



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**USO DE SENSORES REMOTOS PARA IDENTIFICAR INSECTOS-  
PLAGA ASOCIADOS A *Hylocereus megalanthus* PARA SU  
CONTROL MEDIANTE TÉCNICAS DE PRECISIÓN EN EL  
CANTÓN PALORA**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:** GÉNESIS VANESSA PULISTAR MANOSALVAS

**DIRECTOR:** ING. JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO MSc.

Riobamba – Ecuador

2024

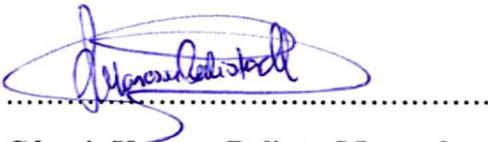
© 2024, Génesis Vanessa Pulistar Manosalvas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Génesis Vanessa Pulistar Manosalvas, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de junio de 2024



**Génesis Vanessa Pulistar Manosalvas**

**040209059-1**

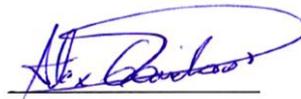
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **USO DE SENSORES REMOTOS PARA IDENTIFICAR INSECTOS-PLAGA ASOCIADOS A *Hylocereus megalanthus* PARA SU CONTROL MEDIANTE TÉCNICAS DE PRECISIÓN EN EL CANTÓN PALORA**, realizado por la señorita: **GÉNESIS VANESSA PULISTAR MANOSALVAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Alex Vinicio Gavilanes Montoya, PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



2024-06-03

Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero, PhD.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-06-03

Ing. Jorge Daniel Córdova Lliquin, MSc.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-06-03

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza en cada paso de este camino. Su infinita sabiduría y amor me han sostenido y dado la perseverancia para alcanzar este logro. A mis padres, cuya dedicación y sacrificio han sido el cimiento de mi educación y crecimiento personal. Su amor incondicional y constante apoyo han sido mi inspiración y motivación para superar cada desafío. A mis hermanos, por su constante ánimo y compañía. Gracias por estar siempre a mi lado, brindándome su amor y comprensión en todo momento. A mi amiga Karelys y compañeros de carrera, quienes compartieron conmigo este camino lleno de aprendizajes, retos y momentos inolvidables. Gracias por su amistad, colaboración y por hacer de esta experiencia algo memorable.

A todos ustedes, mi gratitud eterna.

Vanessa

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por proporcionarme una educación de alta calidad y un entorno académico que fomentó mi crecimiento intelectual y personal. La formación recibida ha sido fundamental para el desarrollo de esta investigación. Agradezco profundamente al proyecto de investigación “Biodiversidad de entomofauna asociada a diferentes localidades naturales y agrícolas del Ecuador” , el cual brindó los recursos y el marco necesarios para llevar a cabo este estudio. Su apoyo fue crucial para la realización de este trabajo. A mi director, Juan Carlos Carrasco, y a mi asesor de tesis, Daniel Córdova, les expreso mi más sincera gratitud por su guía experta, paciencia y dedicación a lo largo de todo el proceso. Sus valiosos comentarios y consejos han sido indispensables para la culminación exitosa de esta tesis. A los técnicos de proyecto que me acompañaron en el proceso, les agradezco por su invaluable ayuda práctica y técnica. Su experiencia y disposición para colaborar hicieron que los aspectos más complejos de la investigación se llevaran a cabo de manera eficiente y efectiva. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por su apoyo y contribuciones. Sin su colaboración, este logro no habría sido posible.

Vanessa

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                              |      |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS.....        | xi   |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....        | xiv  |
| RESUMEN.....                 | xv   |
| ABSTRACT.....                | xvi  |
| INTRODUCCIÓN.....            | 1    |

### CAPÍTULO I

|   |   |
|---|---|
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....         | 2 |
| 1.1. Planteamiento del problema.....      | 2 |
| 1.2. Objetivos.....                       | 2 |
| 1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....      | 2 |
| 1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> ..... | 2 |
| 1.3. Justificación.....                   | 3 |
| 1.4. Hipótesis.....                       | 4 |
| 1.4.1. <i>Hipótesis nula</i> .....        | 4 |
| 1.4.2. <i>Hipótesis alterna</i> .....     | 4 |

### CAPÍTULO II

|  |   |
|--|---|
| 2. MARCO TEÓRICO.....                                      | 5 |
| 2.1. Cultivos de <i>Hylocereus megalanthus</i> .....       | 5 |
| 2.1.1. <i>Origen e historia</i> .....                      | 5 |
| 2.1.2. <i>Morfología y taxonomía</i> .....                 | 5 |
| 2.1.3. <i>La pitahaya en Ecuador</i> .....                 | 6 |
| 2.1.4. <i>Aspectos farmacológicos de la pitahaya</i> ..... | 6 |
| 2.1.5. <i>Propagación de la pitahaya</i> .....             | 7 |
| 2.2. Métodos de propagación de la pitahaya.....            | 7 |
| 2.2.1. <i>Reproducción sexual</i> .....                    | 7 |
| 2.2.2. <i>Reproducción asexual</i> .....                   | 7 |
| 2.3. Entomofauna.....                                      | 7 |
| 2.4. Insectos plaga.....                                   | 8 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.4.1.   | <i>El chinche patón <i>Leptoglossus zonatus</i> (Dallas)</i> .....                | 9  |
| 2.4.2.   | <i>La mosca del botón floral de la pitahaya <i>Dasiops saltans</i></i> .....      | 10 |
| 2.4.2.1. | <i>Daños causados por la mosca del botón floral de la pitahaya amarilla</i> ..... | 12 |
| 2.5.     | <b>Índices de biodiversidad</b> .....   | 12 |
| 2.5.1.   | <i>Índice de dominancia o índice de diversidad de Simpson</i> .....               | 13 |
| 2.5.2.   | <i>Índice de Shannon-Wiener</i> .....   | 13 |
| 2.6.     | <b>Sistemas de precisión</b> .....  | 13 |
| 2.7.     | <b>Técnicas de fotogrametría</b> .....  | 15 |
| 2.7.1.   | <i>Modelo digital del terreno</i> .....   | 16 |
| 2.8.     | <b>Espectro electromagnético</b> .....  | 17 |
| 2.9.     | <b>Cámaras multiespectrales</b> .....   | 17 |
| 2.10.    | <b>NDVI (Diferencia de índice de vegetación normalizada)</b> .....                | 18 |
| 2.11.    | <b>Datos vectoriales</b> .....  | 19 |
| 2.12.    | <b>Datos ráster</b> .....   | 19 |
| 2.13.    | <b>Adquisición de datos</b> .....   | 19 |

### CAPÍTULO III

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.       | <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....  | 20 |
| 3.1.     | <b>Contexto geográfico del cantón Palora</b> .....   | 20 |
| 3.1.1.   | <i>Localidad</i> .....   | 20 |
| 3.1.2.   | <i>Ubicación geográfica</i> .....  | 20 |
| 3.1.2.1. | <i>Límites</i> .....   | 20 |
| 3.1.3.   | <i>Datos generales</i> .....   | 21 |
| 3.1.4.   | <i>Condiciones ambientales</i> .....   | 21 |
| 3.2.     | <b>Materiales y equipos</b> .....  | 21 |
| 3.2.1.   | <i>Materiales de campo</i> .....   | 21 |
| 3.2.2.   | <i>Equipos utilizados en campo</i> .....   | 21 |
| 3.2.3.   | <i>Materiales y equipos de escritorio</i> .....  | 22 |
| 3.2.4.   | <i>Aplicaciones y software</i> .....   | 22 |
| 3.2.5.   | <i>Materiales de laboratorio</i> .....   | 22 |
| 3.2.6.   | <i>Diseño de investigación</i> .....   | 22 |
| 3.3.     | <b>Metodología</b> .....   | 23 |
| 3.3.1.   | <i>Objetivo 1: Identificar las principales sintomatologías causadas por insectos asociadas al cultivo de <i>Hylocereus megalanthus</i></i> ..... | 23 |
| 3.3.1.1. | <i>Salidas de campo</i> .....  | 23 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.3.1.2. | <i>Colecta de insectos plaga</i> .....   | 23 |
| 3.3.1.3. | <i>Recolección de plantas afectadas</i> .....  | 24 |
| 3.3.1.4. | <i>Caracterización de sintomatología en muestras afectadas</i> .....   | 24 |
| 3.3.2.   | <b>Objetivo 2: Caracterizar y analizar la diversidad de insectos asociados al cultivo de <i>Hylocereus megalanthus</i></b> ..... | 24 |
| 3.3.3.   | <b>Objetivo 3: Delimitar zonas de afección a través de sensores remotos en cultivos de <i>Hylocereus megalanthus</i></b> .....   | 24 |
| 3.3.3.1. | <i>Definición de áreas de estudio</i> .....  | 24 |
| 3.3.3.2. | <i>Tipo de muestreo</i> .....  | 25 |
| 3.3.3.3. | <i>Planificación de vuelos fotogramétricos con sensor multiespectral</i> .....   | 25 |
| 3.3.3.4. | <i>Ejecución de vuelos fotogramétricos</i> .....   | 26 |
| 3.3.3.5. | <i>Comprobación terrestre</i> .....  | 26 |
| 3.3.3.6. | <i>Procesamiento de fotos aéreas</i> .....   | 26 |
| 3.3.3.7. | <i>NDVI</i> .....  | 27 |
| 3.3.3.8. | <i>Elaboración de productos cartográficos</i> .....  | 28 |
| 3.3.3.9. | <i>Propuesta de estrategias de control</i> .....   | 28 |

## CAPÍTULO IV

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.     | <b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....  | 29 |
| 4.1.   | <b>Identificar las principales sintomatologías causadas por insectos asociadas al cultivo <i>Hylocereus megalanthus</i></b> ..... | 29 |
| 4.1.1. | <i>El chinche patón <i>Leptoglossus zonatus</i></i> .....   | 29 |
| 4.1.2. | <i>La mosca del botón floral <i>Dasiops saltans Townsend</i></i> .....  | 31 |
| 4.1.3. | <i>Pulgón <i>Rhaphalosiphum padi</i></i> .....  | 32 |
| 4.1.4. | <i>Hormiga carpintera <i>Camponotus festinatus</i></i> .....  | 33 |
| 4.1.5. | <i>Hormiga loca <i>Paratrechina longicornis</i></i> .....   | 34 |
| 4.1.6. | <i>Hormiga de fuego <i>Selenopsis geminata</i></i> .....  | 35 |
| 4.1.7. | <i>Hormiga arriera <i>Atta cephalotes</i></i> .....   | 36 |
| 4.1.8. | <i>Polilla <i>Maracayia chlorisalis</i></i> .....   | 37 |
| 4.1.9. | <i>Cochinilla <i>Paracoccus marginatus</i></i> .....  | 38 |
| 4.2.   | <b>Caracterizar y analizar la diversidad de insectos asociados al cultivo de <i>Hylocereus megalanthus</i></b> .....              | 39 |
| 4.2.1. | <i>Identificación de las especies de manera taxonómica</i> .....  | 39 |
| 4.2.2. | <i>Fichas de identificación</i> .....   | 40 |
| 4.2.3. | <i>Análisis de los índices de biodiversidad</i> .....   | 61 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 4.2.3.1. | <i>Índice de biodiversidad de Simpson</i> .....  | 61 |
| 4.2.3.2. | <i>Índice de biodiversidad de Shannon-Wiener</i> .....   | 63 |
| 4.2.3.3. | <i>Prueba de similitud de Bray Curtis</i> .....  | 64 |
| 4.3.     | <b>Delimitar zonas de afectación a través de sensores remotos en cultivos de <i>Hylocereus megalanthus</i></b> ..... | 65 |
| 4.3.1.   | <i>Definición de área de estudio</i> .....   | 65 |
| 4.3.2.   | <i>Ejecución de vuelos fotogramétricos</i> .....   | 67 |
| 4.3.3.   | <i>Identificación de sintomatología en plantas afectadas</i> .....   | 68 |
| 4.3.3.1. | <i>Colletotrichum spp</i> .....  | 68 |
| 4.3.3.2. | <i>Comparación de fuentes bibliográficas y observación en campo</i> .....  | 70 |
| 4.3.4.   | <i>Determinación de NDVI en cultivo de <i>Hylocereus megalanthus</i></i> .....                                       | 72 |
| 4.3.5.   | <i>Estado de salud del cultivo por rango de NDVI</i> .....   | 73 |
| 4.3.5.1. | <i>Lote A</i> .....  | 73 |
| 4.3.5.2. | <i>Lote B</i> .....  | 75 |
| 4.3.5.3. | <i>Lote C</i> .....  | 76 |
| 4.3.5.4. | <i>Lote D</i> .....  | 77 |
| 4.3.5.5. | <i>Comprobación terrestre</i> .....  | 78 |
| 4.3.5.6. | <i>Análisis</i> .....  | 79 |
| 4.3.6.   | <i>Estrategias de control</i> .....  | 79 |

## CAPÍTULO V

|      |   |    |
|------|---|----|
| 5.   | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | 80 |
| 5.1. | <b>Conclusiones</b> .....                   | 80 |
| 5.2. | <b>Recomendaciones</b> .....                | 81 |

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 2-1:</b> Morfología de la <i>Pitahaya</i> .....  | 5  |
| <b>Tabla 2-2:</b> Taxonomía de la Pitahaya .....  | 6  |
| <b>Tabla 2-3:</b> Taxonomía del chinche patón <i>Leptoglossus zonatus</i> (Dallas) .....                | 9  |
| <b>Tabla 2-4:</b> Taxonomía de la mosca del botón floral de la pitahaya <i>Dasiops saltans</i> Townsend | 10 |
| <b>Tabla 3-1:</b> Categorización de NDVI .....  | 27 |
| <b>Tabla 4-1:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Leptoglossus zonatus</i> .....          | 29 |
| <b>Tabla 4-2:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Dasiops saltans</i> Townsend .....      | 31 |
| <b>Tabla 4-3:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Rhaphalosiphum padi</i> .....           | 32 |
| <b>Tabla 4-4:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Camponotus festinatus</i> .....         | 33 |
| <b>Tabla 4-5:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Paratrechina longicornis</i> .....      | 34 |
| <b>Tabla 4-6:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Selenopsis geminata</i> .....           | 35 |
| <b>Tabla 4-7:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Atta cephalotes</i> .....               | 36 |
| <b>Tabla 4-8:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Maracayia chlorisalis</i> .....         | 37 |
| <b>Tabla 4-9:</b> Descripción de sintomatología generada por <i>Paracoccus marginatus</i> .....         | 38 |
| <b>Tabla 4-10:</b> Identificación taxonómica de los especímenes colectados en campo.....                | 39 |
| <b>Tabla 4-11:</b> Género <i>Conura</i> .....   | 40 |
| <b>Tabla 4-12:</b> Género <i>Toxomerus</i> .....  | 41 |
| <b>Tabla 4-13:</b> Género <i>Acrotaphus</i> .....   | 42 |
| <b>Tabla 4-14:</b> Género <i>Stictocephala</i> .....  | 43 |
| <b>Tabla 4-15:</b> Género <i>Trigona</i> .....  | 44 |
| <b>Tabla 4-16:</b> Género <i>Meliscaeva</i> .....   | 45 |
| <b>Tabla 4-17:</b> Género <i>Stomoxys</i> .....   | 46 |
| <b>Tabla 4-18:</b> Género <i>Mormidea</i> .....   | 47 |
| <b>Tabla 4-19:</b> Género <i>Zulia</i> .....  | 48 |
| <b>Tabla 4-20:</b> Género <i>Paranapiacaba</i> .....  | 49 |
| <b>Tabla 4-21:</b> Género <i>Phymata</i> .....  | 50 |
| <b>Tabla 4-22:</b> Género <i>Omophoita</i> .....  | 51 |
| <b>Tabla 4-23:</b> Género <i>Scolecocampa</i> .....   | 52 |
| <b>Tabla 4-24:</b> Género <i>Ricolla</i> .....  | 53 |
| <b>Tabla 4-25:</b> Género <i>Conocephalus</i> .....   | 54 |
| <b>Tabla 4-26:</b> Género <i>Atta</i> .....   | 55 |
| <b>Tabla 4-27:</b> Género <i>Camponotus</i> .....   | 56 |
| <b>Tabla 4-28:</b> Género <i>Colpolopha</i> .....   | 57 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 4-29:</b> Género <i>Synoeca</i> .....                    | 58 |
| <b>Tabla 4-30:</b> Género <i>Xylocopa</i> .....                   | 59 |
| <b>Tabla 4-31:</b> Género <i>Conocephalus</i> .....               | 60 |
| <b>Tabla 4-32:</b> Índice de Simpson .....                        | 62 |
| <b>Tabla 4-33:</b> Índice de Shannon .....                        | 63 |
| <b>Tabla 4-34:</b> Descripción de <i>Colletotrichum spp</i> ..... | 69 |
| <b>Tabla 4-35:</b> Rango de NDVI.....                             | 73 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| <b>Ilustración 2-1:</b> Izquierda. <i>Leptoglossus zonatus</i> (Dallas). Derecha. Síntomas de clorosis en cladodios de pitahaya amarilla causado por <i>L. zonatus</i> . | 8  |
| <b>Ilustración 2-2:</b> <i>Fusarium sp.</i> y <i>L. zonatus</i> .  | 10 |
| <b>Ilustración 2-3:</b> Mosca del botón floral de la pitahaya amarilla, <i>D. saltans</i> .  | 11 |
| <b>Ilustración 2-4:</b> Izquierda; Larva del tercer instar de <i>Neosilba sp.</i> Derecha.   | 11 |
| <b>Ilustración 2-5:</b> Etapas o procesos para el control de plagas  | 14 |
| <b>Ilustración 2-6:</b> Dron   | 15 |
| <b>Ilustración 2-7:</b> Rango del espectro electromagnético  | 17 |
| <b>Ilustración 3-1:</b> Ubicación geográfica del cantón Palora   | 20 |
| <b>Ilustración 3-2:</b> Proceso de colecta de insectos   | 23 |
| <b>Ilustración 3-3:</b> Método de planificación de vuelos fotogramétricos  | 25 |
| <b>Ilustración 3-4:</b> Ejecución de vuelos fotogramétricos  | 26 |
| <b>Ilustración 3-5:</b> Método de procesamiento de fotos aéreas  | 27 |
| <b>Ilustración 4-1:</b> Cladograma de similitud de Bray Curtis   | 64 |
| <b>Ilustración 4-2:</b> Lotes digitalizados: A. Sector Los Lirios. B. Finca San Jorge. C. Sector Los Laureles. D. Finca Diamond Fruits.                                  | 66 |
| <b>Ilustración 4-3:</b> Área de vuelo: A. Sector Los Lirios. B. Finca San Jorge. C.  | 67 |
| <b>Ilustración 4-4:</b> NDVI y MDE   | 68 |
| <b>Ilustración 4-5:</b> Plantas con decoloración   | 71 |
| <b>Ilustración 4-6:</b> Tallos con presencia de polvo blanco y desprendimientos  | 71 |
| <b>Ilustración 4-7:</b> Presencia de círculos irregulares negros y hundimientos  | 71 |
| <b>Ilustración 4-8:</b> Putrefacción de tallos y frutos  | 71 |
| <b>Ilustración 4-9:</b> NDVI valor inicial   | 72 |
| <b>Ilustración 4-10:</b> NDVI reclasificado Lote A   | 74 |
| <b>Ilustración 4-11:</b> NDVI reclasificado porcentaje Lote A  | 74 |
| <b>Ilustración 4-12:</b> NDVI reclasificado Lote B   | 75 |
| <b>Ilustración 4-13:</b> NDVI reclasificado porcentaje Lote B  | 75 |
| <b>Ilustración 4-14:</b> NDVI reclasificado Lote C   | 76 |
| <b>Ilustración 4-15:</b> NDVI reclasificado porcentaje Lote C  | 76 |
| <b>Ilustración 4-16:</b> NDVI reclasificado Lote D   | 77 |
| <b>Ilustración 4-17:</b> NDVI reclasificado porcentaje Lote D  | 77 |
| <b>Ilustración 4-18:</b> Mapa de ubicación de plantas enfermas   | 78 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A: CULTIVO DE PITAHAYA**

**ANEXO B: PLANTA AFECTADA**

**ANEXO C: USO DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO**

**ANEXO D: TOMA DE PUNTOS GEORREFERENCIADOS**

## RESUMEN

La producción de pitahaya amarilla se ha convertido en un producto frutícola de elevado valor comercial en el Ecuador en los últimos años. En el cantón Palora localizado en la provincia de Morona Santiago, la mayoría de los habitantes se dedican al cultivo de pitahaya, siendo uno de los mayores productores de esta fruta en el país. No obstante, enfrenta problemas significativos debido al uso indiscriminado de agroquímicos para el control de plagas, lo que resulta en la contaminación del agua y suelo, y en pérdidas económicas para los agricultores. El objetivo es emplear sensores remotos para la identificación de insectos-plaga asociados a *Hylocereus megalanthus* para su control usando técnicas de precisión. La metodología se basó en un diseño documental y levantamiento de información, realizando salidas de campo en las localidades Los Lirios, Numbaime, Los Laureles y Sangay del cantón Palora para identificar zonas afectadas por agentes que causan sintomatología en los cultivos. Se procesaron mediante el software Agisoft Metashape Professional imágenes aéreas obtenidas mediante un dron para posteriormente calcular el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que identificó y mapeó áreas afectadas en los cultivos. Los resultados permitieron identificar la diversidad de los insectos asociados al cultivo de pitahaya, por medio de una cámara multiespectral se determinó el estado de salud de los cultivos a través de las variaciones de colores en las zonas afectadas por organismos nocivos. En conclusión, la agricultura de precisión es fundamental para el control de plagas en la pitahaya amarilla. La implementación de sensores remotos y técnicas de precisión permite caracterizar los cultivos, el suelo y los factores climáticos para aplicar el tratamiento adecuado de manera localizada, evitando el uso excesivo de agroquímicos.

**Palabras clave:** PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*), SENSORES REMOTOS, AGRICULTURA, PRECISIÓN, SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA, PLAGAS, AGROQUÍMICOS, CULTIVOS.

0750-DBRA-UPT-2024



## **ABSTRACT**

The objective is to use remote sensing to identify insect-pests associated with *Hylocereus megalanthus* for their control using precision techniques. The methodology was based on a documentary design and information gathering, carrying out field trips in Los Lirios, Numbaime, Los Laureles and Sangay in Palora canton, Morona Santiago province, in order to identify areas affected by agents that cause symptomatology in crops. Aerial images obtained from a drone were processed using Agisoft Metashape Professional software to subsequently calculate the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), which identified and mapped affected areas in the crops. The results made it possible to identify the diversity of insects associated with the pitahaya crop, and a multispectral camera was used to determine the state of health of the crops through color variations in the areas affected by harmful organisms. To sum up, precision agriculture is fundamental for pest control in pitahaya amarilla. However, the implementation of remote sensing and precision techniques allows the characterization of crops, soil and climatic factors to apply the appropriate treatment, avoiding the excessive use of agrochemicals.

**Keywords:** PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*), REMOTE SENSORS, AGRICULTURE, PRECISION, AGRICULTURAL SUSTAINABILITY, PESTS, AGROCHEMICALS, CROPS.



Msc. Cristina Chamorro O.

DOCENTE INGLES

0604237172

## INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) según Diéguez, et al. (2020: p.111) se encuentra principalmente en zonas subtropicales y amazónicas; en los últimos años, se ha convertido en un producto frutícola de alto valor comercial en el Ecuador, emergiendo como uno de los principales productores de pitahaya al igual que Colombia e Israel. En la provincia amazónica de Morona Santiago, concretamente en el cantón Palora, en su mayoría los habitantes se dedican al cultivo de pitahaya o también conocida como la fruta dragón, siendo los mayores productores de esta fruta en el país permitiendo que la actividad se convierta en la principal fuente generadora de empleo e ingresos económicos para el cantón, aproximadamente a partir del año 2019 se ha visto la expansión de estos cultivos por las zonas, reduciendo al mismo tiempo los espacios ocupados por bosques, señala un informe de la fundación Ecociencia y el proyecto MAAP (Monitoring of the Andean Amazon) (Redacción Primicias, 2023). La zona de estudio del presente proyecto de investigación es una de las zonas con grandes exportaciones de pitahaya, por lo cual se encuentra en un constante monitoreo de los cultivos y productos.

Según datos presentados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2019, en el cantón Palora existen 1.500 hectáreas dedicadas al cultivo de pitahaya, de ellas 700 están actualmente en producción; Además, se estima que cerca de 650 productores están inmersos en esta actividad (Ministerio de agricultura y ganadería, 2019). Sin embargo, a pesar de ser la principal fuente de ingresos para los productores de la zona, se presentan dificultades en el proceso de cultivo de acuerdo con los involucrados del sector, como la presencia de enfermedades y patógenos como ciertos insectos-plaga que afectan los ciclos productivos de esta especie, generando pérdidas económicas y obligando a los productores a implementar prácticas agrícolas no adecuadas y sobre todo que atentan contra el ambiente.

Las técnicas de precisión permiten caracterizar los cultivos, el suelo y los factores climáticos para aplicar el tratamiento ideal en los lugares afectados y el momento justo, trata de actuar exactamente donde es necesario, evitando aplicar productos tóxicos en lugares donde no es necesario, además de ser técnicas más exactas y sostenibles (BBVA, 2023).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

El uso indiscriminado de agroquímicos por presencia de plagas dificulta los procesos de exportación de *Hylocereus megalanthus*, ocasionando pérdidas económicas para los productores y exportadores, sumado a esto la degradación del recurso suelo y contaminación de las fuentes hídricas subterráneas y superficiales cercanas. La implementación de sensores remotos en cultivos de pitahaya permite tener un constante y certero control y monitoreo de su desarrollo, pudiendo evitar y controlar los existentes y posibles insectos plagas que podrían alterar la producción, creando diversos beneficios para los productores, como la reducción de recursos, ambientales y económicos, y la disminución de contaminantes químicos para el ambiente.

La falta de conocimiento sobre la existencia y el uso de técnicas de precisión que se encuentran en la actualidad no permiten aprovechar las potencialidades de vehículos aéreos no tripulados (VANT) para la producción agrícola sostenible, el ahorro de recursos económicos, incremento de utilidades y sobre todo la conservación de los recursos naturales asociados a la producción de la pitahaya.

#### 1.2. Objetivos

##### 1.2.1. *Objetivo general*

Emplear sensores remotos para la identificación de insectos-plaga asociados a *Hylocereus megalanthus* para su control usando técnicas de precisión.

##### 1.2.2. *Objetivos específicos*

- Identificar las principales sintomatologías causadas por insectos asociadas al cultivo *Hylocereus megalanthus*.
- Caracterizar y analizar la diversidad de insectos asociados al cultivo de *Hylocereus megalanthus*.
- Delimitar zonas de afectación a través de sensores remotos en cultivos de *Hylocereus megalanthus* y plantear estrategias de control.

### **1.3. Justificación**

En el cantón Palora, la principal fuente de ingresos radica en la producción y exportación de *Hylocereus megalanthus*, donde los productores tienen como meta primordial garantizar una producción ágil que cumpla rigurosamente con los estándares de calidad del producto para su exportación, sin tomar en cuenta en ocasiones los métodos no sostenibles que emplean en las diferentes etapas del cultivo, como es el uso de agroquímicos u otras sustancias químicas.

(Diéguez, et al., 2020: p.115)

A largo plazo el uso de estos agroquímicos afecta el recurso suelo e hídrico, según el Ministerio de agricultura y ganadería (2019), causando degradación y contaminación en los mismos, lo que ocasiona una infertilidad en el suelo y motiva a los productores a cambiar de áreas de cultivo cuando se presentan estas afectaciones, también incentiva al uso de agroquímicos más fuertes o en mayor concentración debido a la resistencia que se genera en los organismos que dañan a los cultivos.

La implementación de técnicas de precisión permite un control y monitoreo en las diferentes etapas del cultivo, de acuerdo con Castro (2016), lo que ayuda a la detección de sintomatologías o enfermedades en una etapa temprana de desarrollo de la planta y en las zonas que realmente se encuentran afectadas, colocando de manera correcta y específica los tratamientos requeridos según sea la necesidad.

Así, se puede intuir que las técnicas de precisión al reconocer áreas no saludables específicas permiten producir de forma sostenible, reduciendo contaminantes, costos de producción e insumos, debido a que únicamente se emplea tratamientos en el área requerida más no en todo el cultivo.

## **1.4. Hipótesis**

### ***1.4.1. Hipótesis nula***

Los sensores remotos no permiten identificar sintomatologías causadas por insectos plaga asociados a *Hylocereus megalanthus*.

### ***1.4.2. Hipótesis alterna***

Los sensores remotos permiten identificar sintomatologías causadas por insectos plaga asociados a *Hylocereus megalanthus*.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Cultivos de *Hylocereus megalanthus*

##### 2.1.1. Origen e historia

La *Hylocereus megalanthus* pitaya, o pitahaya como comúnmente se le llama, es una fruta exótica originaria de México y cultivada en Taiwán, el sur de China, Israel, Tailandia, Australia y algunos países tropicales y subtropicales como Estados Unidos, Malasia y América del Sur (Verona et al., 2020, p.13). Esta planta ha generado interés comercial a nivel nacional e internacional y es ampliamente conocida en agricultura o investigación por su valor nutricional y efectos farmacológicos (Corella y Solís, 2023, p.3).

##### 2.1.2. Morfología y taxonomía

**Tabla 2-1:** Morfología de la *Pitahaya*

| Ítem  | Descripción  |
|-------|--|
| Raíz  | Las raíces primarias suelen ubicarse en la superficie y tienen una función de absorción, mientras que las raíces secundarias aéreas tienen una función de soporte.                           |
| Tallo | Muchas ramas, verdes, con tres lados, pequeños agujeros en los bordes y espinas, que se consideran hojas modificadas; acondicionadoras de agua.  |
| Flor  | Hermafrodita, grande (15-30 cm de largo), blanca, amarillenta o rosada. Se abren a la luz de la luna por la noche; algunas especies requieren polinización cruzada, aunque se auto fecundan. |
| Fruto | La piel es amarilla, gruesa y espinosa; la pulpa es traslúcida y contiene una gran cantidad de semillas negras; forma ovalada, de unos 6-12 cm de diámetro.                                  |

Fuente: (Ortega, 2020, pág. 20).

**Tabla 2-2:** Taxonomía de la Pitahaya

| Ítem         | Descripción                        |
|--------------|------------------------------------|
| Familia      | Cactaceae                          |
| Género       | <i>Hylocereus</i>                  |
| Especie      | <i>H. megalanthus</i>              |
| Nombre común | Pitahaya, Pitaya, Fruta del dragón |

Fuente: (Ortega, 2020, pág.21).

### 2.1.3. *La pitahaya en Ecuador*

Este cultivo está adquiriendo cada vez más importancia en el Ecuador debido a que es un cultivo no tradicional con un alto potencial exportador; ampliamente reconocido en el mercado nacional e internacional por su excelente sabor, apariencia, calidad y propiedades nutricionales de frutas tropicales; la zona de cultivo de pitahaya en el Ecuador es alrededor de 1.528 hectáreas, con un rendimiento promedio de alrededor de 7,6 toneladas por hectárea; la producción de pitahaya amarilla se concentra en la provincia de Santiago de Morón, la provincia de Pichincha, la provincia de Santa Elena y la región amazónica, así como en varias provincias costeras (Córdova, 2022, pp.1-2).

Ecuador es rico en pitahayas rojas y amarillas, que son hermosas en apariencia, con piel y espinas amarillas, y pulpa blanca con semillas negras fragantes; las pitahayas rojas se cultivan principalmente en México, Nicaragua y Vietnam; tienen brácteas en lugar de espinas y la pulpa es de color blanco o rosado (según variedad), con pequeñas semillas negras (Vargas et al. 2020, p.20).

### 2.1.4. *Aspectos farmacológicos de la pitahaya*

La fruta del dragón o pitahaya se caracteriza por un bajo contenido calórico y un escaso aporte de valor nutricional; se puede combinar con otras frutas para aumentar el valor nutricional del alimento; es apto para uso directo en niños, adolescentes, adultos, deportistas, mujeres embarazadas o lactantes y personas mayores; contiene vitamina C, que es necesaria para quienes tienen más deficiencia de estas vitaminas, es decir, quienes no toleran los cítricos, pimientos u otras verduras, que son casi las únicas fuentes de vitamina C, y los requerimientos dietéticos para el crecimiento de este fruto (Chariguamán, 2023, p.29).

### **2.1.5. Propagación de la pitahaya**

El cultivo de pitahaya se considera un cultivo muy importante para impulsar la economía local en todo el mundo debido a sus beneficios para la salud; se reproduce de dos formas: mediante semillas de plantas (sexualmente) o asexualmente (asexualmente); en el proceso de propagación de semillas, está claro que esto no es recomendable porque vender el producto en los mercados de exportación es un proceso lento que demora al menos 7 años (Vargas, 2023, p.4).

## **2.2. Métodos de propagación de la pitahaya**

### **2.2.1. Reproducción sexual**

La reproducción sexual se produce mediante semillas, que son distribuidas comercialmente por aves y otros animales; no se recomienda la propagación sexual porque las plantas requieren demasiados cuidados en la etapa de trasplante, que tarda de cuatro a siete años en crecer, llegan a la etapa reproductiva, pero esta forma de reproducción es muy utilizada en la investigación científica (Ortiz, 2022, p.23).

### **2.2.2. Reproducción asexual**

Esta propagación es una técnica que utiliza tallos como método de propagación de plantas; a partir de los 2 años, se colocan en condiciones adecuadas para producir directamente plantas idénticas a sus padres y similares en capacidad de formar un sistema radicular mediante tallos, factores endógenos y exógenos (Ortiz, 2022, p.24).

## **2.3. Entomofauna**

La entomofauna es un grupo de animales formado por insectos y otros artrópodos; la entomología es la encargada de su estudio y clasificación (López et al. 2017, p. 184). La fauna de insectos es un factor determinante en la productividad agrícola; su presencia o ausencia puede suponer un daño directo e indirecto a las plantas o, por el contrario, tener un efecto positivo (Avata et al. 2022, p.54).

## 2.4. Insectos plaga

Nombre "Plaga" originalmente especificado es esta propagación animales dañinos, generalmente insectos, entre los cuales destruyen regularmente con cultivos y plantación (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2012).

Existen pocos estudios sobre las plagas de la pitahaya, existen dos plagas principales: la chinche *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: *Coreidae*) y la mosca de las yemas de la pitahaya *Dasiops saltans* Townsend (Diptera: *Lonchaeidae*), además existen aproximadamente 27 plagas ocasionales (23 insectos, 1 ácaro, 1 ave y 2 moluscos) (Kondo et al., 2013).



**Ilustración 2-1:** Izquierda. *Leptoglossus zonatus* (Dallas). Derecha. Síntomas de clorosis en cladodios de pitahaya amarilla causado por *L. zonatus*.

**Fuente:** (Kondo et al., 2013).

Luego de la etapa de enraizamiento, cuando el cultivo arraiga en el campo, comienza el desarrollo vegetativo; durante esta etapa de crecimiento, cuando los brotes superan los 40 cm de longitud, son dañados por los escarabajos *Trachyderes Interruptus Dupont* (Coleoptera: *Cerambycidae*) y *Gymnetis sp.* (Coleoptera: *Scarabaeidae*); el período de floración de la pitahaya amarilla dura un promedio de 7 a 8 semanas, dependiendo de la altitud del cultivo; los botones florales crecen exponencialmente, creciendo lentamente durante las primeras dos a tres semanas, etapa en la que aumenta su tamaño; varía de 0,5 a 3,0 cm, luego crece rápidamente, alcanzando un tamaño de entre 60 y 70 cm en la floración (Kondo et al., 2013).

Las primeras 4 semanas son la etapa de ataque de la chinche *Leptoglossus zonatus*, el daño al botón floral es causado por adultos y ninfas de *L. zonatus* de diferentes edades, entre la tercera y séptima semana es atacado por la mosca de la yema *Dasiops saltans*, atacada ocasionalmente por otros dos loncheidos, identificados como *Lonchaea longicornis* Willinston y *Neosilba batesi*

*Curran*; unos días antes de la floración, las flores son atacadas por la "abeja cortadora" *Trigona* *sp.* (Hymenoptera: Apidae: *Meliponinae*) (Kondo et al., 2013).

Las hormigas saltadoras (*Atta cephalotes*) atacan las partes vegetativas de las plantas, así como los botones florales y los frutos; en general, las plagas no ocurren durante el período de llenado del grano; también se deben podar las ramas muy largas, ya que estas ramas permiten que las babosas y caracoles trepen al fruto y lo rasquen con sus raíces dentales, dañando así la piel del fruto y por lo tanto reduciendo la comerciabilidad del fruto; cuando el fruto está lleno y de color amarillo verdoso, en algunas zonas se producen ataques de loros o periquitos verdes; la base o el cuello de las plantas de pitahaya amarilla siempre son atacados por hormigas bravas (*Solenopsis sp.*) (Kondo et al., 2013).

#### 2.4.1. El chinche patón *Leptoglossus zonatus* (Dallas)

**Tabla 2-3:** Taxonomía del chinche patón *Leptoglossus zonatus* (Dallas)

| Taxonomía    |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| Nombre común | Chinche patón                        |
| Clase        | Insecta                              |
| Orden        | Hemiptera                            |
| Familia      | <i>Coreidae</i>                      |
| Género       | <i>Leptoglossus</i> Guérin-Méneville |
| Especie      | <i>Leptoglossus zonatus</i> (Dallas) |

Fuente: (Kondo et al., 2013: p.65).

El chinche patón *Leptoglossus zonatus* ataca dentro de las primeras cuatro semanas después de la aparición de los botones florales; la pitahaya no es un huésped preferido para *L. zonatus* y pueden ocurrir daños cuando las parcelas de pitahaya están cerca cultivos de cucurbitáceas.

(Kondo et al., 2013: pp.65-67)



**Ilustración 2-2:** *Fusarium sp.* y *L. zonatus*.

Fuente: (Kondo et al., 2013: p.66).

#### 2.4.2. La mosca del botón floral de la pitahaya *Dasiops saltans*

**Tabla 2-4:** Taxonomía de la mosca del botón floral de la pitahaya *Dasiops saltans* Townsend

| <b>Taxonomía</b>    |   |
|---------------------|---|
| <b>Nombre común</b> | <b>Mosca del botón floral de la pitahaya amarilla</b> |
| Clase               | Insecta   |
| Orden               | Díptera   |
| Familia             | <i>Lonchaeidae</i>                                    |
| Género              | <i>Dasiops rondani</i>                                |
| Especie             | <i>Dasiops saltans</i> Townsend                       |

Fuente: (López, 2022).

La pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) es una fruta con excelentes prestaciones, Tropical es ampliamente reconocida en el mercado europeo sabor y textura suave; para los fabricantes, se trata de una fruta con las siguientes características: enorme potencial económico, demanda continua y precios muy atractivos, Colombia es el mayor exportador

mundial de pitahaya amarilla; a la hora de exportar esta fruta, es muy importante reducir el nivel de oligoelementos; pesticidas que utilizan planes de manejo alternativos para brindar soluciones Principales problemas entomológicos y fitopatológicos (López, 2022).

La mosca de las yemas (*Dasiops saltans*) es un problema fitosanitario muy importante, provocando pérdidas de floración del 40 al 80%, en el municipio de Fusagasouga (Cundinamarca), las parcelas con mayor floración tuvieron el mayor índice de pérdida de yemas florales (López, 2022).



**Ilustración 2-3:** Mosca del botón floral de la pitahaya amarilla, *D. saltans*.

**Fuente:** (López, 2022, pág. 19).

Entre los problemas entomológicos destaca la mosca de la pitahaya *D. saltans*, la llamada mosca de la fruta es el insecto que causa mayores daños a los frutos cultivados en el mundo, está compuesta por diez familias de la familia *Tephritidae*, de las cuales sólo la familia *Tephritidae* y *Tephritidae* son conocidas como plagas de árboles frutales (López, 2022, p.19).



**Ilustración 2-4:** Izquierda; Larva del tercer instar de *Neosilba sp.* Derecha.

Moscas adultas.

**Fuente:** (López, 2022, pág. 19).

#### 2.4.2.1. Daños causados por la mosca del botón floral de la pitahaya amarilla

Las hembras adultas de este insecto ponen huevos dentro de los botones florales de las pitahayas amarillas; después de la eclosión, las larvas comienzan a alimentarse de la estructura interna, causando que se descomponga; una vez que se completa el desarrollo, las larvas hacen un agujero para una salida antes de caer al suelo y comenzar la etapa de pupa; se pueden encontrar múltiples etapas de larvas en el mismo capullo de flor (López, 2022, p. 19).

Los botones florales sanos de la pitahaya amarilla son verdes, mientras que los botones atacados por *D. saltans* son de color rojo claro, lo que puede ser la respuesta fisiológica de la planta al estrés; los botones atacados por *D. saltans* se diferencian de los afectados por otros factores porque se caen del tallo fácilmente y tienen una textura dura; los botones florales afectados por otros factores son difíciles de caer del tallo, y los botones florales atacados por patógenos como *Fusarium* son difíciles de caer del tallo. Suelen ser de color amarillo pálido y tener una textura esponjosa (Campos, 2020).

## 2.5. Índices de biodiversidad

La diversidad biológica o biodiversidad se refiere a la gran variedad de seres vivos que abarca los diversos ecosistemas como acuáticos, terrestres, entre otros, que existen a nivel mundial; el término integra no sólo las diversas escalas temporales, espaciales y del sistema biológico sino también las funciones y procesos que realizan los seres vivos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

El concepto de biodiversidad hace énfasis en comprender dos términos básicos, lo que es especie y comunidad; el concepto de especie integra la agrupación de organismos diferentes y con linaje fértil, mientras que comunidad es el grupo de especies que viven en un lugar, por lo que se identifica si existen individuos de la misma o diferente especie (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

El estudio de la diversidad en algún ecosistema se basa en observar en que todas las zonas la cantidad de especies no son las mismas, y que en cada sitio se diferencia por la abundancia y riqueza de organismos vivos o especies vegetales; existen maneras de medir esta diversidad, una de ellas, es el conteo de especies que hay en un área determinada (Balsega y Gómez, 2019).

El índice de diversidad es una medida y hace relación entre el número de especies y la distribución de los individuos; existe diversos métodos para determinar la riqueza de una zona, pero los más conocidos son (Balsega y Gómez, 2019).

### 2.5.1. Índice de dominancia o índice de diversidad de Simpson

Indica la riqueza de una comunidad de acuerdo con Balsega y Gómez (2019).

$$D = \sum \frac{(n_i^2 - n_i)}{(N^2 - N)}$$

D: Índice de dominancia

$n_i$ : Número de individuos de la misma especie

N: Número total de individuos de la muestra

### 2.5.2. Índice de Shannon-Wiener

Determina la abundancia de las especies bajo la teoría de que fueron muestreadas al azar (Balsega y Gómez, 2019).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$
$$\sum p_i = 1$$

H': Índice de Shannon Wiener

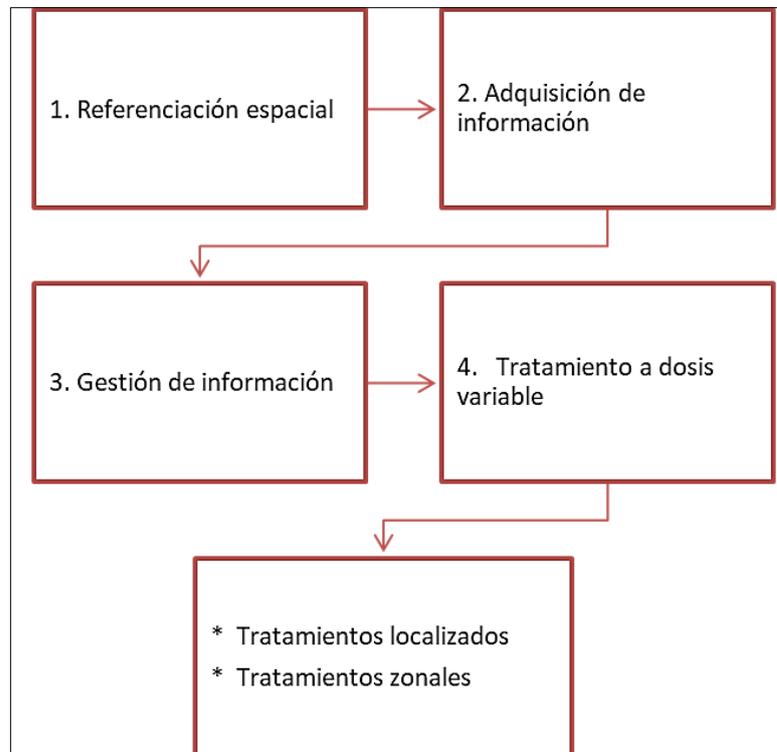
$p_i$ : Abundancia de la especie

S: Número total de especies

## 2.6. Sistemas de precisión

La agricultura de precisión es una técnica que permite evaluar y brindar un seguimiento a la variación espacio temporal del terreno y el cultivo; además, por medio de esta técnica se puede obtener ciertos datos para el análisis; la implementación de estrategias para la detección de plagas y enfermedades ha evolucionado en los últimos años, por lo que se desarrolla la aplicación con sensores remotos o inalámbricos, y de esta manera se realiza la evaluación de métodos para el control de plagas que se aparecen en los cultivos (Sántillan y Rentería Rodríguez, 2018).

En la aplicación de los sistemas de precisión existen etapas en las que se pueden aplicar tratamientos para el control de plagas, de lo que se muestra a continuación:



**Ilustración 2-5:** Etapas o procesos para el control de plagas

Realizado por: Pulistar G., 2024.

Existen tratamientos fitosanitarios de precisión, que son considerados casos de éxitos, que se denomina a continuación:

- Spot spraying: Que es un instrumento que ha sido demostrado por las cámaras de visión para el tratamiento de herbicidas (Planas de Martí, 2018).
- Control individual de boquillas: Constituyen un sistema de control individual de boquillas que están adheridas a un equipo de barra (Planas de Martí, 2018).
- Laser LIDAR: Se considera las plantaciones frutales y viñedos.; en estos trabajos se ha desarrollado un tipo de valor de superficie foliar para calcular el volumen de caldo y dosis (Planas de Martí, 2018).
- Tratamiento mediante dron: Se trata de sitios que se encuentran portados por personas para algunos tratamientos fitosanitarios y que se aplican mediante aparatos embarcados; esta técnica puede brindar ciertos beneficios como la seguridad, capacidad de operar y la

comodidad, además de la facilidad de operar en suelos con pendientes y alturas; otro beneficio es la capacidad de volar bajo hasta aproximarse al objetivo.

Se puede cambiar operaciones como georreferenciación, aplicación y detección en conjunto con el manejo y la manipulación de este tipo de vehículo autónomo; este artefacto se desarrolla de gran utilidad para la aplicación de tratamientos localizados y zonales (Planas de Martí, 2018).



**Ilustración 2-6: Dron**

**Fuente:** Planas de Martí, 2018.

## **2.7. Técnicas de fotogrametría**

La fotogrametría es la indicada en marcar una relación geométrica entre el espacio y el objeto esta puede ser 2D y 3D esto quiere decir que se captan exactamente todas las especificaciones de la toma, es así que existen varias técnicas de fotogrametría; la fotogrametría es una técnica que su objetivo como se encuentra en el párrafo anterior es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objetivo utilizado varias fotografías creando un sistema de información a distancia para analizar diferentes fotografías, utilizando técnicas de percepción remota y las de fotointerpretación (Castro, 2016).

Existen diferentes tipos de fotogrametrías, la terrestre es la fotogrametría que se toma paralela o adyacente a la corteza terrestre y la aérea que se la obtiene mediante dispositivos aéreos de esta última se desprende la analítica, analógica y digital; su finalidad en la gran parte de los tipos es la de descubrir cosas nuevas mediante imágenes aéreas de modelos definidos y de varios puntos de percepción (Castro, 2016).

### 2.7.1. *Modelo digital del terreno*

Uno de los elementos fundamentales de cualquier representación digital de la superficie de la Tierra es el Modelo Digital del Terreno (MTD); estos forman la base de diversas aplicaciones en diferentes tipos de ciencias de la tierra, ambientales y de ingeniería; un MDT es una colección de capas ráster que representan diferentes características; la superficie de la Tierra se deriva de una capa de elevación llamada modelo de elevación digital (MDE); aunque algunas definiciones incluyen casi todas las variables cuantitativas del MDT; regionalización, en este caso es mejor limitar el MDT a un conjunto de clases derivadas del MDE; el análisis visual del modelo le permite evaluar exhaustivamente su calidad, especialmente si este es un DEM de alta resolución; la imagen 3D del modelo se puede comparar con una fotografía (o viven en el campo) y tratan de detectar anomalías; la visualización de los mapas resultantes (pendiente y dirección) es útil para detectar errores de distribución en curvas de nivel digitalizadas y un marcado de contornos inexacto dará como resultado valores de pendiente inusualmente altos que se destacarán gracias al simple análisis visual (Olaya, 2004).

En el futuro, será necesario un análisis estadístico de MDE; lo siguiente es un histograma de altura simple detectará anomalías que no se pueden detectar mediante una simple visualización, como los valores de las curvas; el nivel aparece con demasiada frecuencia luego se puede estimar el error promedio mediante muestreo de errores. Se trata de calcular el error para lo que se realizó en diferentes puntos cuya altura se midió en el campo y se realizó un análisis estadístico de los mismos valores; en este sentido, el error de altura en  $x$ ,  $y$  se define como la diferencia entre la altura real y como se demuestra a continuación de acuerdo con Olaya (2004):

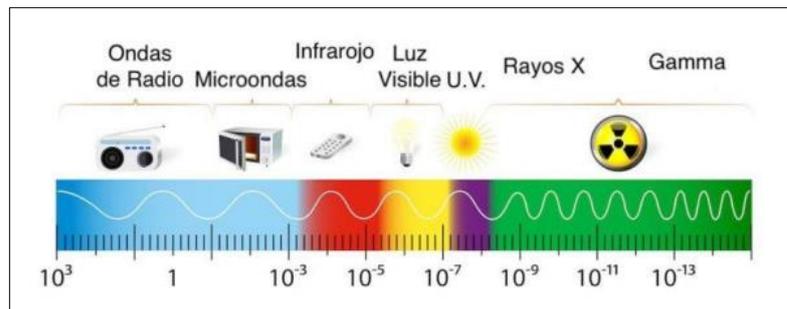
$$\epsilon_{x,y} = Z_{x,y} - z_{x,y}$$

- Si se obtiene un valor de  $\epsilon(x, y)$  para suficientes puntos de verificación, se obtiene una muestra de error cuyas propiedades requeridas son:
- La media y la varianza son cercanas a cero.
- Independencia espacial, es decir, los errores en algunos sectores no son sistemáticamente mayores que en otros.
- No hay autocorrelación, lo que significa que el tamaño del error en un punto determinado no tiene nada que ver con el error en puntos cercanos.

## 2.8. Espectro electromagnético

La distribución de energía de la radiación electromagnética se llama espectro electromagnético; esta distribución se puede expresar en unidades de energía, pero más comúnmente en términos de longitudes de onda y frecuencias de diferentes radiaciones, el espectro electromagnético abarca desde la radiación de onda corta, como los rayos gamma, hasta la radiación de onda larga, como las ondas de radio (Pérez, 2023, p.7).

Consta de varias divisiones o secciones, cuyos límites no están claramente definidos y a menudo se superponen, cada banda espectral o intervalo de longitud de onda difiere de otras bandas en términos de emisión, transmisión, absorción y comportamiento de las ondas en aplicaciones prácticas, en el campo de la teledetección aeroespacial, se utilizan métodos para medir la cantidad de radiación electromagnética reflejada desde una porción de la superficie de la Tierra, la película tradicional sólo puede capturar longitudes de onda correspondientes al espectro visible e infrarrojo, sin embargo, los instrumentos utilizados en los satélites de teledetección son más sensibles y pueden detectar una gama más amplia de frecuencias, incluidas las gamas ultravioleta, visible, infrarrojo cercano, térmica, de onda media y de microondas (Pérez, 2023, p.7).



**Ilustración 2-7:** Rango del espectro electromagnético

Fuente: (Pérez, 2023, pág. 8).

## 2.9. Cámaras multispectrales

Las cámaras multispectrales son cámaras especiales que constan de varios sensores capaces de filtrar la radiación electromagnética según su espectro; las cámaras multispectrales pueden funcionar en un pequeño número de bandas espectrales (2-10) (Casasús, 2016, p.8). Sin embargo, según Saavedra et al., (2020, p.15) estas cámaras suelen capturar información de 3 a 7 bandas de longitud de onda, cada una de aprox. 100 nm de ancho; las bandas espectrales que identificaron incluyen verde (longitud de onda de 550 nm, ancho de banda de 40 nm, en verde), roja (longitud de onda de 660 nm, ancho de banda de 40 nm, en rojo), banda roja (longitud de onda de 735 nm,

ancho de banda de 10 nm, borde rojo) y cerca infrarrojo; radiación infrarroja (longitud de onda de 790 nm, ancho de banda de 40 nm, Nir).

En términos de objetos, el espectro electromagnético, o espectro para abreviar, es la radiación electromagnética que una sustancia emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción); el espectro electromagnético se extiende desde la radiación de longitud de onda más corta, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, visible e infrarroja, hasta ondas electromagnéticas de longitud de onda más larga, como las ondas de radio (Marzá, 2015, p.15).

Un sensor puede entenderse como un instrumento capaz de detectar señales electromagnéticas (radiación emitida o reflejada) provenientes de la atmósfera y del suelo, convirtiéndolas así en cantidades físicas que pueden ser registradas y procesadas (Guzmán y Sandoval, 2020, p.12).

Pueden detectar rasgos utilizados para caracterizar la salud de las plantas; la intensidad de la radiación de longitud de onda de borde rojo y del infrarrojo cercano está relacionada con las propiedades de absorción de las plantas, que a su vez están relacionadas con la cantidad de clorofila y, por tanto, con la salud de las plantas (Hernández y Gulfo, 2021, p.23).

## **2.10. NDVI (Diferencia de índice de vegetación normalizada)**

El índice de vegetación normalizado es un método rápido y preciso para analizar la vegetación en una imagen, donde la salud de las plantas se puede definir en una escala de -1 a 1 según el tipo de vegetación en la imagen; identifique una ubicación por su firma reflectante y más (Cima Ruiz 2021, p.3). Mientras que los valores positivos más bajos (más cercanos a 0) corresponden al envejecimiento de la vegetación o baja cobertura; los valores positivos altos (cercanos a 1) indican un contenido elevado biomasa fotosintética (Girimonte y García, 2020, p.42).

NDVI, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, expresado en imágenes calculadas basado en operaciones algebraicas entre diferentes bandas espectrales, se puede determinar área de vegetación, rendimiento de biomasa, sanidad vegetal, desarrollo y cambio de la vegetación basado en mediciones de su radiación emitida o reflejar (Carbajal y Onofre, 2020, p.236).

NDVI es la relación normalizada de NIR a la reflectancia espectral del rojo, definida por la relación:  $(NIR - rojo) / (NIR + rojo)$ , y está estrechamente relacionada con la cantidad y la estacionalidad de la producción primaria neta (Carbajal y Onofre, 2020, p.236).

### **2.11. Datos vectoriales**

El modelo de datos vectorial utiliza tres elementos geométricos para representar de forma digital las entidades consideradas del mundo real, mismas que son puntos, líneas y polígonos (Castellanos, 2017, p.1) mismos que están encargados de definir la colocación en el espacio de un mapa respecto a un sistema de coordenadas (Dávila, 2016, p.3). Para poder ser digitalizados los datos vectoriales, generalmente se representan en formato shapefile (Castellanos, 2017. p.9).

### **2.12. Datos ráster**

Loa datos ráster pueden ser imágenes satelitales, radar, LIDAR, fotografía aérea digital y mapas escaneados, comúnmente son los más utilizados para, el monitoreo de recursos naturales, control de desastres, ubicación, etc. (Castellanos, 2017, p.10).

Los datos ráster son utilizados en los sistemas de información geográfica para crear varios mapas con la capacidad de superponerse representando distintos objetivos, los datos ráster a diferencia de los datos vectoriales se representan mediante pixeles los cuales según su tamaño aumentan o disminuyen la precisión de los mapas, los cuales tienen la finalidad de dar la mayor precisión posible y el mínimo de información para almacenar (Infante, 2021, p.35).

### **2.13. Adquisición de datos**

Es la forma en la que se puede representar de forma digital una característica física del mundo real, para posteriormente ser analizada y recopilada en una computadora (Agüero, 2017, p.1).

Para poder llevarse a cabo la adquisición de datos es necesario que los elementos físicos del mundo real sean convertidos a su señal eléctrica para posteriormente ser transformados a lecturas digitales y así finalmente poder ser analizadas y almacenadas en un computador (Mora, 2011, p.1).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Contexto geográfico del cantón Palora

##### 3.1.1. Localidad

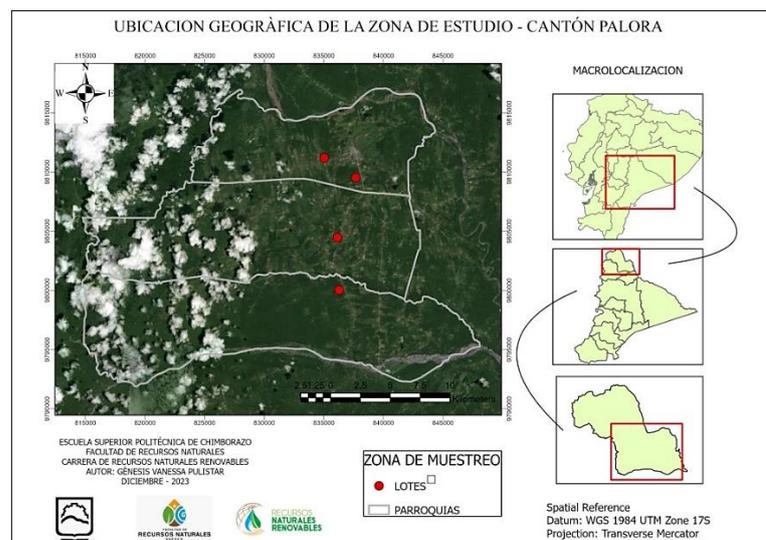
El trabajo de investigación se realizó en diferentes sectores del cantón Palora en la provincia de Morona Santiago, específicamente en los sectores Numbayime, los Laureles, Sangay y la cabecera cantonal.

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

El cantón Palora se encuentra ubicado en el Noroccidente de la provincia de Morona Santiago, posee una superficie de 145.670 ha. aproximadamente, según Consorcio Sur (2020).

##### 3.1.2.1. Límites

- Norte: Cantón Baños y Cantón Mera
- Sur: Cantón Huamboya
- Este: Cantón Puyo
- Oeste: Parque Nacional Sangay



**Ilustración 3-1:** Ubicación geográfica del cantón Palora

Realizado por: Pulistar G., 2024.

### **3.1.3. Datos generales**

- Altitud: 875 m.s.n.m.
- Clima: Tropical húmedo

### **3.1.4. Condiciones ambientales**

Palora tiene un clima variado que va del tropical húmedo de la Amazonía hasta el clima frío húmedo de las zonas andinas del volcán Sangay, de acuerdo con Consorcio Sur (2020).

- Temperatura promedio: 22.5 ° C.
- Precipitación media anual: 3000 - 4000 mm.
- Precipitaciones altas abarcan desde mes de julio a mes de diciembre y llegan hasta 5.000mm; y el verano con las precipitaciones bajas hasta 200 mm se ubica en los meses de enero, febrero y marzo.
- Humedad relativa: 85 %

## **3.2. Materiales y equipos**

Los materiales utilizados en el proyecto de investigación fueron los siguientes.

### **3.2.1. Materiales de campo**

- Receptor GPS
- Libreta
- Esferos
- Tarjeta micro SD
- Lector de tarjetas.
- Red entomológica
- Pinzas entomológicas
- Recipiente con tapa hermética
- Sustrato

### **3.2.2. Equipos utilizados en campo**

- Drone

- Cámara multiespectral
- Batería
- Laptop
- Celular

### **3.2.3. *Materiales y equipos de escritorio***

- Computadora
- Impresora
- Flash memory
- Herramientas de oficina
- Espuma flex

### **3.2.4. *Aplicaciones y software***

- GPS Waypoints
- ArcMap
- Agisoft Metashape Professional
- PIX4Dcapture
- DIJ Pilot

### **3.2.5. *Materiales de laboratorio***

- Lupa estereoscópica LeicaM125
- Alfileres entomológicos
- Caja de petri
- Pinzas entomológicas
- Acetato de etilo

### **3.2.6. *Diseño de investigación***

Para el presente trabajo, el diseño de investigación empleado fue documental y de campo, debido a que la información obtenida se basa en estudios previamente realizados de la especie y los datos procesados fueron obtenidos directamente en campo en el área de interés.

### 3.3. Metodología

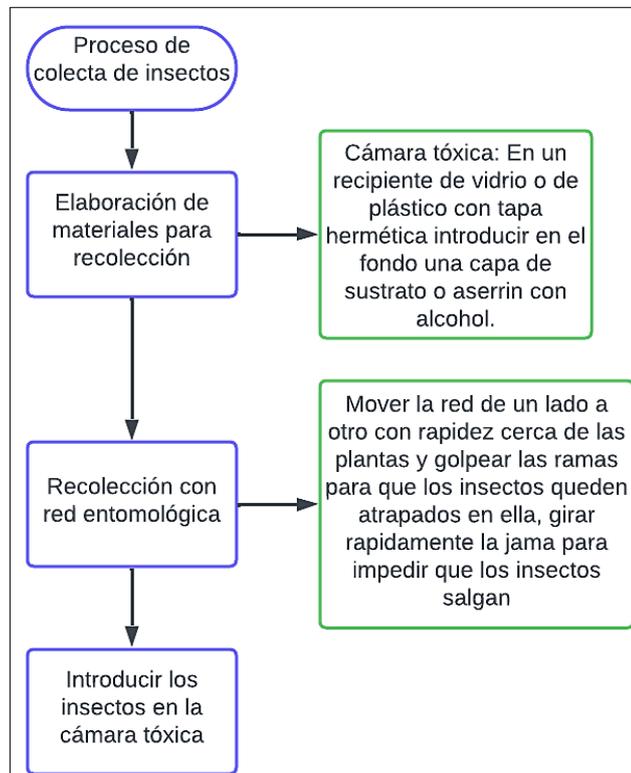
#### 3.3.1. Objetivo 1: Identificar las principales sintomatologías causadas por insectos asociadas al cultivo de *Hylocereus megalanthus*

##### 3.3.1.1. Salidas de campo

Se realizaron salidas de campo en las localidades Los Lirios, Numbaime, Los Laureles y Sangay del cantón Palora con el fin de identificar cultivos afectados por agentes que causan sintomatología en los cultivos de *Hylocereus megalanthus* para su posterior estudio.

##### 3.3.1.2. Colecta de insectos plaga

Se realizó una colecta manual de insectos en los lugares donde se distribuyen a lo largo de los cultivos de pitahaya, para ello se utilizó una red entomológica o jama, la cual está compuesta por un aro de acero y una red de tela o tul que permitió la captura de los insectos.



**Ilustración 3-2:** Proceso de colecta de insectos

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

### *3.3.1.3. Recolección de plantas afectadas*

Una vez que se identificó los sitios idóneos, se recolectó muestras de plantas afectadas por insectos o por cualquier otro tipo de microorganismo.

### *3.3.1.4. Caracterización de sintomatología en muestras afectadas*

Se realizó la caracterización de sintomatología corroborando las afecciones en las plantas de manera bibliográfica, basándose en estudios e investigaciones realizadas anteriormente.

## **3.3.2. Objetivo 2: Caracterizar y analizar la diversidad de insectos asociados al cultivo de *Hylocereus megalanthus***

Una vez realizado el muestreo y colección de especímenes en las diferentes localidades mencionadas anteriormente del cantón Palora, se procedió a la identificación y caracterización de los insectos asociados al cultivo de *Hylocereus megalanthus*

Se realizó la identificación taxonómica y conteo de insectos por orden, familia, género y especie, de acuerdo con el manual McGavin (2000) y el manual de Zumbado y Azofeifa (2018).

Se realizó el respectivo análisis de índices de biodiversidad usando una base de datos generada en Excel con la cual se pudo determinar valores de riqueza y abundancia de especies existentes en los cultivos de *Hylocereus megalanthus*.

Se realizaron fichas de caracterización, donde se detalla información referente a orden, familia y género, además de la descripción del espécimen, hábito, vista dorsal, ventral y lateral, ubicación geográfica; dicha información fue obtenida bibliográficamente y las fotos se obtuvieron a través de una lupa estereoscópica LeicaM125 con las especies recolectadas en campo.

## **3.3.3. Objetivo 3: Delimitar zonas de afección a través de sensores remotos en cultivos de *Hylocereus megalanthus***

### *3.3.3.1. Definición de áreas de estudio*

La definición del área de estudio se realizó mediante un recorrido anticipado, permitiendo de esta forma observar a detalle las zonas idóneas para la ejecución del trabajo de investigación. Una vez

identificada el área de estudio se tomó puntos georreferenciados de los lotes a estudiar por medio de la aplicación GPS Waypoints, la cual brinda las coordenadas exactas de los puntos de referencia tridimensional del terreno.

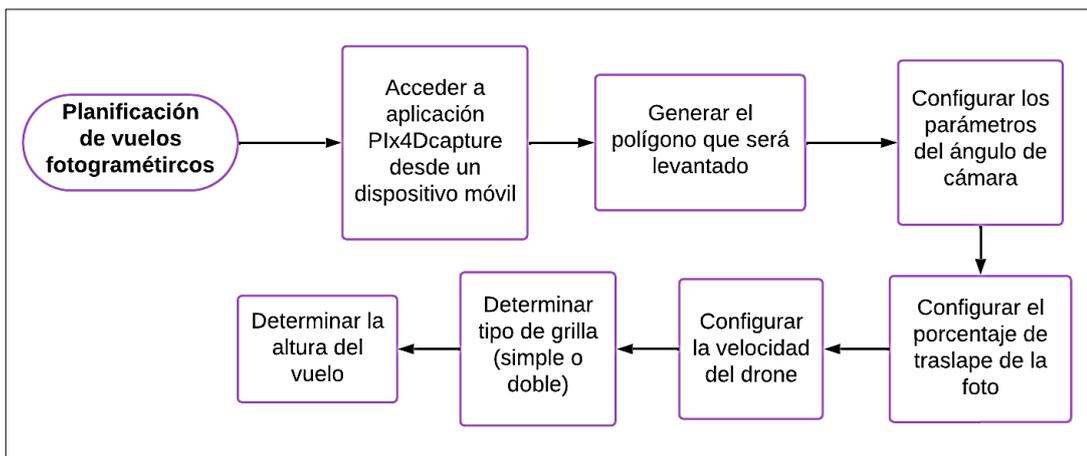
### 3.3.3.2. Tipo de muestreo

En el presente trabajo de investigación, el tipo de muestreo empleado es por conveniencia, el cual es un muestreo donde los participantes son elegidos debido a la accesibilidad y cercanía conveniente para el investigador (Explorable, 2009), debido a que permite obtener muestras en función a la facilidad de acceso y disponibilidad de los propietarios de los lotes a ser estudiados.

### 3.3.3.3. Planificación de vuelos fotogramétricos con sensor multiespectral

Para la planificación de los vuelos fotogramétricos, se realizó previamente el procesamiento de los puntos georreferenciados tomados en campo con la herramienta ArcMap, obteniendo polígonos de los lotes en los cuales se realizó los vuelos.

Con ayuda de las aplicaciones de celular PIX4Dcapture y DIJ Pilot se programaron los vuelos, evitando de esta forma tener dificultades en los sitios donde no hay acceso a internet, esto permitió obtener datos exactos y a gran detalle del área determinada. Las fotos fueron tomadas con una cámara multiespectral que tiene como función captar la radiación electromagnética en varias bandas espectrales, llegando más allá del rango de luz visible.



**Ilustración 3-3:** Método de planificación de vuelos fotogramétricos

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

#### 3.3.3.4. Ejecución de vuelos fotogramétricos

Los vuelos fotogramétricos fueron realizados mediante un vehículo aéreo no tripulado (VANT), en este caso con el drone Phantom 4 pro v2, mismo que cuenta con cuatro baterías. Los vuelos se realizaron en las localidades antes descritas, permitiendo de esta forma obtener datos variados, los cuales servirán como materia prima para obtener los productos cartográficos, mostrados en el punto 4.3.2.



**Ilustración 3-4:** Ejecución de vuelos fotogramétricos

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

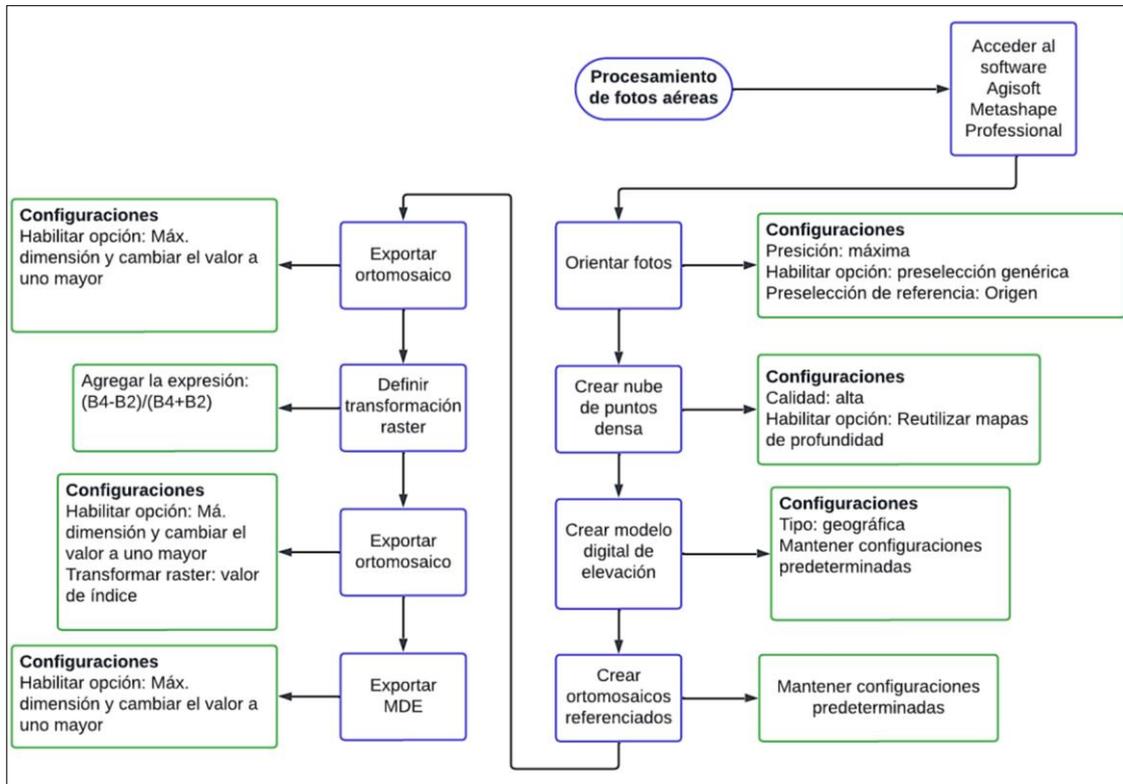
#### 3.3.3.5. Comprobación terrestre

Se realizó un recorrido de identificación en los lotes muestreados por el drone para la toma de puntos georreferenciados en los sitios donde se encontraban plantas que presentan sintomatología, los cuales posteriormente fueron corroborados por medio de los datos obtenidos de NDVI por la cámara multiespectral.

#### 3.3.3.6. Procesamiento de fotos aéreas

El procesamiento de fotos aéreas se realizó luego de obtener y clasificar las fotos aéreas gracias al software Agisoft Metashape Professional, el cual permite trabajar en fotos que provienen de cámaras multiespectrales, donde se incluyen los sistemas multicámaras, además, permite orientar

fotos, calcular nube de puntos densa, crear el modelo digital de elevación, crear ortofotomosaicos referenciados, y entre otras funciones procesan datos obtenidos de los vuelos fotogramétricos.



**Ilustración 3-5:** Método de procesamiento de fotos aéreas

Realizado por: Pulistar G., 2024.

### 3.3.3.7. NDVI

Se realizó un muestreo en los lotes de estudio usando una cámara multiespectral Parrot Sequoia con la que se obtuvo la banda de infrarrojo cercano (NIR) y la banda roja (Red) que permitieron el cálculo de los valores de NDVI y se los clasificó por las categorías presentadas en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Categorización de NDVI

| Categoría basada en el valor NDVI | Valor NDVI  |
|-----------------------------------|-------------|
| Planta muerta u objeto inanimado  | -1 – 0      |
| Planta enferma                    | 0 – 0.33    |
| Planta moderadamente saludable    | 0.33 – 0.66 |
| Planta muy saludable              | 0.66 - 1    |

Fuente: (Cherlinka, 2020).

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### *3.3.3.8. Elaboración de productos cartográficos*

Se elaboró los productos cartográficos que revelan los datos obtenidos mediante el levantamiento de fotos con ayuda del dron, permitiendo obtener un mapa de puntos de muestreo, localización de lotes estudiados, NDVI y estado de salud del cultivo de pitahaya.

#### *3.3.3.9. Propuesta de estrategias de control*

Una vez identificada la sintomatología presente en los cultivos de *Hylocereus megalanthus* se realizó una investigación bibliográfica sobre métodos y estrategias de control para disminuir las afectaciones de organismos nocivos, con la información obtenida se propuso estrategias acordes a la necesidad de las áreas estudiadas.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Identificar las principales sintomatologías causadas por insectos asociadas al cultivo *Hylocereus megalanthus*.

Dentro de los cultivos examinados de *Hylocereus megalanthus* para el presente proyecto de investigación, en su mayoría no se encontraron insectos que ocasionen alguna alteración de forma negativa a los cultivos, debido a que estos son empleados para exportación y cumplen estrictas normas de cuidado con respecto a insectos plaga; sin embargo, fueron dos insectos identificados como agentes patógenos en los cultivos, los cuales fueron el *Leptoglossus zonatus* y *Dasiops saltans*, los cuales al mismo tiempo son los insectos más comunes que afectan los cultivos de *Hylocereus megalanthus* en su forma natural, seguidos por otros tipos de insectos que afectan en sus diferentes etapas y presentando diferentes sintomatologías, entre los insectos más destacados están los que se mencionan en los puntos a continuación.

##### 4.1.1. El chinche patón *Leptoglossus zonatus*

**Tabla 4-1:** Descripción de sintomatología generada por *Leptoglossus zonatus*

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Leptoglossus zonatus</i>  |  |
| <b>Nombre común:</b> Chinche patón   |  |
| <b>Descripción</b>   | <b>Etapas de la planta afectada</b>  |
| Es una plaga polífaga, los que ocasionan estos daños son los adultos y las ninfas, estos insectos succionan la savia de la planta y dejan manchas en los frutos (Alvarado, 2020, p.13).  | Ataca a los cultivos en las primeras cuatro semanas desde la aparición de los botones florales (Kondo et al., 2013).   |
| <b>Zona de la planta afectada</b>  | <b>Sintomatología generada en la planta</b>  |
| Las zonas afectadas son al botón floral, la planta y el fruto. Los puntos de alimentación generados por el insecto sirven de entrada para hongos y bacterias y los exudados de las heridas a hormigas y cucarrones (Kondo et al., 2013). | Ocasionan síntomas de clorosis en los cladodios. Los botones afectados toman un color rojizo, sus anteras y pistilos se vuelven de un color oscuro (Kondo et al., 2013). |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>   |  |
|  |  |



**Fuente:** (Restrepo, 2015).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

#### 4.1.2. La mosca del botón floral *Dasiops saltans* Townsend

**Tabla 4-2:** Descripción de sintomatología generada por *Dasiops saltans* Townsend

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Dasiops saltans</i> Townsend  |  |
| <b>Nombre común:</b> Mosca del botón floral  |  |
| <b>Descripción</b>   | <b>Etapa de la planta afectada</b>   |
| Las larvas se alimentan de las estructuras internas del botón floral ocasionando el deterioro, caída y su putrefacción       | Se presentan en el desarrollo del fruto  |
| <b>Zona de la planta afectada</b>  | <b>Sintomatología generada en la planta</b>  |
| Se ve las afectaciones de este insecto en los frutos, debido a que genera la pudrición basal del fruto (Kondo et al., 2013). | Los botones florales afectados se reconocen por la coloración rojiza, los cuales se pueden desprender con gran facilidad de la penca y tienen una textura firme, pueden contener en su interior larvas |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>   |  |
|    |  |

**Fuente:** (Kondo et al., 2013).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

**4.1.3. Pulgón *Rhaphalosiphum padi***

**Tabla 4-3:** Descripción de sintomatología generada por *Rhaphalosiphum padi*

|   |  |
|---|--|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Rhaphalosiphum padi</i>  |  |
| <b>Nombre común:</b> Pulgón   |  |
| <b>Descripción</b>  | <b>Etapa de la planta afectada</b>   |
| Atacan principalmente al tejido tierno de la planta. Secretan una sustancia azucara como toxina, lo que atrae a diversos géneros de hormigas. | Se presentan en la floración y en el desarrollo del fruto.                                       |
| <b>Zona de la planta afectada</b>   | <b>Sintomatología generada en la planta</b>  |
| Las partes afectadas de las plantas son sus tejidos tiernos en general, principalmente las flores, también se ven presentes en los frutos.    | Se pueden observar las picaduras en los frutos dejadas por estos insectos (González, 2019, p.5). |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>  |  |
|   |  |

**Fuente:** (Kondo et al., 2013) & (Pérez, 2021).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

**4.1.4. Hormiga carpintera *Camponotus festinatus***

**Tabla 4-4:** Descripción de sintomatología generada por *Camponotus festinatus*

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Camponotus festinatus</i>   |   |
| <b>Nombre común:</b> Hormiga carpintera  |   |
| <b>Descripción</b>   | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| Dentro de sus funciones esta hacer ranuras y en otros casos galerías. Llegan a los cultivos a través de la atracción por una sustancia azucara que generan los pulgones (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).                                     | Se presentan en la floración y en el desarrollo del fruto (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).  |
| <b>Zona de la planta afectada</b>  | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| Principalmente se caracterizan por el mutualismo con los pulgones, genera protección a estos a cambio obtiene sustancias azucaradas que secreta el pulgón generando colonias cerca de cultivos que puede causar generar daños a gran escala. | No genera síntomas a la planta, sin embargo, produce daños al cultivo de diversas formas como: desarrolla un mutualismo con el pulgón, lo que prolonga su duración y su reproducción. |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>   |   |
|    |   |

**Fuente:** (Naturalist Ecuador, 2021).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

#### 4.1.5. Hormiga loca *Paratrechina longicornis*

**Tabla 4-5:** Descripción de sintomatología generada por *Paratrechina longicornis*

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Paratrechina longicornis</i>  |   |
| <b>Nombre común:</b> Hormiga loca  |   |
| <b>Descripción</b>   | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| Posee una alta tasa de adaptación a medios hostiles, generando nuevas colonias cerca de sus fuentes de alimento.   | Se presentan en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). |
| <b>Zona de la planta afectada</b>  | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| Causa daños principalmente en los pseudotallos del cultivo, generando cortes y desprendimiento de partes, siendo de ingreso a varias enfermedades causadas por bacterias y hongos, sumado a la rápida diseminación y multiplicación de colonias dentro del cultivo. (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). | Se puede observar en los pseudotallos cortes irregulares (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).   |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>   |   |
|    |   |

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

**4.1.6. Hormiga de fuego *Solenopsis geminata***

**Tabla 4-6:** Descripción de sintomatología generada por *Solenopsis geminata*

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Solenopsis geminata</i>  |   |
| <b>Nombre común:</b> Hormiga de fuego   |   |
| <b>Descripción</b>  | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| Son temidos por su comportamiento agresivo hacia trabajadores y a cualquier media que le represente una amenaza, poseen veneno. Su principal problema es ocasionado por los ataques a los sistemas de riego sobre el suelo, genera cortes y obstrucciones en los diferentes sistemas (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). | Se presentan en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).                   |
| <b>Zona de la planta afectada</b>   | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| Causa cortes y agujeros estos daños principalmente en los pseudotallos del cultivo (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).   | Se puede observar en los pseudotallos cortes irregulares y agujeros pequeños (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>  |   |
|   |   |

**Fuente:** (Lumpur, 2009) & (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

**4.1.7. Hormiga arriera *Atta cephalotes***

**Tabla 4-7:** Descripción de sintomatología generada por *Atta cephalotes*

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Atta cephalotes</i>   |   |
| <b>Nombre común:</b> Hormiga arriera   |   |
| <b>Descripción</b>   | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| Al atacar a los cultivos forman cortes, por los cuales se diseminan fácilmente enfermedades causadas por hongos y bacterias (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). | Se presentan en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).                           |
| <b>Zona de la planta afectada</b>  | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| Ataca principalmente a tejidos tiernos de la planta como, pseudotallos, flores y tejido tierno que cubre los frutos (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).         | Producen pequeños agujeros y cortes irregulares en las flores, frutos y pseudotallos (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>   |   |
|    |   |

**Fuente:** (Nobile, 2009).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

#### 4.1.8. Polilla *Maracayia chlorisalis*

**Tabla 4-8:** Descripción de sintomatología generada por *Maracayia chlorisalis*

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Maracayia chlorisalis</i>   |   |
| <b>Nombre común:</b> Polilla   |   |
| <b>Descripción</b>   | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| Causa daños en su etapa de larva, el principal daño es la generación de galerías y una vez que el insecto está dentro del pseudotallo, son difíciles de controlar (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). | Se presentan en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). |
| <b>Zona de la planta afectada</b>  | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| Se presenta en el pseudotallos (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).  |   |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>   |   |
|    |   |

**Fuente:** (Janzen, 2012).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

#### 4.1.9. Cochinilla *Paracoccus marginatus*

**Tabla 4-9:** Descripción de sintomatología generada por *Paracoccus marginatus*

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Paracoccus marginatus</i>  |   |
| <b>Nombre común:</b> Cochinilla   |   |
| <b>Descripción</b>  | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| Al alimentarse de la planta, este insecto deposita una sustancia dañina o toxica para la planta (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).  | Se presentan en cualquier etapa de desarrollo de la planta (Godoy y Morquecho, 2023, p.38).   |
| <b>Zona de la planta afectada</b>   | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| Ataca a los pseudotallos y en algunos casos al fruto, pueden secretar melaza lo que atrae a insectos como las hormigas dejando una coloración blanquecina en la superficie del órgano afectado (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). | Causa un amarillento en las plantas, en los frutos genera una detención de crecimiento, deja un polvo blanco, puede llegar a generar clorosis y casos atrofia, caída prematura de hojas y frutos (Godoy y Morquecho, 2023, p.38). |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>  |   |
|   |   |

**Fuente:** (Dreamstime, 2018).

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

**4.2. Caracterizar y analizar la diversidad de insectos asociados al cultivo de *Hylocereus megalanthus***

**4.2.1. Identificación de las especies de manera taxonómica**

En las localidades estudiadas en el cantón Palora, se identificaron 151 individuos, distribuidos en: 7 órdenes, 16 familias y 20 géneros, mismos que pasaron por un proceso de identificación, alcanzando en determinados casos el nivel de especie.

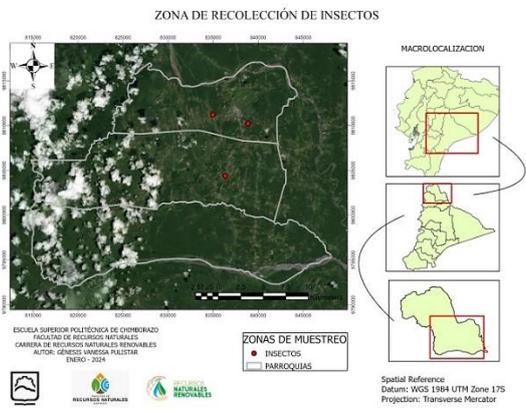
**Tabla 4-10:** Identificación taxonómica de los especímenes colectados en campo

| Clase          | Orden              | Familia           | Género                       | Especie                         | Individuos |
|----------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|
| <b>Insecta</b> | <b>Hymenoptera</b> | Chalcididae       | <i>Conura</i>                | -                               | 6          |
|                |                    | Ichneumonidae     | <i>Acrotaphus</i>            | <i>Acrotaphus wiltii</i>        | 2          |
|                |                    | Apidae            | <i>Trigona</i>               | -                               | 5          |
|                |                    |                   | <i>Xylocopa</i>              | <i>Xylocopa virginica</i>       | 4          |
|                |                    | Formycidae        | <i>Atta</i>                  | -                               | 32         |
|                |                    |                   | <i>Camponotus</i>            | -                               | 21         |
|                | Vespidae           | <i>Synoeca</i>    | <i>Synoeca surinama</i>      | 1                               |            |
|                | <b>Diptera</b>     | Muscidae          | <i>Stomoxys</i>              | <i>Stomoxys calcitrans</i>      | 7          |
|                |                    | Syrphidae         | <i>Toxomerus</i>             | <i>Toxomerus marginatus</i>     | 8          |
|                |                    |                   | <i>Meliscaeva</i>            | <i>Meliscaeva auricollis</i>    | 12         |
|                | <b>Hemiptera</b>   | Membracidae       | <i>Stictocephala</i>         | <i>Stictocephala brevitylus</i> | 7          |
|                |                    | Pentatomidae      | <i>Mormidea</i>              | <i>Mormidea pama</i>            | 6          |
|                |                    | Reduviidae        | <i>Phymata</i>               | <i>Phymata americana</i>        | 2          |
|                |                    | Alydidae          | <i>Ricolla</i>               | <i>Ricolla quadrispinosa</i>    | 1          |
|                | <b>Homóptera</b>   | Cercopidae        | <i>Zulia</i>                 | <i>Zulia vilior</i>             | 2          |
|                | <b>Coleoptera</b>  | Crysolmelidae     | <i>Paranapiacaba</i>         | <i>Paranapiacaba tricincta</i>  | 6          |
|                |                    |                   | <i>Omophoita</i>             | -                               | 7          |
|                | <b>Lepidoptera</b> | Erebidae          | <i>Scolecocampa</i>          | -                               | 1          |
|                | <b>Orthoptera</b>  | Tettigoniidae     | <i>Conocephalus</i>          | <i>Conocephalus strictus</i>    | 14         |
|                |                    |                   | -                            | -                               | 6          |
| Acrididae      |                    | <i>Colpolopha</i> | <i>Colpolopha latipennis</i> | 1                               |            |

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.2.2. Fichas de identificación

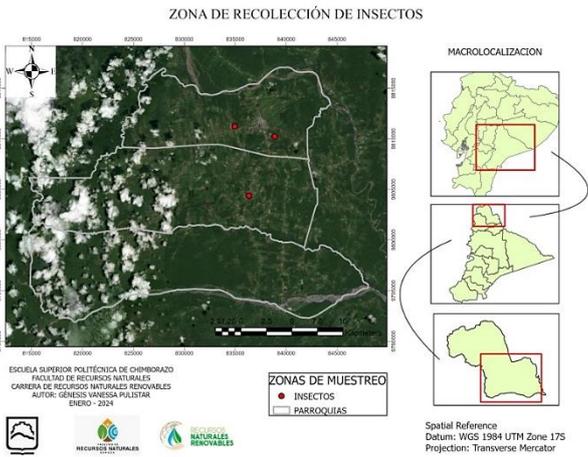
Tabla 4-11: Género *Conura*

| CHALCIDIDAE  |                                |                                 | Registro fotográfico   |
|--|--------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera   | <b>Familia:</b><br>Chalcididae | <b>Género:</b><br><i>Conura</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Son avispas de coloración amarilla, puede variar dependiendo la especie, presentan manchas negras y rojas, su cabeza es pequeña y en la región torácica exhiben una especie de joroba. Sus alas están cubiertas por pequeños pelos y poseen venación reducida en algunas partes. Presentan ojos grandes de pigmentación verdosa con pseudopupila. Sus patas son cortas a excepción del último par que son alargadas y con engrosamiento en los fémures.</p> <p><b>Hábitos:</b> Ampliamente distribuida por regiones tropicales y neotropicales, son especies diurnas, algunos especímenes de este género son parásitas de lepidópteros mientras que otros se alimentan del néctar de las plantas.</p> |                                |                                 |    |
|  |                                |                                 | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIHOBAZAO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENECIO AMBROSIA PULISTAR<br/>ENERO - 2024</p> <p>ZONAS DE MUESTREO<br/>● INSECTOS<br/>□ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>   |                                |                                 |  |
|  |                                |                                 | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                                |                                 |  |

Fuente: Arias y Delvare, 2003.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

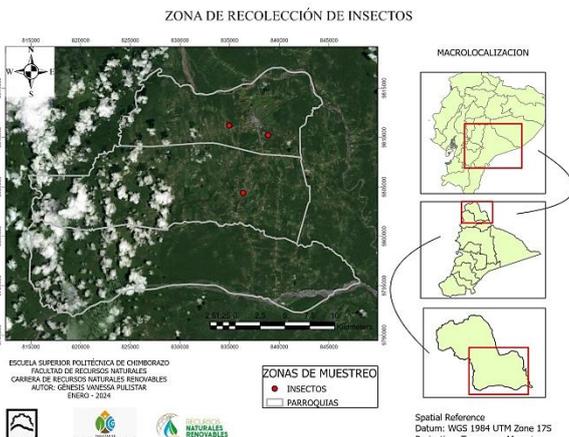
**Tabla 4-12:** Género *Toxomerus*

| SYRPHIDAE  |                              |                                    | Registro fotográfico   |
|--|------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Diptera   | <b>Familia:</b><br>Syrphidae | <b>Género:</b><br><i>Toxomerus</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Especie de sífrido, también conocidos como moscas de las flores, son miméticos de abejas y avispas. Por lo general son de tamaño pequeño a mediano, presentan colores llamativos entre amarillo y negro, sus alas suelen mostrar marcas en los márgenes y son polinizadores activos por lo general en entornos florales.</p> <p><b>Hábitos:</b> Se alimentan principalmente de néctar de flores y desempeñan un papel importante como polinizadores mientras se alimentan, suelen ser de vuelo ágil y contribuyen a la polinización en diversos hábitats.</p> |                              |                                    |    |
|  |                              |                                    | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  <p>ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENESIS VANESSA PULISTAR<br/>ENERO - 2024</p> <p>RECURSOS NATURALES<br/>NATURALES RENOVABLES</p> <p>Spatial Reference:<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>  |                              |                                    |   |
|  |                              |                                    | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                              |                                    |  |

**Fuente:** Raupp, 2012.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

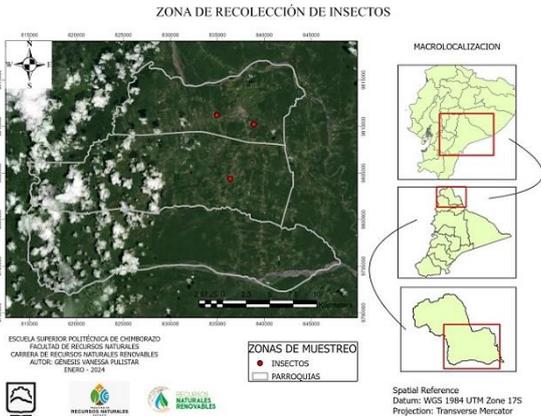
**Tabla 4-13:** Género *Acrotaphus*

| ICHNEUMONIDAE  |                                  |                                     | Registro fotográfico   |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera   | <b>Familia:</b><br>Ichneumonidae | <b>Género:</b><br><i>Acrotaphus</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Insecto muy distintivo, presenta bandas negras en las alas amarillentas, tamaño entre 12 mm a 15 mm. Es una especie de avispa esbelta de fácil identificación por su coloración naranja y sus bandas negras.</p> <p><b>Hábitos:</b> Se observan en bosque caducifolios y les atrae la luz, son parásitos de las arañas tejedoras.</p> |                                  |                                     |    |
|  |                                  |                                     | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                                  |                                     |   |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ZONAS DE MUESTREO</p> <p>● INSECTOS</p> <p>▭ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>   |                                  |                                     | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                                  |                                     |  |

Fuente: Eaton, 2019.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

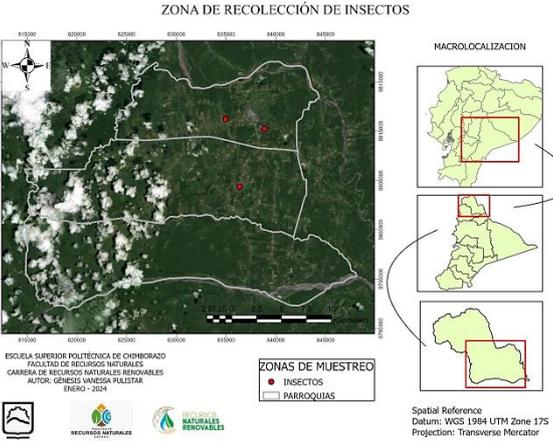
**Tabla 4-14:** Género *Stictocephala*

| MEMBRACIDAE   |                                |  | Registro fotográfico   |
|---|--------------------------------|--|--|
| <b>Orden:</b><br>Hemiptera  | <b>Familia:</b><br>Membracidae | <b>Género:</b><br><i>Stictocephala</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Poseen una longitud de 8 a 10 mm, de color verde con aspecto similar a una hoja triangular, tiene un pronoto grande que se extiende hacia atrás sobre el abdomen y en ocasiones cubre parte de la cabeza, sus antenas son cortas y alas endurecidas.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son herbívoros, se alimentan de savia por medio de su aparato bucal adaptado. En verano atraen a las hembras por ruidos agudos; hábito conocido como cortejo nupcial, las hembras ponen sus huevos en la corteza de los árboles.</p>               |                                |  |    |
|   |                                |  | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  <p> <small>           ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO<br/>           FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>           CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>           AUTOR: GENEVÍ VAÑESA PULISTAR<br/>           ENERO - 2024         </small> </p> <p> <small>           Spatial Reference<br/>           Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>           Projection: Transverse Mercator         </small> </p> |                                |  |  |
|   |                                |  | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                                |  |  |

**Fuente:** Cryan et al., 2004.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

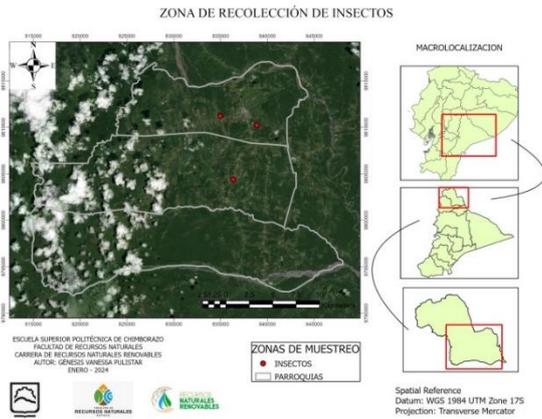
**Tabla 4-15:** Género *Trigona*

| APIDAE  |                           |                                  | Registro fotográfico   |
|---|---------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera  | <b>Familia:</b><br>Apidae | <b>Género:</b><br><i>Trigona</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Son abejas sin aguijón o conocidas también como abejas meliponas, son de tamaño pequeño a mediano y sus cuerpos son peludos, presentan una coloración negra a marrón oscuros, cumplen un rol fundamental en la polinización y producción de miel en algunas regiones tropicales y subtropicales.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son sociales y forman colonias, de hábito diurno, recolectoras activas de néctar y polen en el día. Construyen nidos por lo general en cavidades naturales (huecos de árboles o suelos).</p> |                           |                                  |    |
|   |                           |                                  | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  |                           |                                  |   |
|    |                           |                                  | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                           |                                  |  |

Fuente: Alvarez, 2015.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

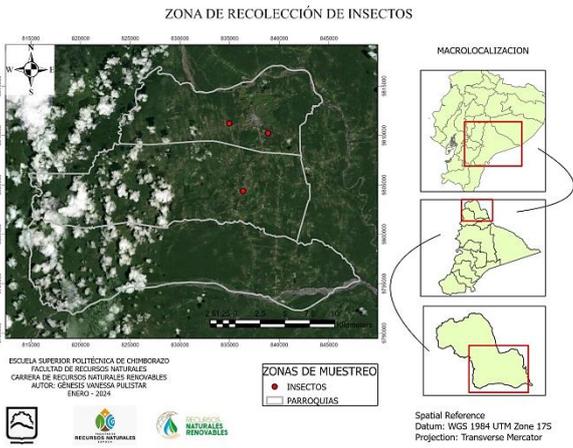
**Tabla 4-16:** Género *Meliscaeva*

| SYRPHIDAE   |                              |                                     | Registro fotográfico   |
|---|------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Diptera  | <b>Familia:</b><br>Syrphidae | <b>Género:</b><br><i>Meliscaeva</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Imita la apariencia de una avispa, de cuerpo delgado y su coloración es generalmente marrón oscuro muy brillante, en su abdomen presenta sendos pares de manchas triangulares de color amarillo o anaranjado a los lados de los terguitos. Algunos ejemplares poseen máculas muy pequeñas mientras que otros presentan mayor desarrollo, poseen alas largas y se disponen de forma abierta.</p> <p><b>Hábitos:</b> Visitan flores para alimentarse de néctar y polen, pueden ser activas durante el día, voladoras ágiles, se encuentran en diferentes hábitats donde dispongan de fuentes de alimentos.</p> |                              |                                     |    |
|   |                              |                                     | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  <p>ESQUEMA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ZONAS DE MUESTREO</p> <p>● INSECTOS</p> <p>□ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>  |                              |                                     |   |
|   |                              |                                     | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                              |                                     |  |

**Fuente:** Peña, 2023.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

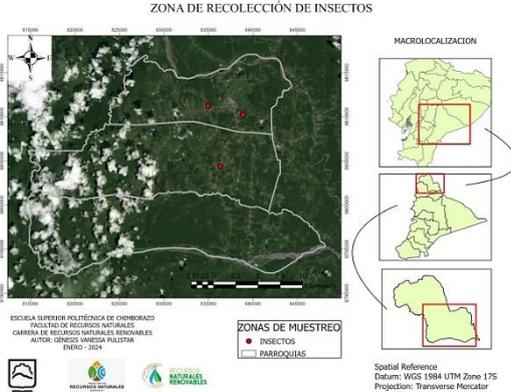
**Tabla 4-17:** Género *Stomoxys*

| MUSCIDAE   |                             |                                   | Registro fotográfico   |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Diptera   | <b>Familia:</b><br>Muscidae | <b>Género:</b><br><i>Stomoxys</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Conocidos también como moscas de establo, de tamaño mediano, presenta coloración grisácea o negruzca, presentan un aguijón largo y afilado y comúnmente lo usan para perforar piel de animales y personas para alimentarse de su sangre.</p> <p><b>Hábitos:</b> Principalmente hematófagos; se alimentan de sangre, sus hospedadores suelen ser animales de pastoreo e incluso seres humanos, además, otra fuente de alimentación es el néctar de las plantas. Se encuentran en entornos ganaderos, establos y áreas agrícolas.</p> |                             |                                   |    |
|  |                             |                                   | <b>Vista ventral</b>   |
|  |                             |                                   |   |
| <b>Ubicación geográfica</b>  |                             |                                   | <b>Vista lateral</b>   |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CUMBORAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENESIS VANESSA PULISTAR<br/>ENERO - 2024</p> <p>ESQUEMA DE RECURSOS NATURALES</p> <p>ESQUEMA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>                                |                             |                                   |  |

**Fuente:** Adams & Pont, 2018.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

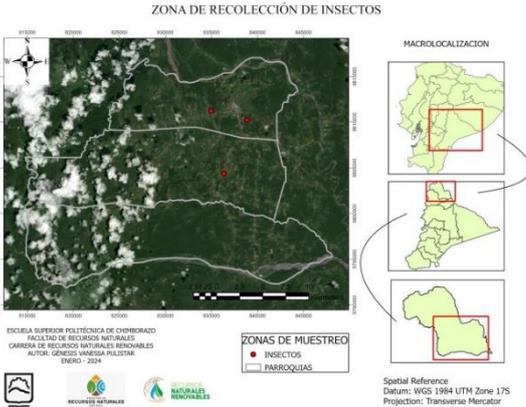
**Tabla 4-18:** Género *Mormidea*

| PENTATOMIDAE  |                                 |                                   | Registro fotográfico   |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hemiptera  | <b>Familia:</b><br>Pentatomidae | <b>Género:</b><br><i>Mormidea</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Chinche relativamente grande compara con otras especies, los adultos pueden llegar a medir de 10 a 15 mm. Presenta una característica forma de escudo, de cuerpo plano y ancho y márgenes laterales extendidos. En su coloración se incluyen tonos marrón, verde o gris lo que les permite camuflarse en su entorno natural. Posee antenas sensoriales cortas y segmentadas las cuales les permiten identificar olores y movimientos cercanos. Presentan alas bien desarrolladas, patas robustas y segmentadas; cada pata termina en una garra facilitándoles aferrarse a las hojas y tallos de las plantas.</p> <p><b>Hábitos:</b> Se encuentra en una variedad de hábitats, son activas durante el día y la noche, son fitófagas; es decir que se alimentan de plantas, se reproducen por medio de huevos que ponen en la superficie de las plantas.</p> |                                 |                                   |    |
|   |                                 |                                   | <b>Vista ventral</b>   |
| <b>Ubicación geográfica</b>   |                                 |                                   | <b>Vista lateral</b>   |
|    |                                 |                                   |  |

**Fuente:** Alarcón & Cazoria, 2024.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

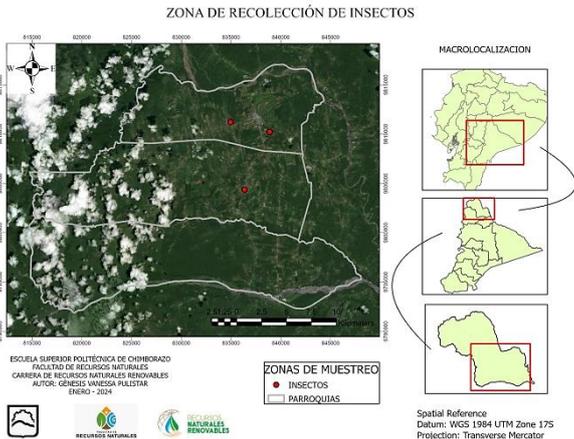
**Tabla 4-19:** Género *Zulia*

| CERCOPIDAE  |                               |                                | Registro fotográfico   |
|---|-------------------------------|--------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Homóptera  | <b>Familia:</b><br>Cercopidae | <b>Género:</b><br><i>Zulia</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Presentan simetría bilateral, se desarrollan de modo hemimetábolo, es decir, que son de metamorfosis incompleta, se alimentan por medio de sus piezas bucales perforadoras y chupadora,</p> <p><b>Hábitos:</b> Se distribuye en zonas tropicales y subtropicales, son especies diurnas y herbívoras.</p> |                               |                                |    |
|   |                               |                                | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                               |                                |  |
|   |                               |                                | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                               |                                |  |

Fuente: Chavarria, 2023.

Realizado por: Pulstar G., 2024.

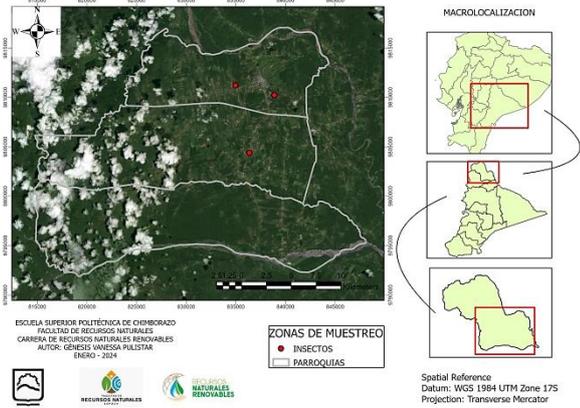
**Tabla 4-20:** Género *Paranapiacaba*

| CRYSOMELIDAE  |                                  |  | Registro fotográfico   |
|---|----------------------------------|--|--|
| <b>Orden:</b><br>Coleoptera   | <b>Familia:</b><br>Crysolmelidae | <b>Género:</b><br><i>Paranapiacaba</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> De coloración variable, generalmente gris, negro o marrón, presentan líneas y manchas distintivas, su tamaño está alrededor de los 5 mm, presentan antenas segmentadas.</p> <p><b>Hábitos:</b> Se encuentran en diferentes hábitats, son polinizadores activos, son especies fitófagas, es decir que se alimentan de plantas.</p>  |                                  |  |    |
|   |                                  |  | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENESIS VAÑESSA PULSTAR<br/>ENERO - 2024</p> <p><b>ZONAS DE MUESTREO</b><br/>● INSECTOS<br/>□ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p> |                                  |  |   |
|   |                                  |  | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                                  |  |  |

Fuente: PictureInsect, 2024.

Realizado por: Pulstar G., 2024.

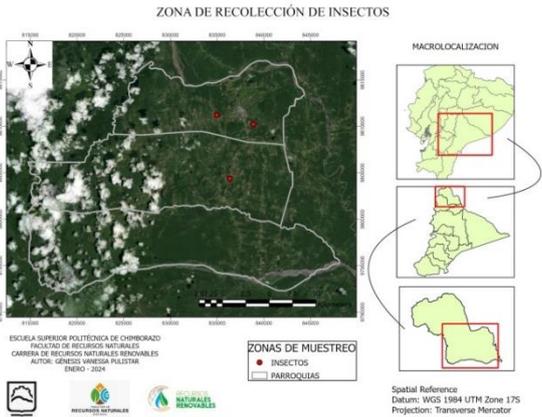
**Tabla 4-21:** Género *Phymata*

| <b>REDUVIIDAE</b>  |                               |                                  | <b>Registro fotográfico</b>   |   |
|--|-------------------------------|----------------------------------|---|---|
| <b>Orden:</b><br>Hemiptera   | <b>Familia:</b><br>Reduviidae | <b>Género:</b><br><i>Phymata</i> | <b>Vista dorsal</b>   |   |
| <p><b>Descripción:</b> Conocida también como chinche de emboscada, mide alrededor de 9 mm y presentan una variedad de colores entre blanco, verde y amarillo; con marcas oscuras en los segmentos del cuerpo, esto les permite camuflarse entre la vegetación. Poseen un exoesqueleto con ángulos agudos presentes en los bordes de la cabeza y tórax, sus cuerpos son en forma de diamante, con abdomen plano, tienen antenas pequeñas y ojos compuestos grandes, sus patas tienen un color opaco y los fémures de sus patas delanteras son más gruesos. Las hembras son de mayor tamaño que los machos.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son diurnos, se localizan en campos abiertos en biomas subtropicales con presencia de campos de flores, son cazadores solitarios de insectos.</p> |                               |                                  |  |   |
|  |                               |                                  | <b>Vista ventral</b>  |  |
|  |                               |                                  | <b>Vista lateral</b>  |   |
| <b>Ubicación geográfica</b>  |                               |                                  |   |   |
| <div style="text-align: center;"> <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p>  <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CIBORRAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GIBRIS VINEDA PALSTRIN<br/>ENERO - 2024</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p> </div>   |                               |                                  |   |   |

Fuente: Bagby, 2022.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

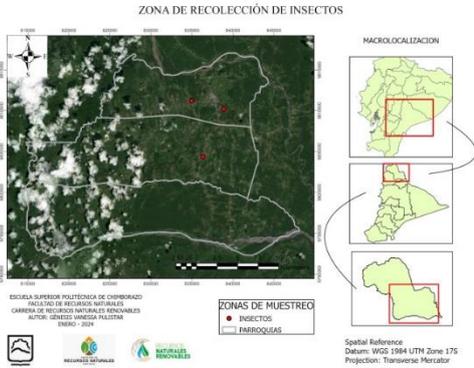
**Tabla 4-22:** Género *Omophoita*

| CRYSOMELIDAE   |                                 |                                    | Registro fotográfico   |
|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Coleoptera  | <b>Familia:</b><br>Crysomelidae | <b>Género:</b><br><i>Omophoita</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Presentan un tamaño entre 4 y 3 mm, su cuerpo es ovalado y levemente alargado, un tórax ancho y abdomen estrecho, su coloración es variable entre tonos metálicos hasta tonos iridiscentes, su cabeza es visible y puede tener surcos o protuberancia dependiendo de la especie, presenta antenas filiformes o serradas dependiendo de la especie, algunas presentan alas bien desarrolladas y son capaces de volar.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son cosmopolitas, habitan en gran variedad de hábitats, se alimentan de tejido vegetal, especialmente de hojas, se reproducen mediante huevos que son depositados en las plantas hospederas o cerca de ellas.</p> |                                 |                                    |    |
|  |                                 |                                    | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                                 |                                    |   |
|   |                                 |                                    | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                                 |                                    |  |

Fuente: Monne, 2005.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

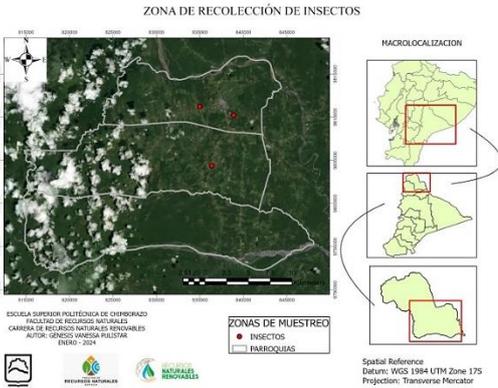
**Tabla 4-23:** Género *Scolecocampa*

| EREBIDAE  |                             |                                       | Registro fotográfico   |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Lepidoptera  | <b>Familia:</b><br>Erebidae | <b>Género:</b><br><i>Scolecocampa</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Las polilas de este género en su estado adulto suelen tener un aspecto robusto y compacto, alas estrechas y cuerpo grueso, la coloración y el patrón de las alas varía según la especie y suele ser entre gris, marrón o negro. Su tamaño generalmente es entre 20 y 40 mm. Poseen un aparato bucal largo conocido como espiritrompa. Cumplen un ciclo de vida que incluye los estados de huevo, larva, pupa y adulto.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son cosmopolitas, se distribuyen ampliamente en diferentes regiones, son nocturnas, las larvas se alimentan de material vegetal lo que puede ocasionar daños significativos en la producción agrícola, mientras que los adultos se alimentan principalmente del néctar de las plantas.</p> |                             |                                       |    |
|   |                             |                                       | <b>Vista ventral</b>   |
| <b>Ubicación geográfica</b>   |                             |                                       | <b>Vista lateral</b>   |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ZONAS DE MUESTREO</p> <p>● INSECTOS</p> <p>□ MARIQUITAS</p> <p>Spatial Reference:<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>   |                             |                                       |  |

Fuente: Enciso et al., 2022.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

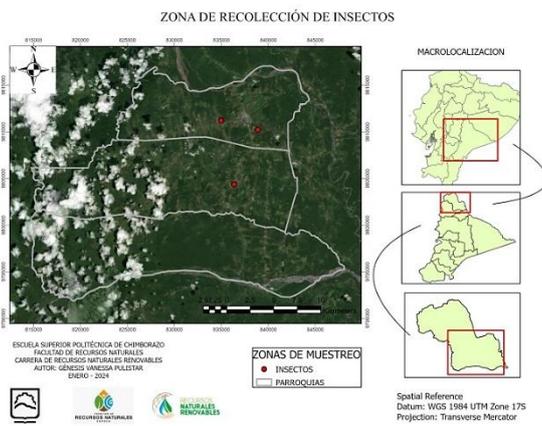
**Tabla 4-24:** Género *Ricolla*

| ALYDIDAE  |                             |                                  | Registro fotográfico   |
|---|-----------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hemiptera  | <b>Familia:</b><br>Alydidae | <b>Género:</b><br><i>Ricolla</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Son delgados y de colores apagados, presenta fémur grueso, cuatro artejos en las antenas, cabeza ancha y casi tan larga como el pronoto. Poseen glándulas olorosas muy desarrolladas por lo cual pueden producir olores fuertes, son bilateralmente simétricos y tiene piezas bucales perforadoras y chupadoras</p> <p><b>Hábitos:</b> Son diurnos</p> |                             |                                  |    |
|   |                             |                                  | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                             |                                  |   |
|   |                             |                                  | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                             |                                  |  |

Fuente: McGavin, 2000.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

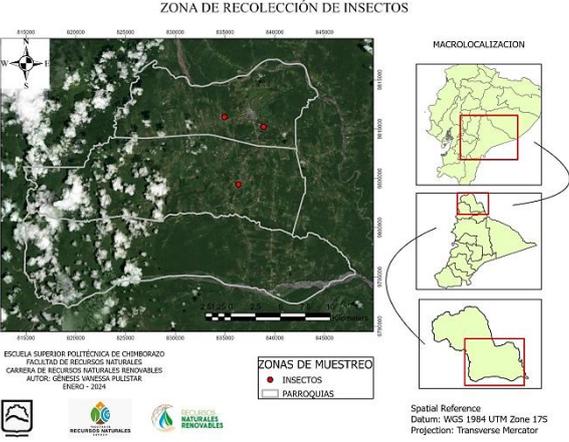
**Tabla 4-25:** Género *Conocephalus*

| TETTIGONIIDAE   |                                  |                                       | Registro fotográfico   |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Orthoptera   | <b>Familia:</b><br>Tettigoniidae | <b>Género:</b><br><i>Conocephalus</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Grande y robusto, mide alrededor de 13 a 30 mm. Presenta un color verde y marrón y tiene tegmina corta (alas delanteras). Los machos poseen cercos largos los cuales se estrechan más allá del diente y se aplanan llegando al tercio final, poseen la capacidad de doblar sus cuerpos en ángulos extremos. Las hembras tienen un ovipositor recto que sobrepasa la longitud del cuerpo. La especie recibió su nombre del ovipositor distintivo de la hembra.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son predominantemente nocturnos y producen sonidos durante la noche para atraer a las hembras, durante el día se ocultan en hojas o ramas, su dieta es principalmente herbívora (hojas y materiales vegetales), su comunicación es mediante sonidos y es esencial para el apareamiento.</p> |                                  |                                       |    |
|   |                                  |                                       | <b>Vista ventral</b>   |
| <b>Ubicación geográfica</b>   |                                  |                                       | <b>Vista lateral</b>   |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENEZIS VANESSA PULISTAR<br/>ENERO - 2024</p> <p>ZONAS DE MUESTREO<br/>● INSECTOS<br/>□ PARRROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Proyección: Transverse Mercator</p>   |                                  |                                       |  |

**Fuente:** PictureInsect, 2024.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

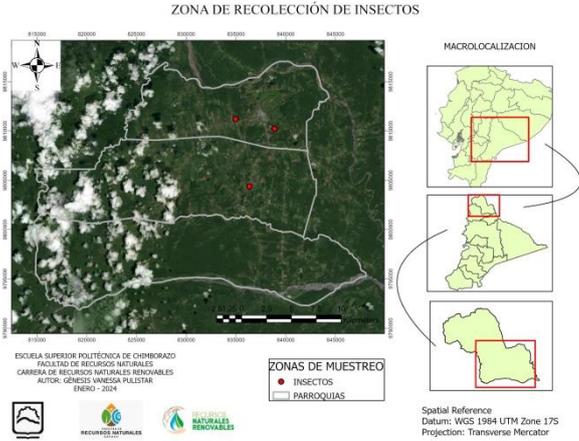
**Tabla 4-26:** Género *Atta*

| FORMYCIDAE   |                               |                               | Registro fotográfico   |
|--|-------------------------------|-------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera   | <b>Familia:</b><br>Formycidae | <b>Género:</b><br><i>Atta</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> La familia de las hormigas, son insectos sociales que se jerarquizan por colonias. Sus cuerpos son segmentados, donde se distingue su cabeza, tórax y abdomen, presentan antenas articuladas, mandíbula adaptada que les ayuda a realizar diversas funciones, desde la recolección de alimentos hasta la construcción de sus nidos.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son cosmopolitas, se encuentran en todos los hábitats, su dieta es variada; incluye néctar, insectos y otros recursos, se comunican por medio de feromonas y otras señales químicas.</p> |                               |                               |    |
|  |                               |                               | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                               |                               |  |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MAGROLOCALIZACIÓN</p> <p>ZONAS DE MUESTREO</p> <p>● INSECTOS</p> <p>□ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>   |                               |                               | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                               |                               |  |

Fuente: Vaccaro & Mousques, 2004.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

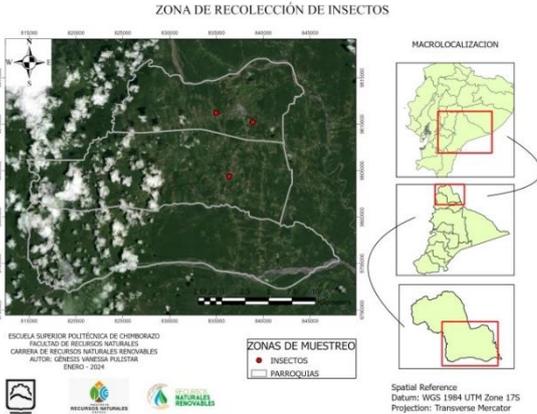
**Tabla 4-27:** Género *Camponotus*

| FORMYCIDAE   |                               |                                     | Registro fotográfico   |
|--|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera   | <b>Familia:</b><br>Formycidae | <b>Género:</b><br><i>Camponotus</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> La familia de las hormigas, son insectos sociales que se jerarquizan por colonias. Sus cuerpos son segmentados, donde se distingue su cabeza, tórax y abdomen, presentan antenas articuladas, mandíbula adaptada que les ayuda a realizar diversas funciones, desde la recolección de alimentos hasta la construcción de sus nidos.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son cosmopolitas, se encuentran en todos los hábitats, su dieta es variada; incluye néctar, insectos y otros recursos, se comunican por medio de feromonas y otras señales químicas.</p> |                               |                                     |    |
|  |                               |                                     | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                               |                                     |  |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ZONAS DE MUESTREO</p> <p>● INSECTOS</p> <p>□ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p>   |                               |                                     | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                               |                                     |  |

Fuente: Villegas, 2018.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

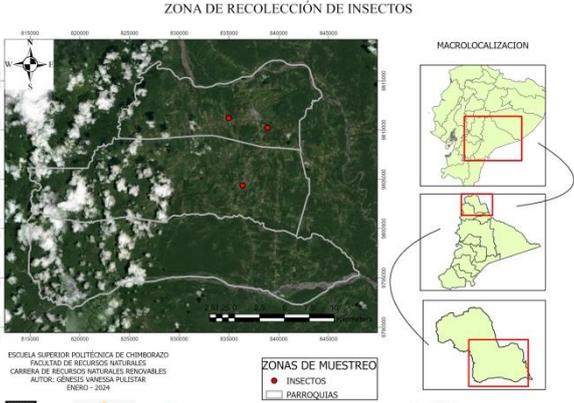
**Tabla 4-28:** Género *Colpolopha*

| ARCRIDIDAE   |                              |                                     | Registro fotográfico   |
|--|------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Orthoptera  | <b>Familia:</b><br>Acrididae | <b>Género:</b><br><i>Colpolopha</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> De tamaño grande, presenta colores crípticos, posee un pronoto quillado en punta hacia el abdomen, en sus patas posteriores presenta grandes espinas que son utilizadas como defensa cuando salta.</p> <p><b>Hábitos:</b> Amplia distribución en las regiones naturales amazónicas se encuentra principalmente en bosques tropicales o subtropicales. Son netamente herbívoros.</p> |                              |                                     |    |
|  |                              |                                     | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>  <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENEÍS VANESSA PALISTAR<br/>ENERO - 2024</p> <p>Spatial Reference:<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p> |                              |                                     |  |
|  |                              |                                     | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                              |                                     |  |

**Fuente:** Vladimir, 2020.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

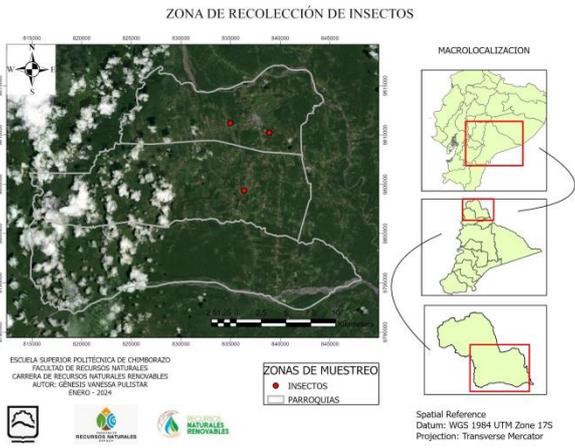
**Tabla 4-29:** Género *Synoeca*

| VEPIDAE   |                             |                                  | Registro fotográfico   |
|---|-----------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera  | <b>Familia:</b><br>Vespidae | <b>Género:</b><br><i>Synoeca</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Tiene un tamaño moderado, coloración azul y negra metálica, con cuerpos robustos, alas oscuras y membranosas, su cabeza tiene un vértice saliente, están equipadas con agujijones venenosos que les ayudan a defenderse en situaciones de amenaza.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son diurnas, presentan un comportamiento social y construcción de nidos colgantes. Se encuentran en regiones con climas tropicales y subtropicales, son polinizadoras y se alimentan de néctar y algunos insectos.</p> |                             |                                  |    |
|   |                             |                                  | <b>Vista ventral</b>   |
| <b>Ubicación geográfica</b>   |                             |                                  | <b>Vista lateral</b>   |
|  <p>ZONA DE RECOLECCIÓN DE INSECTOS</p> <p>MACROLOCALIZACIÓN</p> <p>ZONAS DE MUESTREO</p> <p>● INSECTOS</p> <p>□ PARROQUIAS</p> <p>Spatial Reference<br/>Datum: WGS 1984 UTM Zone 17S<br/>Projection: Transverse Mercator</p> <p>ESUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO<br/>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES<br/>CARRERA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES<br/>AUTOR: GENESIS VANESSA PULISTAR<br/>ENERO - 2024</p>                  |                             |                                  |  |

Fuente: Mejía, 2015.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

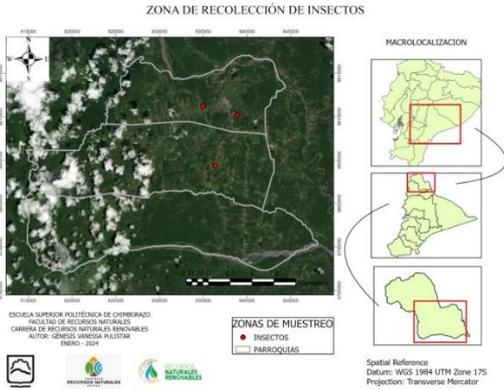
**Tabla 4-30:** Género *Xylocopa*

| APIDAE  |                           |                                   | Registro fotográfico   |
|---|---------------------------|-----------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Hymenoptera  | <b>Familia:</b><br>Apidae | <b>Género:</b><br><i>Xylocopa</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Conocida como la abeja carpintera del este, son de color negro brillante con manchas de color amarillo y poseen bellos en la parte superior del abdomen, su forma es redondeada achatada, posee antenas cortas, alas levemente pequeñas y patas engrosadas, su tamaño va de 1 a 2.5 cm. Tiene maxilare afilados y en forma de cuña diseñados para perforar materiales duros.</p> <p><b>Hábitos:</b> Anidan en madera, son importantes polinizadoras, las larvas se alimentan únicamente de madera, mientras que los adultos se alimentan del néctar y polen de las flores.</p> |                           |                                   |    |
|   |                           |                                   | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>   |                           |                                   |   |
|   |                           |                                   | <b>Vista lateral</b>   |
|   |                           |                                   |  |

**Fuente:** PictureInsect, 2024.

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

**Tabla 4-31:** Género *Conocephalus*

| TETTIGONIIDAE  |                                  |                                       | Registro fotográfico   |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>Orden:</b><br>Orthoptera  | <b>Familia:</b><br>Tettigoniidae | <b>Género:</b><br><i>Conocephalus</i> | <b>Vista dorsal</b>  |
| <p><b>Descripción:</b> Conocidos también como insectos hoja, se identifica por el tamaño de sus antenas filamentosas que generalmente su longitud es mayor a la de sus cuerpos y por presentar un ovipositor con forma de hoz que lo usan para poner huevos en tallos de hierba o en materia vegetal.</p> <p><b>Hábitos:</b> Son herbívoros y se distribuyen en una ampliamente en de hábitats, son principalmente nocturnos con una actividad baja en horas centrales del día, tienen la capacidad de producir sonidos durante el apareamiento para atraer a las hembras.</p> |                                  |                                       |    |
|  |                                  |                                       | <b>Vista ventral</b>   |
| <p><b>Ubicación geográfica</b></p>    |                                  |                                       |  |
|  |                                  |                                       | <b>Vista lateral</b>   |
|  |                                  |                                       |  |

Fuente: Biodiversidadvirtual, 2024.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

### **4.2.3. Análisis de los índices de biodiversidad**

Se tabuló y se generó una base de datos la cual sirvió para calcular los índices de biodiversidad alfa (Shannon y Simpson) e índice beta (Bray Curtis) con la ayuda de Excel y el Software Primer 5.

#### **4.2.3.1. Índice de biodiversidad de Simpson**

En los cultivos de *Hylocereus megalanthus* se determinó un índice de Simpson de 0.903, lo que representa una alta diversidad según Bautista (2020) menciona que en una escala que mide la diversidad de 0 – 1, el valor de 0 representa una baja o nula diversidad y el valor de 1 representa una diversidad alta. El índice de Simpson indica la dominancia y se interpreta como la probabilidad de tomar dos individuos al azar estos pertenezcan a la misma especie.

A pesar de tener un valor cercano a uno el cual se interpreta como una diversidad alta, se debe tomar en cuenta que este índice es altamente sensible a las especies con mayor dominancia, de acuerdo con Moreno (2001, p.41); en los cultivos considerados para este estudio se presenta una dominancia en los géneros: *Atta*, *Camponotus*, *Conocephalus* y *Meliscaeva*, con 32, 21, 14 y 12 individuos respectivamente; mas no una diversidad de especies de forma general, debido a que son productos de exportación se aplica constantemente químicos para controlar poblaciones de insectos que son considerados plagas y afectan a los cultivos, mismos productos que son nocivos para las poblaciones de insectos que no se consideran plagas. A continuación, se muestra la Tabla 4-11 con los valores obtenidos para el cálculo de este índice.

**Tabla 4-32:** Índice de Simpson

| CLASE   | ORDEN          | FAMILIA       | GÉNERO               | Número de Individuos (ni) | Abundancia relativa (Pi) | Pi^2              |                    |
|---------|----------------|---------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| Insecta | Hymenoptera    | Chalcididae   | <i>Conura</i>        | 6                         | 0,039735099              | 0,001578878       |                    |
|         |                | Ichneumonidae | <i>Acrotaphus</i>    | 2                         | 0,013245033              | 0,000175431       |                    |
|         |                | Apidae        | <i>Trigona</i>       | 5                         | 0,033112583              | 0,001096443       |                    |
|         |                |               | <i>acrotaphus</i>    | 4                         | 0,026490066              | 0,000701724       |                    |
|         |                | Formycidae    | <i>Atta</i>          | 32                        | 0,21192053               | 0,044910311       |                    |
|         |                |               | <i>Camponotus</i>    | 21                        | 0,139072848              | 0,019341257       |                    |
|         |                | Vespidae      | <i>Synoeca</i>       | 1                         | 0,006622517              | 4,38577E-05       |                    |
|         | Diptera        | Muscidae      | <i>Stomoxys</i>      | 7                         | 0,046357616              | 0,002149029       |                    |
|         |                | Syrphidae     | <i>Toxomerus</i>     | 8                         | 0,052980132              | 0,002806894       |                    |
|         |                |               | <i>Meliscaeva</i>    | 12                        | 0,079470199              | 0,006315512       |                    |
|         | Hemiptera      | Membracidae   | <i>Stictocephala</i> | 7                         | 0,046357616              | 0,002149029       |                    |
|         |                | Pentatomidae  | <i>Mormidea</i>      | 6                         | 0,039735099              | 0,001578878       |                    |
|         |                | Reduviidae    | <i>Phymata</i>       | 2                         | 0,013245033              | 0,000175431       |                    |
|         |                | Alydidae      | <i>Ricolla</i>       | 1                         | 0,006622517              | 4,38577E-05       |                    |
|         | Homóptera      | Cercopidae    | <i>Zulia</i>         | 2                         | 0,013245033              | 0,000175431       |                    |
|         | Coleptera      | Crysomelidae  | <i>Paranapiacaba</i> | 6                         | 0,039735099              | 0,001578878       |                    |
|         |                |               | <i>Omophoita</i>     | 7                         | 0,046357616              | 0,002149029       |                    |
|         | Lepidoptera    | Erebidae      | <i>Scolecocampa</i>  | 1                         | 0,006622517              | 4,38577E-05       |                    |
|         | Orthoptera     | Tettigoniidae | <i>Conocephalus</i>  | 14                        | 0,092715232              | 0,008596114       |                    |
|         |                |               |                      | 6                         | 0,039735099              | 0,001578878       |                    |
|         |                | Acrididae     | <i>Colpolopha</i>    | 1                         | 0,006622517              | 4,38577E-05       |                    |
|         | <b>TOTAL</b>   |               |                      |                           | <b>151</b>               | <b>Dominancia</b> | <b>0,097232578</b> |
|         | <b>Simpson</b> |               |                      |                           |                          |                   | <b>0,902767422</b> |

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.2.3.2. Índice de biodiversidad de Shannon-Wiener

En los cultivos de *Hylocereus megalanthus* se determinó un índice de Shannon de 2.634, lo que representa una diversidad considerada en un rango medio, de acuerdo con Pla (2006) quien afirma que en un rango de 2-3 los valores por encima de 3 representan una alta diversidad, mientras que los valores por debajo de 2 se consideran como diversidad baja. Dentro de la zona estudiada se presenta una variación de especies de insectos, con una distribución relativamente equitativa con respecto a su abundancia, relacionándolo con el índice de Shannon que menciona que posee una diversidad media.

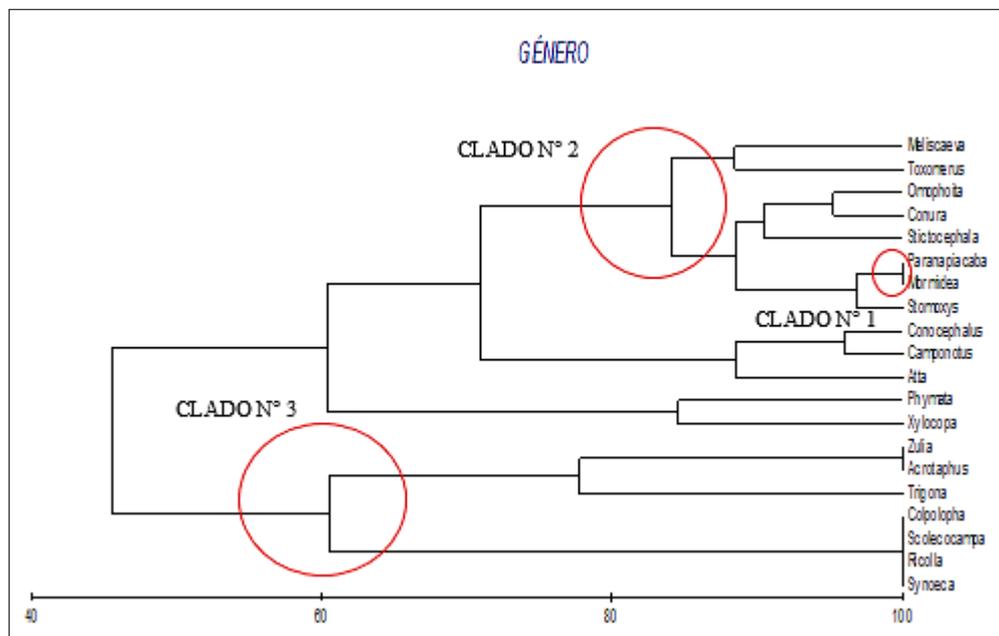
**Tabla 4-33:** Índice de Shannon

| CLASE          | ORDEN        | FAMILIA       | GÉNERO               | Número de Individuos | Pi          | PI*LnPi           |                   |
|----------------|--------------|---------------|----------------------|----------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| Insecta        | Hymenoptera  | Chalcididae   | <i>Conura</i>        | 6                    | 0,039735099 | -0,1282           |                   |
|                |              | Ichneumonidae | <i>Acrotaphus</i>    | 2                    | 0,013245033 | -0,0573           |                   |
|                |              | Apidae        | <i>Trigona</i>       | 5                    | 0,033112583 | -0,1128           |                   |
|                |              |               | <i>Xylocopa</i>      | 4                    | 0,026490066 | -0,0962           |                   |
|                |              | Formycidae    | <i>Atta</i>          | 32                   | 0,21192053  | -0,3288           |                   |
|                |              |               | <i>Camponotus</i>    | 21                   | 0,139072848 | -0,2744           |                   |
|                |              | Vespidae      | <i>Synoeca</i>       | 1                    | 0,006622517 | -0,0332           |                   |
|                | Diptera      | Muscidae      | <i>Stomoxys</i>      | 7                    | 0,046357616 | -0,1424           |                   |
|                |              | Syrphidae     | <i>Toxomerus</i>     | 8                    | 0,052980132 | -0,1556           |                   |
|                |              |               | <i>Meliscaeva</i>    | 12                   | 0,079470199 | -0,2012           |                   |
|                | Hemiptera    | Membracidae   | <i>Stictocephala</i> | 7                    | 0,046357616 | -0,1424           |                   |
|                |              | Pentatomidae  | <i>Mormidea</i>      | 6                    | 0,039735099 | -0,1282           |                   |
|                |              | Reduviidae    | <i>Phymata</i>       | 2                    | 0,013245033 | -0,0573           |                   |
|                |              | Alydidae      | <i>Ricolla</i>       | 1                    | 0,006622517 | -0,0332           |                   |
|                | Homóptera    | Cercopidae    | <i>Zulia</i>         | 2                    | 0,013245033 | -0,0573           |                   |
|                | Coleptera    | Crysolmelidae | <i>Paranapiacaba</i> | 6                    | 0,039735099 | -0,1282           |                   |
|                |              |               | <i>Omophoita</i>     | 7                    | 0,046357616 | -0,1424           |                   |
|                | Lepidoptera  | Erebidae      | <i>Scolecocampa</i>  | 1                    | 0,006622517 | -0,0332           |                   |
|                | Orthoptera   | Tettigoniidae | <i>Conocephalus</i>  | 14                   | 0,092715232 | -0,2205           |                   |
|                |              |               |                      | 6                    | 0,039735099 | -0,1282           |                   |
|                |              | Acrididae     | <i>Colpolopha</i>    | 1                    | 0,006622517 | -0,0332           |                   |
|                | <b>TOTAL</b> |               |                      |                      | <b>151</b>  | <b>1</b>          | <b>-2,6341187</b> |
|                |              |               |                      |                      |             |                   | <b>-1</b>         |
| <b>Shannon</b> |              |               |                      |                      |             | <b>2,63411874</b> |                   |

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.2.3.3. Prueba de similitud de Bray Curtis

Esta prueba muestra la similitud entre 20 géneros recolectados en los cultivos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora, los cuales se encuentran enlazados en un total de 17 clados, de los que se tomaron 3 representativos para su comparación. El clado N°1 evidencia que los géneros *Paranapiacaba* y *Mormidea* comparten un 100% de similitud de ser recolectados en la misma zona de muestreo; las zonas de estudio son parecidas en cuanto a sus condiciones por lo tanto es muy probable encontrar individuos de los géneros ya mencionados en las diferentes áreas muestreadas. Así también, en el clado N°2 se observó que desde el género *Meliscaeva* hasta el género *Stomoxys* existe un 84% de similitud en presencia en las zonas de estudio de ser recolectadas en las zonas de muestreo. Pero también se observó una baja probabilidad de ser recolectados en las mismas zonas de muestreo en los géneros del clado N°3 en el cual se encuentran desde el género *Zulia* hasta el género *Zynoea* con un 61% de similitud, la baja presencia de las especies que pertenecen a estos géneros se debe a las condiciones de las zonas de muestreo y los diferentes requerimientos de cada individuo en específico.



**Ilustración 4-1:** Cladograma de similitud de Bray Curtis

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

### **4.3. Delimitar zonas de afectación a través de sensores remotos en cultivos de *Hylocereus megalanthus*.**

#### **4.3.1. Definición de área de estudio**

Los muestreos se realizaron en cuatro lotes ubicados en el cantón Palora que pertenecen a los productores:

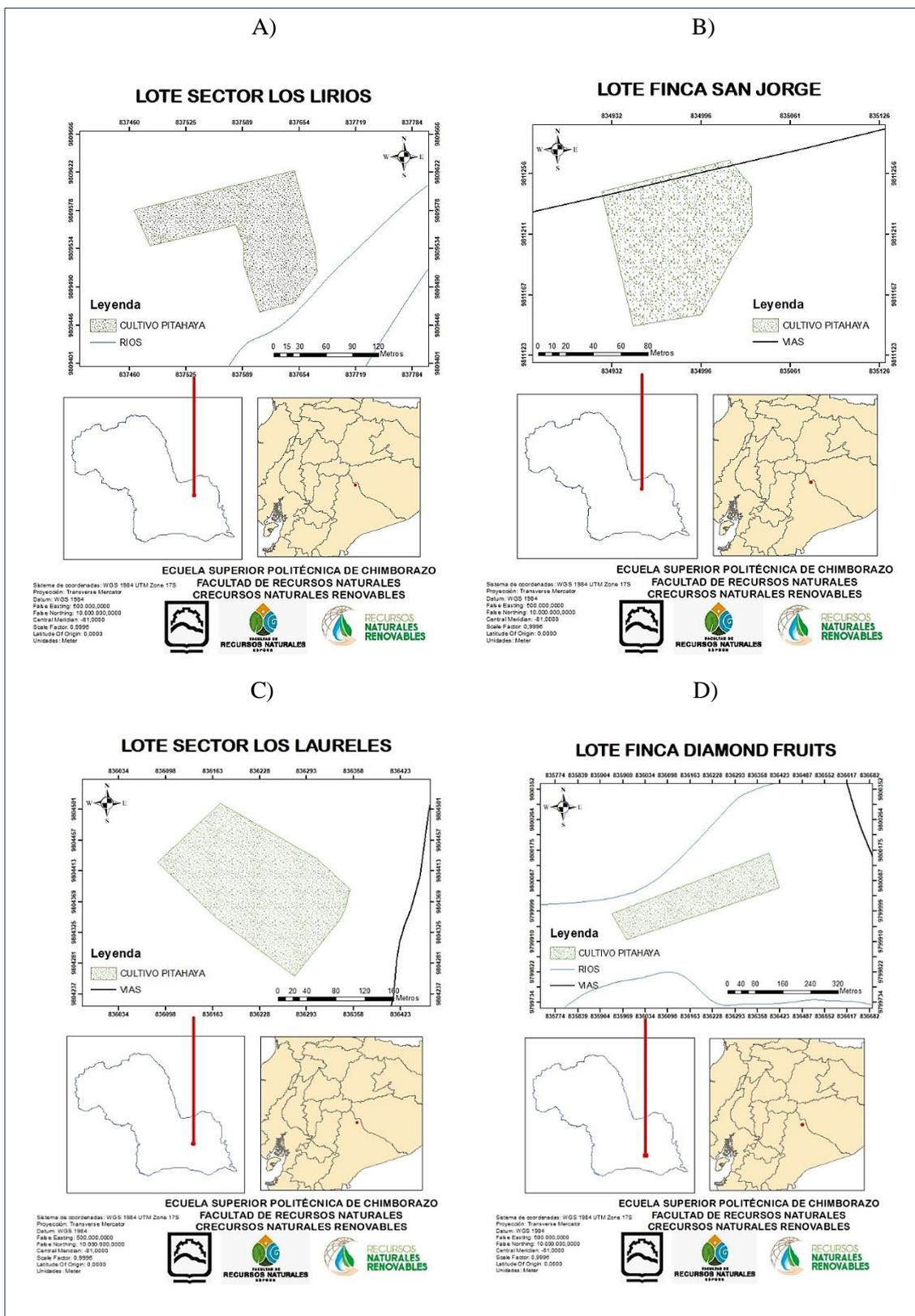
Washo Ortiz propietario del lote ubicado en el sector Los Lirios, el área que se tomó en cuenta para la digitalización fue de 16.007,71 metros cuadrados.

Jorge Hidalgo propietario de la finca San Jorge ubicada en el sector Numbaime, el área tomada en cuenta para la digitalización fue de 9.151,07 metros cuadrados.

Carlos Ortiz propietario del lote ubicado en el sector Los Laureles, el área que se tomó en cuenta para la digitalización fue de 33.855,66 metros cuadrados.

Aníbal Andrade propietario de la finca Diamod Fruits ubicada en el sector Sangay; el área que tomada en cuenta fue de 45.281,69 metros cuadrados.

El muestreo se realizó en función a la disposición de los propietarios de los sitios a ser estudiados, se tomaron puntos georreferenciados con ayuda de la aplicación GPS Waypoints en los lugares en los cuales se tuvo accesibilidad y que se consideran afectados por plagas o cualquier otro organismo. A continuación, se presentan en el orden mencionado anteriormente los lotes que fueron georreferenciados y digitalizados gracias el software ArcMap.

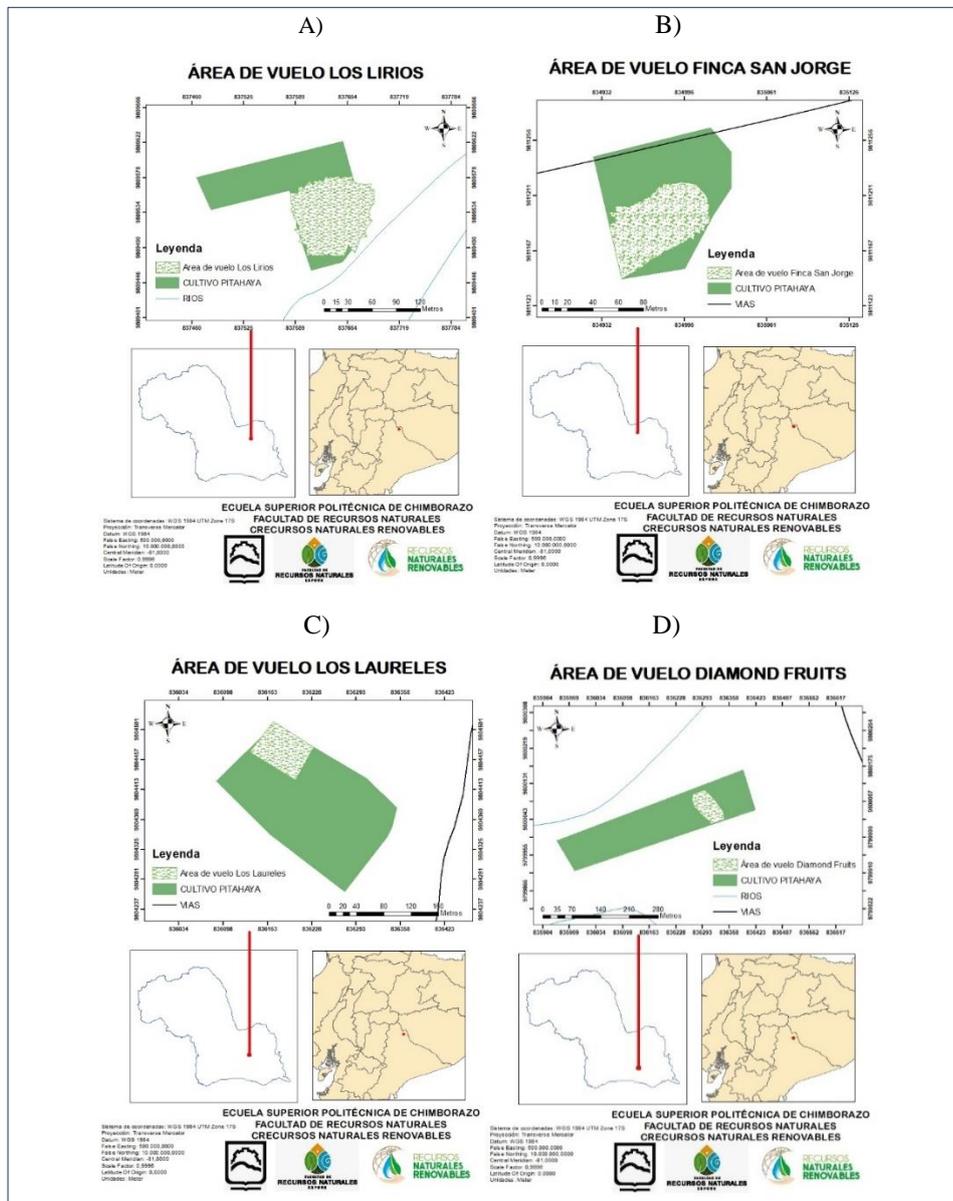


**Ilustración 4-2:** Lotes digitalizados: A. Sector Los Lirios. B. Finca San Jorge. C. Sector Los Laureles. D. Finca Diamond Fruits.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

### 4.3.2. Ejecución de vuelos fotogramétricos

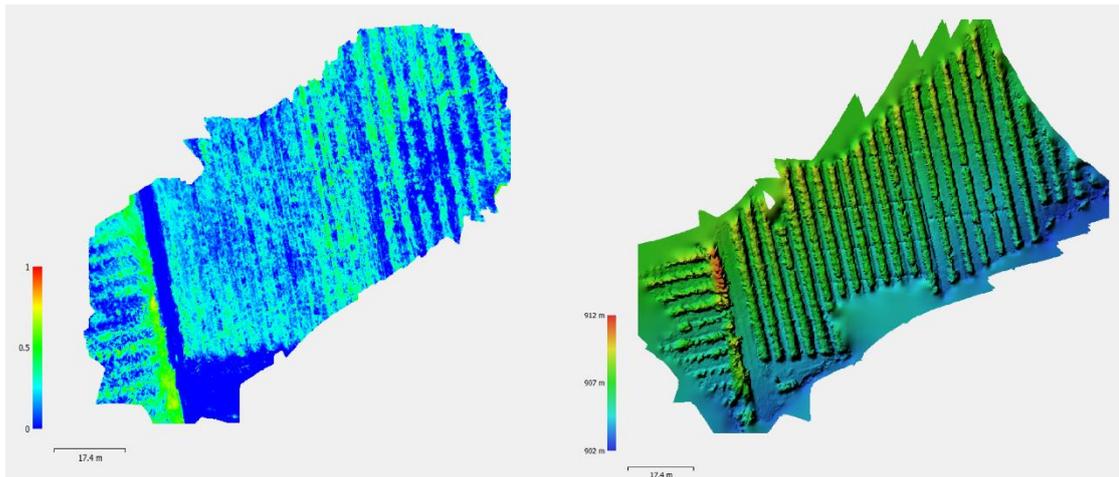
Luego de obtener los polígonos de los terrenos elegidos para este estudio, se planificaron vuelos con un vehículo aéreo no tripulado y con ayuda de la aplicación PIX4Dcapture se dió paso a la programación del vuelo, en estas aplicaciones se genera los polígonos a ser levantados que se muestran en la Ilustración 4-2, se programó el ángulo de la cámara de 90 grados, el porcentaje de traslape de la foto de 70%, además se determinó una velocidad del drone de 10 m/s con grilla simple y a una altura de 25 metros. El área de vuelo por lote es de: A 8.139,03 m<sup>2</sup>, B 3.645,15 m<sup>2</sup>, C 4.168,53 m<sup>2</sup> y D 3.793,52 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 4-3:** Área de vuelo: A. Sector Los Lirios. B. Finca San Jorge. C. Sector Los Laureles. D. Finca Diamond Fruits.

Realizado por: Pulistar G., 2024.

En cada vuelo se tomaron alrededor de 550-650 fotos por lote muestreado por medio de una cámara multispectral, en un área determinada de 3000 a 8000 metros cuadrados aproximadamente. Las fotos tomadas fueron procesadas inicialmente en el software Agisoft Metashape siguiendo los pasos mostrados en la Ilustración 3-5, de aquí se obtuvo el valor inicial de MDE (Modelo digital de elevación) y NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) los cuales se muestran a continuación.



**Ilustración 4-4:** NDVI y MDE

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.3.3. Identificación de sintomatología en plantas afectadas

Dentro de los cultivos de *Hylocereus megalanthus* no se identificó insectos plaga que causen alguna afectación debido a que son productos que se encuentran en constante monitoreo y control, sin embargo, se identificó un microorganismo que afecta a los cultivos en cualquier etapa de su desarrollo y que genera pérdidas económicas a los productores de la zona.

##### 4.3.3.1. *Colletotrichum spp*

La información se obtuvo de manera bibliográfica, corroborando con los síntomas observados en las plantaciones estudiadas, en la Tabla 4-34 se presenta la descripción del microorganismo mencionado.

**Tabla 4-34:** Descripción de *Colletotrichum spp*

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre científico:</b> <i>Colletotrichum spp.</i>  |   |
| <b>Nombre común:</b> Antracnosis  |   |
| <b>Descripción</b>  | <b>Etapa de la planta afectada</b>  |
| <p>Es un microorganismo que vive de la materia orgánica y en ocasiones especiales tiene la capacidad de volverse patógeno.<br/>(González, 2019, p.11).</p> <p>Es responsable de la enfermedad conocida como antracnosis (Bello et al., 2022, p.75). Es un hongo de distribución cosmopolita y con predominancia en las regiones tropicales y subtropicales.</p> | <p>Se presentan en cualquier etapa de desarrollo de la planta (González, 2019, p.11).</p>   |
| <b>Zona de la planta afectada</b>   | <b>Sintomatología generada en la planta</b>   |
| <p>Produce daños en hojas, ramas jóvenes y muy jóvenes, inflorescencias y frutos.<br/>(Bello et al., 2022, p.76)</p>  | <p>Lesiones semicirculares con hundimiento en forma de anillos concéntricos donde se producen masas de conidias dentro de un acérvulo. En el tallo y en los brotes como manchas necróticas redondeadas con apariencia de un cancro. En cambio, en el fruto el síntoma se presenta como una lesión amarillenta a parda de consistencia blanda.<br/>(Bello et al., 2022, p.77)</p> <p>En ataques severos la parte afectada de la penca se desprende dejando huecos (González, 2019, p.11). Los síntomas que presentan se los atribuyen al cáncer de la pitahaya, presentando principalmente pequeñas manchas circulares anaranjadas con oscurecimiento en el centro, manchas blanquecinas con puntuaciones negras, y desprendimiento del tejido vegetal.<br/>(Yumbla, 2022, p.38)</p> |
| <b>Foto representativa del espécimen</b>  |   |
|   |   |

**Realizado por:** Pulistar G., 2024.

#### 4.3.3.2. Comparación de fuentes bibliográficas y observación en campo

En los cultivos de *Hylocereus megalanthus* afectados por *Colletotrichum spp* se pudo observar principalmente la pérdida de color en los tallos, pasando de verde a una coloración amarillenta y en algunos casos a café y con la presencia un polvo blanco.

Otro de los síntomas observados fue la aparición de lesiones y hundimientos en los tallos en forma de círculos irregulares hasta llegar a poblar una gran cantidad del tallo y en casos severos provocar su desprendimiento.

En la etapa joven de los frutos provoca un cambio de color a café y los vuelve blandos hasta llegar a la putrefacción del mismo.

A continuación, se muestran fotos tomadas en campo de los cultivos de estudio.



**Ilustración 4-5:** Plantas con decoloración en sus hojas

Realizado por: Pulistar G., 2024.



**Ilustración 4-6:** Tallos con presencia de polvo blanco y desprendimientos

Realizado por: Pulistar G., 2024.



**Ilustración 4-7:** Presencia de círculos irregulares negros y hundimientos

Realizado por: Pulistar G., 2024.



**Ilustración 4-8:** Putrefacción de tallos y frutos

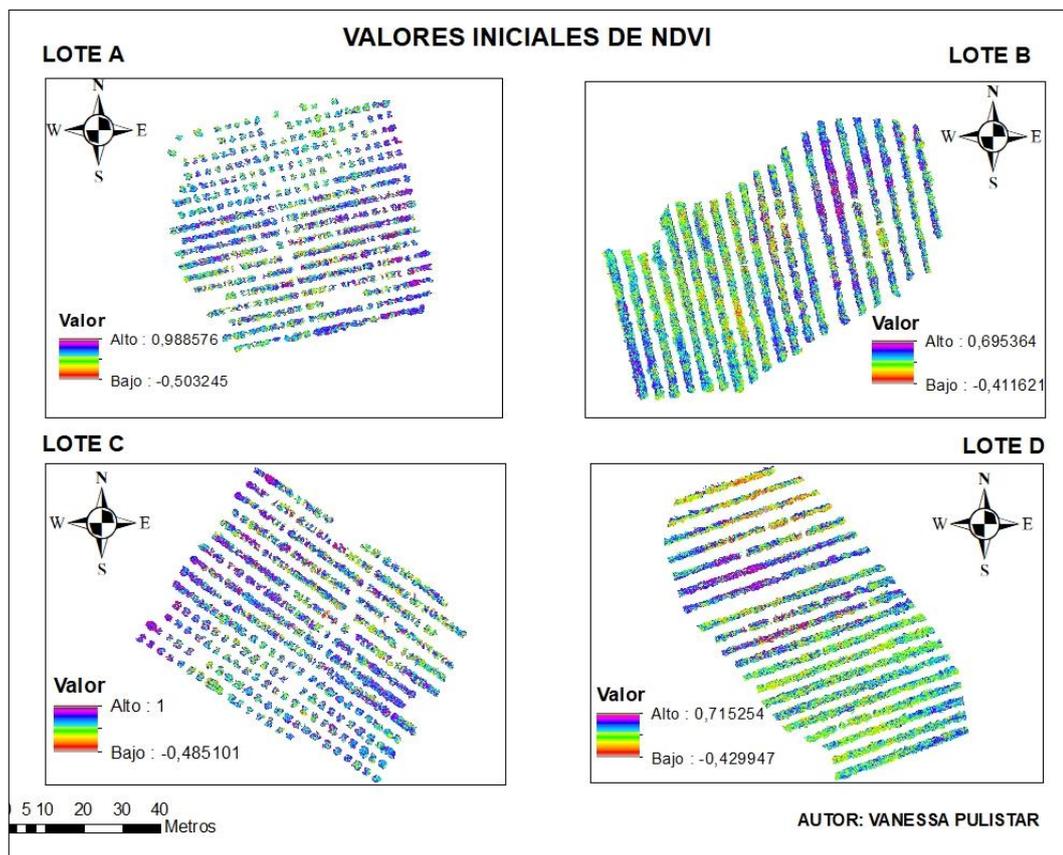
Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.3.4. Determinación de NDVI en cultivo de *Hylocereus megalanthus*

Considerando la zona de estudio y el principal causante de daños generados en los cultivos de *Hylocereus megalanthus*, se procedió a obtener los valores de NDVI tomando como referencia tablas de clasificación de la vegetación de fuentes bibliográficas.

Se realizaron polígonos considerando únicamente las plantas de *Hylocereus megalanthus* con la intención de no afectar los valores de NDVI con el resto de vegetación que se encuentra en los lotes estudiados.

Este índice permitió la identificación de vegetación, su estado de salud y la sintomatología que puede presentar en cualquier etapa de su proceso de producción. A continuación, se muestran el rango de NDVI inicial por lote.



**Ilustración 4-9:** NDVI valor inicial

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.3.5. Estado de salud del cultivo por rango de NDVI

Con base en la tabla de clasificación de NDVI mostrada en Tabla 4-35 se reclasificó los valores iniciales para identificar el estado de salud de los cultivos de *Hylocereus megalanthus*, teniendo un rango y su clasificación de:

**Tabla 4-35:** Rango de NDVI

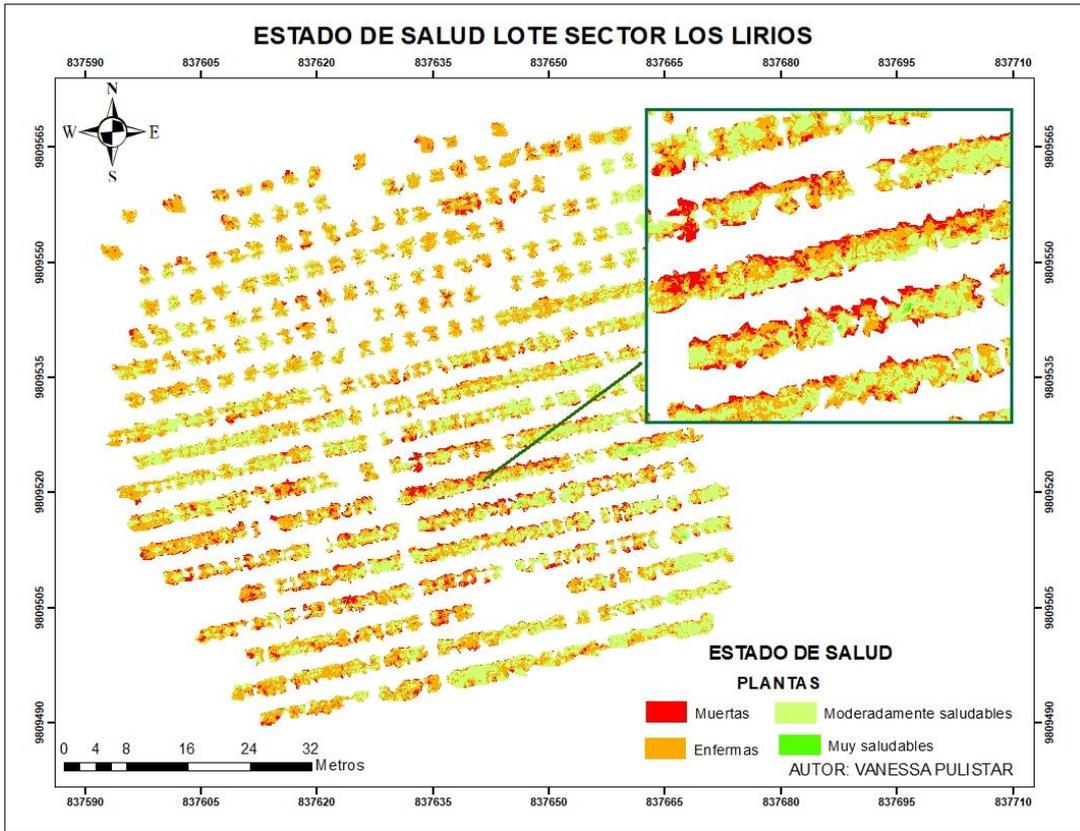
| Rango | Color representativo | Categoría                        |
|-------|----------------------|----------------------------------|
| 1     | Rojo                 | Planta muerta u objeto inanimado |
| 2     | Naranja              | Planta enferma                   |
| 3     | Verde claro          | Planta moderadamente saludable   |
| 4     | Verde fosforescente  | Planta muy saludable             |

Realizado por: Pulistar G., 2024.

El empleo de sensores remotos y técnicas de precisión permite la determinación de zonas que presentan sintomatología con respecto a plagas o enfermedades y zonas saludables, las cuales se representan en un rango como se muestra en la Tabla 4-36, además, ayuda a los productores a tener un monitoreo constante de sus plantaciones y a definir las estrategias de control a aplicarse.

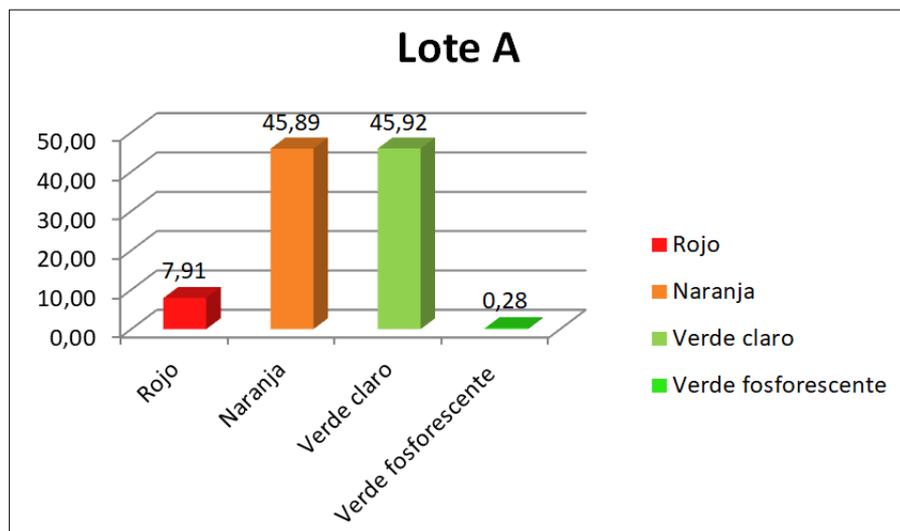
##### 4.3.5.1. Lote A

Se muestra el mapa de estado de salud del cultivo de *Hylocereus megalanthus* en el lote A, donde el color rojo hace referencia a plantas muertas u objetos inanimados y representa un área de 130 m<sup>2</sup>, el color naranja hace referencia a plantas enfermas y representa un área de 755,5 m<sup>2</sup>, el color verde claro hace referencia a plantas moderadamente saludables y representa un área de 755,9 m<sup>2</sup> y el color verde fosforescente hace referencia a plantas muy saludables y representa un área de 4,6 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 4-10:** NDVI reclasificado Lote A

Realizado por: Pulistar G., 2024.

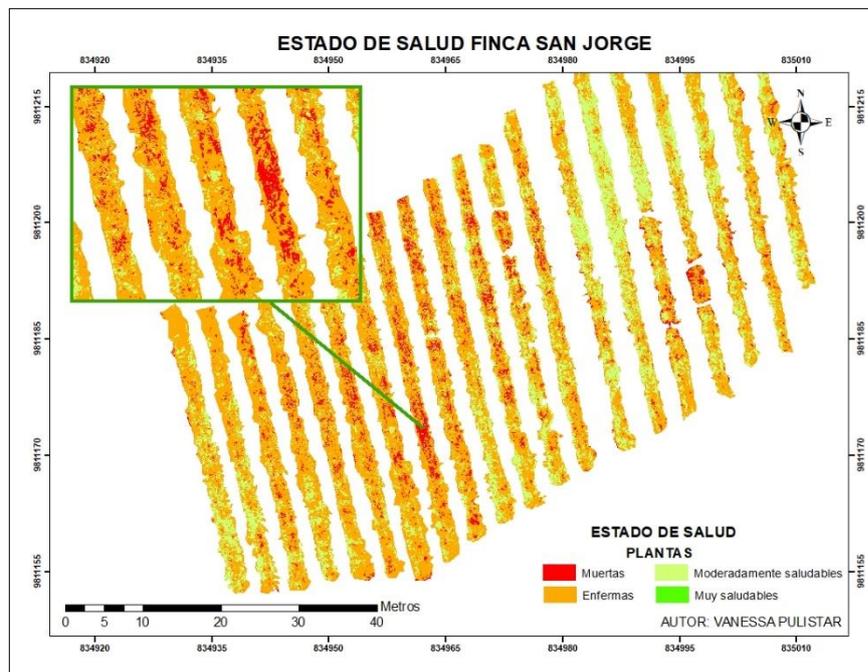


**Ilustración 4-11:** NDVI reclasificado porcentaje Lote A

Realizado por: Pulistar G., 2024.

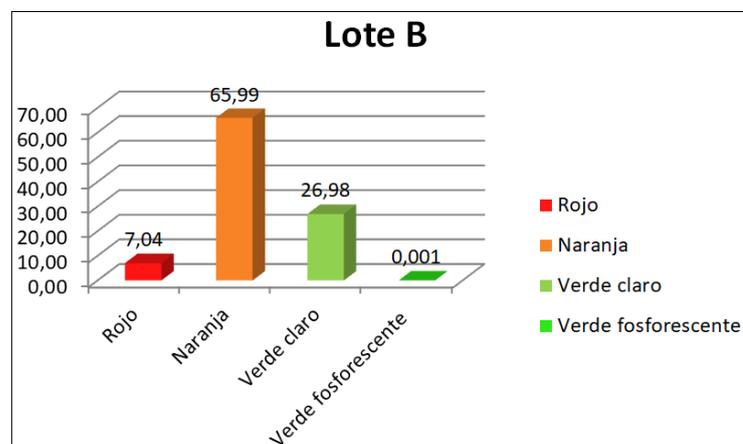
#### 4.3.5.2. Lote B

Se muestra el mapa de estado de salud del cultivo de *Hylocereus megalanthus* en el lote B, donde el color rojo hace referencia a plantas muertas u objetos inanimados y representa un área de 125 m<sup>2</sup>, el color naranja hace referencia a plantas enfermas y representa un área de 1.174,4 m<sup>2</sup>, el color verde claro hace referencia a plantas moderadamente saludables y representa un área de 480 m<sup>2</sup> y el color verde fosforescente hace referencia a plantas muy saludables y representa un área de 0,02 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 4-12:** NDVI reclasificado Lote B

Realizado por: Pulistar G., 2024.

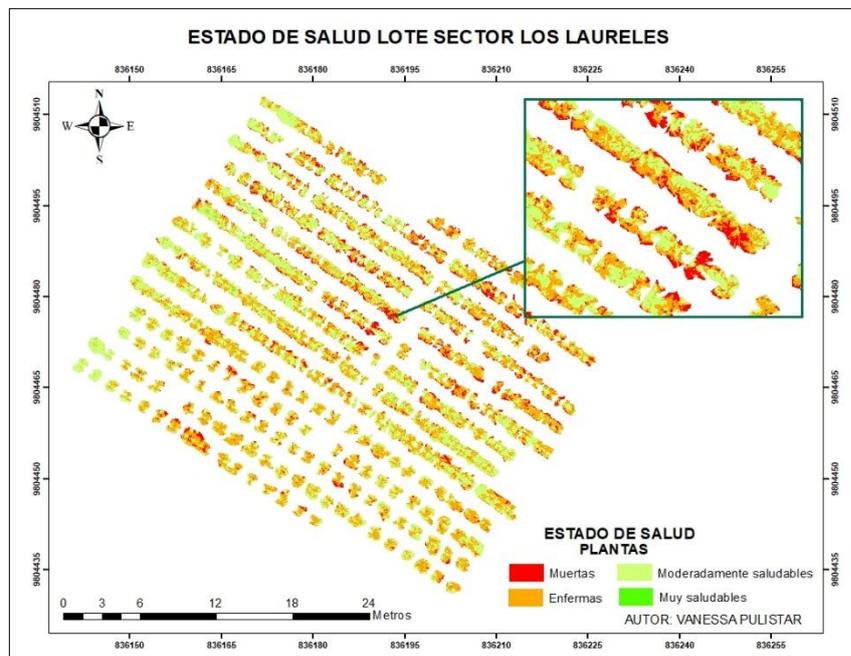


**Ilustración 4-13:** NDVI reclasificado porcentaje Lote B

Realizado por: Pulistar G., 2024.

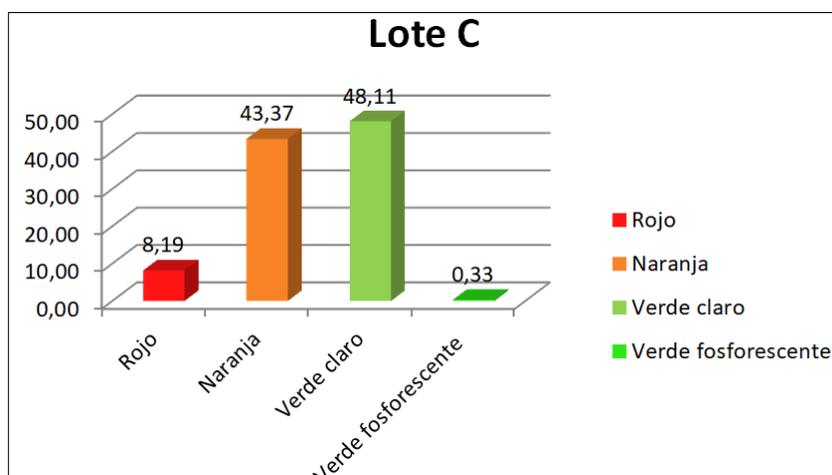
### 4.3.5.3. Lote C

Se muestra el mapa de estado de salud del cultivo de *Hylocereus megalanthus* en el lote C, donde el color rojo hace referencia a plantas muertas u objetos inanimados y representa un área de 111 m<sup>2</sup>, el color naranja hace referencia a plantas enfermas y representa un área de 588,7 m<sup>2</sup>, el color verde claro hace referencia a plantas moderadamente saludables y representa un área de 653 m<sup>2</sup> y el color verde fosforescente hace referencia a plantas muy saludables y representa un área de 4,4 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 4-14:** NDVI reclasificado Lote C

Realizado por: Pulistar G., 2024.

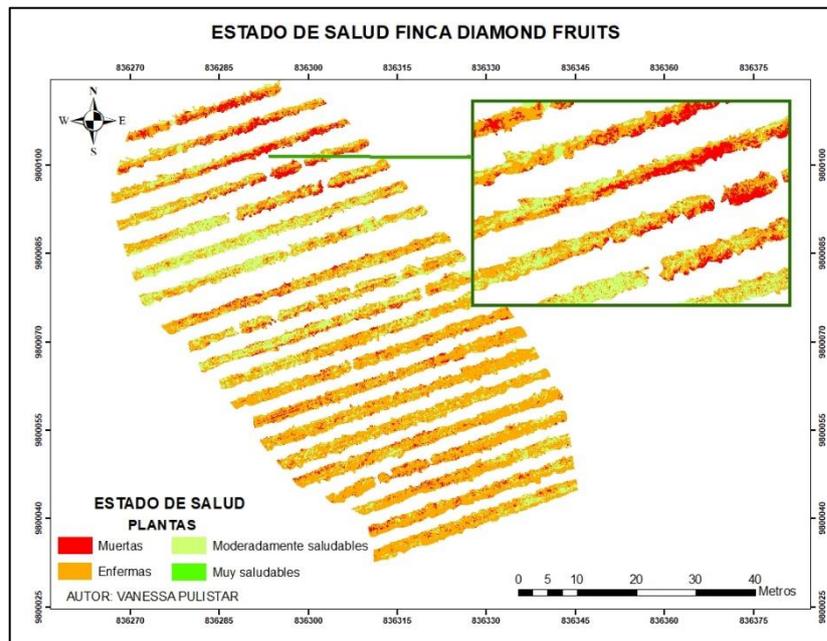


**Ilustración 4-15:** NDVI reclasificado porcentaje Lote C

Realizado por: Pulistar G., 2024.

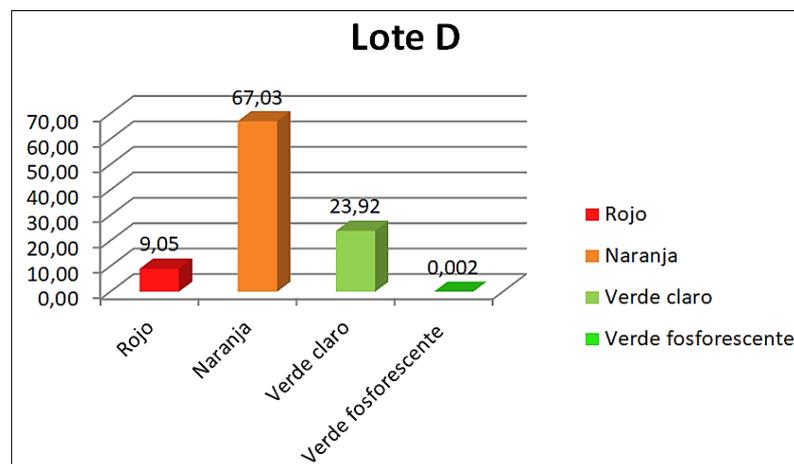
#### 4.3.5.4. Lote D

Se muestra el mapa de estado de salud del cultivo de *Hylocereus megalanthus* en el lote D, donde el color rojo hace referencia a plantas muertas u objetos inanimados y representa un área de 150 m<sup>2</sup>, el color naranja hace referencia a plantas enfermas y representa un área de 1.113 m<sup>2</sup>, el color verde claro hace referencia a plantas moderadamente saludables y representa un área de 397 m<sup>2</sup> y el color verde fosforescente hace referencia a plantas muy saludables y representa un área de 0,03 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 4-16:** NDVI reclasificado Lote D

Realizado por: Pulistar G., 2024.

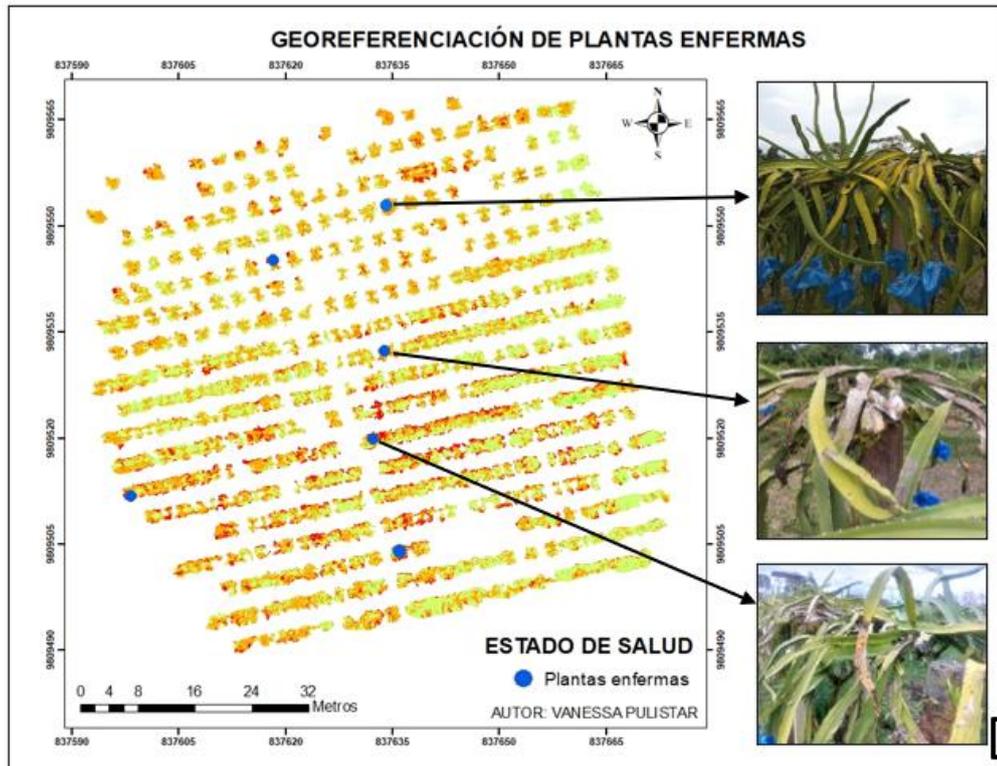


**Ilustración 4-17:** NDVI reclasificado porcentaje Lote D

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.3.5.5. Comprobación terrestre

Por medio del recorrido de comprobación terrestre se obtuvo puntos georreferenciados de plantas que presentan sintomatología, de esta forma se pudo comprobar que los valores obtenidos por NDVI que hacen referencia a la existencia de plantas enfermas corresponden a los sitios en los cuales se ubican dichas plantas.



**Ilustración 4-18:** Mapa de ubicación de plantas enfermas

Realizado por: Pulistar G., 2024.

#### 4.3.5.6. Análisis

En general se observó que el lote C tiene un mayor porcentaje de plantas muy saludables con un 0,33% y moderadamente saludables con un 48,11%, representado por el color verde fosforescente y verde claro respectivamente, siendo el lote con mejor estado de salud en cuanto a presencia de sintomatología causada por organismos nocivos, en comparación al resto de lotes estudiados.

El lote D tiene un mayor porcentaje de plantas enfermas con un 67,03% y plantas muertas con un 9,05%, representado por el color naranja y rojo cada uno; seguido por el lote B el cual presenta un 65,99% de plantas enfermas y un 7,04% de plantas muertas. Estos lotes muestran mayor porcentaje de afectaciones con relación a organismos patógenos, es decir, que su porcentaje de plantas saludables es muy bajo, por lo cual necesitan de un monitoreo y control constante.

#### 4.3.6. Estrategias de control

- Este trabajo de investigación se presenta como una estrategia de control que permite a los productores la identificación de zonas afectadas y la correcta aplicación de agroquímicos únicamente en el área determinada, de acuerdo a la sintomatología presente; reduciendo la aplicación de tratamientos químicos en zonas que no lo requieran, es decir, que no tengan indicios de alguna afectación, al mismo tiempo, disminuye el deterioro del recurso suelo e hídrico, reduce costos de producción y se obtiene productos de manera sustentable.
- Como estrategia de control sustentable para los cultivos de *Hylocereus megalanthus* afectados por *Colletotrichum spp.* se debe realizar podas fitosanitarias y apartar estos residuos para evitar la expansión del hongo, siembra de vegetación de propagación sana y el uso de plantas con propiedades antimicrobiales dentro de los cultivos.
- Para el control de organismos dañinos se debe aplicar productos biorracionales las cuales son sustancias que se obtienen a partir de microorganismos o plantas y se consideran ideales para los organismos que se desea intervenir (Landeró, et al., 2016: p. 1191), convenientes para el control de plagas y enfermedades. Siguiendo el principio de manejo sustentable, debido a que estos productos son menos tóxicos que los agroquímicos convencionales y reducen los riesgos hacia el ambiente y el hombre.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se identificó bibliográficamente los principales insectos plagas causantes de sintomatología en el cultivo de *Hylocereus megalanthus*, debido a que la zona de estudio se mantiene en constante control y monitoreo al tener productos de exportación, los insectos plaga que ocasionan mayor cantidad de daños son *Dasiops saltans Townsend*, *Leptoglossus zonatus* y *Rhaphalosiphum padi*, se identificó también sintomatología presente en estos cultivos causada por otro organismo que interfiere en el correcto desarrollo de la planta como lo es *Colletotrichum spp.*
- Se caracterizó y analizó la diversidad de insectos asociados al cultivo de *Hylocereus megalanthus* mediante una recolección en el área de estudio del cantón Palora, alcanzando un nivel taxonómico de 7 órdenes, 16 familias y 20 géneros, con un total de 151 individuos. Para el análisis se realizaron 3 índices de diversidad, el índice de Simpson presentó dominancia en los géneros *Atta*, *Camponotus*, *Conocephalus* y *Meliscaeva*; el índice de Shannon indicó una distribución relativamente equitativa con respecto a su abundancia, es decir, una diversidad media y en el índice de Bray Curtis se obtuvo 17 clados de los cuales se analizaron tres y se consiguió el 100%, 84% y 61% de similitud de ser recolectados en la misma zona de muestreo.
- Se analizó 4 zonas de cultivos de *Hylocereus megalanthus* en el cantón Palora mediante el uso de sensores remotos como VANT equipado con una cámara multiespectral, generando un rango de valores para la identificación de plantas muertas u objetos inanimados, plantas enfermas, plantas moderadamente saludables y plantas muy saludables, siendo el lote C el que presentó mayor porcentaje de plantas muy saludables con un 0,33% y moderadamente saludables con un 48,11% y el lote D es considerado el menos saludable ya que presenta mayor porcentaje de plantas enfermas con un 67,03% y plantas muertas con un 9,05%. Al observar que el porcentaje de plantas saludables es muy bajo se diseñó estrategias de control que ayuden al monitoreo del cultivo y la identificación temprana de alguna afección o sintomatología, a su vez se pretende obtener una producción sostenible que reduzca gastos económicos y contaminantes.

## 5.2. Recomendaciones

- Ampliar el estudio hacia otros patógenos que podrían incidir en el estado de salud y la productividad en los cultivos de *Hylocereus megalanthus*, donde se incluya la identificación, distribución y perduración de patógenos específicos en las diferentes zonas de producción, además sería conveniente estudiar las interacciones que existen entre estos organismos y otros factores ambientales, como el clima y tipo de suelo, con el objetivo de comprender el mecanismo de enfermedad y desarrollar estrategias de manejo.
- Realizar la recolección de muestras en diferentes localidades dentro de la zona de estudio con el objetivo de obtener una diversidad de especies en cantidades variadas, lo que permitirá un análisis más completo y representativo de la biodiversidad y las condiciones ecológicas de la región.
- Se recomienda implementar el uso de sensores remotos regularmente, llevando a cabo inspecciones cuatrimestrales o semestrales, con el fin de obtener datos periódicos para la gestión de los cultivos de *Hylocereus megalanthus*. Estas revisiones permitirán monitorear el estado de salud de los cultivos eficazmente y detectar posibles problemas ya sea con enfermedades o deficiencia nutricional en una etapa temprana. Con la identificación de estos problemas se podrá llevar a cabo medidas preventivas, correctivas y focalizadas dependiendo sea el caso contribuyendo a la optimización de recursos disponibles y minimizando el uso de tratamientos generalizados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ADAMS, Z.J.; & PONT, A.C.** “In celebration of Roger Ward Crosskey (1930–2017) – a life well spent.” *International Congress of Dipterology International Congress of Dipterology* [en línea], 2018, (Windhoek-Namibia) 9. [Consulta: 28 de enero de 2024]. ISBN: 978-1-86847-181-2. Disponible en: [https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Documents/Abstract\\_booklet\\_circular\\_ICD9\\_2018.PDF](https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Documents/Abstract_booklet_circular_ICD9_2018.PDF)
2. **AGÜERO, Mónica B.** *Sistema de adquisición de datos*. [en línea] 2017. [Consulta: 13 octubre 2023] Disponible en: <https://materias.df.uba.ar/mta2019c1/files/2014/08/Adquisicion-de-datos-Aguero.pdf>
3. **ALARCÓN, Maritza; & CAZORLA, Dalmiro.** “Mormidea y Ppsilon (Linnaeus, 1758): nuevo registro de carpocorini (Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae) en el estado Mérida, Venezuela.” *Revista Nicaraguense de Entomología* [en línea], 2024, (Nicaragua-Venezuela) (330). [Consulta: 15 de febrero enero de 2024]. ISSN 1021-0296. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/377975263\\_Mormidea\\_ypsilon\\_Linnaeus\\_1758\\_NUEVO\\_REGISTRO\\_DE\\_CARPOCORINI\\_HETEROPTERA\\_PENTATOMIDAE\\_PENTATOMINAE\\_EN\\_EL\\_ESTADO\\_MERIDA\\_VENEZUELA+](https://www.researchgate.net/publication/377975263_Mormidea_ypsilon_Linnaeus_1758_NUEVO_REGISTRO_DE_CARPOCORINI_HETEROPTERA_PENTATOMIDAE_PENTATOMINAE_EN_EL_ESTADO_MERIDA_VENEZUELA+)
4. **ALAVA MOREIRA, R.A.** *Efectos causados por antracnosis en la producción de pitahaya (Hylocereus spp.) en el Ecuador*. 2022.
5. **ALVARADO ROSERO, JOSÉ A.** Métodos de control para el chinche patón *Leptoglossus zonatus* en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad técnica de Babahoyo, Facultad de ciencias agropecuarias, Carrera de ingeniería agronómica. Babahoyo-Ecuador. 2020. [Consulta: 21 junio 2023] Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8381/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000262.pdf?sequence=1>.
6. **ALVAREZ, Leopoldo Jesús.** Diversidad d las abejas nativas d la tribu Meliponini (Hymenoptera, Apidae) en Argentina [en línea] (Doctorado). Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Argentina. 2015. [Consulta: 27 de enero de 2024]. Disponible en: [http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/\\_documentos/tesis/tesis\\_1418.pdf](http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/tesis/tesis_1418.pdf)

7. **ARIAS, Diana C.; & DELVARE, Gerard** “Lista de los géneros y especies de la familia Chalcididae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de la región Neotropical”. *Biota Colombia* [en línea], 2003 (Bogotá-Colombia) 4 (2) pp.123-145 [Consulta: 27 enero 2024] ISSN 0124-5376. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/491/49140201.pdf>
8. **AVATA ZÚÑIGA, K.; DORREGARAY LLERENA, F.; GUIRACOCHA FREIRE, G. & MENDOZA MORA, J.** “Entomofauna de árboles nativos, medicinales o bioplaguicidas en fincas agrícolas de Mariscal Sucre” *Ciencia y Tecnología*, vol. 15, n° 2 (2022), (Guayas-Ecuador). ISSN 1390-4051. DOI 10.18779/cyt.v15i2.580.
9. **BAGBY Amy.** *Phymata americana* [blog]. 2022 [Consulta: 03 febrero 2024] Disponible en: [https://animaldiversity.org/accounts/Phymata\\_americana/](https://animaldiversity.org/accounts/Phymata_americana/)
10. **BALSEGA, A. & GÓMEZ RODRÍGUEZ, C.** “Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas?” *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, vol. 26, (2019), ISSN 2340-0021.
11. **BAUTISTA PLAZAS, Sebastián.** *Patrones de diversidad alfa y beta para quince complejos de páramo de Colombia.* [en línea]. Bogotá-Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2020. [Consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: [http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35653/Soporte%205.2.3.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20C3%ADndice%20de%20Simpson%20es,proporcionales%20\(Magurran%2C%201988\).](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35653/Soporte%205.2.3.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20C3%ADndice%20de%20Simpson%20es,proporcionales%20(Magurran%2C%201988).)
12. **BBVA.** *¿Qué es la agricultura de precisión? La gestión digital del campo* [blog]. Macas-Ecuador, 21 diciembre, 2023 [Consulta: 12 enero 2024] Disponible en: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-agricultura-de-precision-la-gestion-digital-del-campo/>
13. **BELLO, Segundo; ECHEVARRIA, Cristina; BELLO, Noel; BORJAS VENTURA, Ricardo; ALVARADO HUAMÁN, Leonel; CASTRO CEPERO, Viviana; & JULCA OTINIANO, Alberto.** “Control in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de la pitaya amarilla de Huambo (*Selenicereus megalanthus*)” *Idesia* [en línea], 2022, Chile, 40(3), pp. 75-80. [Consulta: 19 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v40n3/0718-3429-idesia-40-03-75.pdf>

14. **Biodiversidad virtual.** *Familia muy numerosa y bien representada en la Península Ibérica.* (Hits: 20506) [blog]. [Consulta: 05 febrero 2024] Disponible en: <https://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Familia-Tettigoniidae-cat631.html>
15. **CAMPOS, M.** *Extractos vegetales en el control de la mosca del botón floral (dasiops sp) en granadilla (passiflora ligularis) en condiciones edafoclimáticas de molinos 2018.* 2020.
16. **CARBAJAL MORÁN, H. & ONOFRE ENRIQUEZ, F.** “Determinación con imágenes satelitales del índice de vegetación de diferencia normalizada del valle de Pampas-Tayacaja” *Polo de conocimiento* [en línea], 2020, 5(1), DOI 10.23857/pc.v5i1.1893. Disponible en: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
17. **CASASÚS, A. J.** *Viabilidad del uso de imágenes térmicas y multiespectrales para la detección de yesca en viñedo mediante el uso de herramientas GIS.* 2016.
18. **CASTELLANOS, Luis.** *Pre-procesamiento de datos vectoriales.* [en línea]. Ciudad de México-México, 2017. [Consulta: 13 octubre 2023] Disponible en: <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/150/1/06-Pre-Procesamiento%20de%20Datos%20Vectoriales%20-%20Diplomado%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>
19. **CASTRO FIGUEROA, Miriam A.** *Evaluación y calibración de técnicas de fotogrametría digital aplicadas a la caracterización geométrica de obras patrimoniales.* 2016.
20. **CHARIGUAMÁN COELLO, L. A.** *Evaluación de las propiedades antioxidantes y bromatológicas del fruto de la pitahaya, cultivadas en distintas localidades del cantón Palora, provincia de Morona Santiago.* 2023.
21. **CHAVARRIA PÉREZ, Jesús.** *Zulia vilior (Fowler, 1897)* [blog]. 2023 [Consulta: 29 enero 2024] Disponible en: <https://polinizadoresdecanarias.org/portfolio/meliscaeva-auricollis/>
22. **CIMA RUIZ, María I.** *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): análisis y mapeo de la deforestación en el municipio de Bacalar, Quintana Roo [en línea] (Trabajo de titulación).* Universidad de Quintana Roo, Ingeniería ambiental. Quintana Roo-México.

2021. [Consulta: 05 octubre 2023] Disponible en:  
<http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/2768>
23. **CHERLINKA Vasyl.** *NDVI: Preguntas Frecuentes Y Qué Necesita Saber* [blog]. Tecnología Agrícola 28 de 09 de 2020. [Consulta: 25 de febrero de 2024]. Disponible en:  
<https://eos.com/es/blog/ndvi-preguntas-frecuentes/>
24. **CONSORCIO SUR.** *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Palora*. Palora-Ecuador: Equipo Consultor PDOT-PUGS 2020-2030, 2020
25. **CÓRDOVA OÑATE, Héctor E.** Manejo agronómico del cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica Babahoyo-Ecuador. 2022. [Consulta: 12 junio 2023] Disponible en:  
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11372>.
26. **CORELLA MONCADA, J. E. & SOLIS ZAMBRANO, J. L.** *Evaluación de sistemas biotecnológicos de pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) como sustituto alimentario* Trabajo. [blog]. 2023. [Consulta: 12 junio 2024] Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
27. **CRYAN, Jason R.; WIEGMANN, Brian; DEITZ, Lewis Levering; DIETRICH, Christopher H.; & WHITING, Michael F.;** “Saltamontes: Filogenia de Membracidae (Hemiptera: Cicadomorpha: Membracoidea) basada en moléculas y morfología”. *Entomología sistemática* [en línea], 2004. 29(4), pp: 441-454. [Consulta: 27 de enero 2024]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/229683084\\_Treehopper\\_trees\\_Phylogeny\\_of\\_Membracidae\\_Hemiptera\\_Cicadomorpha\\_Membracoidea\\_based\\_on\\_molecules\\_and\\_morphology](https://www.researchgate.net/publication/229683084_Treehopper_trees_Phylogeny_of_Membracidae_Hemiptera_Cicadomorpha_Membracoidea_based_on_molecules_and_morphology)
28. **DÁVILA MARTÍNEZ, Francisco J.** *Introducción a los sistemas de información geográfica*. 2016. [en línea] [Consulta: 09 junio 2023] Disponible en:  
<https://sge.org/ibercarto/wp-content/uploads/sites/4/2016/01/sig2.pdf>
29. **DIÉGUEZ SANTANA, Karel.; ZABALA VELIN, Adriana A. VILLARROEL QUIJANO, Kasandra L.; & SARDUY PEREIRA, Liliana B.** “Evaluación del impacto

ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador”. *TecnoLógicas* [en línea], 2020 (Ecuador) 23 (49) pp.113-128 [Consulta: 16 abril 2023] ISSN-e 2256-5337. Disponible en: <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1621/1739>

30. **DREAMSTIME.** *Mealybug de la papaya, marginatus de Paracoccus* [blog]. 2018. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://es.dreamstime.com/mealybug-de-la-papaya-marginatus-paracoccus-image129369282>
31. **EATON, Eric R.** *Especie Acrotaphus wiltii* [blog]. 8 marzo, 2019 [Consulta: 27 enero 2024] Disponible en: <https://bugguide.net/node/view/44031>
32. **ENCISO, Óscar; JIMÉNEZ BOLÍVAR, Andrea C.; & PRADA LARA, Liliana.** “Guía de campo: Polillas de Nocaima, Cundinamarca, Colombia (Bombycoidea – Cossoidea – Geometroidea – Noctuoidea – Zygaenoidea)” *Gimnasio Campestre* [en línea], 2022, (Colombia) 1023(1023):1-739. [Consulta: 15 de febrero enero de 2024]. ISBN: 978-958-8452-27-2. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/364055433\\_Guia\\_de\\_campo\\_Polillas\\_de\\_Nocaima\\_Cundinamarca\\_Colombia\\_Bombycoidea\\_-\\_Cossoidea\\_-\\_Geometroidea\\_-\\_Noctuoidea\\_-\\_Zygaenoidea](https://www.researchgate.net/publication/364055433_Guia_de_campo_Polillas_de_Nocaima_Cundinamarca_Colombia_Bombycoidea_-_Cossoidea_-_Geometroidea_-_Noctuoidea_-_Zygaenoidea)
33. **EXPLORABLE.** *Muestreo por conveniencia* [blog]. 2009 [Consulta: 09 febrero 2024] Disponible en: <https://explorable.com/es/muestreo-por-conveniencia>
34. **GIRIMONTE, P. & GARCÍA FRONTI, J.** “El índice NDVI y la clasificación de áreas sembradas aprendizaje automático no supervisado «K-Means»”. *Revista de Investigación en Modelos Matemáticos Aplicados a la Gestión y la Economía*, vol. 1, n°. 7, ISSN 2362 322. (2020).
35. **GODOY RAMÓN, Arnulfo L.; & MORQUECHO MORQUECHO, Rubén D.** Insectos plaga asociados al cultivo de *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, en el cantón La Troncal, provincia del Cañar (Trabajo de titulación). [en línea] Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía. Cuenca-Ecuador. 2023. pp. 37-40 [Consulta: 19 febrero 2024]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41010/4/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>

36. **GUZMÁN ROMERO, D. E. & SANDOVAL RODRÍGUEZ, E. A.** “Determinación de uso y cobertura del suelo mediante imágenes de cámara multispectral y vehículo aéreo no tripulado”. *Corporate Governance (Bingley)*, vol. 10, no. 1, ISSN 14720701. (2020).
37. **HERNANDEZ MOLINA, D. D. & GULFO GALARGA, J. M.** “Procesamiento De Imágenes Multiespectrales Adquiridas Con Drones Para La Caracterización De Sistemas Agroambientales”. *Universidad Pontificia Bolivariana*. (2021).
38. **INATURALIST ECUADOR.** *Camponotus festinatus* [blog]. 2021. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/266021-Camponotus-festinatus>
39. **INCYTU.** “Incytu\_18-015”. *INCYTU*, vol. 015, no. 55. (2018)
40. **INFANTE GÓMEZ, Pablo.** Análisis multicriterio para la localización, en Andalucía, de una central hidroeléctrica a través de un sistema de información geográfica. Sevilla [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Dpto. Ingeniería Gráfica. Sevilla. 2021. [Consulta: 13 octubre 2023] Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/126525/TFG-3625-INFANTE%20GOMEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
41. **JANZEN, Daniel H.** *Maracayia chlorisalis* [blog]. 2012. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: [https://v3.boldsystems.org/index.php/Taxbrowser\\_Taxonpage?taxid=66383](https://v3.boldsystems.org/index.php/Taxbrowser_Taxonpage?taxid=66383)
42. **KONDO, Takumasa.; QUINTERO, Edgar M.; MEDINA, Jorge A.; IMBACHI LÓPEZ, Karol; DELGADO, Alexandra. & MANRIQUE BURBANO, Marilyn B.** *Manual Técnico. Tecnología para el manejo de pitaya amarilla Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia*. [en línea]. Bogotá-Colombia. 2013. pp. 64-77 [Consulta: 10 febrero 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/247152985\\_7\\_Insectos\\_plagas\\_de\\_importancia\\_economica\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_pitaya\\_amarilla](https://www.researchgate.net/publication/247152985_7_Insectos_plagas_de_importancia_economica_en_el_cultivo_de_pitaya_amarilla)
43. **LANDERO, Nadia; LARA, Petra A; AGUILAR, Luis A; AGUANDO, Graciano J.** “Alternativas para el control de *Colletotrichum spp*”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2016 (Texcoco-México) 7 (5) pp. 1189-1198 [Consulta: 27 enero 2024] ISSN 2007-0934. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n5/2007-0934-remexca-7-05-1189.pdf>

44. **LÓPEZ, E.** *Caracterización biológica y hábitos de la mosca del botón floral *Dasiops saltans* (Townsend, 1913) en el cultivo de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus*, 1953.* 2022.
45. **LÓPEZ GÓMEZ, J. A.; MÉNDEZ, R. M.; GÓMEZ, L. H.; GÓMEZ, B. G.; & COSTA NETO, M.** “Cultural importance of entomofauna in a tzeltal-maya community in Chiapas, Mexico”. *Estudios de Cultura Maya*, vol. 50, ISSN 24485179. DOI 10.19130/iifl.ecm.2017.50.830. (2017), (México).
46. **LUMPUR, Kuala.** *Fotos e información sobre hormigas y termitas de Malasia* [blog]. 16 de septiembre de 2009. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://termitesandants.blogspot.com/2009/09/solenopsis-geminata-asia-fireant.html>
47. **MACGOWN, Joe A.; & WHITEHOUSE, Ryan J.** *Paratrechina longicornis (Latreille, 1802) "hormiga loca de cuernos largos o hormiga loca de patas largas"* [blog]. 19 de enero de 2017. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://mississippientomologicalmuseum.org.msstate.edu/Researchtaxapages/Formicidaepages/genericpages/Paratrechina.longicornis.htm>
48. **MARZÁ GRAU, Vicent.** *Aplicación para la captura de imágenes multiespectrales, visualización y realce de características para el análisis de obras de arte* [en línea] Castellón de la Plana-España: Universitat Jaume, 2015 [Consulta: 22 septiembre 2023] Disponible en: [https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/181905/TFM15\\_Vicent%20Marza\\_Grau.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/181905/TFM15_Vicent%20Marza_Grau.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
49. **MCGAVIN, George C.** *Manuales de identificación de insectos arañas y otros artrópodos* [en línea]. Barcelona-España: Ediciones Omega, 2000. [Consulta: 03 febrero 2024] Disponible en: <https://mariomairal.com/wp-content/uploads/2020/06/Manual-de-identificaci%C3%B2n-de-Insectos-Ara%C3%B1as-y-otros-Artr%C3%B2podos-Terrestres-George-C.-McGavin-Omega-2000.pdf>
50. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.** *Mesa Técnica de Pitahaya se reúne en Morona Santiago y fija compromisos* [en línea]. Macas-Ecuador, 10 abril, 2019 [Consulta: 16 abril 2023] Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/mesa-tecnica-de-pitahaya-se-reune-en-morona-santiago-y-fija-compromisos/>

- 51. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.** Guía De Apoyo Docente En Biodiversidad. *Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile*, 2018.
- 52. MEJÍA, Larissa Miranda.** Diversidad de avispas (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) del Área Natural Protegida, “La Magdalena”, municipios de Chalchuapa y Candelaria de La Frontera, departamento de Santa Ana [en línea] (Tesis). Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, El Salvador. 2015. [Consulta: 15 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8395/1/13101593.pdf>
- 53. MORA.** *Tecnología informática y computación: Sistemas de adquisición y Procesamiento de datos* [en línea]. 2011 [Consulta: 12 septiembre 2023] Disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>
- 54. MONNE, Miguel.** “Catálogo de Cerambycidae (Coleoptera) de la Región Neotropical. Parte II. Subfamilia Lamiinae.” *Zootaxa* [en línea], 2005, (Brasil) 1023(1023):1-739. [Consulta: 15 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/286016156\\_Catalogue\\_of\\_the\\_Cerambycidae\\_Coleoptera\\_of\\_the\\_Neotropical\\_Region\\_Part\\_II\\_Subfamily\\_Lamiinae](https://www.researchgate.net/publication/286016156_Catalogue_of_the_Cerambycidae_Coleoptera_of_the_Neotropical_Region_Part_II_Subfamily_Lamiinae)
- 55. MORA, Diana P.** *Manejo fitosanitario del cultivo de la pitahaya Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer Medidas para la temporada invernal.* [en línea] Bogotá-Colombia: Produmedios, 2012. [Consulta: 14 junio 2023] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2283>.
- 56. MORENO, Claudia E.** “Métodos para medir la biodiversidad”. M&T – Manuales y Tesis SEA [en línea], 2001, Zaragoza-España 127, pp. 84-170. [Consulta: 21 febrero 2024]. ISSN 84 – 922495 – 2 – 8. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- 57. NOBILE, April.** *Atta cephalotes (Linnaeus, 1758)* [blog]. 2021. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://biodiversidad.gt/portal/taxa/index.php?taxon=3189&clid=12>
- 58. OLAYA FERRERO, V.** *Hidrología Computacional y Modelos Digitales de Terreno.* 2004 p. 365.

59. **ORTEGA, F. J.** “Obtención de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum) ex Vaupel) Deshidratada Mediante el Tratamiento de Convección en la Vereda Jerico Municipio de Palestina Departamento del Huila”. *Global Health* [en línea], 2020, (Palestina) 167(1) [Consulta: 03 junio 2023] ISSN 14685973. Disponible en: <https://www.e-ir.info/2018/01/14/securitisation-theory-an-introduction/>
60. **ORTIZ, H.** *Evaluación de dos enraizantes y tres tiempo de desaviado en dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)*. 2022.
61. **PEÑA, Gustavo.** *Meliscaeva auricollis (Meigen, 1822)* [blog]. mayo, 2023 [Consulta: 29 enero 2024] Disponible en: <https://polinizadoresdecarnarias.org/portfolio/meliscaeva-auricollis/>
62. **PÉREZ, Nicolás.** *Rhopalosiphum padi* [blog]. 09 de marzo, 2021. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Rhopalosiphum-padi-img1281090.html>
63. **PÉREZ ZARCO, Javier.** *Evaluación de la Reducción de la Dimensionalidad en Imágenes de Teledetección. Un Caso de Detección de Cambios*. 2023.
64. **PICTUREINSECT.** *Escarabajo a cuadros del melón* [blog]. [Consulta: 03 febrero 2024] Disponible en: [https://pictureinsect.com/es/wiki/Paranapiacaba\\_tricineta.html#Description](https://pictureinsect.com/es/wiki/Paranapiacaba_tricineta.html#Description)
65. **PICTUREINSECT.** *Saltamontes de pradera de lanza recta* [blog]. [Consulta: 04 febrero 2024] Disponible en: [https://pictureinsect.com/es/wiki/Conocephalus\\_strictus.html](https://pictureinsect.com/es/wiki/Conocephalus_strictus.html)
66. **PICTUREINSECT.** *Abeja carpintera del este* [blog]. [Consulta: 05 febrero 2024] Disponible en: [https://pictureinsect.com/es/wiki/Xylocopa\\_virginica.html](https://pictureinsect.com/es/wiki/Xylocopa_virginica.html)
67. **PICTUREINSECT.** *Saltamontes de pradera de alas cortas* [blog]. [Consulta: 06 febrero 2024] Disponible en: [https://pictureinsect.com/es/wiki/Conocephalus\\_brevipennis.html](https://pictureinsect.com/es/wiki/Conocephalus_brevipennis.html)
68. **PLA, Laura.** “Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza”. INCI [en línea], 2006, Caracas-Venezuela 31(8), pp. 583-590. [Consulta: 21 febrero 2024]. ISSN 0378-1844. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

69. **PLANAS DE MARTÍ, S.** “Agricultura De Precisión Y Protección De Cultivos”. *Revista de Ingeniería*, no. 47 (2018), ISSN 0121-4993. DOI 10.16924/revinge.47.3.
70. **RAUPP, Michael J.** *Death by fly: flower flies (a.k.a. hover flies), Syrphidae* [en línea]. Bug of the week, 2012. [Consulta: 27 de enero 2024]. Disponible en: <https://bugoftheweek.com/blog/2013/1/24/death-by-fly-flower-flies-aka-hover-flies-syrphidae-missing-video>
71. **REDACCIÓN PRIMICIAS.** *Cultivos de pitahaya amenazan a los bosques en Morona Santiago* [blog]. 2023 [Consulta: 03 febrero 2024] Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/pitahaya-deforestacion-bosques-morona/>
72. **RESTREPO, Carlos Iván.** *Chinche patón, Leaf-footed Bug, Leptoglossus zonatus* [blog]. 28 de febrero, 2015. [Consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/cirestrepo/16672123575>
73. **SAAVEDRA, D.; MACHADO, L.; MENDEZ, D.; MURCIA, V.; & VARGAS, D.** “Manual de interpretación y aplicación de imágenes multiespectrales en cultivos de importancia agrícola en el norte del Huila”. (2020), ISBN 978-958-15-0521-0.
74. **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUAREZ.** *Introducción a las Plagas. U.E.B* [blog]. México, diciembre, 2012 [Consulta: 14 junio 2023] Disponible en: <https://www.uacj.mx/ICB/UEB/documentos/1.%20PLAGAS.pdf>
75. **VACCARO, Norma C.; & MOUSQUES, Juan A.** *Hormigas podadoras (Géneros Atta y Acromyrmex)* [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal, 2004. [Consulta: 27 de enero 2024]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_combate\\_de\\_plagas\\_y\\_malezas/27-hormigas\\_cortadoras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/27-hormigas_cortadoras.pdf)
76. **VARGAS GIRALDO, J. C.** *Propagación asexual de Pitahaya (Hylocereus Undatus) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la provincia de Camaná, departamento de Arequipa.* 2023.
77. **VARGAS, Y.; et. al.** “Manual técnico del cultivo de pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana”. (2020) ISBN 978-9942-22-489-7.

78. **VERONA RUIZ, A.; URCIA CERNA, J.; & PAUCAR MENACHO, L. M.** “Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*”. (2020), vol. 11, no. 3, ISSN 23066741. DOI 10.17268/sci.agropecu.2020.03.16.
79. **VILLEGAS AYALA, Anderson David.** Hormigas carpinteras del género *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque seco tropical urbano de Santa Marta (Magdalena, Colombia) [en línea] (Tesis). Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias Básicas, Programa De Biología, Colombia. 2018. [Consulta: 15 de febrero enero de 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/270126266.pdf>
80. **VLADIMIR CARVAJAL L.** *Guía de invertebrados de la cordillera del cóndor* [en línea]. Quito-Ecuador, 2020. [Consulta: 05 febrero 2024] Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20897/1/GU%C3%8DA%20DE%20INVERTEBRADOS%20DE%20LA%20CORDILLERA%20DEL%20C%C3%93NDOR%20%28V%C2%94.pdf>
81. **YUMBLA CRESPO, Johanna B.** Aislamiento, caracterización e identificación de hongos filamentosos asociados con síntomas decáncer en plantaciones de pitahaya (*Hylocereus* spp.) (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Agronomía. (Riobamba-Ecuador). 2022.
82. **ZUMBADO ARRIETA, Manuel; & AZOFEIFA JIMÉNEZ, Daniela.** *Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología.* [en línea]. Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO), 2018. [Consulta: 27 de enero 2024]. Disponible en: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>

Total 82 referencias bibliográficas



## **ANEXOS**

### **ANEXO A: CULTIVO DE PITAHAYA**



### **ANEXO B: PLANTA AFECTADA**



### **ANEXO C: USO DE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO**



**ANEXO D: TOMA DE PUNTOS GEORREFERENCIADOS**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 07/ 03 / 2024

**INFORMACIÓN DEL AUTOR**

**Nombres – Apellidos:** GÉNESIS VANESSA PULISTAR MANOSALVAS

**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** RECURSOS NATURALES

**Carrera:** RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**Título a optar:** INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Ing. Juan Carlos Carraseo Baquero, PhD.

**Director del Trabajo de Integración Curricular**

Ing. Jorge Daniel Córdova Lliquin, MSc.

**Asesor del Trabajo de Integración Curricular**