

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Agronomía

Insectos plaga asociados al cultivo de *Hylocereus undatus* (Haw.)

Britton & Rose, en el cantón La Troncal, provincia del Cañar

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agrónomo

Autores:

Arnulfo Luciano Godoy Ramón

Rubén Darío Morquecho Morquecho

Director:

Walter Iván Larriva Coronel

ORCID: 0000-0002-9292-1119

Cuenca, Ecuador

2023-02-02

Resumen

La pitahaya roja pulpa blanca *Hylocereus undatus*, variedad (Haw.) Britton & Rose), es un cultivo de suma importancia dentro del mercado internacional, localizada en zonas tropicales y subtropicales pertenecientes a las parroquias del cantón la Troncal, dicho frutal se caracteriza por ser una planta perenne, trepadora, epífita y parasita, silvestre ubicada en zonas poco exploradas o bosques tropicales vírgenes, donde se desarrollan sobre arboles leñosos gracias a su naturaleza epífita y parasita, dicha especie no posee hojas, está conformada por pseudotallos llamados acúleos, ubicados en sus bordes donde generan fascículos o yemas que originan brotes e inflorescencias donde se desarrolla el fruto. Hasta el momento, en el cantón la troncal no se registra ningún tipo de estudio sobre este cultivo, lo que dificulta su manejo e identificación en cuanto a plagas y enfermedades, es por esto, que se realizó esta investigación con el objetivo de conocer la riqueza y abundancia de insectos plaga asociados al cultivo en el cantón la Troncal perteneciente a la provincia del Cañar, durante el periodo marzo a septiembre del 2021. Los órdenes principales identificados de insectos plaga fueron: himenoptera, díptera, lepidóptera y hemíptera, los cuales obtuvieron una diferencia en cuanto al número de insectos plaga. Estos cuatro órdenes poseen una rápida diseminación y expansión en el cultivo, sin embargo se encontró una correlación para cada uno de estos órdenes con variables climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa, los cuales influenciaron en el aumento o disminución de la cantidad de individuos, siendo la humedad relativa más relevante en la propagación de los insectos del orden hemíptera e himenóptera, mientras que la precipitación y temperatura afecto a los insectos del orden díptera y lepidóptera. Cabe mencionar que la precipitación y temperatura fueron correlacionadas directamente para los órdenes díptera y lepidóptera a diferencia de los órdenes hemíptera e himenóptera.

Palabras clave: himenoptera, hemíptera, díptera, lepidóptera, precipitación, temperatura, humedad relativa, *hylocereus undatus*, pitahaya roja

Abstract

The red pitahaya white pulp *Hylocereus undatus*, variety (Haw.) Britton & Rose), is a crop of great importance in the international market, located in tropical and subtropical areas belonging to the parishes of the canton Troncal, this fruit is characterized as a perennial, climbing, epiphytic and wild plant located in little explored areas or virgin tropical forests, where they develop on woody trees thanks to its epiphyte-parasitic nature, this species does not have leaves, it consists of pseudotalli called aculeus, located on its edges where they generate fascicles or buds that originate shoots and inflorescences where the fruit develops. So far, in the canton of La Troncal no studies on this crop have been recorded, which makes it difficult to manage and identify pests and diseases, which is why this research was conducted with the objective of knowing the richness and abundance of insect pests associated with the crop in the canton of La Troncal belonging to the province of Cañar, during the period from March to September 2021. The main insect pest orders identified were: hymenoptera, diptera, lepidoptera and hemiptera, which obtained a difference in the number of insect pests, however the four orders have a rapid dissemination and expansion in the crop, however a correlation was found for each of these orders with climatic variables of temperature, Relative humidity was more relevant in the propagation of insects of the order Hemiptera and Hymenoptera, while precipitation and temperature affected insects of the order Diptera and Lepidoptera. It is worth mentioning that precipitation and temperature were directly correlated for the orders Diptera and Lepidoptera as opposed to the orders Hemiptera and Hymenoptera.

Keywords: hymenoptera, hemíptera, díptera, lepidóptera, precipitation, temperature, relative humidity, *hylocereus undatus*, red pitahaya

Índices

1. Índice de contenidos

1. Introducción	12
2. Objetivo.....	13
2.1. Objetivo General	13
2.2. Objetivo Específico	13
3. Revisión Bibliográfica	14
3.1. Descripción del cultivo de <i>Hylocereus undatus</i>	14
3.2. Taxonomía.....	14
3.3. Descripción taxonómica del cultivo.....	15
3.3.1. Origen y distribución de <i>Hylocereus undatus</i>	15
3.4. Importancia de la Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose)	16
3.5. Plagas en el cultivo de <i>Hylocereus undatus</i>	17
3.6. Status de plaga	20
3.7. Riqueza y abundancia de insectos Fitófagos	21
4. Materiales y Métodos.....	21
4.1. Materiales.....	21
4.1.1. Métodos de elaboración o preparación de materiales (trampas)	22
4.2. Metodología.....	24
4.2.1. Área de estudio	24
4.2.2. Ubicación política-geográfica donde se realizó el estudio	24
4.2.3. Caracterización de los aspectos ecológicos	26
4.2.4. Diseño experimental	26
4.3. Metodología de campo.....	27
4.4. Metodología del análisis estadístico	29
5. Resultados	30

5.1.	Riqueza y Abundancia total de órdenes de insectos	30
5.2.	Índice de Shannon y Weaver total de los órdenes de insectos encontrados	31
5.3.	Riqueza y Abundancia de órdenes insectos plaga identificados.	31
5.4.	Análisis estadístico.....	32
5.4.1.	Tamaño del efecto (Tipo III).....	33
5.4.2.	Test de Bonferroni	34
5.4.3.	Comparación de pares de Bonferroni	34
5.4.4.	Rangos de ordenes mediante test de Bonferroni.....	35
5.5.	Insectos plaga identificados.....	35
5.6.	Índice de Shannon y Weaver de insectos plaga identificados.....	36
5.7.	Descripción del tipo de daño y órgano afectado por las especies de los insectos plaga identificados	37
5.8.	Frecuencia de invertebrados asociados al cultivo de la pitahaya en la Troncal, Ecuador.	40
5.9.	Análisis de correlación	42
6.	Discusión	44
7.	Conclusiones y Recomendaciones.....	47
8.	Referencias.....	48
9.	Anexos.....	52

2. Índice de Figuras

Figura 1. Número de órdenes encontrados	30
Figura 2. Índice de Shannon y Weaver general	31
Figura 3. Órdenes de insectos plaga encontrados	32
Figura 4. Índice de Shannon y Weaver de órdenes de insectos plaga	36
Figura 5. Frecuencias generales de insectos encontrados.	40
Figura 6. Frecuencias de órdenes de Insectos Plaga.....	41
Figura 7. Frecuencias de órdenes y géneros de insectos plaga	42
Figura 8. Coeficiente de Correlación, número de insectos y factores climatológicos.....	43
Figura 9. Clasificación de status plagas	44

3. Índice de Gráficos

Gráfico 1. Trampa Macphail	23
Gráfico 2. Trampa Pitfall.....	23
Gráfico 3. Trampa Jackson.....	24
Gráfico 4. Cantón La Troncal - Ubicación de la parroquia Manuel J. Calle.	25
Gráfico 5. Cantón La Troncal - Ubicación de la zona de estudio parroquia Manuel J. Calle.	25

4. Índice de Tablas

Tabla 1. Taxonomía de <i>Hylocereus undatus</i> . (Gunasena, 2007)	14
Tabla 2. Materiales físicos, químicos y biológicos.	21
Tabla 3. Medias estimadas por órdenes de insectos.	32
Tabla 4. Tamaño del efecto para ANOVA (Tipo III)	33
Tabla 5. Comparación de pares de Bonferroni.	34
Tabla 6. Rangos mediante test de Bonferroni.....	35

5. Índice de Anexos

Anexo A. <i>Dasiops saltans</i> (Mosca del botón floral)	52
Anexo B. <i>Camponotus festinatus</i> (Hormiga carpintera).....	52
Anexo C. <i>Leptoglossus zonatus</i> (Chinche patón)	52
Anexo D. <i>Rhapalosiphum padi</i> (pulgón).....	53
Anexo E. <i>Paratrechina longicornis</i> (hormiga loca).....	53
Anexo F. <i>Selenopsis geminata</i> (hormiga de fuego)	53
Anexo G. <i>Maracayia chlorisalis</i> (Polilla)	54
Anexo H. <i>Atta cephalotes</i> (Hormiga arriera)	54
Anexo I. <i>Paracoccus marginatus</i> (Cochinilla)	54
Anexo J. Preparación de trampas y recolecta de insectos en campo.....	55
Anexo K. Colecta de muestras y envío de muestras a laboratorio	55

Agradecimientos

Queremos de manera especial agradecer a nuestro director de tesis el Ing. Walter Larriva C. por confiar en nosotros, para realizar este proyecto, por haber demostrado su paciencia y haber sido esa persona que con sus directrices pudo explicarnos aquellos detalles para culminar nuestra tesis.

Adicionalmente agradecemos a todo el equipo técnico de AGROCALIDAD, sede Cañar por brindarnos el espacio y el tiempo para realizar nuestra investigación, a su director y a los técnicos del área de “sanidad vegetal”, que siempre estuvieron prestos a cualquier inconveniente y guiando en cada parte del proceso, también por todo el apoyo brindado y los todos conocimientos impartidos.

Luciano Godoy

Darío Morquecho

Dedicatoria

Este trabajo de investigación queremos dedicárselo principalmente a todas las personas que nos apoyaron a culminar este proyecto, también de manera especial a nuestro director de tesis, a nuestros familiares y amigos que fueron parte muy importante en el proceso de formación y en la culminación de nuestros estudios para el trabajo final.

Luciano Godoy

Darío Morquecho

1. Introducción

Ecuador es considerado un país netamente agrícola, debido a que el sector agropecuario es el principal promotor de la economía rural, otorgando plazas de empleo e ingresos al país (Navarrete & Burgos, 2018). En este contexto las frutas tropicales son esenciales para el desarrollo desde la pequeña agricultura campesina y la agroexportación (Gómez & Armas, 2018). *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, o “pitahaya roja”, es en la actualidad una de las frutas tropicales más rentables para la exportación, debido a sus características morfológicas, fisiológicas y nutricionales (Hernández, 2012).

En la última década se ha establecido este cultivo, en el litoral ecuatoriano en las provincias de Los Ríos y Guayas (Morán & Cabrera, 2019). Según el Banco Central del Ecuador en los meses de enero a abril del 2016 la exportación de pitahaya llegó a 1,7 millones de dólares (Cabrera & Cabrera, 2018).

En la Troncal, la fuente principal de la economía es el sector agrícola (González, 2017). Por su clima cálido, bajo relieve y con suelos de buena textura, de características físico-químicas ideales para llevar una agricultura sostenible (GAD La Troncal, 2014). Por ello el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año 2014, impulsó el proyecto del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) para mejorar la economía de pequeños y medianos agricultores (MAG, 2014).

Según el MAG (2020) existen 10 ha de pitahaya en el cantón la Troncal, con tendencia a seguir aumentando el número de hectáreas al pasar los años, esto debido a su buena rentabilidad. Sin embargo, las problemáticas que tiene este cultivo, es la presencia de plagas y enfermedades (Sánchez, 2019). Siendo las plagas insectiles las de mayor importancia ya que generan daños, morfológicos y fisiológicos (Hernández, 2012), siendo muchas veces estos los portadores de hongos, bacterias o virus dañinos al cultivo.

Los insectos son considerados el grupo faunístico más importante del planeta, en términos de riqueza y abundancia, por su adaptación y dispersión, representando un 55,5% de la diversidad total conocida en el mundo (Jerez, 2015). Vega (2008) menciona que es vital conocer la abundancia poblacional y la riqueza de especies, para disminuir las pérdidas ocasionadas por estos tipos de insectos. Landeros (2007) afirma que esto nos ayuda a conocer el nivel de daño económico ocasionado, indicando la mínima densidad poblacional de insectos plaga que generan pérdidas monetarias, y nos ayuda a clasificarlos mediante su estatus de plaga como; plaga potencial, ocasional y clave, permitiendo realizar programas de Manejos Integrados de Plagas (MIP).

Esta investigación obtendrá información de la Riqueza y Abundancia de insectos plaga asociados a *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, en el cantón “La Troncal”, estudio requerido ya que, no existe alguno similar en esta zona. Los beneficiarios directos de la presente investigación son, los pequeños, medianos y grandes productores de Pitahaya del cantón y del país, además se beneficiarán las familias de los productores, estudiantes e investigadores de esta área de producción. Los beneficiarios indirectos serán los GADs parroquiales de esta zona, y de zonas aledañas con características ambientales similares y finalmente a la comunidad en general.

2. Objetivo

2.1. Objetivo General

- Conocer la riqueza y abundancia de los insectos plaga asociados al cultivo de *Hylocereus undatus* (Haw) Briton & Rose en el cantón La Troncal de la Provincia del Cañar.

2.2. Objetivo Específico

- Conocer la riqueza y abundancia de la entomofauna a nivel de familia, género y/o especie, del suelo y foliar fitófaga, relacionada al cultivo de la pitahaya.

3. Revisión Bibliográfica

3.1. Descripción del cultivo de *Hylocereus undatus*

Hylocereus undatus es una planta perenne, trepadora, epífita que crece comúnmente sobre árboles debido a que no puede sostenerse por sí misma. Los tallos o cladodios, son suculentos, verdes y fotosintéticos, se caracterizan por presentar costillas o aristas gruesas. Las hojas típicas se transforman en acúleos dispuestos en los bordes, formando fascículos en las denominadas aréolas (yemas que originan brotes e inflorescencias). Las flores son hermafroditas y actinomorfas, se insertan directamente sobre los tallos, estas se abren solamente en una ocasión en la noche y aparecen en general solitarias. El fruto es una baya globosa de color rojo (Montesinos & Rodríguez, 2015).

3.2. Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía de *Hylocereus undatus*. (Gunasena, 2007)

Reino	Plantae
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Género	<i>Hylocereus</i>
Especie	<i>Hylocereus undatus</i>

3.3. Descripción taxonómica del cultivo

3.3.1. Origen y distribución de *Hylocereus undatus*

El origen de los miembros de la familia Cactácea es incierto, puesto que algunos autores mencionan que fueron identificados en Europa y otros en América (Ortiz & Carrillo, 2012). Sin embargo, Solano et al. (2005), afirman que México es parte importante del centro de origen de las cactáceas. Este grupo de plantas se caracteriza no sólo por su atractivo como plantas de ornato, sino también porque constituyen una fuente importante de alimento y una actividad redituable en aquellas regiones donde las condiciones climáticas y edáficas son adversas.

Dentro de las cactáceas con gran potencial productivo y económico se encuentra el género *Hylocereus*, especie que presenta diversos hábitos de crecimiento y frutos que se conocen comúnmente como "pitahayas". Además, Andrade y Geraldo (2007) afirma que existe gran variabilidad entre especies de acuerdo al tamaño y al color de la fruta, entre ellas tenemos a especies como *Hylocereus costaricensis* que los frutos tienen un color rojo tanto en la piel como en la pulpa, también tenemos a *Selenicereus megalanthus*, conocida como "pitahaya amarilla", la pulpa es blanquecina y externamente la fruta es de color amarillo y *Hylocereus undatus* la piel es roja y la pulpa es blanquecina. Así mismo Manzanero et al, (2014) indican que el género *Hylocereus* presenta 31 especies, siendo la especie de mayor importancia económica *Hylocereus undatus*, esta especie fue domesticada en zonas con climas tropicales y subtropicales.

Sánchez et al, (2012) manifiestan que *Hylocereus undatus* (Haw) Britton & Rose es originaria de regiones tropicales de América que se distribuye desde México hasta Centroamérica, en donde constituye un recurso genético importante. Por otro lado, Ortiz & Carrillo, (2012), mencionan que el origen de la planta de *Hylocereus undatus* es dudoso, pudiendo ser nativo de México o Colombia, pero también consideran a América del Sur (Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela) como centros de origen.

3.4. Importancia de la Pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)

La pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) es una planta que tiene amplia variación y distribución, por lo tanto, es un cultivo de gran potencial para el desarrollo agrícola y económico en varios países especialmente en América del Sur y Centroamérica, la importancia de la pitahaya radica en su enorme variabilidad genética, adaptabilidad a condiciones ambientales adversas, múltiples usos, y que brinda varias posibilidades de industrialización, productividad, rentabilidad y demanda en los mercados internacionales (Balbín, 2004).

La pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) tiene características saludables para el consumo, por su aporte tanto en calorías, vitaminas y minerales como, la vitamina C, fósforo, hierro, calcio, etc. La vitamina C aparte de ayudar a la formación de los huesos, actúa como un antioxidante bloqueador de los radicales libres, los mismos que se activan cuando el organismo descompone el alimento (Fernández & Sánchez, 2015). Así mismo reduce el nivel de ácido úrico en la sangre y sus semillas negras mejora el funcionamiento del sistema digestivo (Vaughan, 2009). Por otro lado, la pitahaya por su atractiva apariencia tanto externa como interna de los frutos hace que sean unos de los más atractivos para el mercado, por lo tanto, estas características permiten que la pitahaya (*Hylocereus undatus*) sea una fruta de gran demanda a nivel mundial (Centurión, 2008).

Según el MAG (2020) en el Ecuador se cultivan alrededor de 850 hectáreas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) principalmente en las provincias de Guayas, Morona Santiago, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas con una producción anual de 20.000 a 30.000 kilos por hectárea. Por otra parte, la producción de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Ecuador inició en el año 2010 de manera notable con el propósito de mejorar el nivel económico de los productores (Salinas, 2017). A partir del año 2015 ha ido incrementando las áreas cultivadas, La mayoría de lo producido está destinado al mercado internacional, especialmente a mercados de los Estados Unidos y europeos (Cabrera & Cabrera, 2018).

Según el PROECUADOR, menciona que el año 2015 el monto de exportación fue de 3.2 millones de dólares, lo más interesante es que el kg de fruta fresca ha subido de valor de U.S.\$ 7.7 a 9.44 en mercados internacionales (Fernández & Terán, 2018). Por lo tanto, al tener un mercado de exportación cuyo precio de fruta fresca es excelente, hace que este cultivo en el país sea uno de los más rentables, y llamativos para los inversionistas del área agrícola perteneciente a las zonas productivas (Salinas, 2017).

El ministerio de Agricultura y Ganadería MAG (2014), Dirección Provincial Cañar menciona que se está impulsando el cultivo de *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose en el Cantón la Troncal con el propósito de mejorar la economía de los pequeños y medianos productores, sabiendo que el sector cuenta tanto con condiciones climáticas y edáficas adecuadas para el desarrollo del cultivo, por lo tanto, se asume que se tendría una buena producción y rentabilidad (MAG, 2014). Según el MAG (2020) existen 10 ha de pitahaya en el cantón la Troncal, con tendencia a seguir aumentando el número de hectáreas al pasar los años, esto debido a su buena rentabilidad. Además, mencionan que los productores de pitahaya cosechan de 20 a 30 mil kilos de fruta por ha al año durante los meses de máxima producción que empieza en el mes de noviembre y termina en junio.

3.5. Plagas en el cultivo de *Hylocereus undatus*

La alta importancia socioeconómica del cultivo de pitahaya da como resultado el incremento del cultivo de forma acelerada, de la misma forma dio lugar al apareamiento de problemas en su manejo; entre estos problemas tenemos el manejo de plagas y enfermedades las mismas que se destacan por su importancia económica, disminución de la productividad y calidad de la fruta y por ende la rentabilidad del cultivo (Imbachi & Qintero, 2012).

Dentro del complejo de plagas, están presentes los insectos fitófagos puesto que estas plagas interfieren directa o indirectamente en el normal desarrollo de la planta, traduciéndose sus efectos en una disminución de la producción de un cultivo (Vázquez, 2008). Existen varias

especies de insectos fitófagos asociados a la agricultura que son de importancia económica (Martínez, 2020).

En México, Gómez (2003) ha identificado muchas plagas asociadas a esta especie vegetal; sin embargo, las más perjudiciales o principales son los chinches, los cuales se alimentan succionando los tallos flores y frutos, la hormiga arriera y hormiga de fuego que atacan durante la floración y producen amarillamiento y caída de la flor, y la abeja (*Melipona* sp), que se alimenta de las brácteas de flores y frutos, lo que causa disminución de calidad de la fruta.

Jiménez (2016) menciona que en Nicaragua se reporta 4 principales plagas insectiles del cultivo de *Hylocereus undatus* que son:

- 1) El picudo negro que perfora los tallos, mientras que la hembra pone los huevos en el interior de las vainas o tallos. Cuando nacen las larvas, se alimentan del interior de la planta dañándola y además por ese orificio entran hongos y bacterias las mismas que ocasionan enfermedades.
- 2) Las chinches de la pitahaya, cuyas ninfas y adultos succionan la savia de los tallos (llamados también vainas) de la planta, produciendo decoloraciones, muerte de tejidos y deformaciones en los frutos, normalmente atacan en grupos grandes, su presencia es más abundante durante los meses secos.
- 3) Barrenador del tallo, las larvas del gusano barrenador producen pequeños agujeros en las vainas (tallos) de la planta, penetran al interior y luego comen el tejido carnoso dejando una cavidad. Posteriormente la larva perfora el tejido leñoso (centro) del tallo, penetra en su interior donde continúa perforando hasta que forma un túnel. Después de la penetración de la larva, el tejido comienza a pudrirse.

Las hormigas arrieras, se les ha considerado plagas debido a que atacan los tallos tiernos, brácteas de los frutos y flores, y dañan las vainas. El daño se observa en la rotura de la cáscara en los frutos y deformaciones en los tallos nuevos, reducen la calidad de la fruta.

Patiño y Martínez (2013) en investigaciones realizadas en Colombia en el departamento de Boyacá considerado el departamento con mayor producción de pitahaya amarilla, se reportó los siguientes resultados; individuos de la familia Curculionidae (Coleóptera) generan daños en el cultivo de pitahaya mediante la perforación del tallo, también en la etapa de floración se encontró especies como *Colaspis* sp. y *Diabrotica* sp. que son consideradas plagas ocasionales ya que estas producen daño al cladodio en el cultivo de pitahaya, además en la etapa de formación del fruto la plaga más importante fue el barrenador del fruto, igualmente en la etapa de cosecha se ha colectado insectos de familia de Scarabaeidae que son consideradas plagas secundarias ya que son insectos masticadores que se introducen en la flor destruyendo órganos reproductores y por consiguiente impiden el desarrollo del fruto y permanecer dentro de él alimentándose del tejido secundario y putrefacto.

De la misma manera el Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2012) mencionan que la plaga más importante es *Dasiops saltans* llamada mosca del botón floral, la cual ocasiona pérdidas entre 40-80% del rendimiento del cultivo, el principal daño es ocasionado por la hembra ya que ésta deposita los huevos en el botón floral y las larvas se alimentan de la misma causando pudrición de adentro hacia afuera.

En el Ecuador existen pocas investigaciones acerca de plagas en *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose; Cusme (2019) en su estudio realizado en el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí señala que en la etapa de floración se da la presencia de *Thrips* sp. y *Frankiniella occidentalis*; sin embargo, investigaciones realizadas en pitahaya amarilla (*Cereus* sp.) en la Amazonía ecuatoriana específicamente en Palora, se encontró plagas como mosca de la fruta (*Anastrepha* sp), larva barrenadora (*Diatrea* spp), cochinillas (*Diaspis* sp, *Aspidiotus* sp., *Chianospis* sp.) y nematodos de agallas (*Meloidogyne* sp.) (Milona, 2009).

3.6. Status de plaga

Es importante definir el estatus plaga de los insectos, pero en primer lugar es recomendable conocer algunas definiciones como el PEG (Posición de Equilibrio General) que significa un nivel natural de población de insectos, además, existen otros niveles que están basados totalmente en factores económicos, como el UE (Umbral Económico) que es el máximo nivel poblacional tolerable sin que ocasione daño económico, igualmente tenemos el NDE (Nivel de Daño Económico), que denota la mínima densidad poblacional que si ocasiona Daño Económico (DE), lo cual es la pérdida monetaria que justifica el empleo del método de control (Cema, 2007).

Según Brechelt (2004) las plagas se dividen en cuatro grupos:

a) Plagas Clave: Son plagas que están presentes en los cultivos con altas poblaciones y además son muy persistentes, muchas veces no pueden ser dominadas por las prácticas de control; si no se aplican medidas de control pueden causar severos daños económicos. Solo pocas especies adquieren esta categoría dentro de los cultivos.

b) Plagas ocasionales: Son especies cuyas poblaciones se presentan en cantidades perjudiciales sólo en ciertas épocas, mientras que en otros periodos carecen de importancia económica. El incremento de la población por lo general está relacionado con los cambios climáticos.

c) Plagas Potenciales: Hay que saber que dentro de un cultivo están presentes especies que tienen poblaciones bajas sin afectar la cantidad y la calidad de la cosecha. Pero si por alguna circunstancia, desaparecieran los factores de control natural, estas plagas potenciales pueden convertirse en plaga ocasional o clave.

d) Plagas Migrantes: son especies de insectos no residentes en los cultivos, pero que pueden llegar a ellos periódicamente debido a sus hábitos migratorios causando severos daños.

3.7. Riqueza y abundancia de insectos Fitófagos

Para un manejo adecuado tanto de cultivo y de los insectos fitófagos es de gran ayuda conocer la diversidad de insectos en especial la riqueza y abundancia (Reyes, 2009). De la misma manera Martins (2019) informa que el conocimiento sobre la riqueza y abundancia de insectos nos permite obtener información esencial para mejorar las técnicas de manejo del cultivo, además de proporcionar datos adicionales sobre la fauna potencialmente que afecta a cultivos.

Según Martínez (2020) en su estudio realizado en Nicaragua da a conocer la riqueza y abundancia de insectos presentes en el cultivo de *Hylocereus undatus*, donde se encontró 9 órdenes y 40 familias de insectos, siendo la familia más abundante la Chrysopidae y Noctuidae y los órdenes más abundantes Díptera y Hymenóptera.

4. Materiales y Métodos

4.1. Materiales

Tabla 2. Materiales físicos, químicos y biológicos.

Físicos	Químicos	Biológicos
Trampas Jackson	Alcohol potable	Especímenes de insectos colectados
Trampa Mcphail	Agua destilada.	
Trampa de caída Pitfall	Melaza	
Frascos Entomológicos	Pegante SAFERTAC	

Caja para transporte de materiales.	Bórax
Hielera para traslado de muestras.	Proteína hidrolizada
Computadora	Sal gruesa
Libreta de Campo	Vinagre de alcohol
Microscopio	Detergente doméstico
Guantes quirúrgicos	Paraferomona trimedlure
Refrigeradora	
Fundas ziploc	
Cinta maski	
Paletas de madera	
Tarrinas plásticas de 1 lt	
Cartulina blanca	

4.1.1. Métodos de elaboración o preparación de materiales (trampas)

a) **Trampa Mcphail:** Es una trampa aérea utilizada para capturar insectos voladores, entre ellos, para los que más se usa es para capturar y monitorear a mosca de la fruta, la cual es elaborada con proteína hidrolizada (sustancia atrayente a los insectos) y para la preparación de un litro de esta proteína se utilizó, 920 cc de agua destilada, 50 cc de melaza y 30 g de Bórax. En primer lugar, se calentó 250 cc de agua destilada a 28 o 30 °C en la cual se disolvió el Bórax, posteriormente en el recipiente de un litro se colocó la melaza, el bórax disuelto y el resto del agua para finalmente mover hasta que los ingredientes queden bien diluidos (Gráfico 1).



Gráfico 1. Trampa Macphail

b) **Trampa “Pitfall” o de caída:** Es una trampa de piso que permite capturar y monitorear insectos plaga a nivel del suelo, para su preparación se utiliza un litro de solución de esta trampa se utilizaron los siguientes ingredientes, 20 g de sal gruesa, 900 cc de agua tibia, 0,1 cc de vinagre de alcohol y 15 g de detergente doméstico (75% de una cucharada). Todos estos ingredientes se mezclaron hasta que se obtuvo una solución homogénea (Gráfico 2).



Gráfico 2. Trampa Pitfall

c) **Trampa Jackson:** Esta trampa es usada para capturar insectos mediante el uso de trimedlure (paraferomona), un atrayente sexual de mosca de la fruta y de lámina de cartulina blanca, en la cual se utilizó la paraferomona (atrayente sexual) que tiene una duración de 6 semanas, y una lámina de cartulina embadurnada con sticking la misma que fue renovada cada 15 días (Gráfico 3).



Gráfico 3. Trampa Jackson

4.2. Metodología

4.2.1. Área de estudio

- País: Ecuador
- Provincia: Cañar
- Cantón: La Troncal
- Parroquia: Manuel J. Calle

4.2.2. Ubicación política-geográfica donde se realizó el estudio

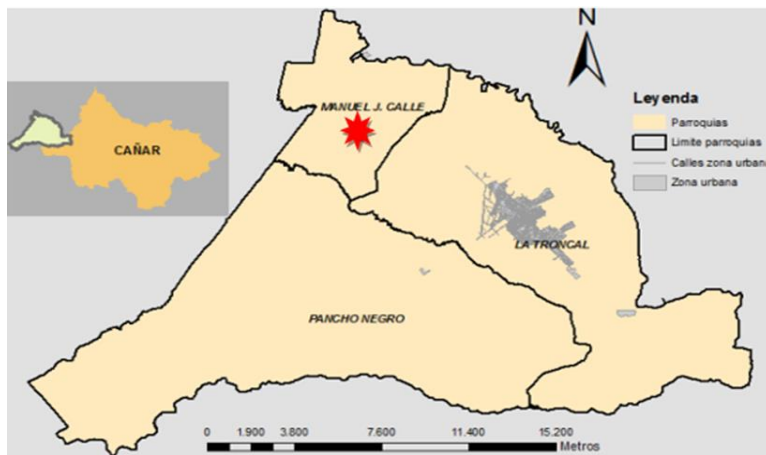


Gráfico 4. Cantón La Troncal - Ubicación de la parroquia Manuel J. Calle.

Fuente: Cornejo, (2020)

El estudio se llevó a cabo en 8 parcelas experimentales de una (1) hectárea cada una, pertenecientes a fincas de sector los mismos, que se encuentran distribuidos en la parroquia antes mencionada del cantón La Troncal, para lo cual se cuenta con el consentimiento, aprobación y colaboración de cada uno de los propietarios y/o sus trabajadores.

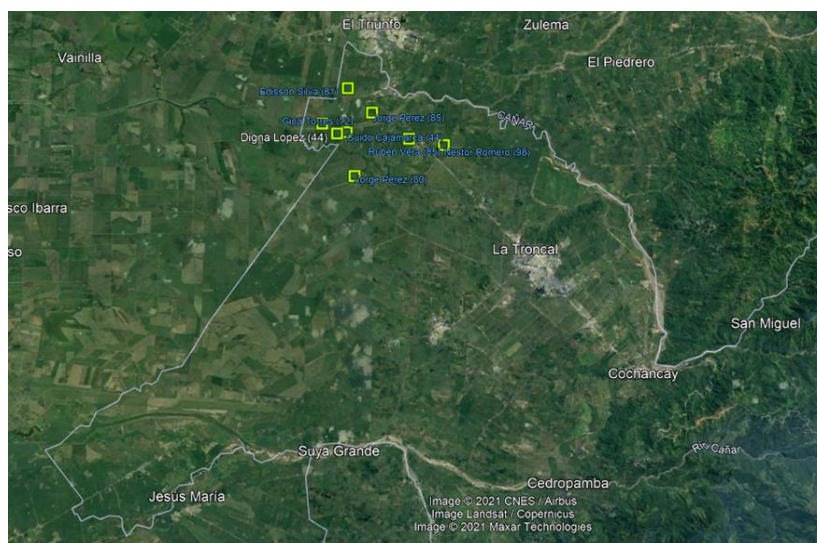


Gráfico 5. Cantón La Troncal - Ubicación de la zona de estudio parroquia Manuel J. Calle.

Fuente: Google Earth (2021)

4.2.3. Caracterización de los aspectos ecológicos

Este estudio se llevó a cabo en el cantón La Troncal, perteneciente a la provincia del Cañar; se encuentra ubicado en la parte occidental del Ecuador. La altitud de la zona varía entre los 20 y 250 m.s.n.m, además posee una latitud sur, norte de 2°28'22" y 2°30'05" y una longitud oeste, este de 79°14'14" y 79°31'45", este cantón presenta clima tropical a subtropical, existiendo variaciones climáticas en dos épocas del año realizando el estudio y monitoreo de los insectos plaga en los meses de marzo hasta septiembre (COAZUCAR, s.f.).

La primera durante la época seca junio-noviembre donde la temperatura oscila entre 19-23 °C, con precipitaciones de 0-100 mm. La segunda época lluviosa de diciembre-mayo con una temperatura que oscila entre 24-26 °C, con precipitaciones de 100-500 mm y humedad relativa de 88 % en los meses de lluvia (Sigtierras, 2015).

Debido a estas circunstancias y a la riqueza de su tierra, La Troncal se ha convertido en uno de los principales cantones productores agrícolas del Cañar, en la actualidad los cultivos que más se destacan son caña de azúcar, cacao y otros en menores cantidades (Bermeo-Moyano, 2020).

4.2.4. Diseño experimental

En la investigación, se utilizó un DCA, de los lotes para realizar el estudio el cual tuvo un carácter inferencial, utilizando el número de total de insectos plaga identificados con el índice de Shannon y Weaver para el análisis de los datos del objetivo específico uno, en los que se emplearon medidas de tendencia central (media, desviación, varianza) así como se utilizó, para realizar un alcance en la investigación con el número de individuos de cada orden, con la finalidad de determinar la significancia entre órdenes y su correlación respecto a variables climatológicas como precipitación, temperatura y humedad relativa y los órdenes encontrados mediante la estimación por intervalos de confianza, para lo cual se empleó el software R.

4.3. Metodología de campo

La investigación en campo tuvo una duración de 6 meses la cual se ejecutó en 8 parcelas de investigación (sitios de producción), de una hectárea cada una, distribuidas en la parroquia Manuel J. Calle perteneciente al cantón La Troncal.

En las zonas de estudio se tomó muestras mediante el uso de trampas Mcphail, Jackson y de caída (pitfall), con un cambio periódico cada 7 días, las que fueron elaboradas y manipuladas en AGROCALIDAD (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario), de la ciudad de Azogues, perteneciente a la zona de Cañar. Cada 7 días, se movilizó a las zonas de estudio conjuntamente con la asesoría de los técnicos de la entidad antes mencionada y designados al área de vigilancia fitosanitaria vegetal, en el que se procedía a recoger manualmente con pinceles en frascos entomológicos, cada uno de los insectos encontrados, para etiquetar y almacenar para su traslado a los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, como de AGROCALIDAD para la identificación a nivel de Orden y Familia, máximo a nivel de género esto dependerá de la cantidad de información y recursos disponibles para su respectiva identificación de los insectos encontrados.

La renovación de las trampas MacPhail, así como la recolección de los insectos se realizó de forma periódica, cada siete días; este tipo de trampas contenían un atrayente alimenticio, constituido de: 10% de proteína hidrolizada + 3% de bórax + 90% de agua, la preparación el cebo atrayente se realizó el día previo a la renovación de este. De la trampa Jackson, se renovó la laminilla de cartón con el pegamento y al igual que la trampa MacPhail se lo cambió cada siete días y la paraferomona cada seis semanas. Para la captura de ciertos insectos rastreros se empleó las trampas de caída (pitfall), las mismas que tuvieron la misma frecuencia de recolección de siete días.

Para determinar la Riqueza y Abundancia de la entomofauna fitófaga foliar y del suelo, se procedió a emplear el Índice de Shannon y Weaver, en el cual se contabilizó el número de Órdenes y Familias de insectos plaga capturados (morfotipos), los datos obtenidos se analizaron, con las pruebas estadísticas especificadas cuya fórmula es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

- a) H' = índice de Shannon y Weaver
- b) S = número de especies.
- c) P_i = proporción de individuos de la especie i .
- d) \ln = logaritmo natural.
- e) A mayor valor de H' mayor diversidad de especies (Reyes, 2009).

Para el análisis de Riqueza y abundancia, se tomaron los siguientes datos en campo:

- 1) Número de lote y fecha de colecta: Se registró el número del lote y la fecha en que se realizó la colecta de las muestras.
- 2) Unidad de muestreo: En caso de requerir toma de muestras se registró el tipo de trampa en que fue colectado.
- 3) Unidad de medida: El tipo de unidad utilizada para el conteo de adultos o número de colonias.
- 4) Código muestra: Por cada colecta la muestra lleva un código.

En este estudio se realizó un alcance en función de la frecuencia y el número de insectos plaga identificados, en el cual por cada morfotipo de insecto presente (sea capturado u observado) durante el periodo de la investigación; en el que se calculó tanto la frecuencia absoluta como la frecuencia relativa, considerándose con estatus de clave o económico, aquel que tenga una mayor frecuencia en cuanto a su presencia ocasione un mayor daño (Pla, 2006)

Para identificar y cuantificar el tipo de daño y el órgano afectado por cada uno de los morfotipos de insectos plaga relacionados con el cultivo de la pitahaya en las zonas de estudio, se procedió

a cuantificar y contabilizar las veces que estos insectos se repiten por cada lectura y por cada en cada órgano afectado relacionado con el morfotipo que lo causa.

Adicionalmente se calculó el coeficiente de correlación entre la población de cada morfotipo de insecto muestreado y el promedio mensual de temperatura, humedad relativa y precipitación existente en la zona de estudio durante los meses de la investigación, que permite identificar las correlaciones más importantes que determinen el aumento o disminución en la población y la frecuencia de los insectos que causan daño a esta plantación.

4.4. Metodología del análisis estadístico

En la variable riqueza y abundancia se aplicó el índice de Shannon y Weaver con el número de insectos capturados lo que permitió visualizar la diversidad, en un primer plano la diversidad existente a nivel de toda la población de insectos y en un segundo plano solo los insectos plaga, que permite determinar la diversidad solo de los insectos plaga identificados.

En el análisis de ordenes por número de insectos se aplicó un DCA, comparando entre ordenes mediante el test de Bonferroni, en los que se utilizaron variables del número de insectos (n) plaga identificados, en el cual por cada morfotipo de insecto presente (sea capturado u observado) durante el periodo de la investigación.

Para el análisis del coeficiente de correlación se utilizó la prueba de Spearman y observar la misma entre las dos variables que son 1) las medias mensuales de las variables climatológicas, humedad relativa, precipitación y temperatura con datos obtenidos a partir de estaciones meteorológicas, estos datos se analizaron con la variable 2), el número de insectos plaga (n) con sus medias ya obtenidas previamente en el análisis anterior, se hizo una correlación en el software r, del número total de individuos colectados por cada orden y de la zona de estudio durante los meses de la investigación, que permite identificar las correlaciones más importantes que determinen el aumento o disminución en la población así como la frecuencia de los insectos que causan daño a la plantación (Díaz I, 2014).

Con estos datos obtenidos y a partir del número de insectos mensuales del total de la población, por cada orden de insectos plaga, y los promedios mensuales tanto de temperatura, humedad relativa y precipitación, se realizó una estimación del status plaga de acuerdo al número de insectos plaga encontrados y a los datos obtenidos anteriormente de las correlaciones más importantes y mediante el cálculo de la frecuencia absoluta y con este dato obtener la frecuencia relativa, y determinar el estatus de clave o económico, aquel que tenga una mayor frecuencia en cuanto a su presencia ocasione un mayor daño, como lo menciona Pla, (2006).

5. Resultados

5.1. Riqueza y Abundancia total de órdenes de insectos

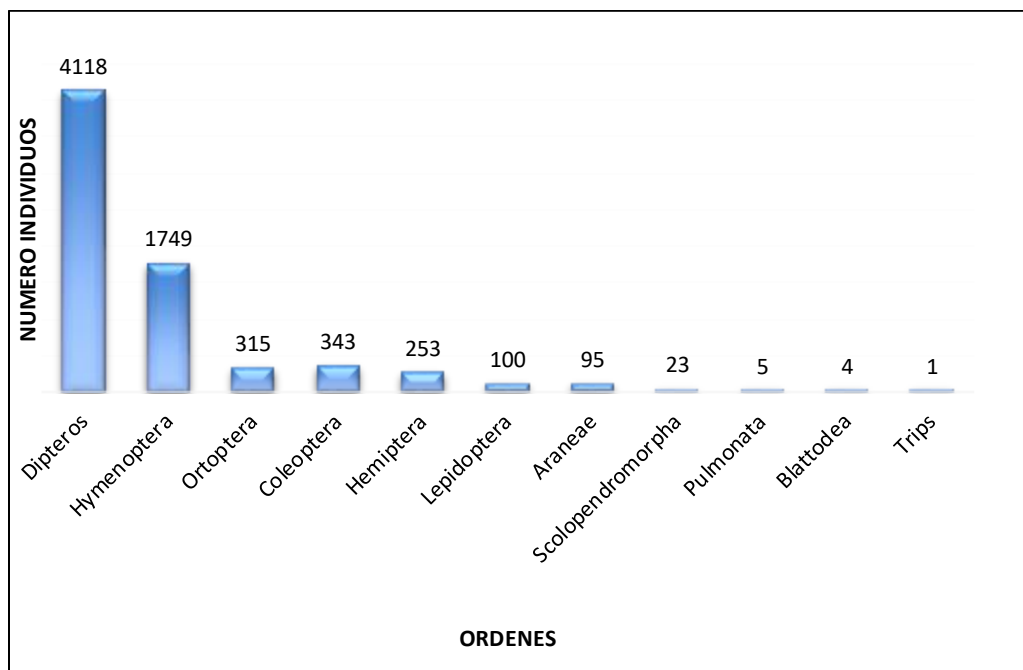


Figura 1. Número de órdenes encontrados

La riqueza y abundancia de insectos en la zona de estudio presenta once órdenes identificados, Donde la orden Díptera fue el más dominante, seguido del orden Hymenóptera y Coleóptera,

obteniendo menor cantidad de individuos en los Trips, estos resultados demuestran que existe una alta abundancia de órdenes de insectos en la parcela de estudio (Figura 1).

5.2. Índice de Shannon y Weaver total de los órdenes de insectos encontrados

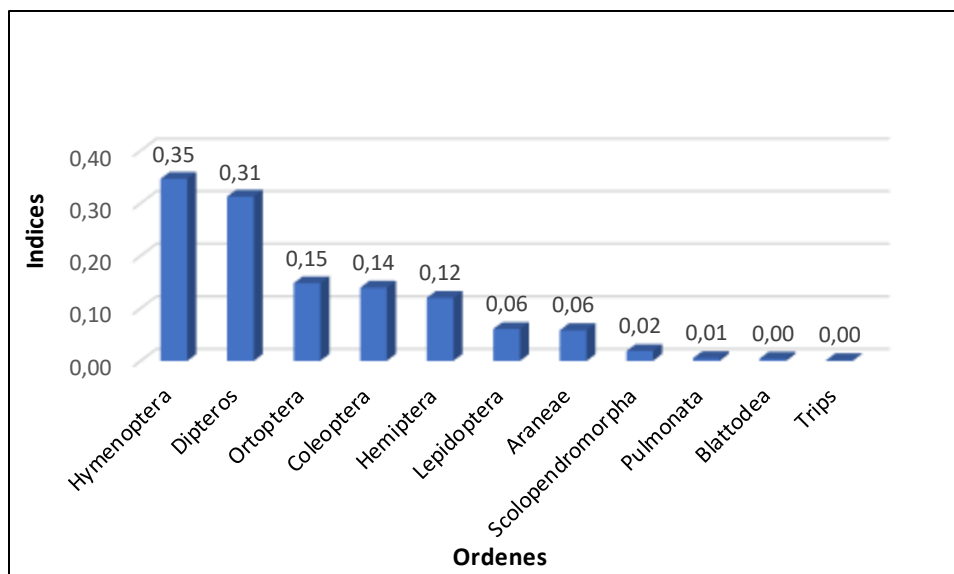


Figura 2. Índice de Shannon y Weaver general

El índice de Shannon y Weaver de órdenes de insectos demuestran que individuos pertenecientes a los órdenes Hymenoptera y Díptera poseen el mayor rango de diversidad, sin embargo, se presenta índices de cero (0) para los órdenes como Blattodea y Trips, obteniendo un índice general de 1,17, demostrando que existe una baja diversidad en la parcela de estudio (Figura 2).

5.3. Riqueza y Abundancia de órdenes insectos plaga identificados.

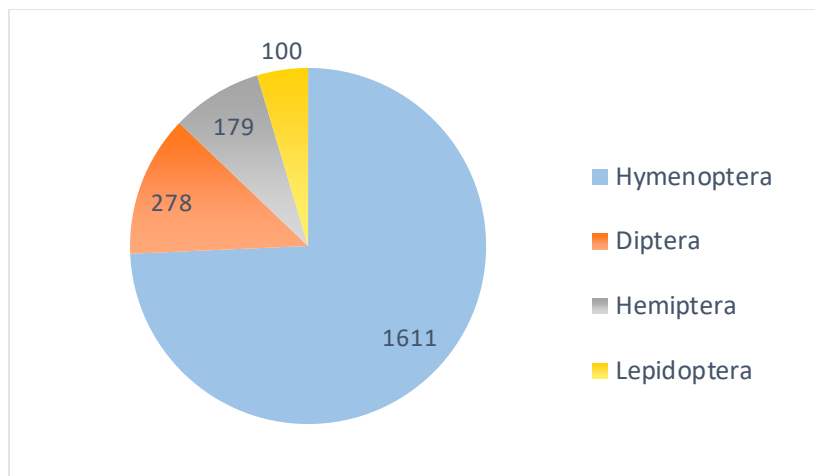


Figura 3. Órdenes de insectos plaga encontrados

En cuanto a la riqueza y abundancia de insectos plaga se identificaron cuatro ordenes principales: Hymenoptera, Díptera, Hemíptera y Lepidóptera. El orden Hymenoptera presenta una mayor abundancia, seguido del orden Díptera y Hemíptera, el orden Lepidóptera evidencio una baja diversidad en el lugar de estudio (Figura 3).

5.4. Análisis estadístico

Con el número de insectos plaga encontrados por cada orden, mediante el software R, al no encontrar homogeneidad de varianzas se utilizó pruebas no paramétricas tomando a la variable “mes” como efecto aleatorio y determinando sus medias estimadas, con los valores obtenidos de un mínimo de 6 y un máximo de 313, obteniendo una varianza muy grande.

Tabla 3. Medias estimadas por órdenes de insectos.

Orden	Mes	# insectos	Variables	Valor
Díptera	6	1:4	Mínimo	6.00
Hemíptera	6	2:4	1st Cuartil	21.25

Hymenoptera	6	3:4	Mediana	107.50
Lepidóptera	6	4:4	Media	128.29
			3rd Cuartil	200.50
			Máximo	313.00

Se utilizó este modelo para generar el ADEVA y comparar entre órdenes y ver estadísticamente cual es el mayor, obteniendo un valor de P de $2.372e-11$ ***, mostrando un p-valor menor a 0,05 siendo está altamente significativa la diferencia entre órdenes.

El ADEVA reveló que los órdenes presentan variación en el número de insectos por trampa y comparar entre órdenes y ver estadísticamente cual es el mayor, obteniendo un valor de P de $2.372e-11$ ***, mostrando un p-valor menor a 0,05 siendo está altamente significativa la diferencia entre órdenes (Tabla 4).

$F(3, 15) = 147.36$, $p < .0001$; $\eta^2 = 0.97$; $R^2 = 0.92$.

5.4.1. Tamaño del efecto (Tipo III)

Para comprobar resultados se realizó el tamaño del efecto del experimento, con el fin de observar la relación de comportamiento en todas las variables, explicadas a través de las fuentes de variación que para nuestro caso son los órdenes de insectos, y mientras más cercano a 1, es una respuesta favorable y para nuestro estudio el valor del tamaño del efecto es de 97, que muestra un valor muy bueno ya que su aproximación es muy alta respecto al valor estándar de la prueba.

Tabla 4. Tamaño del efecto para ANOVA (Tipo III)

Parámetro	η^2 (partial)	η^2 (partial)	95% CI
Orden	0,97	0,93	1

El coeficiente de determinación ($R^2= 0.92385$) muestra la variación de la variable dependiente, es decir que el 92 % de la investigación está justificada por el factor mes y por la diferencia de las medias de los órdenes siendo un valor muy bueno en la investigación.

5.4.2. Test de Bonferroni

Se aplicó esta prueba para calcular las medias y hacer una comparación por pares y ajusta el orden, con las medias marginales, y con el intervalo de confianza 0,95.

5.4.3. Comparación de pares de Bonferroni

Tabla 5. Comparación de pares de Bonferroni.

Ordenes	Estimado de la diferencia	Error estándar	Grados de libertad	Valor prueba (t.ratio)	P-valor
Díptera - Hemíptera	143.7	13.9	15	10.32	<.0001
Díptera - Hymenoptera	-82.7	13.9	15	-5.94	<.0001
Díptera - Lepidóptera	169.2	13.9	15	12.15	<.0001
Hemíptera - Hymenoptera	-226.3	13.9	15	-16.26	<.0001
Hemíptera - Lepidóptera	25.5	13.9	15	1.83	0.2976
Hymenoptera – Lepidóptera	251.8	13.9	15	18.09	<.0001

En este caso en particular, se compararon los órdenes, en los cuales se observó la significancia de cada uno de los órdenes en el estudio a excepción de la relación Hemiptera- Lepidoptera.

5.4.4. Rangos de ordenes mediante test de Bonferroni

Tabla 6. Rangos mediante test de Bonferroni

Orden	Medias marginales corregidas (MMEs)	Error estándar (SE)	Rango
Hymenoptera	268.5	12.4	a
Díptera	185.8	12.4	b
Hemíptera	42.2	12.4	c
Lepidóptera	16.7	12.4	c

Las comparaciones post hoc corregidas de Bonferroni revelaron que el mayor número de insectos presenta el orden Hymenoptera, ubicando en el rango a, seguida por el orden Díptera en el rango b. El orden Hemíptera y el orden Lepidóptera se en el rango c.

5.5. Insectos plaga identificados

Tabla 8. Descripción de insectos plaga identificados en el del cultivo de *Hylocereus undatus* (Haw) Briton & Rose.

Orden	Familia	Género y especie	N. común
Hymenoptera	Formicidae	<i>Paratrechina longicornis</i>	Hormiga loca
Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>	Hormiga arriera
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus festinatus</i>	Hormiga carpintera
Hymenoptera	Formicidae	<i>Selenopsis geminata</i>	Hormiga de fuego
Díptera	Lonchaeidae	<i>Dasiops saltans</i>	Mosca botón floral

Hemíptera	Aphididae	<i>Rhaphalosiphum padi</i>	Pulgón
Hemíptera	Coreidae	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Chinche patón
Hemíptera	Pseudococcidae	<i>Paracoccus marginatus</i>	Cochinilla
Lepidóptera	Cambridae	<i>Maracayia chlorisalis</i>	Polilla

Dentro del estudio realizado se identificaron 4 géneros de insectos (Tabla 3), evidenciándose la mayor abundancia en individuos del género *Paratrechina* (706), seguido del género *Atta* (467) y el género *Camponotus* (306), finalmente el género *Paracoccus* (10), demostró ser el menor dominante en el cultivo.

5.6. Índice de Shannon y Weaver de insectos plaga identificados

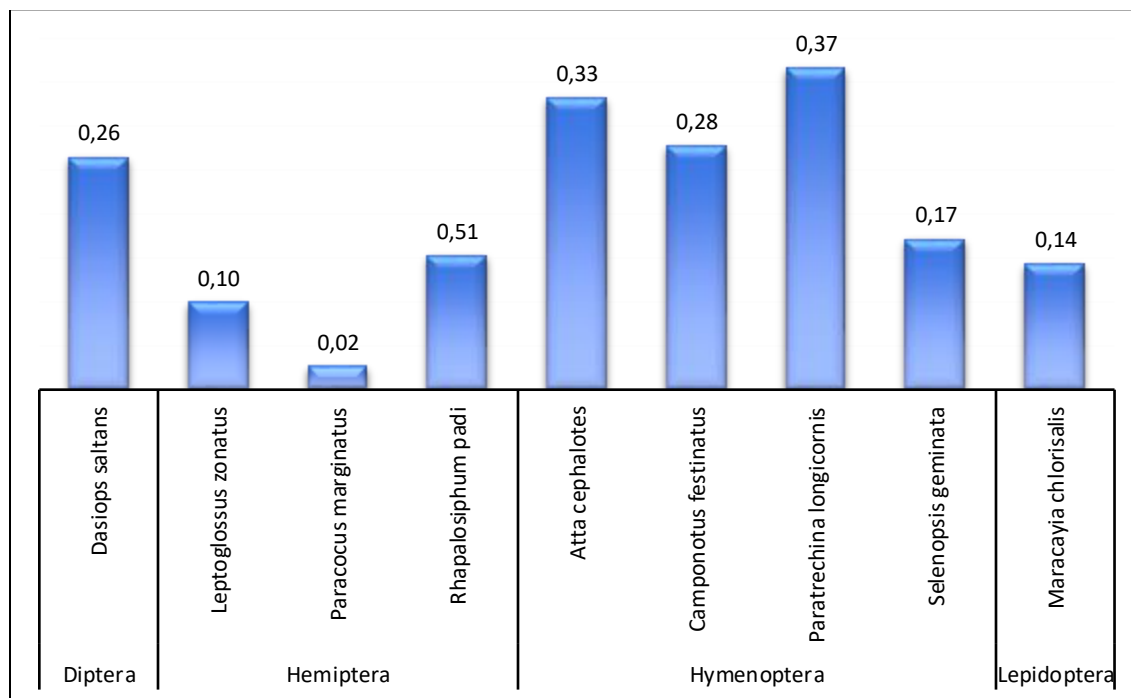


Figura 4. Índice de Shannon y Weaver de órdenes de insectos plaga

El índice de Shannon y Weaver (1,82) nos muestra que la población encontrada de insectos plaga presenta una baja diversidad. Mostrando una mayor presencia de la especie *Paratrechina logicornis* (Hymenoptera), mientras que, el insecto de menor presencia en el lugar de estudio es *Paracoccus marginatus* (Hemiptera). (Figura 4).

5.7. Descripción del tipo de daño y órgano afectado por las especies de los insectos plaga identificados

En cuanto a esta variable, se identificó en campo los insectos recolectados en las trampas entomológicas y mediante literatura e identificación en laboratorio, se identificó a las principales especies y se investigó el órgano afectado más común.

- 1) ***Dasiops saltans* (Mosca del botón floral)**: Pertenece al orden Díptera y la familia Lonchaeidae, es un insecto que su principal daño al cultivo es en su etapa de larva ya que se caracteriza por la generar daños en las estructuras reproductivas del botón floral, (de ahí su nombre común) las larvas debido a su aparato bucal cortador masticador, hacen galerías internas para su alimentación, que sumado a las condiciones climáticas del sitio de estudio, como alta humedad relativa, precipitación y temperatura, influyen en su rápida descomposición, ocasionando la caída de las flores dañadas como mecanismo de defensa de la planta, disminuyendo la cantidad de frutos a cosechar. Según Delgado y otros (2010), este insecto ataca en el periodo de floración y sin un control adecuado puede causar daños desde un 40 hasta en un 80 % de toda la cosecha. (Anexo A).
- 2) ***Camponotus festinatus* (Hormiga carpintera)**: Pertenece al orden de los Hymenóptera, y la familia Formicidae. Se trata de este un insecto que debido a su aparato bucal cortador masticador, hace ranuras y en otros casos galerías para formar colonias, por lo general vive en la madera pero también puede atacar a cultivos alledaños a plantas maderables, sus daños en el cultivo 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 (Ríos, Valiente & Rico, 2004). (RIOS, VALIENTE, & RICO, 2004). (Anexo B).

- 3) **Leptoglossus zonatus (Chinche patón)**: Pertenece al orden de los Hemíptera, y la familia Coreidae, Esta plaga es una de las más importantes debido a que ataca en los diferentes estadios y órganos de la planta, principalmente se lo encontró en tejidos tiernos de las plantas, ataca desde sus primeros estadios ninfales, hasta adultos, desde los que están recién eclosionados, adultos y larvas generan lesiones al alimentarse de los pseudotallos, flores y frutos, debido a su aparato bucal, picador-chupador, cortador absorbe la savia y genera una clorosis en el tejido de la planta afectada, provocando la caída de flores en sus estados iniciales y en frutos causando manchas negras perdiendo en su totalidad la validez del fruto, los daños en la planta y flores son dejados heridas, las cuales pueden ser que son usadas por otros organismos como entrada, ocasionando con aquello para generar más daños. e irreversibles (Alvarado, 2020). (Anexo C).

- 4) **Rhaphalosiphum padi (pulgón)**: Pertenece al orden de los Hemíptera familia Aphididae, este insecto debido a su aparato bucal picador-chupador, ataca principalmente al tejido tierno de la planta en general, así como a flores; y tejidos tiernos de la planta, los pulgones debido a la sustancia azucarada que secretan como desecho atraen a varios géneros de hormigas generando mutualismos a cambio de su protección, lo cual ocasiona generando el incremento de estas colonias, agrandando los problemas fitosanitarios, además algunos autores como Dughetti (2012), mencionan que los insectos de este género son vectores de la enfermedad que causa el enanismo en plantas. (Dughetti, 2012) (Anexo D).

- 5) **Paratrechina longicornis (hormiga loca)**: Pertenece al orden de los Hymenóptera y la familia formicidae. Este insecto debido a su aparato bucal cortador masticador, causa daños principalmente en los pseudotallos del cultivo, generando cortes y desprendimiento de partes de los pseudotallos que son el ingreso a varias enfermedades causadas por bacterias y hongos, sumado a la rápida diseminación y multiplicación de colonias dentro del cultivo. Según Nickerson, (2021) menciona que esta especie de hormigas puede ampliar rápidamente su zona de alimentación, poseen una alimentación de rápida ampliación, lo cual se debe debido a su veloz desplazamiento rápido con en varias

direcciones, a diferencia de otros géneros, estas no siguen frecuencias de caminos lo que se hace difícil su control. Posee una alta tasa de adaptación a medios hostiles, generando nuevas colonias cerca de sus fuentes de alimento y puede propagarse más rápidamente en los medios tropicales, lo que convierte a este género en uno de los más difíciles de controlar en los cultivos. (Anexo E).

- 6) **Selenopsis geminata (hormiga de fuego)**: Pertenece al orden de los Hymenóptera, y la familia Formicidae, este insecto causa cortes y agujeros estos daños principalmente en los pseudotallos del cultivo; sin embargo, debido a la dureza de sus tenazas y a su agresividad su principal problema es ocasionado por los ataques a los sistemas de riego sobre el suelo ya que genera cortes y obstrucciones. en los diferentes sistemas, Se trata de estos insectos son temidos por su comportamiento agresivo hacia trabajadores y a cualquier media que le represente una amenaza, ya que causan múltiples picaduras a los obreros trabajadores generando dolores y dificultad para manipular el cultivo. Ya que, Según Yates, (2010) en su artículo menciona que poseen veneno y que un solo ejemplar puede generar varias picaduras y seguir picando a pesar de ya haber terminado el veneno. (Anexo F).

- 7) **Maracayia chlorialis (Polilla)**: Pertenece al orden de los Lepidóptera y la familia Pseudococcidae. Es un este insecto que causa daños en su etapa de larva debido a que genera en esta etapa, el principal daño es la generación de galerías y una vez que el insecto está dentro del pseudotallo, son difíciles de controlar, también estos orificios pueden ser entrada a enfermedades que, combinadas con la humedad del clima tropical, causa pudrición obstruyendo la circulación del agua dentro de la planta y en casos extremos puede morir la planta (PROCOMER, 2022). (Anexo G).

- 8) **Atta cephalotes (Hormiga arriera)**: Pertenece al orden de los Hymenoptera, y la familia Formicidae, los insectos de esta especie atacan principalmente a tejidos tiernos de la planta como, pseudotallos, flores y tejido tierno que cubre los frutos, forman cortes, por los cuales se diseminan fácilmente enfermedades causadas por hongos y bacterias. Según Lezaun, (2022), menciona que el ataque de estos insectos puede reducir el cultivo

hasta un 35% lo que afecta disminuye considerablemente el rendimiento y producción del cultivo. (Anexo H).

- 9) ***Paracoccus marginatus* (Cochinilla)**: Pertenece al Orden de los Hemíptera, y la familia Formicidae, debido a su aparato bucal cortador chupador, ataca a los pseudotallos de la planta para extraer la savia, causando amarillamiento de las plantas afectadas y en algunos casos puede atacar al fruto, detención de crecimiento y producción de las plantas dejando un polvo blanco que dañan su calidad, en caso de exportaciones puede causar clorosis en frutos lo que genera rechazo y pérdida de valor en el mercado. Según Walker & Hoy, (2003) al alimentarse de la planta, este insecto deposita una sustancia dañina o toxica para la planta, generando clorosis y en otros casos atrofia en casos más extremos la deformación, caída prematura de hojas y frutos, así también pueden secretar melaza lo que atrae a insectos como las hormigas dejando una coloración blanquecina en la superficie del órgano afectado. (Anexo I).

5.8. Frecuencia de invertebrados asociados al cultivo de la pitahaya en la Troncal, Ecuador.

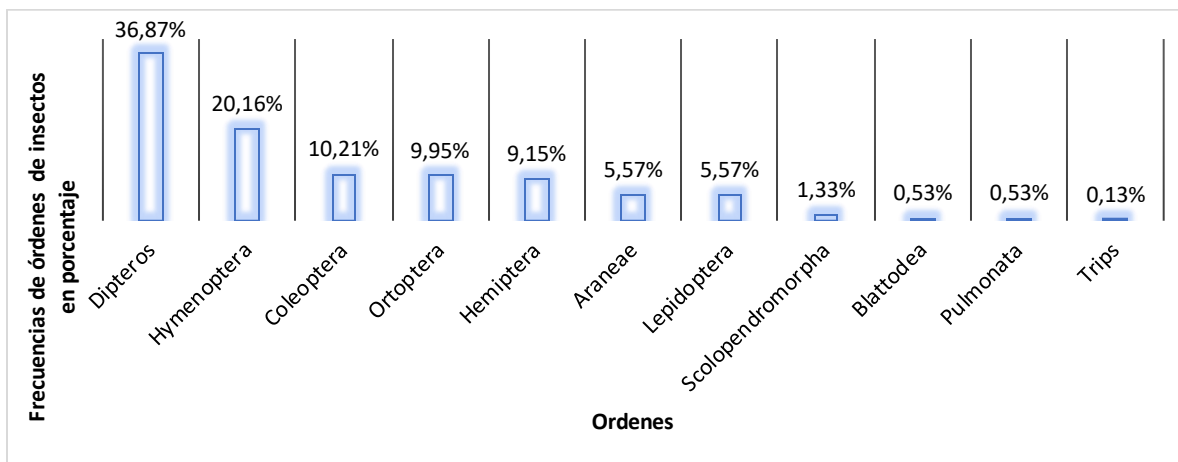


Figura 5. Frecuencias generales de insectos encontrados.

Los resultados obtenidos reflejan que la mayor frecuencia son los órdenes Díptera e Hymenoptera, los órdenes con menor presencia fueron Blattodea, Pulmonata y Trips representando la población de insectos que menor veces se observó en campo. (Figura 5).

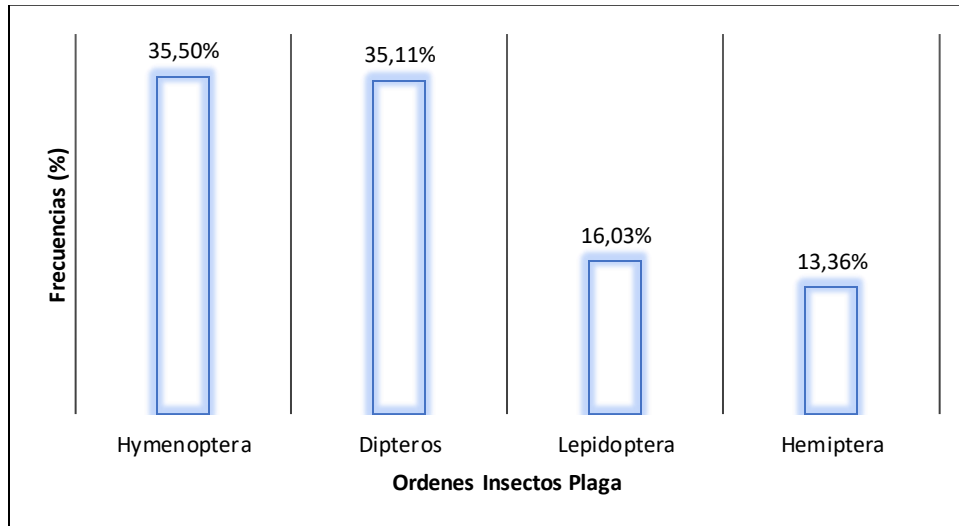


Figura 6. Frecuencias de órdenes de Insectos Plaga

En cuanto a la frecuencia de insectos plaga, se demuestra que el orden Hymenoptera es el género más frecuente en el cultivo de pitahaya presentando una frecuencia similar con el género díptera, demostrando que el género Hemíptera es el de menor frecuencia (Figura 6).

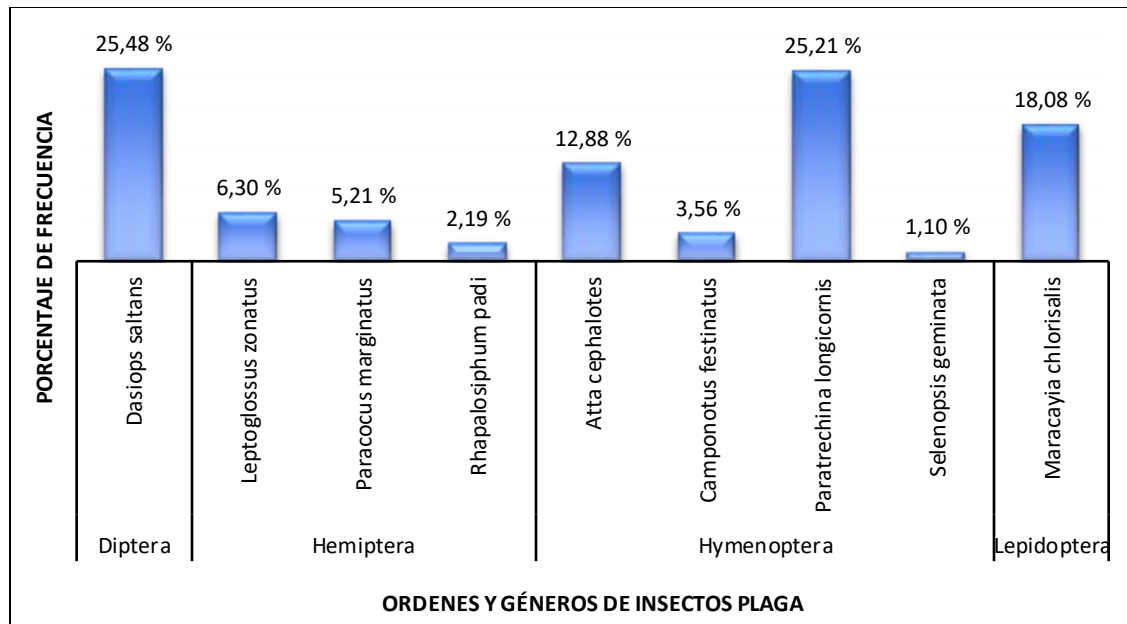


Figura 7. Frecuencias de órdenes y géneros de insectos plaga

El gráfico 10 evidencia la frecuencia de los géneros de insectos identificados en el cultivo de pitahaya, siendo el insecto *Dasiops saltans* (Díptera), el más frecuente en el cultivo, seguido de *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera) y *Maracayia chlorialis* (Lepidóptera). Mientras que los insectos *Atta cephalotes* (Hymenoptera), *Leptoglossus zonatus* (Hemíptera) y *Paracocus marginatus* (Hemíptera) presentan una frecuencia intermedia en el cultivo, finalmente los insectos *Camponotus festinatus* (Hymenoptera), *Rhapalosiphum padi* (Hemíptera) y *Selenopsis geminata* (Hymenoptera) presentan la menor frecuencia en el cultivo durante el periodo de la Investigación. (Figura 7).

5.9. Análisis de correlación

Adicionalmente, en el presente estudio se procedió a realizar el cálculo de correlación entre las poblaciones de insectos plaga capturados e identificados y los valores de temperatura, precipitación y humedad relativa, prevalentes en la zona de estudio durante los 6 meses de la investigación (Figura 8).

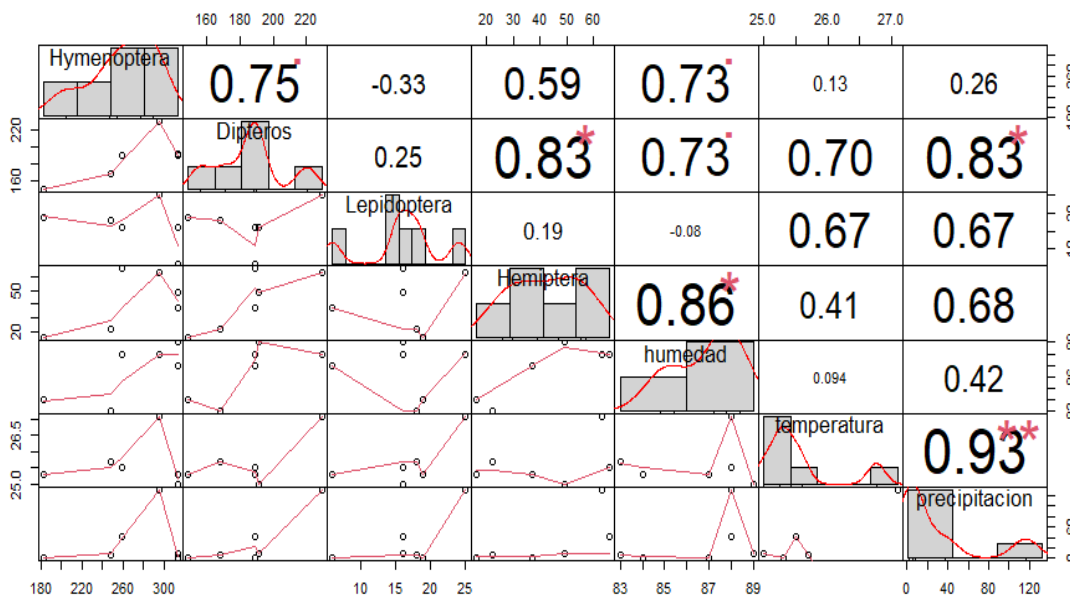


Figura 8. Coeficiente de Correlación, número de insectos y factores climatológicos

Las gráficas de las correlaciones nos muestran que las variables climatológicas (humedad, temperatura y precipitación), demuestran que a mayor humedad aumenta el número de hemípteros, pero baja el número de lepidópteros e Hymenopteros, sin embargo, para este último dato la correlación no es significativa. Del mismo modo, a mayor precipitación aumenta el número de Dípteros e Hymenopteros, siendo este último dato no significativo.

Las correlaciones más significativas de los órdenes de plagas con respecto a las variables climáticas, son: (Hemíptera e Hymenoptera – humedad), (Dípteros y Lepidoptera – precipitación y temperatura), Es importante mencionar que, a mayor precipitación mayor temperatura, es por ello que los órdenes díptera y lepidóptera muestran valores iguales para las dos variables como se muestra en la Figura 8.

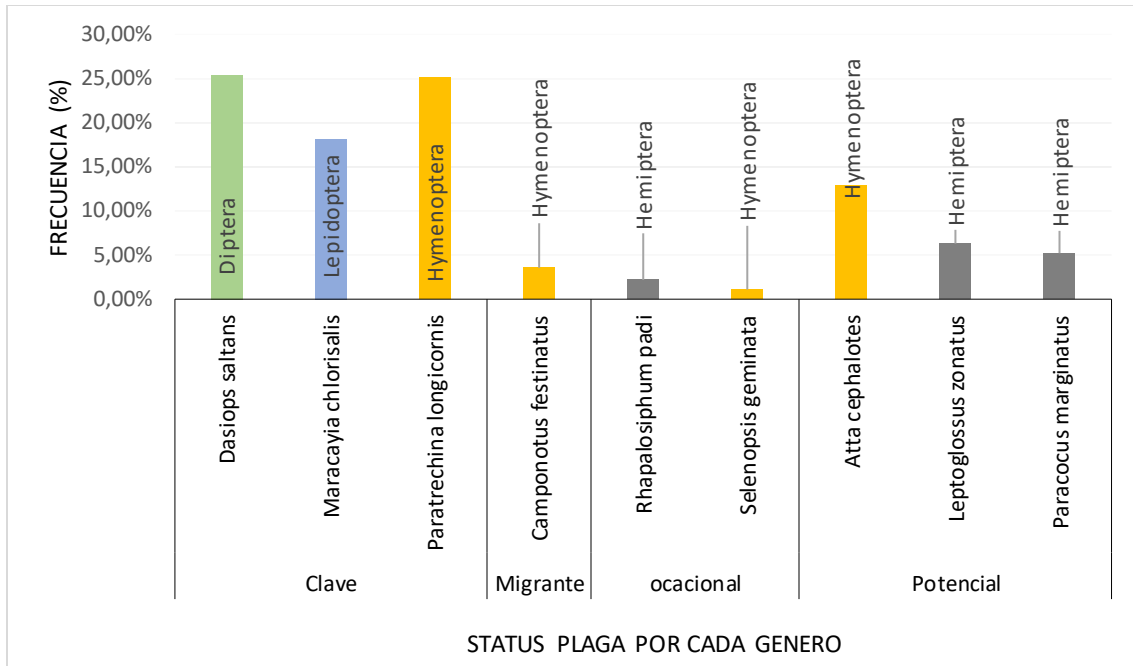


Figura 9. Clasificación de status plagas

El status plaga de cada insecto plaga basado en su frecuencia y el daño causado al cultivo (Figura 9), observamos que los insectos *Dasiops saltans* (Díptera), *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera) y *Maracayia chlorisalls* (Lepidoptera) son plaga “Clave”, además se encontró un género de tipo “Migrante” del orden Hymenoptera, así también como tres géneros de tipo “Potencial”, finalmente se encontró dos géneros de tipo “Ocasional”, siendo de insectos plaga con menor presencia e incidencia de daño dentro del cultivo (Medina & Takumasa, 2012).

6. Discusión

Para la identificación de la riqueza y abundancia de la entomofauna encontrada en el cultivo de *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose durante de periodo de investigación, se encontró 11 órdenes de insectos en general, donde se pudo identificar 4 órdenes principales de insectos plaga pertenecientes a los órdenes Hymenoptera, Díptera, Lepidóptera y Hemíptera, dichos resultados coinciden con el estudio realizado en pitahaya amarilla por los autores González, Trujillo .et al. (2019) quienes aseguran que dentro de estos ordenes existen una variedad de

insectos identificados que causan daños irreversibles al cultivo principalmente individuos del género *Lonchaea* y *Dasiops* además de hormigas del género *Crematogaster* spp., que se alojan principalmente en cladodios, frutos y botones pertenecientes a los órdenes mencionados.

Los autores Patiño, Tiria et al. (2014) en su estudio mencionan que existe 6 órdenes de insectos más frecuentes en su estudio realizado en el cultivo de pitahaya que son (Hymenoptera, Díptera, Lepidóptera, Hemíptera, Coleoptera y Orthoptera) los cuales aparecen en diferentes etapas fenológicas del cultivo y la mayoría se registra en otras variedades de pitahaya, mostrando alta similitud con presente estudio realizado, coincidiendo en los órdenes Hymenoptera, Díptera, Lepidóptera y Hemíptera, solo difiriendo en los órdenes Ortóptera y Coleóptera.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon y Weaver (1,82), se demostró que existe un bajo índice de diversidad de insectos sobre todo del orden Hymenoptera, Hemíptera y Díptera, en el cultivo de pitahaya. Estudios realizados por Pla (2006), menciona que el índice obtenido que abarca un intervalo de 1 a 5 es más bajo y muestra mayor diversidad cuando se acerca a 5, sin embargo, López & Dereck, (2018), en estudios similares de monitoreo de plagas en pitahaya, obtuvieron un índice de 1,18 relativamente bajo, otros estudios realizados por; Manzanares, Del Socorro, Jirón, & Víctor, (2014) en monitoreo de plagas obtuvieron índices de 1,12 y 1,09 mediante el uso de trampas de caída en parcelas distribuidas en cultivos de moringa y maracuyá, indicando índices bajos de Shannon y Weaver para estudios de riqueza y abundancia en plagas de frutales.

En cuanto al status plaga nuestros resultados concuerdan con resultados muy similares a los publicados por Kondo, (2013) citados por González Trujillo et al. (2019), en el que describe a *Dasiops* sp, como una plaga clave de importancia económica en cultivos de pitahaya, este insecto puede representar pérdidas masivas en la producción, adicionalmente, mencionan a 27 plagas considerados de tipo ocasionales.

Dentro de las condiciones climáticas, se estableció que la temperatura es el factor más importante que afecta la aparición de los órdenes de insectos plaga registrados que conjuntamente con la precipitación de la zona de ubicación forman un punto clave para la propagación de insectos sobre todo del orden Hymenóptera, dentro de este contexto estudios realizados por Vargas, et al. (2020) mencionan que las plagas que más incidencia tienen debido a estas condiciones climáticas son los insectos como el chinche *Leptoglossus zonatus* y varias hormigas del género *Atta* sp. y *Solenopsis* sp.

Finalmente, en cuanto al control de estas plagas el autor Yates J. (2010) nos recomienda que para tener una buena producción en el cultivo de pitahaya se necesita de diferentes métodos de control de plagas, donde el control biológico especialmente con el hongo *Beauveria bassiana*, tiene varias alternativas para controlar especialmente al chinche patón (*Leptoglossus zonatus*) permitiendo reducir los costos de producción en el cultivo.

7. Conclusiones y Recomendaciones

- Los órdenes Hymenoptera, Díptera, Lepidóptera y Hemíptera fueron los órdenes de insectos plaga identificados en cultivos de *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, en la zona de del cantón la Troncal.
- El índice de diversidad Shannon y Weaver (1,82) fue relativamente bajo, debido a los sistemas de monocultivos y los controles frecuentes de plagas en el cultivo ya que es un cultivo destinado a la exportación.
- Insectos del orden Hymenoptera y Díptera fueron los más incidentes dentro del tiempo de estudio.
- La temperatura, sobre los factores de precipitación y humedad relativa fue el factor clave para la propagación de insectos plaga en la zona de estudio.
- Se recomienda continuar con el estudio en cuanto al reconocimiento e identificación de la entomofauna que reside en la zona de estudio ya que existe poca investigación al respecto.

8. Referencias

- Alvarado, J. (2020). *Métodos de control para el chinche patón Leptoglossus zonatus*. UTB, 41.
- Andrade, R., & Geraldo, A. (2007). *Propagación vegetativa de pitahaya*. Revista Brasileira de fruticultura, 50 - 57.
- Balbín, M. (2004). *Comportamiento fisiológico de pitahaya*. Cultivos Tropicales, 33 - 39.
- Bermeo- Moyano, H. (2020). *Proyecto: Dipecho vii “implementación de la metodología de análisis de vulnerabilidades a nivel cantonal” – la troncal*. . CEDIA, 93.
- Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades*. . República Dominicana: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina.
- Cabrera, C., & Cabrera, R. (2018). *Evaluación de abonos en pitahaya*. Revista de las agrociencias, 29 - 40.
- Cema, E. (2007). *Manejo sustentable de Plagas o Manejo Integrado de Plagas*. Culcyt, 13 - 30.
- Centurión, Y. (2008). *Cambios físicos y químicos del fruto de pitahaya durante el desarrollo*. Fitotecnia mexicana, 1 - 5.
- COAZUCAR, (s.f.). *Datos climatológicos, estación meteorológica*. La Troncal – Ecuador.
- Cusme, M. (21 de octubre de 2019). *Universidad Técnica de Manabí*. Obtenido de Fluctuación poblacional de trips en pitahaya roja: <http://186.46.160.200/bitstream/123456789/1315/1/Tesis%20Cusme%20Meza%2021.10.2019.pdf>.
- Díaz, I., et. al. (2014). *Guía de Asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS)* Ayudantía Estadística I 2014; Repositorio Universidad de Chile.
- Dughetti, A. (2012). *PULGONES CLAVE PARA IDENTIFICAR LAS FORMAS ÁPTERAS QUE ATACAN A LOS CEREALES*. INTA, 44.
- Fernández, L., & Sánchez, R. (2015). *Aumento de la productividad de la pitahaya roja*. ResearchGate, 1 - 10.
- GAD Troncal. (30 de Abril de 2014). *Gobierno Autónomo descentralizado minucipal La Troncal*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0360000660001_FINAL_16-03-2015_23-58-17.pdf
- Gómez, L., & Armas, J. (2018). *Pocesos productivos y su incidencia en el costo - beneficio de los fruticultores del cantón Quevedo*. Mikarimin, 83 - 90.

- Gómez, M. (2003). *Pitahaya de México producción y comercialización*. México: Tianguis orgánico chapingo.
- González, L. (21 de Marzo de 2017). *Repositorio Digital UCSG*. Obtenido de Evaluación de los niveles de combustión en el aire de la ciudad La Troncal: <http://192.188.52.94/bitstream/3317/7673/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-195.pdf>
- González - Trujillo, M. d., Peraza, A. A., & Brochero, H. (2019). *Insectos asociados a cultivos de pitaya amarilla (Selenicereus megalanthus) en Inzá, Cauca, Colombia*. Revista Colombiana de Entomología , 45 (2).
- Gunasena, P. (2007). *Dragon fruit Hylocereus*. World Agroforestry Centre, 110 - 142.
- Hernández, Y. (2012). *Pitahaya (Hylocereus spp.): a short review/Pitaya (Hylocereus spp.): uma revisão*. Communicate Scientiae, 220 - 237.
- ICA. (23 de Junio de 2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de pitahaya*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario: <https://www.ica.gov.co/getattachment/87a2482e-a36a-4380-80ae-11072d0c717c/-nbsp%3BManejo-fitosanitario-del-cultivo-de-pitahaya.aspx>
- Imbachi, K., & Qintero, E. (2012). *Evaluación de tres proteínas en mosca del botón floral en pitahaya*. Revista Corpoica, 159 - 166.
- Jerez, V. (2015). *Acciones y avances sobre la conservación de insectos en Chile*. Chile: Guayana (Concepc.).
- Jimenez, D. (2016). *Plagas de cultivos*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Kondo, T. (2013). *Insectos plagas de importancia económica en el cultivo de pitaya amarilla*. Bogotá: Kondo.
- Landeros, J. (2007). *Manejo Integrado de plagas o Manejo sustentable de plagas*. Cultura científica y tecnológica, 13 - 30.
- López, C., & Dreck, E. (2018). *Caracterización de seis genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus Britt and Rose), rendimiento en fruta e identificación de organismos asociado a la pitahaya, en Masaya, 2018*. Managua: UNA.
- MAG. (2014). *Cañar promueve el cultivo de pitahaya*. Ecuador: Cañar- La Troncal.
- MAG. (2020). *Impulsan cultivos de pitahaya en la zona baja de la provincia del Cañar*. Cañar: El productor.
- Manzanarez, T., Del Socorro, M., Jirón, C., & Víctor, M. (2014). *Identificación y variación poblacional de insectos asociados al cultivo de marango (Moringa oleífera L.) en Managua, Nicaragua durante los meses de noviembre 2012 a abril 2013*. Managua: UNA.

- Martinez, E. (2020). *Identificación de las principales plagas que afectan a Hylocereus undatus*. Revista Ciencia e Interculturalidad, 191 - 208.
- Martínez, E. (2020). *Principales plagas que afectan a Hylocereus undatus*. Revista Ciencia e Interculturalidad, 191.
- Martins, L. (2019). *Diversity of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit from midwestern Brazil*. The Florida Entomologist, 562 - 570.
- Medina, J., & Takumasa, K. (2012). *Listado taxonómico de organismos que afectan la pitahaya amarilla, Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae) en Colombia*. Bogota: Corpoica.
- Milona, D. (23 de Junio de 2009). *Escuela Superior politécnica del Litoral*. Obtenido de Producción y exportación de pitahaya: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5702/1/D-38925.pdf>
- Montesinos, J., & Rodríguez, L. (2015). *Pitahaya (Hylocereus spp)*. Cultivos Tropicales, 67 - 76.
- Morán, J., & Cabrera, R. (2019). *Respuesta de la pitahaya roja a la aplicación de dos abonos orgánicos en Los Ríos Ecuador*. Idesia, 99 - 105.
- Navarrete, A., & Burgos, J. (2018). *Composición química parcial y características sensoriales y morfológicas de frutos de naranjilla en la amazonía Ecuatoriana*. Inter ciencia, 115 - 119.
- Ortiz, Y., & Carrillo, J. (2012). *Pitahaya (Hylocereus spp.): a short review*. Comunicata Scientiae, 220 - 237.
- Patiño, H., & Martinez, J. (2013). *Entomofauna asociada a cultivo de pitahaya*. Revist hortícola list lista, 67 - 76.
- Patiño-Tiria, H. I., Martínez- Osorio, J. W., & Alvarado - Gaona, A. E. (2014). *Inventario de la entomofauna asociada al cultivo de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en Briseño (Boyacá)*. Ciencia y Agricultura Vol 11 N° 1, 67 - 76.
- Pla, L. (2006). *BIODIVERSIDAD: INFERENCIA BASADA EN EL ÍNDICE DE SHANNON Y LA RIQUEZA*. Scielo, 10.
- PROCOMER. (2022). *SIEMBRA DE PITAHAYA MANUAL TÉCNICO*. PROCOMER, 60.
- Reyes, P. (2009). *Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina*. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina., 243 - 251.
- RIOS, L., VALIENTE, A., & RICO, V. (2004). *LAS HORMIGAS DEL VALLE DE TEHUACÁN (HYMENOPTERA: FORMICIDAE): UNA COMPARACIÓN CON OTRAS ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO*. Redalyc, 19.
- Salinas, S. (2017). *Costos de producción pitahaya roja*. Guayaquil: Repositorio ulvr.

- Sánchez, G., García, A., & Arias, S. (2012). *Flora del valle de tehuacán*. México: Rosalinda Lemos.
- Sánchez, K. (2019).). *Etiología del cáncer del tallo provocado por Neoscytalidium dimidiatum (Penz) en Hylocereus costaricensis*. Agronomía Costarricense, 21 - 33.
- SIGTIERRAS. (2015). "LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 2". Memoria_tecnica_Coberturas_LA_TRONCAL.
- Solano, J., Alvarado, M., & Hernández, R. (2005). *Diversidad genética en pitahaya*. Fitotecnia Mexicana, 179 - 185.
- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., & Sotomayor, D. (2020). *Manual del cultivo de pitahaya para la amazonia ecuatoriana*. Ecuador: Joya de los Sachas.
- Vaughan, J. (2009). *New Oxford Book of Food Plants*. New York: Oxford University Press.
- Vázquez, L. (2008). *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*. Habana: CIDISAV.
- Vega, X. (2008). *Composición, riqueza de especies y abundancia de insectos defoliadores de actividad nocturna*. Revista Chilena de Historia Natural, 221 - 238.
- Yates, J. (2010). *Grupo de Especialistas en Especies Invasoras (ISSG) de la UICN/SSC con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Silvicultura (MAF) - Biosecurity New Zealand*. . New Zealand: ISSG, 3.

9. Anexos

Anexo A. *Dasiops saltans* (Mosca del botón floral)



Anexo B. *Camponotus festinatus* (Hormiga carpintera)



Anexo C. *Leptoglossus zonatus* (Chinche patón)



Anexo D. *Rhapalosiphum padi* (pulgón)



Anexo E. *Paratrechina longicornis* (hormiga loca)



Anexo F. *Selenopsis geminata* (hormiga de fuego)



Anexo G. *Maracayia chlorisalis* (Polilla)



Anexo H. *Atta cephalotes* (Hormiga arriera)



Anexo I. *Paracoccus marginatus* (Cochinilla)



Anexo J. Preparación de trampas y recolecta de insectos en campo



Anexo K. Colecta de muestras y envío de muestras a laboratorio

