadas geográficas de las fincas visitadas en las zonas de Santa Rosa y Bellavista durante el periodo de muestreo comprendido entre el 30 de octubre y 7 de noviembre del 2024, mientras que en la Figura 17 se presenta el mapa en coordenadas WGS 84 EPSG: 32717 de las fincas monitoreadas.

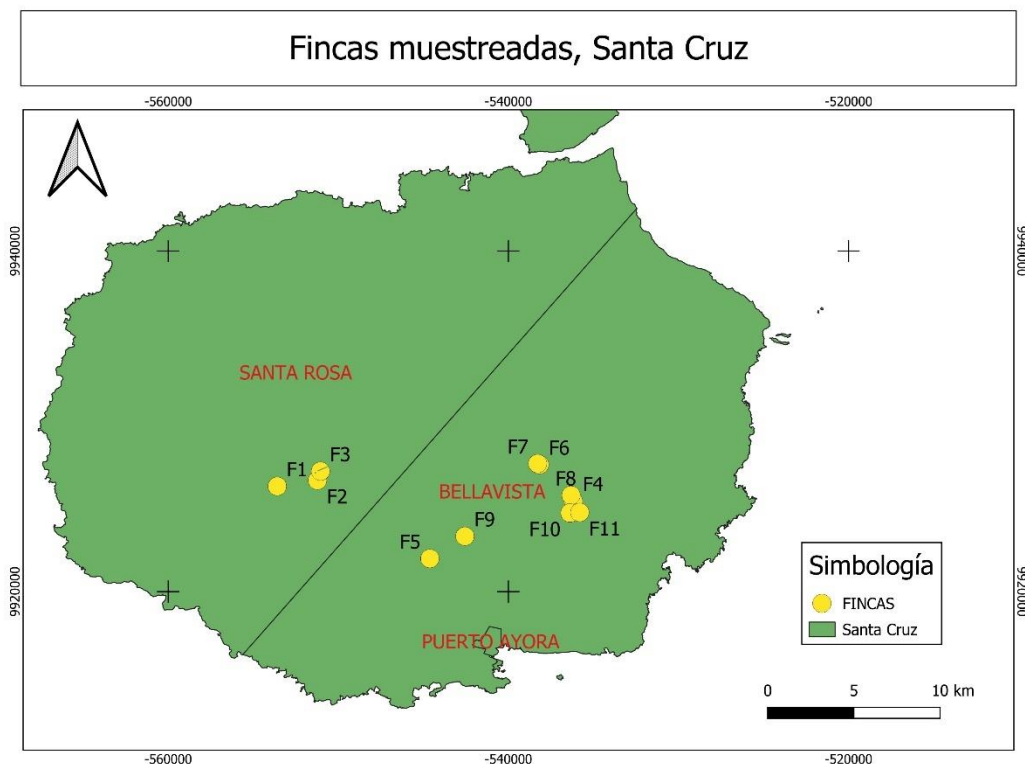
Tabla 5.

Coordenadas geográficas en grados decimales.

Localidad	Nombre del productor	Altitud	Longitud
Santa Rosa	Ana Noemi Chapi	-0.65873	-90.42586
	Carmen Vivanco	-0.65565	-90.40489
	Mercedes Villegas	-0.65089	-90.40326
Bellavista	Finca San José	-0.66673	-90.27152
	Finca Darwin's E.	-0.69679	-90.34637
	Finca Integral Ochoa	-0.64764	-90.28909
	Carmen	-0.64695	-90.28936
	Livia	-0.66376	-90.27271
	Teodoro Gaona	-0.68512	-90.32807
	Rosa Calva	-0.67299	-90.27327
	Byron San Martín	-0.67155	-90.26939

Figura 17.

Mapa generado a partir de las coordenadas registradas de cada finca muestreada.



3.5 Colecta de muestras

El protocolo descrito en el método y técnica de muestreo fue el preámbulo necesario antes de ingresar a las UPAs, realizando posteriormente una eficiente colecta de muestras al considerar tanto a las especies huéspedes como a los insectos característicos que atacan y controlan las poblaciones dentro de un sistema agrícola.

En los cultivos de tomate, pimiento y pepino se evaluó la fenología en la que se encontraban, ya que la mayoría de las fincas mantenían a plantas cosechadas en estado de muerte regresiva e hileras donde se encontraban en estado de plántula, por lo que el diagnóstico y muestreo en estos casos no era del todo precisa y representativa.

Las condiciones climáticas durante el momento de la colecta corresponden a la época seca y fría del año, con temperaturas promedio durante el mes de octubre y noviembre de 21.8°C y 22.4°C respectivamente, y la precipitación entre los dos meses es de 13 mm. Esto supone una baja incidencia de la mayoría de los insectos que desarrollan su ciclo biológico durante los meses más cálidos y lluviosos, un ejemplo son los organismos con metamorfosis completa (holometábolos), que debido a la sensibilidad ante variabilidad de condiciones atmosféricas pueden influir directamente en la oviposición, eclosión y supervivencia en estadios juveniles.

El tipo de colecta predominante fue la directa (activa), tanto de insectos alados como ápteros en sus diferentes estados biológicos, donde para insectos de la orden hemíptera primaron el de ninfa y adulto visualizados en las (Figuras 18 y 19). Por otro lado, de la orden lepidóptera se hallaron más ejemplares en estado larval y pupa (Figuras 20 y 21).

En invernaderos que presentaron una sola especie cultivada como el tomate o pepino en toda su área disponible, se hizo uso de una técnica de colecta indirecta (pasiva) para evaluar la incidencia de hemípteros de la familia *Aleyrodidae* (Mosca blanca) y de thysanopteros (trips) durante el lapso de 3 horas que duró el muestreo (figuras 22 y 23).

Figura 18.

Pulgones en estado de ninfa (ápteros) en el cultivo de lechuga



Figura 19.

Mosca blanca adulta en el envés de la hoja del tomate



Figura 20.

Larva de lepidóptero en lechuga hidropónica

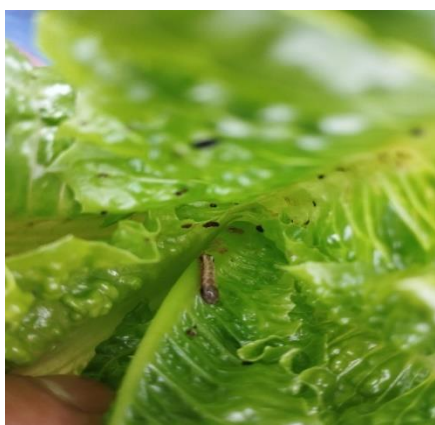


Figura 21.

Lepidóptero en estado de pupa



Figura 22.

Trampa amarilla atrayente pulgones y mosca blanca

**Figura 23.**

Trampa azul atrayente de trips



Esta técnica de muestreo permitió identificar la alta incidencia de estas plagas comunes en solanáceas manejadas como monocultivo, sin asociación con crucíferas o verduras de hoja repelentes de insectos. Lo cual demuestra que a pesar de que la variabilidad de condiciones climáticas sea un poco más controlada en invernadero, las técnicas de rotación de cultivos o la asociación simultánea con otras especies, es una alternativa de gran valor resolutivo para reducir las poblaciones de ciertas plagas posterior a la culminación de un ciclo productivo.

3.6 Preclasificación de órdenes y familias

Los frascos y fundas ziploc que contenían el paquete de muestras se identificaron según la UPA en la que se colectaron, después fueron trasladadas al laboratorio de entomología de la ABG para una clasificación preliminar de los órdenes y subórdenes de insectos muestreados (Tabla 6). Esto permitió realizar un reporte de actividades y resultados para los productores de Santa Rosa y Bellavista (Tabla 7 y 8).

Tabla 6.

Muestras colectadas y reporte de resultados preliminares.

Actividades desarrolladas en laboratorio de la ABG.



Nota. Imágenes de la recolección de muestras e identificación preliminar de los insectos.

Entre los resultados de Santa Rosa, se identificaron insectos del orden hemíptera, coleóptera, díptera, dermáptera, ortóptera que se pueden visualizar en la tabla 7.

Tabla 7.

Preprocesamiento de muestras de fincas de Santa Rosa.

Orden y suborden	Insecto observado	Clasificación y hábito alimenticio
------------------	-------------------	------------------------------------

Pulgón		
• <i>Hemíptera</i> • <i>Sternorrhyncha</i>		Plaga, fitófago.
Cochinilla		
• <i>Hemíptera</i> • <i>Sternorrhyncha</i>		Plaga, fitófago.
Mosquito, mosca		
• <i>Díptera</i> • <i>Nematóceras</i>		Algunas de sus especies son plagas (estado larval) y otras son depredadores.
Araña		
• <i>Aranea</i> • <i>Araneomorphae</i>		Benéfico, depredador.
Cochinilla harinosa		
• <i>Hemíptera</i> • <i>Sternorrhyncha</i>		Plaga, fitófago.
Escarabajos		
• <i>Coleóptera</i> • <i>Polyphaga</i>		Plaga, fitófago.
Polilla del pepino		
• <i>Lepidóptera</i> • <i>Crambidae</i>		Plaga(larva), fitófago.
• <i>Dermáptera</i>	Tijereta	Plaga en grandes poblaciones y benéfico(depredador) en ciertas familias.
Mosca blanca		
• <i>Hemíptera</i> • <i>Sternorrhyncha</i>		Plaga, fitófago.
• <i>Lepidóptera</i> • <i>Glossata</i>	Gusano soldado o cogollero	Plaga, fitófago.
Mosca de la flor		
• <i>Díptera</i>		Benéfico, polinizador.

• <i>Brachycera</i>		
	Mosca de la fruta	
• <i>Díptera</i>		Plaga, fitófago.
• <i>Brachycera</i>		
	Escarabajos	
• <i>Coleóptera</i>		
• <i>Polyphaga</i>		Plaga, fitófago.
	Larva de crisopa	
• <i>Neuróptera.</i>		
• <i>Hemerobiiformia</i>		Benéfico, depredador.
• <i>Díptera</i>	Mosca de patas largas	
• <i>Brachycera</i>		
		Descomponedor, saprófago.
	Chicharrita	
• <i>Hemíptera</i>		
• <i>Auchenorrhyncha</i>		Plaga, fitófago.
	Mariquita	
• <i>Coleóptera</i>		Benéfico, depredador.
• <i>Polyphaga</i>		
	Chinche	
• <i>Hemíptera</i>		
• <i>Heteróptera</i>		Plaga, fitófago.
• <i>Hymenóptera</i>	Hormiga de fuego	
• <i>Apocrita</i>		Plaga(fitófago-semillas),
• <i>Formicidae</i>		depredador.
• <i>Solenopsis sp.</i>		

Nota. Insectos observados en muestras de Santa Rosa, con su clasificación y hábito alimenticio.

Por otro lado, los resultados preliminares de las muestras colectadas en los invernaderos de la parroquia Bellavista se evidencian en la tabla 8.

Tabla 8.*Preprocesamiento de muestras de fincas de Bellavista*

Orden y suborden/familia	Insecto observado	Clasificación y hábito alimenticio
• <i>Lepidoptera</i> • <i>Crambidae</i>	Polilla de las hortalizas	Plaga, fitófago.
• <i>Hemiptera</i> • <i>Heteróptera</i>	Chinches hediondos	Plaga, fitófago.
• <i>Thysanoptera</i> • <i>Terebrantia</i>	Trips	Plaga, fitófago.
• <i>Coleoptera</i> • <i>Polyphaga</i>	Mariquita	Benéfico, depredador.
• <i>Coleoptera</i> • <i>Polyphaga</i>	Larva de vaquita	Benéfico, depredador
• <i>Lepidoptera</i> • <i>Glossata</i>	Gusano soldado	Plaga, fitófago.
• <i>Lepidoptera</i> • <i>Gelechiidae</i>	Gusano minador	Plaga, fitófago.
• <i>Neuroptera</i> • <i>Hemerobiiformia</i>	Crisopa verde	Benéfico, depredador
• <i>Hemiptera</i> • <i>Sternorrhyncha</i>	Escama	Plaga, fitófago.
• <i>Coleoptera</i> • <i>Polyphaga</i>	Gorgojos y picudos	

• <i>Curculionoidea</i>		Plaga, fitófago.
• <i>Coleoptera</i>	Gorgojo de pico recto	
• <i>Polyphaga</i>		
• <i>Brentidae</i>		Plaga, xilófago.
	Mariquita manchada	
• <i>Coleoptera</i>		
• <i>Polyphaga</i>		
• <i>Coccinellidae</i>		Benéfico, depredador.
	Escarabajo vagabundo	
• <i>Coleoptera</i>		
• <i>Polyphaga</i>		Benéfico, descomponedor.
• <i>Staphylinidae</i>		
	Mosca carroñera	
• <i>Diptera</i>		
• <i>Brachycera</i>		Descomponedor
	Chinche	
• <i>Hemiptera</i>		
• <i>Heteróptera</i>		Benéfico.
	Pulgonas	
• <i>Hemiptera</i>		
• <i>Sternorrhyncha</i>		Plaga, fitófago.
	Larva de crisopa	
• <i>Neuroptera</i>		
• <i>Hemeroptera</i>		Benéfico, depredador
	Chinche	
• <i>Hemiptera</i>		
• <i>Heteróptera</i>		Plaga, fitófago.
	Hormiga de fuego	
• <i>Hymenoptera</i>		
• <i>Apocrita</i>		Plaga(fitófago), depredador.
• <i>Formicidae</i>		

Trips	
• <i>Thysanaptera</i>	
• <i>Terebrantia</i>	Plaga, fitófago.
Mosca blanca	
• <i>Hemiptera</i>	
• <i>Sternorrhyncha</i>	Plaga, fitófago.
Mosca de la fruta	
• <i>Diptera</i>	
• <i>Brachycera</i>	Plaga, fitófago.
Mosca de las flores	
• <i>Diptera</i>	
• <i>Brachycera</i>	Benéfico, polinizador.

Nota. La tabla muestra insectos observados en muestras de Bellavista, con su clasificación y hábito alimenticio.

En este preprocesamiento, se identificaron artrópodos de importancia agrícola del orden *araneae*, *lepidoptera*, *coleoptera*, *neuroptera*, *hemiptera*, *dermáptera* y *diptera*. Ante esta diversidad de especies, se generó un reporte de resultados expresado en una mezcla de lenguaje técnico y no técnico para una facilidad de comprensión de los productores que permitieron el ingreso a sus fincas e invernaderos para realizar el muestro y colecta (Anexo 1).

En la parroquia Santa Rosa se observaron 20 muestras, 6 órdenes y 2 familias entre las cuales el 63% correspondieron a insectos plaga, 26% benéficos y el 11% a descomponedores. Mientras que, en Bellavista, se observaron a 23 muestras colectada, de las cuales el 65% se identificaron como insectos plaga, el 28% organismos controladores y el 7% a descomponedores.

Del total de muestras obtenidas durante las visitas a las UPAs, se preprocesaron cerca del 70% en los laboratorios de la ABG, donde el 90% de los insectos se clasificaron en orden, suborden y hábito alimenticio (plaga o benéfico). Para el resto de las muestras se necesitó del asesoramiento de técnicos del laboratorio de entomología de la ESPOL y de información tanto de claves

dicotómicas como de herramientas digitales de detección para la identificación de las familias y géneros en ciertos casos.

3.7 Identificación mediante claves dicotómicas y herramientas digitales

Como resultado del procesamiento de muestras en la ESPOL mediante la revisión de claves morfológicas del libro “Borror and delong’s introduction to the study of insects”, la de trabajos académicos en la web sobre descripción morfológica de los órdenes y sus principales familias, en conjunto de información visual y descriptiva ofrecida por aplicaciones de identificación rápida de especies como iNaturalist EC, Picture Insect, AphID y BugGuide, se logró la identificación de 39 familias y 26 géneros pertenecientes a los órdenes hemiptera, diptera, coleoptera, lepidoptera, orthoptera, thysanoptera, neuroptera, dermáptera, arácnida e hymenoptera.

Figura 24.

Vista dorsal y ventral de muestra en microscopio.

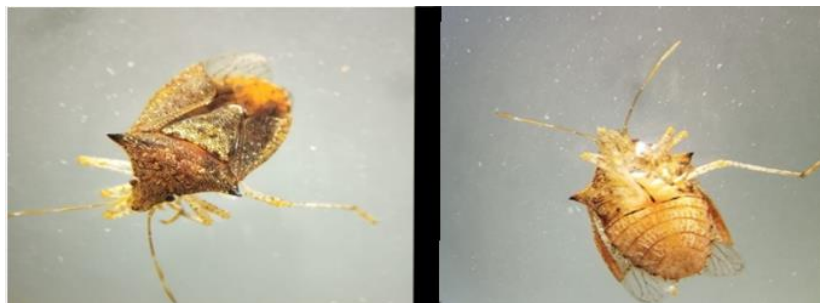


Figura 25.

Identificación rápida mediante la herramienta digital “iNaturalist”.

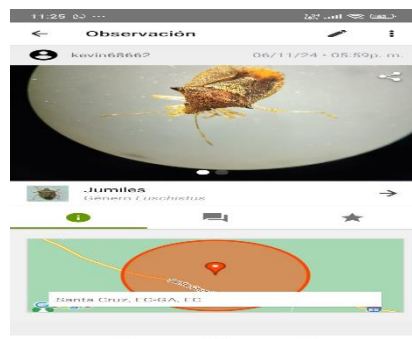


Figura 26.

Identificación rápida mediante la herramienta digital “Picture insect”.



La cantidad total de insectos colectados en Santa Rosa y Bellavista se muestran en la tabla 9 y 10 respectivamente.

Tabla 9.

Total de insectos colectado en Santa Rosa y su clasificación taxonómica según el orden.

Santa Rosa	
Orden	Total de individuos
Hemiptera	32

<i>Coleoptera</i>	29
<i>Diptera</i>	31
<i>Lepidoptera</i>	11
<i>Neuroptera</i>	4
<i>Thysanoptera</i>	3
<i>Orthoptera</i>	1
<i>Dermaptera</i>	1
<i>Hymenoptera</i>	4
	116

Tabla 10.

Total de insectos colectados en Bellavista y su clasificación taxonómica según el orden.

Bellavista	
Orden	Total de individuos
<i>Hemiptera</i>	29
<i>Coleoptera</i>	4
<i>Diptera</i>	32
<i>Lepidoptera</i>	9
<i>Neuroptera</i>	3
<i>Thysanoptera</i>	4
<i>Hymenoptera</i>	3
	84

En las Figuras 27 y 28, se muestran gráficas comparativas entre los órdenes de insectos que presentaron un mayor número de familias tanto para Santa Rosa como Bellavista y su diferencia en porcentaje de familias de insectos plaga o benéficos identificados.

Figura 27.

Ordenes de familias de mayor abundancia en número de especies identificadas como plagas o benéficas.

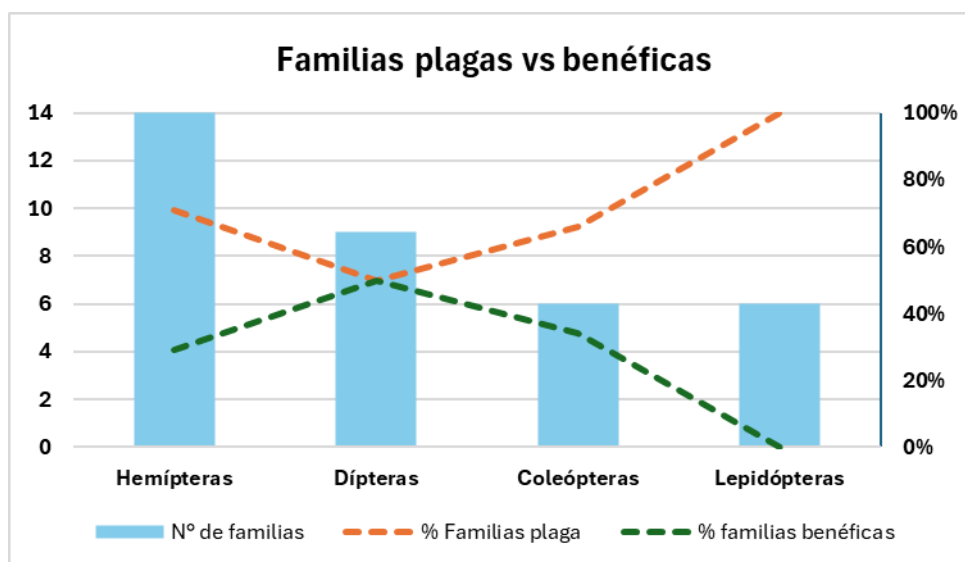
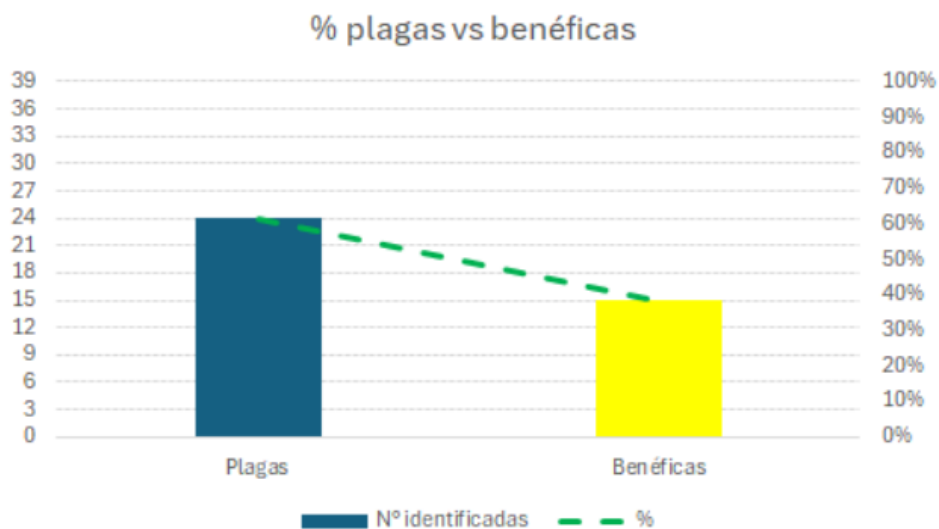


Figura 28.

Total de familias y su representatividad en % de plagas o benéficas.



Como parte del análisis de resultados para comprobar la presencia de las familias colectadas e identificadas en Santa Cruz, se revisó la información de la base de datos en línea disponible en la página web de la fundación Charles Darwin que se muestra en la **tabla 11**.

Tabla 11.

Familias identificadas y registro de presencia en la base de datos Charles Darwin.

Suborden y familia	Estado biológico	Registro en las Galápagos
Hemíptera		
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Pseudococcidae</i>	Adulto	16 totales, 2 endémicas, 11 introducidas.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Ortheziidae</i>	Adulto	3 totales, 1 nativa, 2 introducidas.
• <i>Auchenorrhyncha</i> • <i>Delphacidae</i>	Adulto	14 totales, 8 endémicas, 1 nativa, 4 introducidas.
• <i>Heteróptera</i> • <i>Miridae</i> • <i>Dicyphus sp.</i>	Adulto	55 totales, 33 endémicas, 1 nativa, 5 introducida.
• <i>Auchenorrhyncha</i> • <i>Cicadellidae</i>	Adulto	23 totales, 8 endémicas, 12 introducidas.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Aphididae</i> • <i>Aphis sp.</i>	Adulto	15 totales, 15 introducidas.
• <i>Rhyparochromidae</i> • <i>Prytones sp.</i>	Adulto	1 total, 1 endémica.
• <i>Heteróptera</i> • <i>Miridae</i> • <i>Macrolophus sp.</i>	Adulto	55 totales, 33 endémicas, 1 nativa, 5 introducida.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Aphididae</i> • <i>Aulocarthum sp.</i>	Ninfa	15 totales, 15 introducidas.
• <i>Heteróptera</i> • <i>Reduviidae</i>	Adulto	15 totales, 7 endémicas, 1 nativa, 4 introducidas.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Coccidae</i> • <i>Ceroplastes sp.</i>	Adulto	29 totales, 2 endémicas, 24 introducidas.

• <i>Heteróptera</i> • <i>Pentatomidae</i> • <i>Euchistus sp.</i>	Adulto	10 totales, 3 endémicas, 6 introducidas.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Aphididae</i> • <i>Myzus sp.</i>	Ninfa	15 totales, 15 introducidas.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Aphididae</i> • <i>Pentalonia sp</i>	Adulto	15 totales, 15 introducidas.
• <i>Sternorrhyncha</i> • <i>Aleyrodidae</i> • <i>Bemisia sp.</i>	Adulto	4 totales, 4 introducidas.
• <i>Heteróptera</i> • <i>Nabidae</i> • <i>Nabis sp.</i>	Adulto	Sin registro
Díptera		
• <i>Cecidomyiidae</i> • <i>Aphidoletes sp.</i>	Adulto	3 totales, 1 endémica, 2 nativas.
• <i>Syrphidae</i> • <i>Toxomerus sp</i>	Adulto	8 totales, 3 endémicas, 3 nativas, 1 introducida.
• <i>Drosophilidae</i> • <i>Drosophila sp</i>	Adulto	13 totales, 2 endémicas, 10 introducidas.
• <i>Chloropidae</i> • <i>Elachiptera sp</i>	Adulto	11 totales, 9 endémicas, 2 introducidas.
• <i>Muscidae</i>	Adulto	8 totales, 1 endémica, 8 introducidas.
• <i>Sepsidae</i> • <i>Microsepsis sp</i>	Adulto	1 total e introducida.
• <i>Calliphoridae</i> • <i>Lucilia sp</i>	Adulto	7 totales, 2 endémicas, 1 nativa, 3 introducidas.
• <i>Agromyzidae</i>	Adulto	4 totales, 2 introducidas.
• <i>Sciaridae</i>	Adulto	2 totales e introducidas.
Lepidóptera		

• <i>Noctuidae</i> • <i>Spodoptera sp.</i>	Larva	79 totales, 28 endémicas, 46 nativas, 5 introducidas.
• <i>Geometridae</i>	Larva	15 totales, 10 endémicas, 1 nativa, 4 introducidas.
• <i>Gelechiidae</i> • <i>Tuta sp.</i>	Adulto y larva	23 totales, 4 endémicas, 5 nativas, 3 introducidas.
• <i>Pyrallidae</i> • <i>Diaphania sp.</i>	Adulto y larva	73 totales, 22 endémicas, 18 nativas, 32 introducidas.
• <i>Plutellidae</i>	Larva	1 total e introducida.
Thysanóptera		
• <i>Thripidae</i>	Adulto	54 totales, 16 nativas, 9 introducidas.
Neuróptera		
• <i>Chrysopidae</i> • <i>Chrysopidia sp</i>	Adulto y larva	7 totales, 3 endémicas.
Coleóptera		
• <i>Coccinellidae</i> • <i>Cycloneda sp</i>	Adulto	9 totales, 5 endémicas, 3 nativas, 1 introducida.
• <i>Nitidulidae</i> • <i>Conotelus sp</i>	Adulto	6 totales, 2 endémicas, 4 introducidas.
• <i>Histeridae</i>	Adulto	No reportada.
• <i>Staphylinidae</i>	Adulto	70 totales, 48 endémicas, 7 nativas, 11 introducidas.
• <i>Coccinellidae</i> • <i>Hyperaspis sp</i>	Adulto	9 totales, 5 endémicas, 3 nativas, 1 introducida.
• <i>Curculionidae</i> • <i>Galapaganus sp</i>	Adulto	60 totales, 27 endémicas, 5 nativas, 19 introducidas.
• <i>Curculionidae</i> • <i>Metamasius sp.</i>	Adulto	60 totales, 27 endémicas, 5 nativas, 19 introducidas.
• <i>Coccinellidae</i> • <i>Cheilomenes sp.</i>	Larva	9 totales, 5 endémicas, 3 nativas, 1 introducida.
• <i>Brentidae.</i> • <i>Brentus sp.</i>	Adulto	6 totales e introducidas.

Dermáptera		
• <i>Anisolabididae</i>	Adulto	1 total e introducida.
Himenóptera		
• <i>Formicidae</i>	Adulto	57 totales, 27 endémicas, 29 introducidas.
• <i>Solenopsis sp</i>		
Orthoptera		
• <i>Gryllidae</i>	Adulto	18 totales, 12 endémicas, 3 introducidas.
Araneae		
• <i>Tetragnathidae</i>	Adulto	5 totales, 1 endémica, 4 nativas.
• <i>Leucage sp.</i>		

Como resultado del muestreo en 11 fincas distribuidas entre las parroquias Santa Rosa y Bellavista, se identificaron 39 familias de clase insecta. Los órdenes más abundantes fueron: Hemíptera (11 familias), Díptera (9 familias), Coleóptera (6 familias) y Lepidóptera (5 familias). En tanto que los órdenes con el menor número de familias fueron: Thysanóptera, Dermáptera, Hymenóptera, Orthóptera cada uno con una familia.

Las familias más representativas en términos del número especies de insectos registradas en las Galápagos por la fundación Charles Darwin son: Noctuidae (79), Sthaphylinidae (70) y Pyralidae (73). Las especies introducidas de las familias identificadas constituyen una proporción considerable según la base de datos consultada, familias como Aphididae, Sciaridae, Sepsidae y Plutellidae están completamente compuestas por especies de origen continental. Por su contraparte, las familias que albergan mayor cantidad de especies endémicas y nativas son Sthaphylinidae, Noctuidae, Formicidae, Chloropidae y Thripidae, Stryphidae respectivamente, lo cual resalta la exclusividad biológica de la entomofauna de Santa Cruz.

El dominio de especies introducidas en diversas familias refleja el impacto significativo de las actividades humanas y la entrada de organismos mediante las diversas vías de transporte. Los

resultados demuestran una heterogeneidad de especies endémicas, nativas e introducidas correspondiente a las familias identificadas que interactúan de diversas maneras, afectando al equilibrio ecosistémico y subrayando la necesidad de contar con estrategias de identificación, manejo de especies invasoras y protección de las autóctonas de la región. Las invasoras pueden desplazar a las especies nativas y endémicas al competir por recursos, alterar las cadenas tróficas y modificar los ecosistemas.

3.8 Índices de Shannon y Simpson

En el cálculo del índice de Shannon para la parroquia de Santa Rosa se determinaron las variables expresadas en la tabla 12, 13 y su interpretación en la fórmula: $H' = -\sum Pi * \ln Pi$.

Tabla 12.

Variables para cálculo de índices de Santa Rosa.

Santa Rosa	
Lista de especies	Individuos por especie
<i>Hemiptera</i>	32
<i>Coleoptera</i>	29
<i>Diptera</i>	31
<i>Lepidoptera</i>	11
<i>Neuroptera</i>	4
<i>Thysanoptera</i>	3
<i>Orthoptera</i>	1
<i>Dermaptera</i>	1
<i>Hymenoptera</i>	4
Número total de individuos	116

El valor obtenido de la división entre la cantidad de individuos por especie y el número total de individuos ocupó la variable “Pi” en la fórmula, dando como resultado del índice de Shannon para Santa Rosa:

- $H' = -\sum(Pi * \ln Pi) = -\left(\left(\frac{32}{116}\right) * \ln\left(\frac{32}{116}\right) + \left(\frac{29}{116}\right) * \ln\left(\frac{29}{116}\right) + \left(\frac{31}{116}\right) * \ln\left(\frac{31}{116}\right) + \left(\frac{11}{116}\right) * \ln\left(\frac{11}{116}\right) + \left(\frac{4}{116}\right) * \ln\left(\frac{4}{116}\right) + \left(\frac{3}{116}\right) * \ln\left(\frac{3}{116}\right) + \left(\frac{1}{116}\right) * \ln\left(\frac{1}{116}\right) + \left(\frac{1}{116}\right) * \ln\left(\frac{1}{116}\right) + \left(\frac{4}{116}\right) * \ln\left(\frac{4}{116}\right)\right)$ (3.2)
- $H' = -(-0.355 - 0.347 - 0.353 - 0.224 - 0.115 - 0.095 - 0.042 - 0.042 - 0.115)$
- $H' = 1.97.$

Tabla 13

Variables para el cálculo de índices de Bellavista.

Bellavista	
Lista de especies	Individuos por especie
<i>Hemiptera</i>	29
<i>Coleoptera</i>	4
<i>Diptera</i>	32
<i>Lepidoptera</i>	9
<i>Neuroptera</i>	3
<i>Thysanoptera</i>	4
<i>Hymenoptera</i>	3
Número total de individuos	84

El resultado de Bellavista fue el siguiente:

- $H' = -\sum(Pi * \ln Pi) = -\left(\left(\frac{29}{84}\right) * \ln\left(\frac{29}{84}\right) + \left(\frac{4}{84}\right) * \ln\left(\frac{4}{84}\right) + \left(\frac{32}{84}\right) * \ln\left(\frac{32}{84}\right) + \left(\frac{9}{84}\right) * \ln\left(\frac{9}{84}\right) + \left(\frac{3}{84}\right) * \ln\left(\frac{3}{84}\right) + \left(\frac{4}{84}\right) * \ln\left(\frac{4}{84}\right) + \left(\frac{3}{84}\right) * \ln\left(\frac{3}{84}\right)\right)$ (3.3)
- $H' = -(-0.366 - 0.147 - 0.367 - 0.241 - 0.119 - 0.147 - 0.119)$
- $H' = 1.71$

La parroquia de Santa Rosa (1.97) muestra una diversidad ligeramente superior a la de Bellavista (1.71), lo que sugiere una distribución más equitativa entre el orden de sus especies. Por otro lado, para el cálculo del índice de Simpson se utilizó una fórmula simplificada, utilizando los valores P_i (proporciones de individuos de una especie) calculados en el índice anterior.

$$D = \sum (P_i)^2 \quad (3.2)$$

$$D = (0.276)^2 + (0.250)^2 + (0.267)^2 + (0.095)^2 + (0.034)^2 + (0.026)^2 + (0.009)^2 \\ + (0.009)^2 + (0.034)^2$$

$$D = 0.21 \text{ para Santa Rosa}$$

$$D = \sum (P_i)^2 \quad (3.3)$$

$$D = (0.345)^2 + (0.048)^2 + (0.381)^2 + (0.107)^2 + (0.036)^2 + (0.048)^2 + (0.036)^2$$

$$D = 0.26 \text{ para Bellavista.}$$

El valor de 0.21 sugiere que no hay una especie que domine por gran margen a otra, lo que es un indicativo de una comunidad de insectos en Santa Rosa equilibrada y diversa. Por otro lado, el 0.26 calculado en Bellavista indica una ligera dominancia entre especies del orden Diptera(32), lo que podrían llevar a una menor diversidad general.

La mayor diversidad de especies y menor dominancia calculada en Santa Rosa se justifica a nivel ecológico mediante el análisis del diagnóstico de factores antropogénicos y naturales presentes entre las parroquias, que se describen en la tabla 14.

Tabla 14.

Diagnóstico biofísico de las UPAs muestreadas.

Santa Rosa	Bellavista
------------	------------

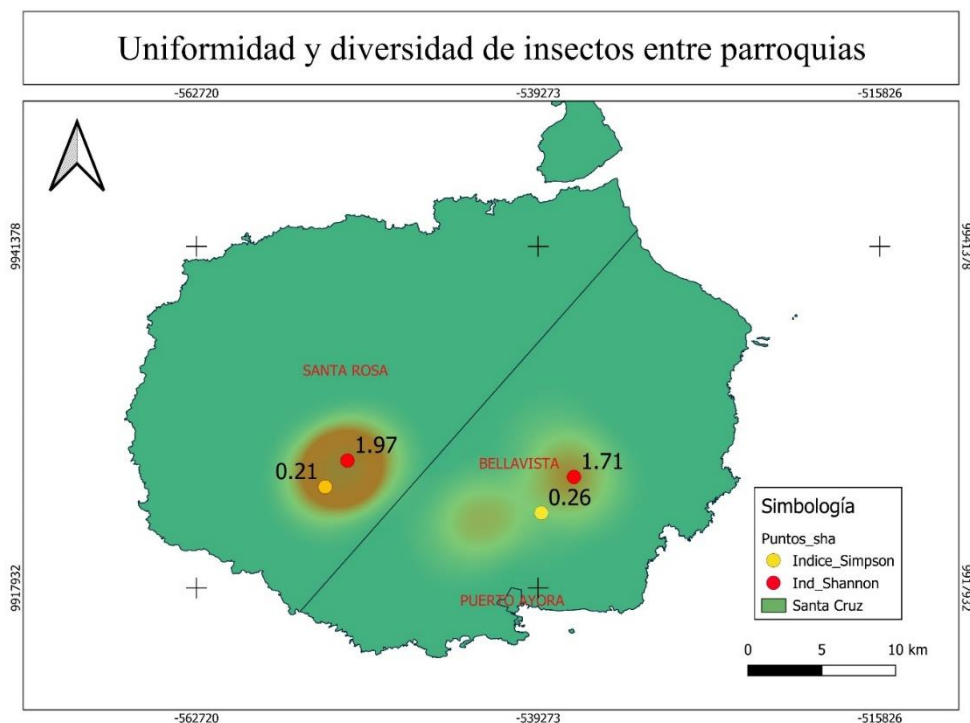
Mayor asociación de especies en invernadero (Hortalizas, crucíferas, verduras de hoja). En el ecosistema a campo abierto (alrededor del invernadero) se identificaron árboles frutales nativos, leñosas perennes, cultivos ciclo corto.	Cerca del 40% de fincas tienen especies en monocultivo, sin mucha diversidad vegetativa alrededor (limpieza de caminos).
Montaje y distribución de trampas amarillas, atrayentes con feromonas, preparaciones insecticidas a base de ají, presencia de hospederos menos deseables para plagas (albahaca, perejil, ají, tabaco).	Prácticas de manejo en el control de plagas y enfermedades con preferencia de agroquímicos.

Nota. Justificación técnica del resultado de índices obtenidos para Santa Rosa y Bellavista, mediante la observación de variables presentes en cada ecosistema y prácticas de manejo locales.

En la figura 33, se representan mediante un mapa de calor elaborado en QGIS los valores de los índices de Shannon y Simpson calculados.

Figura 29.

Mapa de calor sobre diversidad y equilibrio de especies en el área de estudio.



La mayor diversidad y equilibrio entre las familias identificadas en Santa Rosa se remarcen con un color más intenso en comparación a Bellavista. Esto mediante una herramienta de sectorización y mapeo a partir del total de insectos colectados en cada parroquia.

3.9 Manual

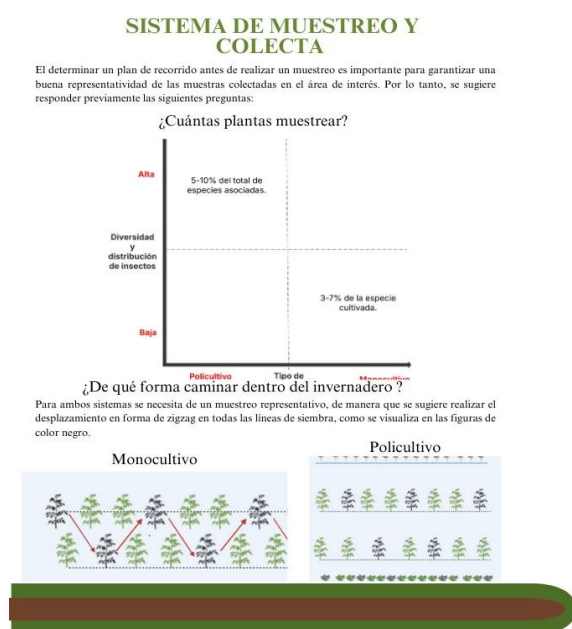
Figura 30.

Portada del manual técnico elaborado como resultado final del proyecto.



Figura 31.

Sistema integral de monitoreo y muestreo para productores.



Nota. Esta información está incluida en el manual técnico, se podrá visualizar escaneando el código QR ubicado en el apartado Anexos.

Figura 32.

Descripción de familias clasificadas como “plagas” en el manual técnico.

FAMILIAS DE INSECTOS PLAGA

Cochinillas harinosas

Hemiptera Pseudococcidae



Hábito alimenticio: Fitófagos (suctionan savia).

Importancia agrícola: Plaga.

Origen: Mayormente introducidas.

Las hembras se caracterizan por su cuerpo blando, plano y ovalado. Se diferencian segmentaciones en todo el cuerpo pero no entre su cabeza, tórax y abdomen. Puede llegar a medir hasta 8.9 mm de longitud, mientras que el macho adulto es muy pequeño y presenta el cuerpo dividido en tagmas, pudiendo ser alado o áptero. En la mayoría de las especies es fácil observar un par de antenas y tres pares de patas. Las hembras presentan cuatro estados biológicos, mientras que los machos cinco (incluyendo el estado adulto). Las ninfas y hembras adultas en su proceso de alimentación inyectan una toxina, transmiten virus o secretan ligamaza (líquido azucarado) que sirve de medio para el establecimiento de hongos sobre la superficie de los órganos atacados. Los síntomas causados son los siguientes: deformaciones de las yemas terminales y axilares, secamiento y caída de flores, frutos pequeños y deformes, los cuales sufren caída por el impacto de las toxinas inyectadas.

Escamas bandera

Hemiptera Orthozoidae

Hábito alimenticio: Fitófagos (suctionan savia).

Importancia agrícola: Plaga.

Origen: Mayormente introducidas.

Las hembras se encuentran cubiertas por filamentos cerosos, provistas del ovicelo cuya longitud puede ser mayor que la del cuerpo y muestran con él, ya que no son sedentarias. La hembra adulta presenta una longitud incluida el ovicelo de aproximadamente 6 mm, completamente cubierta una cera secretada. Blanca erecta y endurecida. Cuerpo generalmente de color amarillo pálido, ovóide corpulento, patas usualmente largas, de apariencia delgada y llevando setas delgadas agudas pero rígidas en toda su área.

Al igual que el resto de familias de escamas o cochinillas, mediante su forma aparato bucal chupador, suctionan la savia del hospedante y son transmisores de patógenos.



Nota. La información restante de las familias identificadas podrá visualizarse escaneando el código QR o abriendo el enlace adjuntado en el apartado Anexos.

La guía de campo se divide en tres partes:

- Sistema integral de monitoreo y muestreo.
- Familias de insectos plaga.
- Familias de insectos benéficos.

CAPÍTULO 4

3.10 Conclusiones y recomendaciones

3.10.1 Conclusiones

Se resalta la importancia de implementar un método de monitoreo y muestreo para la colecta de insectos dentro de invernaderos con un área menor a 500 m² respecto a la densidad de siembra, diversidad y distribución de insectos y, del tipo de agricultura manejada por los productores ya sea esta como asociación de especies (policultivo) o con una sola especie(monocultivo) de aproximadamente 5-10% y 3-7% respectivamente. Para que la colecta sea representativa, el tipo de desplazamiento dentro del invernadero debe ser en zigzag de forma aleatoria procurando realizar el diagnóstico en todas las áreas ocupadas con el o los cultivos.

Los índices de diversidad (1.96) y dominancia (0.21) entre especies de la comunidad de insectos en Santa Rosa, calculados mediante las fórmulas de Shannon -Wiener y Simpson. Sugieren que su entomofauna se encuentra más equilibrada y diversa, mientras que en Bellavista se ve disminuida por una ligera dominancia de familias del orden Díptera. A partir del análisis de resultados, la información descrita mediante la observación y el diagnóstico biofísico se concluye que: la mayor asociación entre cultivos, la no perturbación ecosistémica alrededor de los invernaderos y el empleo de prácticas de control de plagas mediante extractos, trampas engomadas y atrayentes, está directamente relacionado con una mayor sostenibilidad en la parroquia.

De un total de 116 y 84 de insectos colectados en la zona agrícola de Santa Rosa y Bellavista respectivamente, se obtuvo un porcentaje de familias identificadas como plaga del 65% y 35% con hábitos polinizadores, depredadores y descomponedores de materia orgánica clasificadas como benéficas. Esto refuerza la importancia de su adecuado diagnóstico en campo

para que las medidas de control tomadas tanto por productores y técnicos estén direccionadas a la protección y conservación de la diversidad de especies que actúan como controladores u organismos reguladores.

Si bien existen un sin número de daños económicos en actividades agrícolas causadas por insectos, al mismo tiempo, coexisten con otros organismos que son sus enemigos naturales (depredadores o parasitoides). Por ello, la elaboración del manual técnico es una herramienta que cumple con el objetivo de aportar en el proceso del monitoreo e identificación de insectos de importancia agrícola para el productor. La agricultura sostenible ha demostrado ser un importante eje de acción en las Galápagos, ya sea mediante el manejo responsables de los recursos naturales, la protección de sus ecosistemas terrestres y la seguridad alimentaria de su población.

3.10.2 Recomendaciones

Se reconoce que la densidad del cultivo y los factores ambientales influye directamente en la proliferación de organismos perjudiciales para los cultivos. Por lo que, los distanciamientos entre plantas e hilera (cama) debe ser consultada con el técnico local y revisada según las recomendaciones agronómicas de la variedad o híbrido que se seleccione en el caso de hortalizas.

La asociación de cultivos puede involucrar a las solanáceas (tomate, pimiento) con crucíferas (lechuga, col), cucurbitáceas (pepino, sandía, melón) y vegetales de hoja (albahaca, perejil, acelga, ají, tabaco). Esto será una actividad causal para una mayor heterogeneidad en la distribución de insectos, permitiendo un mejor control natural por parte de las familias benéficas y evitando alcanzar el umbral económico de plagas. Otro método para reducir la incidencia incluye la manipulación de fechas de siembra para evitar que los cultivos coincidan con los picos de población de los insectos plaga.

La importancia de realizar este tipo de estudio demuestra que la información recopilada en campo puede ser transformada en una herramienta de difusión directa con los agricultores (guía técnica) y, actualizada constantemente por los organismos gubernamentales y de educación superior para incentivar a pequeños y medianos productores a emplear prácticas de manejo responsables, empezando por un monitoreo y diagnóstico integral de los insectos presentes en sus cultivos.

REFERENCIAS

Área de Conservación Guanacaste. (s.f.). *Sphacelodes vulneraria* (Geometridae). Recuperado de <https://www.acguanacaste.ac.cr/paginas-de-especies/insectos/276-geometridae/4591-i-sphacelodes-vulneraria-i>

BASF. (2024). *Control de plagas y Sostenibilidad - BASF Ecuador*. Basf.com. Recuperado de <https://agriculture.basf.com/ec/es/contenidos-de-agricultura/control-de-plagas-y-sustentabilidad--entender-el-contexto---basf>

Burelo Ramos, C.M. & Cid Martínez, M.A. (2022). *Claves morfológicas: Instrumentos esenciales para el reconocimiento de organismos vivos*. *Kuxulkab'*, 28(61): 33-39, mayo-agosto. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n61.4600>

CONICET. (2021). *Estudio sobre las especies de insectos*. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/217376/CONICET_Digital_Nro.d6bb8387-5c3d-4a0c-afe6-31b43b96fbf1_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y

“Galápagos Species Database”, dataZone. Charles Darwin Foundation, <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/>. Accessed 15 December 2024.

Hortícolas. (2019). *ELIKA Agricultura*. Recuperado de <https://agricultura.elika.eus/sv/plagas-y-enfermedades/hortícolas/>

ICF. (2021). *MANUAL TÉCNICO PARA COLECTA Y CONSERVACIÓN DE INSECTOS*. DEPARTAMENTO DE SALUD Y SANIDAD FORESTAL. Recuperado de <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/GUIA-TECNICA-PARA-COLECTA-Y-PRESERVACION-DE-INSECTOS-V-FINAL.pdf>

Imbaquingo, G. B., Serrano, F., & Vásquez, R. (2019). *Evaluación de los riegos naturales y el nivel de preparación de la comunidad en la isla Santa Cruz, Galápagos.. Revista de Ciencias de Seguridad Y Defensa*, IV(No. 7), 75–106. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/332819994_Analisis_de_las_Amenazas_Naturales_y_el_Grado_de_preparacion_de_la_poblacion_en_la_isla_Santa_CruzGalapagos

Koppert México. (s.f.). *Palomilla dorso de diamante*. Recuperado de <https://www.koppert.mx/plagas-en-plantas/gusanos/palomilla-dorso-de-diamante/>

Loreto-Ruiz, F. (2021). *Impacto en la economía de productores por insectos plagas en los cultivos de hortalizas y frutos*. *Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar*, 4(18). <https://doi.org/10.35381/a.g.v4i6.1673>

MAG. (2020). *BREVE DESCRIPCIÓN ZONA AGRÍCOLA DE GALÁPAGOS*. Recuperado de https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/territoriales/agricola-integral/2018/galapagos/2020/boletin_zonal_galapagos_abril_2020.pdf

María, A. (2023). *Detección de insectos plaga en los cultivos de limón (Citrus aurantifolia Swingle) y maracuyá (Passiflora edulis) en la comuna CerezaL Bellavista – Colonche, Santa Elena.*. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9744/1/UPSE-TIA-2023-0007.pdf>

Luna, J. (2005). *Técnicas de colecta y preservación de insectos*. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 385–408. Recuperado de <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneraInsectorum/GE-0056.pdf>

Ochoa, J. A., & Castañeda, M. (2007). *Comportamiento de las orugas de Sphacelodes vulneraria*. *Revista Mexicana de Biología*, 7(2), 11-20. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200011

Rivera, R. (2024). *Diagnóstico de especies de moscas de la fruta en la zona comprendida entre Milagro y Naranjito, provincia del Guayas*. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SUAREZ%20TUMBACO%20LADY%20GABRIELA.pdf>

Ruiz, A. (2021). *Manejo de las claves Dicotómicas*. *Portal SEAIC*. Recuperado de <https://www.seaic.org/alergia-abejas-y-avispas/vespidos-sociales-en-europa/manejo-de-las-claves-dicotomicas>

SEA - Sociedad Española de Aracnología. (2021). *Estudio sobre la familia Staphylidae en España*. *Boletín de la Sociedad Española de Aracnología*, 45, 41-50. Recuperado de <http://sea-entomologia.org/PDF/BSEA45ARACNO/B45541.pdf>

Sinue, M., & Samuel, P. (2024). *Insectos benéficos, aliados del agricultor*. Umich.mx. Recuperado de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/352-numero-41/648-insectos-beneficos-aliados-del-agricultor.html>

Suárez, L. (2021). *Agricultura y conservación en Galápagos: una sinergia impostergable*. *Bitácora Ambiental*. Recuperado de <https://www.bitacoraec.com/post/agricultura-y-conservaci%C3%B3n-en-gal%C3%A1pagos-una-sinergia-impostergable>

ANEXOS

Anexo 1: Informe preliminar a productores.

Código QR



Enlace: <https://online.visual-paradigm.com/share/book/informe-agricultores-21zjwzpsu7>

Anexo 2: Manual técnico sobre familias de insectos plagas y benéficos.

Código QR



Enlace: <https://online.visual-paradigm.com/share/book/brown-and-white-minimalist-luxury-simple-jewelry-catalog-booklet-1-21zxn7o5ni>