

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**



Efecto de trampas artesanales en el manejo y comportamiento de la mosca de la fruta *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker en cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en finca Real, Abangasca y El pegón – León, agosto a diciembre 2022.

Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agroecología Tropical.

Elaborado por:

- Br. María Eliza Garth.

Tutor: M.Sc. Pedro Fernando Silva Illescas

León, Nicaragua, 2023

“2023: TODAS Y TODOS JUNTOS VAMOS ADELANTE”

RESUMEN

Toxotrypana curvicauda G. es una de las plagas que afecta principalmente a *Carica papaya* realizando su oviposición en frutas haciendo que estos caigan a temprana edad, generando grandes pérdidas. Sabiendo que *C. papaya* L. es un cultivo de gran demanda y que gracias a sus propiedades es un fruto de interés económico; se realizó este trabajo cuyo objetivo fue determinar el efecto de trampas artesanales en el manejo y comportamiento de la mosca de la fruta *T. curvicauda* donde se realizó un experimento trifactorial establecido en un diseño de bloques completos aleatorios, en la cual se establecieron 12 tratamientos con 3 factores (olor, color y forma) y 1 testigo (trampa McPhail) en 3 bloques con 8 muestreos. Teniendo como resultado que las trampas cilíndricas de color naranja con olor obtuvieron un promedio de 44.87 en abundancia de insectos, un promedio de 4.75 de riqueza en trampas cilíndricas de color amarillo con olor, para captura de *T. curvicauda* las trampas rectangulares de color amarillo sin olor presentaron un promedio de 0.42, las trampas cilíndricas de color verde con olor alcanzaron un promedio de 0.77 para la diversidad de especies, la frecuencia de *T. curvicauda* se dio en las trampas rectangulares de color amarilla sin olor con un promedio de 41.67, La planta que contenía la trampa cilíndrica naranja con olor presentó más daño en relación al resto con 10.9 porciento. En conclusión, las trampas artesanales rectangulares de color amarillo sin olor obtuvieron en efecto positivo tanto en la atracción de *Toxotrypana curvicauda* como en la variedad de insectos que a su vez causan de una u otra manera daño en el cultivo de papaya.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

León, agosto de 2023

M.Sc. Eva Isabel Gutiérrez.
Jefa del Departamento de Agroecología
Sus manos

Estimada Ing. Gutiérrez:

El propósito de la misiva es remitir a revisión y aprobación para defensa, después de revisada por mi persona en calidad de tutor, la monografía titulada: “Efecto de trampas artesanales en el manejo y comportamiento de la mosca de la fruta *Toxotrypana curvicauda* en cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en finca Real, Abangasca y pegón – León, agosto a diciembre 2022.” perteneciente al área temática de Tecnología, Desarrollo y Energía Renovable y a la línea de investigación Manejo agroecológico de cultivos en el occidente de Nicaragua; presentada por la bachiller Maria Eliza Garth con número de carnet 16-00542-0.

Agradeciendo su atención y deseándole éxito en sus funciones me despido cordialmente de usted.

Atentamente.

M.Sc. Pedro Fernando Silva Illescas
Docente del Departamento de Agroecología

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por darme la salud, fuerza y la sabiduría para poder salir adelante, por superar todas dificultades que se me presentaron en el transcurso de mi carrera y poder finalizar una etapa más de mi vida.

A mi abuelo Charlie Garth por que ha sido la principal fuente de apoyo, por velar por mi educación y por depositar su confianza por completo en mí y mis sueños sin dudar de mi capacidad e inteligencia.

A mi abuela María Romero por ser un pilar fundamental durante todo este tiempo y por velar por mi bienestar.

A mi madre Victoria Garth que con mucho esfuerzo y esmero me brindó su apoyo, gracias por todos y cada uno de los consejos, palabras y oración que me guiaron en el transcurso de mi vida, es por ello que soy lo que soy ahora.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios padre por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme brindado la salud para lograr mis metas, además de su infinita bondad y amor, por estar conmigo en cada paso que doy, por darme fortalezas e iluminar mi mente, por haber puesto a todas y aquellas personas en mi camino, las cuales han sido un soporte fundamental y una excelente compañía en mi vida y durante todo el periodo de mi carrera.

A mi familia por apoyarme siempre, por inculcarme excelentes valores que gracias a eso hoy soy una persona con constante deseo de superación y con ganas de triunfar en la vida, gracias abuelo Charlie Garth por ser el principal promotor de este sueño.

Quiero expresar también de manera especial y sincera a mi tutor Pedro Fernando Illescas por su apoyo y confianza en mi trabajo, por dedicarme de su tiempo para poder culminar este trabajo, por su capacidad para guiar mis ideas no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino que también en el transcurso de mi carrera.

Gracias a mi novio Armando Antonio Cáceres quien se ha vuelto un pilar fundamental en mi vida por alentarme a seguir adelante cumpliendo cada una de mis metas, por su paciencia y disponibilidad. Por sus aportes y dedicación, a mis amigos Bianka Gabriela Zapata, Sonia de Jesús Hernández y Rey Eduardo Varela en el desarrollo de este trabajo que de una u otra manera me han brindado su apoyo.

ÍNDICE

Resumen	i
Carta de autorización	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	ii
Índice de Cuadros	vii
Índice de Figuras	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1. Generalidades del cultivo de la papaya (<i>Carica papaya L.</i>)	5
4.2. Descripción taxonómica	5
4.3. Sistema Radicular	5
4.4. Hojas	5
4.5. Flores	6
4.6. Fruto	6
4.7. Requerimientos agroecológicos	6
4.8. Clima y suelo.	7
4.9. Temperatura	7
4.10. Luminosidad	7
4.11. Variedades	7
4.12. Generalidades de la mosca de la fruta <i>Toxotrypana curvicauda</i>	8
4.13. Aspectos biológicos de las moscas de la fruta	8
4.14. Caracterización de los estados de desarrollo	8
4.15. Ciclo de vida	8
4.16. Daños de mosca de la fruta	9
4.17. Manejo de la mosca de la fruta <i>Toxotrypana Curvicauda</i>	9
4.18. Hábitos	10
4.19. Tipo de dispersión	10
4.20. Hospederos	10
4.21. Generalidades de las trampas	11

4.22.	Tipos de trampas.....	11
4.23.	Trampa McPhail.....	11
4.24.	Trampa Steiner	11
4.25.	Trampa Jackson	11
4.26.	Trampa Pherocon-AM (PhAM)	12
4.27.	Trampa Esfera Roja (ER)	12
4.28.	Trampa Multilure (MLT).....	12
4.29.	Trampas artesanales.....	12
4.30.	Índice de dispersión	13
V.	Diseño metodológico	14
5.1.	Descripción de la zona.....	14
5.2.	Tipo de investigación	15
5.3.	Descripción del diseño experimental	15
5.4.	Definición y medición de las variables a evaluar	18
5.5.	Población, tamaño de la muestra y tipo de muestreo	20
5.6.	Descripción del muestreo	20
VI.	Resultados y discusión.....	23
VII.	Conclusiones	51
VIII.	Recomendaciones	52
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
X.	Anexos.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Definición de los tratamientos.	17
Cuadro 2. Tabla de modelo lineal generalizado por variables.	22
Cuadro 3. Abundancia de insectos asociados al cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.	23
Cuadro 4. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre abundancia de los insectos.	25
Cuadro 5. Modelo lineal generalizado de la variable abundancia según tratamientos.....	26
Cuadro 6. Abundancia de insectos capturados en finca Real y finca Pegón.	27
Cuadro 7. Riqueza de insectos asociados al cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.	29
Cuadro 8. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre la riqueza de los insectos.....	31
Cuadro 9. Modelo lineal generalizado de la variable riqueza según tratamientos.	32
Cuadro 10. Promedio de la variable captura de <i>Toxotrypana curvicauda</i> según tratamiento.	33
Cuadro 11. Modelo lineal generalizado de la variable captura según tratamientos.	34
Cuadro 12. Diversidad de insectos asociados al cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.	36
Cuadro 13. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre la diversidad de los insectos asociados al cultivo de papaya.	38
Cuadro 14. Modelo lineal generalizado de la variable diversidad según tratamientos.	39
Cuadro 15. Frecuencia de <i>Toxotrypana curvicauda</i> en cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.	40
Cuadro 16. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre la frecuencia de <i>Toxotrypana curvicauda</i> en cultivo de papaya.	42
Cuadro 17. Modelo lineal generalizado de la variable frecuencia según tratamientos.	43

Cuadro 18. Modelo lineal generalizado de la variable daño en cultivo de papaya según tratamientos.	46
Cuadro 19. Abundancia de insectos asociados al cultivo de papaya en finca Real y Pegón	47
Cuadro 20. Riqueza de insectos asociados al cultivo de papaya en finca Real y Pegón	47
Cuadro 21. Captura de <i>Toxotrypana curvicauda</i> en cultivo de papaya en finca Real y Pegón	48
Cuadro 22. Daño de <i>Toxotrypana curvicauda</i> en cultivo de papaya en finca Real y Pegón	48
Cuadro 23. Frecuencia de <i>Toxotrypana curvicauda</i> en cultivo de papaya en finca Real y Pegón	49
Cuadro 24. Diversidad de insectos asociados al cultivo de papaya en finca Real y Pegón	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración de la ubicación del estudio. Google Earth.	14
Figura 2. Ilustración de la ubicación del estudio. Google Earth.	15
Figura 3. Ilustración del diseño del estudio.	16
Figura 4. Abundancia de insectos en cultivo de papaya según tratamientos.	24
Figura 5. Riqueza de insectos en cultivo de papaya según tratamientos.	30
Figura 6. Diversidad de insectos en cultivo de papaya según tratamientos.	37
Figura 7. Frecuencia de insectos en cultivo de papaya según tratamientos.	41
Figura 8. Promedio de daño de insectos en cultivo de papaya por tratamientos.	45
Anexo 1: Establecimiento de ensayo. A) colocación de trampas; B) aplicación de papaína; C) trampas establecidas.	56
Anexo 2: Daño ocasionado por <i>T. curvicauda</i> . A); <i>secreción de látex por oviposición</i> ; B) <i>fruto abortado</i>	56
Anexo 3: A) Recolecta de insectos; B, C) identificación de insectos en laboratorio de entomología del Campus Agropecuario de la UNAN-León.....	57
Anexo 4: A) Captura de <i>T. curvicauda</i> en trampas artesanales; B) recolecta; C) montaje para identificación de insectos (hembra al lado izquierdo y macho al lado derecho).	57

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de papaya (*Carica papaya L*) perteneciente a la familia de las Caricáceas ha experimentado un crecimiento en todo el mundo en los últimos años debido a la demanda de los consumidores por sus propiedades nutritivas, medicinales y sabor, fuente de empleo y alta rentabilidad (Garcia, 2010).

C. papaya presenta diversos problemas fitosanitarios como insectos, ácaros, hongos, bacterias, arvenses y virus que afectan la capacidad fisiológica y merman la producción. Entre estos problemas fitosanitarios, una de las especies de mayor relevancia es *Toxotrypana curvicauda* (Dip.: Tephritidae) (Garcia, 2010).

México ocupa el primer lugar en exportación de fruto de papaya en el mundo, con ventas anuales superiores a los 78 millones de dólares y la generación de 68 mil empleos directos (SAGARPA, 2017).

En Nicaragua, el departamento de Rivas es uno de los mayores productores del cultivo de papaya con áreas de 319 manzanas, cuya fruta es distribuida a mercados nacionales y supermercados del país. Donde actualmente se desconocen métodos para controlar *Toxotrypana curvicauda*, la cual si no se controla adecuadamente puede disminuir los rendimientos de 40% con control hasta 80% sin control (Alberto, 2007). y al tratarse de una plaga cuarentenaria existen restricciones en el comercio nacional e internacional como lo es estados unidos, quien es el principal consumidor de papaya con 82% del mercado.

Por eso *Toxotrypana curvicauda* es una plaga de relevancia ya que en algunos casos esta plaga destruye la cosecha de frutas, lo que preocupa a fruticultores, investigadores y profesionales agrícolas considerando que el cultivo de papaya es un cultivo de interés por la generación de empleos y la derrama económica de este país (Bustillo, 1988).

Según Jiménez et al. (1997), quien realizó diversos modelos de trampas para atraer ambos sexos de mosca de la fruta en la papaya, basándose en estímulos químicos y visuales, menciona que la trampa de papel con feromona aumentó la captura de las hembras y en las trampas con mica e insecticida no obtuvo ningún efecto aditivo. Pero en los machos presenta un efecto aditivo en las capturas de las trampas esféricas y en las de papel adhesivo.

En Nicaragua no se encuentra ninguna información donde se haya implementado este tipo de trampa en la cual se involucre color, forma u olor para la reducción de las poblaciones de *Toxotrypana curvicauda* y considerando la importancia que representa *Toxotrypana curvicauda* para el sector agrícola, la presente investigación pretende brindar a fruticultores y a todo personal involucrado en la producción de *Carica papaya*, técnicas de manejo y control de *Toxotrypana curvicauda* (Vilatuña, 2010).

II. OBJETIVOS

Determinar el efecto de trampas artesanales en el manejo y comportamiento de la mosca de la fruta *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker en cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en finca Real, Abangasca y El pegón – León, agosto a diciembre 2022.

Específicos

1. Determinar la eficiencia de las trampas artesanales y trampas McPhail para el manejo de las poblaciones de mosca de la fruta *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker en finca Real y El pegón.
2. Analizar el comportamiento de la mosca de la fruta *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker en cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en finca Real y El pegón
3. Determinar el efecto de las trampas artesanales y trampas McPhail sobre la biodiversidad de insectos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en finca Real y El pegón.

III. HIPÓTESIS

Hi

Las trampas artesanales tendrán mayor efectividad que las trampas McPhail ya que *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker se verá atraída por el color, olor y forma que conforman a las trampas artesanales.

Ho

No habrá diferencia estadística significativa en base a las variables de estudio según el tipo de trampa.

Ha

Al menos una de las de trampas presentará diferencia significativa sobre las variables a evaluar.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades del cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.)

La papaya es originaria de las zonas tropicales de México y Centro América. Este fruto posee un gran valor nutritivo y propiedades medicinales las cuales han contribuido a incrementar su cultivo, principalmente se consume como fruta fresca (Saldaña, 2007).

4.2. Descripción taxonómica

Reino: Plantae

Clase: Magnoliophyta

Subclase: Dillenidae

Orden: Parietales

Familia: Caricaceae

Género: *Carica*

Especie: *Papaya* L.

La papaya se clasifica como una hierba frutal gigante y no como un árbol debido a que nunca llega a producir madera. Presenta un tronco único sobre el cual se desarrollan sus hojas, flores y frutos (Bogantes *et al.*, 2014).

4.3. Sistema Radicular

El sistema radicular está formado por una raíz principal o primaria y raíces secundarias (OIRSA, 2003). En suelos profundos y sueltos crece hacia abajo verticalmente hasta 60 centímetros. Produce unas 25 raíces secundarias con diámetros 2.5 – 5 centímetros.

4.4. Hojas

Sus hojas son alternas, aglomeradas en el ápice del tronco y ramas, de pecíolo largo; ampliamente patentes, de 25-75 cm. de diámetro, lisas, más o menos profundamente palmeadas con venas medias robustas, irradiantes (García, 2010).

4.5. Flores

Las flores de la planta de papaya son de color blanco, nacen en el tallo cerca de la inserción de las axilas de las hojas, poseen 5 pétalos y 5 sépalos. Existe una diversidad de flores por lo que podemos encontrar plantas con flores femeninas, masculinas y hermafroditas entre algunas podemos mencionar las siguientes (García, 2010) .

1. Flor tipo pistilado(femenina)
2. Flor tipo pentandria (hermafrodita)
3. Flor tipo intermedio(hermafrodita)
4. Flor tipo hermafrodita perfecta
5. Flor tipo estigma(masculina)

4.6. Fruto

Es una baya ovoide-oblonga, periforme o casi cilíndrica, grande, carnosa, jugosa, ranurada longitudinalmente en su parte superior, de color verde amarillento, amarillo o anaranjado amarillo cuando madura, de una celda, de color anaranjado o rojizo por dentro con numerosas semillas parietales y de 10 - 25 cm. o más de largo y 7-15 cm. o más de diámetro. Las semillas son de color negro, redondeadas u ovoides y encerradas en un arilo transparente, subácido; los cotiledones son ovoide-oblongos, aplanados y de color blanco (Infoagro, s.f.).

4.7. Requerimientos agroecológicos

La humedad y el calor son las condiciones esenciales para el buen desarrollo del papayo. Requiere zonas de una pluviometría media de 1800 mm anuales y una temperatura media anual de 20-22 °C; aunque puede resistir fríos ligeros, si no tiene la cantidad suficiente de calor, se desarrolla mal y los frutos no llegan a madurar. No se debe cultivar en áreas propensas a heladas o a temperaturas por debajo de la de congelación ya que éstas provocarían la muerte del vegetal. Las noches frescas y húmedas ocasionan que la fruta madure lentamente y resulte de mala calidad.

En cuanto al viento, lo soporta bien ya que su tallo es muy flexible y a él se le unen los pecíolos de las hojas y los pedúnculos de las flores, siendo difícil que se

desprendan. Los fuertes vientos pueden dañar algunas hojas, pero no flores ni frutos (Infoagro, s.f.).

4.8. Clima y suelo.

La papaya se adapta perfectamente a condiciones del trópico y subtropical bajo las siguientes condiciones climáticas. Puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, pero los mejores rendimientos pueden obtenerse en altitudes por debajo de los 800 msnm. Se adapta a diversas condiciones de los suelos, preferentemente suelos francos, franco arenoso, franco limoso, profundo con buen drenaje y buena capacidad de retención de humedad, pH entre 5.6 y 7.4 (OIRSA, 2003).

4.9. Temperatura

La temperatura óptima oscila entre los 18 a 38° C y la humedad relativa de 60 a 85%. La cantidad de agua anual es de 1,500 a 2,000 mm, distribuidas en los doce meses, pero como solamente se cuenta con seis meses de lluvia, se debe sembrar bajo riego. Por el alto contenido de agua en los frutos y a la constante formación de estos, se le tiene que proveer agua durante todo el año para asegurar una cosecha sin interrupciones (García, 2010).

4.10. Luminosidad

La papaya necesita abundante luminosidad debido a su gran actividad fotosintética. Es imposible desarrollar plantaciones con restricciones de luz, pues las plantas serían alargadas y amarillas sintomatología de desnutrición lo que trae como consecuencia un inadecuado desarrollo de las plantas. La luminosidad adecuada es fundamental para lograr frutos de excelente calidad: sabor, color y aroma, por lo tanto, no se recomienda cultivarlo a la sombra de otras plantas que le restrinjan la entrada de los rayos solares (Jiménez, 1997).

4.11. Variedades

Debido a la forma de reproducción por semilla de la papaya, hay formación de muchas variedades que continuamente siguen apareciendo. Debido a la zona de cultivos existen variedades adaptadas a las condiciones climáticas de las diferentes zonas (Jara & Jiron, 1997).

Destacan las variedades Solo, Bluestem, Graham, Betty, Fairchild, Rissimee, Puna y Hortusgred procedente de Hawái. Las variedades más aceptadas son solo cuyo fruto en plantas hermafroditas pesan unos 450 gramos; la forma es de pera, la cáscara dura y el sabor dulce. También se reportan variedades tales como: Rivense, papaya alargada y de gran tamaño. Luisiana, papaya ovalada, de gran tamaño. San Rafael, papaya más corta y gruesa (Nieto & Avilez, 2010).

4.12. Generalidades de la mosca de la fruta *Toxotrypana curvicauda*

Gerstaecker

4.13. Aspectos biológicos de las moscas de la fruta

Las verdaderas “moscas de la fruta” son insectos pertenecientes a la familia Tephritidae del Orden Diptera. *Toxotrypana curvicauda* es de origen africano donde se reportó que fue traída al nuevo mundo en unas semillas proveniente de África que fue llevada a Puerto Rico y esto dio el inicio a dicha dispersión desde donde se realizó su primer reporte.

Poseen metamorfosis completa, pasando por los estados de huevo, larva, pupa y adulto, cada uno de los cuales posee características bien definidas (Vilatuña *et al.*, 2010).

4.14. Caracterización de los estados de desarrollo

4.15. Ciclo de vida

El adulto es una mosca grande que mide de 20 a 26 mm de largo la hembra, y 12 mm el macho. La hembra posee un ovopositor largo y curvado que es tan largo como el cuerpo. La apariencia de estos insectos es como la de una avispa, tiene alas angostas y largas con una mancha café en la parte costal.

Las hembras, después de aparearse, buscan las frutas de papayo para su reproducción, introduciendo en el fruto su ovipositor, depositando los huevos en grupos de 10 o más, en total oviposita 100 huevos durante toda su vida.

Los huevos son elongados, puestos entre las semillas e incuban entre los 12 y 14 días. Las larvas son ápodas, blancuzcas o amarillas pálidas y llegan a medir 10

mm de largo, cuando alcanzan su desarrollo máximo. Las larvas cumplen su desarrollo en un período de 14 a 16 días.

Para pupar las larvas abandonan las frutas y se entierran en el suelo para fabricar un puparium café claro de 8 a 9 mm de largo y de forma ovalada. Completa el estado de pupa entre 14 y 20 días. El ciclo de vida lo desarrolla entre 45 a 55 días (García, 2010).

4.16. Daños de mosca de la fruta

La hembra oviposita en fruta joven (1 a 6 semanas), dejando marcas evidentes de látex sobre la epidermis y permite el ingreso de patógenos. Estas a su vez eclosionan dentro de la cavidad placentaria de la fruta, se alimentan primero de las semillas y luego de la pulpa, provocando finalmente su caída (Bogantes *et al.*, 2014).

4.17. Manejo de la mosca de la fruta *Toxotrypana Curvicauda*

Para un control eficiente de *Toxotrypana curvicauda* se deben establecer varias medidas integradas aprovechando la información sobre los hábitos del insecto y la presencia de adultos en el campo. La aparición de estos se debe monitorear con el uso de trampas de vidrio tipo McPhail con proteína hidrolizada de maíz al 10% en solución acuosa a la cual se le debe adicionar bórax al 1% para retardar un poco la descomposición.

El número de trampas depende de la extensión del cultivo; éstas se deben colocar en los bordes del cultivo a distancias de 50 m unas de otras. En caso de obtener adultos de *Toxotrypana curvicauda* en las trampas se debe proceder a asperjar el cultivo también con cebo compuesto de proteína hidrolizada al 10% + malathion 57% en proporción de 14 cc de la proteína y 3,5 cc del insecticida por litro de agua. Las aplicaciones se deben dirigir a los bordes del cultivo y en forma concéntrica a medida que se observe infestaciones de la mosca en el interior del cultivo. Cuando se encuentre infestación larval en los frutos se debe remover todo fruto dañado de los árboles y del suelo y enterrarlo para interrumpir el ciclo de vida del insecto (Bustillo, 1988).

4.18. Hábitos

Los adultos de *Toxotrypana curvicauda* se mantienen la mayor parte del día fuera de los cultivos de papaya y sólo se aproximan a éstos durante las horas de la tarde. Cuando están en el árbol sólo se observan sobre los frutos. El insecto se refugia en la vegetación adyacente a los cultivos de papayo para aparentemente protegerse del sol, calor y depredadores, lo cual no consiguen en el cultivo debido a que las papayas son muy desprotegidas de follaje.

Los machos copulan cuando las hembras se aproximan a los frutos, las cuales están aptas para copular hacia los seis días de edad.

Las hembras prefieren para ovopositar los frutos verdes a los maduros, aunque normalmente se encuentran más larvas en frutos maduros que en frutos verdes. Esto ocurre en frutos de todos los tamaños, aunque de preferencia en frutos pequeños (Bustillo. , 1988).

4.19. Tipo de dispersión

Toxotrypana curvicauda exhibe alta movilidad entre áreas de siembra de papaya en monocultivo y vegetación nativa. Los adultos pueden permanecer en huertos durante el día, generalmente de 08:00 a 17:00, migrando a última hora de la tarde a la vegetación adyacente. En las áreas de papaya, las hembras se dispersan más dentro de los huertos, mientras que los machos tienen un patrón agregado en los alrededores. (Silva *et al.*, 2018)

4.20. Hospederos

- Papaya de monte (*Carica quercifolia*) árboles normalmente monoicos o dioicos, con tronco suculento y con abundante látex.
- Mango (*Mangifera indica*) es un árbol de tamaño bastante grande, llegando a alturas de 100 pies o más con una cubierta de 35 pies o más.
- Chirimoya (*Annona cherimola*) es un árbol de un tamaño relativamente pequeño. No es muy habitual que supere los ocho metros de altura.
- Pechiche (*Vitex cymosa*) Es un árbol grande que puede alcanzar entre los 30 metros de altura (Selman *et al.*, 2001).

4.21. Generalidades de las trampas

Las trampas están hechas básicamente por una fuente de atracción y un mecanismo que captura y/o elimina a los insectos atraídos, a pesar de lo sencillas que pueden ser las trampas para insectos hay muchos tipos de estas.

Las trampas en nuestro cultivo son una forma eficaz de monitorear y controlar plagas, estas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos y/o destruirlos.

Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de insectos, facilitando la determinación de estas especies y obteniendo la abundancia, con el objetivo de utilizar algún tipo de control químico, mecánico o biológico que pueda eliminar la plaga. En pequeños cultivos el implemento de trampas son métodos efectivos para eliminar algunas plagas (Hidroenviromen, 2022).

4.22. Tipos de trampas

4.23. Trampa McPhail

Se usa proteína hidrolizada líquida, una tarde antes al día de revisión el trampero deberá preparar la mezcla atrayente en la cantidad requerida para las trampas que le corresponde revisar, tomando en cuenta que la proporción de atrayente es de 10 c.c. de proteína hidrolizada, 5 gr de bórax pentahidratado, 25 c.c. de propilen glicol en 210 c.c. de agua.

4.24. Trampa Steiner

Tiene una parte de alojamiento inferior en su área interior que es lo que permite la rápida captura formando una cámara a la que los insectos son atraídos y atrapados sin poder salir. Es una trampa especial para atrapar específicamente a los insectos macho de los diferentes tipos.

4.25. Trampa Jackson

El cuerpo de una trampa Jackson estándar es un objeto en forma de prisma, hecho con cartón encerado. Una laminilla (inserto rectangular) blanco o amarillo de cartón encerado. La laminilla se cubre con una capa delgada de material pegajoso conocido como “stickem”, que atrapa las moscas una vez que se posan dentro del

cuerpo de la trampa. una pastilla pequeña de polímero donde se coloca el atrayente (trimedlure), y una canasta de plástico que sostiene la pastilla con cebo; o bien un dispensador (mecha de algodón) de metil eugenol o cuelure un alambre de soporte del dispensador o canastilla y alambre fijador de la trampa.

4.26. Trampa Pherocon-AM (PhAM)

Los paneles amarillos de la trampa Pherocon-AM no utilizan ninguna feromona, si no un atrayente alimenticio (Acetato de amonio) incorporado en la superficie pegajosa que atrae a hembras y machos.

4.27. Trampa Esfera Roja (ER)

El cuerpo de esta trampa es una esfera roja de plástico o madera, la cual simula a los frutos de manzana. Las partes adicionales incluyen: gancho de alambre, pegamento (stickem) y vial con Butil Hexanoato (BuH). La utilización de Butil Hexanoato como atrayente alimenticio de *Rhagoletis pomonella* es indispensable para reforzar el sistema de detección de esta plaga ya que se trata de un atrayente específico que ha demostrado ventajas de atracción en comparación con otros atrayentes utilizados actualmente. Las hembras son atraídas a la esfera para realizar apareamiento y oviposición de huevecillos, pero son atrapadas por el pegamento que contiene dicha trampa.

4.28. Trampa Multilure (MLT)

Esta trampa es la nueva versión de la trampa McPhail antes descrita. Consiste en un contenedor de plástico invaginado, de forma cilíndrica, formado por dos piezas. Sigue los mismos principios básicos que la trampa McPhail. Sin embargo, la multilure utilizada con el atrayente sintético seco es más poderosa y selectiva que las trampas multilure (Martinez & Lopez, 2010).

4.29. Trampas artesanales

Estas se elaboran con materiales desechables en la cual, se les realizan dos orificios: uno de aproximadamente 11cm de diámetro en la parte superior (por donde se vierte el cebo), se cubre con plástico y sirve de sujeción a la correa para permitir colgarlas de las ramas y el otro en la parte inferior de aproximadamente 4 cm de

diámetro usado para permitir la entrada de las moscas, utilizándose cebos atrayentes a base de frutos naturales maduros (Salgado *et al.*, 2011)

4.30. Índice de dispersión

El índice de dispersión se utiliza para probar la hipótesis nula de que la distribución es al azar, representada fundamentalmente por la distribución Poisson, mediante una prueba de Chi-cuadrado (χ^2). De esta manera, la distribución será al azar si el valor del ID está dentro de los límites (entre las probabilidades 0,95 y 0,05) de los valores de la distribución χ^2 encontrados en las tablas para n-1 grados de libertad. Si los valores de la relación, se aproximan a 1, se puede decir que la distribución de la población es completamente aleatorizada; valores de 0 o cercanos a este indican una distribución espacial uniforme y valores mayores de 1 nos señalan una distribución agregada (Vivas & Notz, 2011).

De esta manera, Southwood (1978) propone utilizar la relación entre la S^2 y la $\sqrt{\bar{X}}$

$$S^2/\sqrt{\bar{X}}$$

Donde:

$S^2/\sqrt{\bar{X}}$ = relación entre la varianza y la media

V. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. Descripción de la zona

La finca Real está ubicada del empalme de Abangasca – León 700 m al norte. Ubicado en las coordenadas $12^{\circ}27'03.73''\text{N}$ y $86^{\circ}56'56.65''\text{O}$ a una altitud de 56 msnm. El terreno presenta suelos franco arcilloso y una topografía plana con una inclinación menor del 1% (figura 1).



Figura 1. Ilustración de la ubicación del estudio. Google Earth (2021).

Finca el Pegón ubicada kilómetro 1 carretera la Ceiba-León con coordenadas $12^{\circ}25'13.73''\text{N}$ y $86^{\circ}51'30.59''\text{O}$. el terreno presenta suelos franco arenoso con una topografía plana con una inclinación menor del 1% (figura 2).

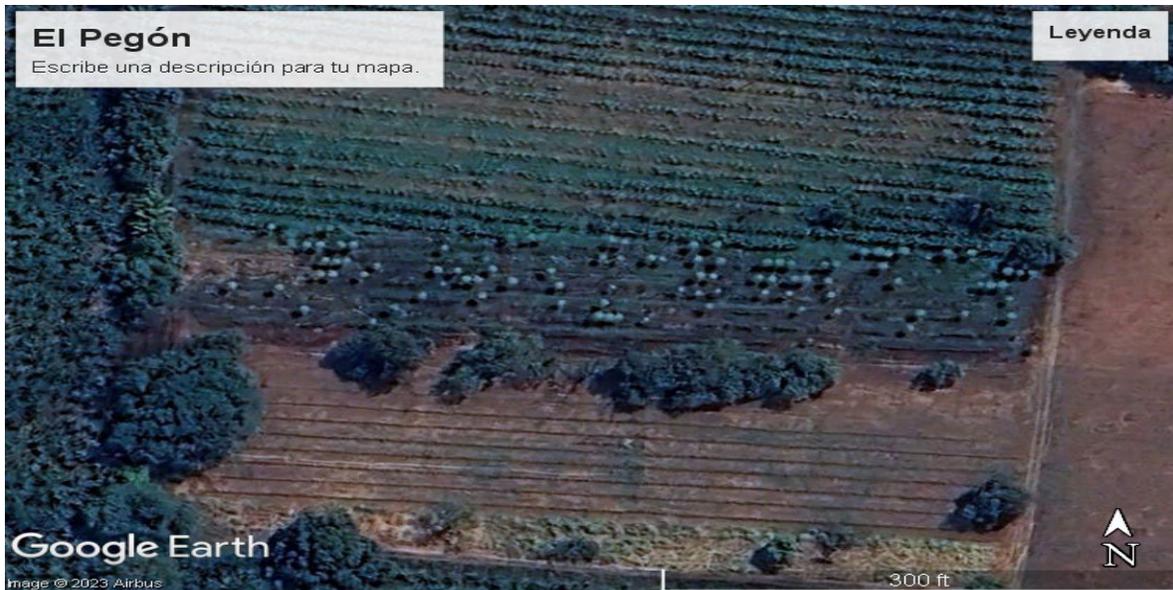


Figura 2. Ilustración de la ubicación del estudio. Google Earth (2023).

5.2. Tipo de investigación

Es una investigación de corte transversal el cual es un método de observación que nos brinda la posibilidad de recopilar y analizar la información de un número de variables determinadas, las cuales son reunidas en un tiempo específico con base de una población entera o una muestra de esta. Siendo de tipo experimental, a fin de determinar las causas y/o los efectos de los fenómenos en estudio, este consta de un experimento trifactorial (Rodríguez & Mendivelso, 2018).

5.3. Descripción del diseño experimental

Se realizó un experimento trifactorial establecido en un diseño de bloque completo aleatorio, en el cual se colocaron 13 tratamientos y tres bloques donde cada bloque pertenece a 1 surco y representa una réplica, en dichos surcos se colocaron 12 trampas artesanales y una trampa McPhail en cada uno de los surcos utilizados para un total de 39 trampas. El ensayo se estableció en un área de 750mts² con 125 plantas en finca Real y 548mts² con 150 plantas en la finca El Pegón (figura 3).

Cada una de las trampas están compuestas por tres factores distintos la cual al realizarse la combinación de estos tres factores que son olor (con y sin), color (verde, naranja y amarillo) y forma (rectangular y cilíndrica) dan origen a las trampas artesanales las cuales son rectangular verde con olor, rectangular naranja con olor, rectangular amarilla con olor, cilíndrica verde con olor, cilíndrica naranja con olor, cilíndrica amarilla con olor, rectangular verde sin olor, rectangular naranja sin olor, rectangular amarilla sin olor, cilíndrica verde sin olor, cilíndrica naranja sin olor y cilíndrica amarilla sin olor (cuadro 1).

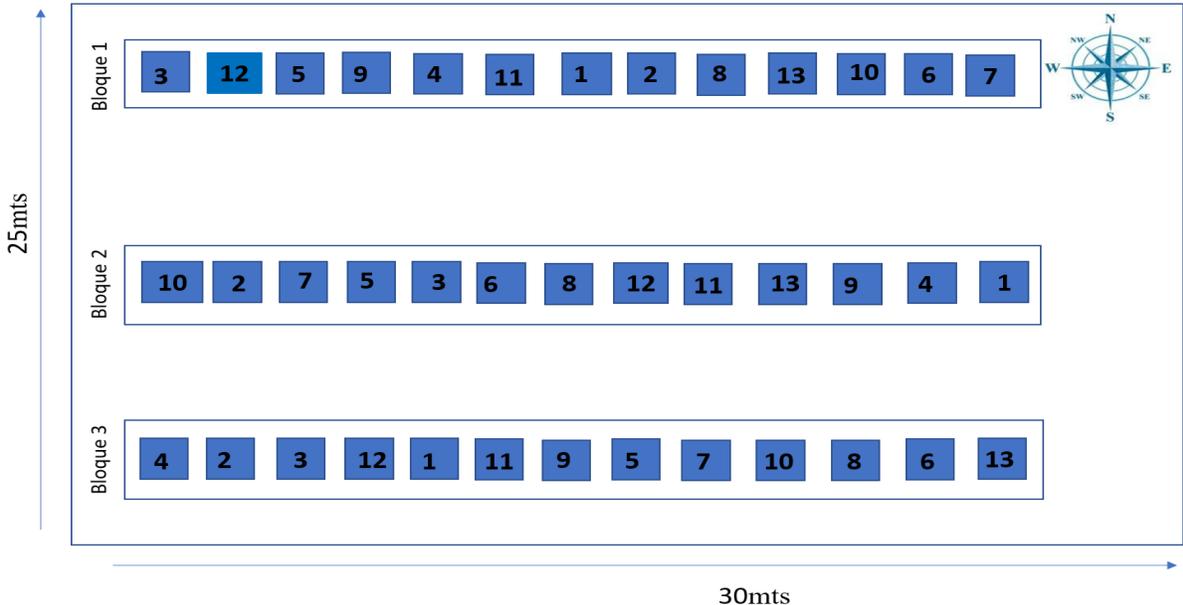


Figura 3. Ilustración del diseño del estudio.

Cuadro1. Definición de los tratamientos.

Tratamientos	Simbología	Descripción
Testigo	T 0	Trampa McPhail
Trampa artesanal	T1	Trampa cilíndrica verde con olor
Trampa artesanal	T2	Trampa cilíndrica verde sin olor
Trampa artesanal	T3	Trampa rectangular verde con olor
Trampa artesanal	T4	Trampa rectangular verde sin olor
Trampa artesanal	T 5	Trampa cilíndrica amarilla con olor
Trampa artesanal	T 6	Trampa cilíndrica amarilla sin olor
Trampa artesanal	T 7	Trampa rectangular amarilla con olor
Trampa artesanal	T 8	Trampa rectangular amarilla sin olor
Trampa artesanal	T 9	Trampa cilíndrica naranja con olor
Trampa artesanal	T 10	Trampa cilíndrica naranja sin olor
Trampa artesanal	T 11	Trampa rectangular naranja con olor
Trampa artesanal	T 12	Trampa rectangular naranja sin olor

5.4. Definición y medición de las variables a evaluar

Captura

Es el proceso mediante el cual se atrapan insectos por medio de herramientas. se utilizará el índice técnico de moscas trampa día - MTD. El MTD para cada especie de moscas de la fruta es la unidad reconocida en trabajos de fluctuación del número de adultos en un área y tiempo determinados (ICA, 2011).

$$MTD = \frac{NMC}{NTR \times No \text{ Exp}}$$

Donde:

MTD = Moscas Trampa Día

NMC = Número de moscas capturadas (machos y hembras)

NTR = Número de trampas revisadas de donde procede el dato anterior

No Exp = Número de días de exposición de las trampas en el sitio.

Porcentaje de daño

Cantidad de frutos dañados por un agente causal. Teniendo como subvariables el total de frutos dañados y total de frutos sin daños. Esta es una variable de tipo dependiente cuantitativa continua, en el cual se midió por medio de las frutas dañadas en el cultivo de papaya, teniendo como criterio de medición los daños de las frutas: si la fruta esta caída, tiene perforaciones o presenta látex en el pericarpio. Para su medición en cada una de las plantas se contabilizaron cada una de las frutas dañadas en relación al total de los frutos. Se utilizaron distintas trampas para recolección de organismos presentes en el cultivo y se muestreo cada 15 días (Mostacedo, 2000).

Utilizando la siguiente formula

$$\text{Porcentaje de daño} = 1 - \frac{\text{Total de frutos} - \text{Frutos dañados}}{\text{Total de frutos}} * 100$$

Distribución

Es la manera en que los organismos de una población se ubican en un espacio, teniendo como subvariable presencia, esta variable es de tipo dependiente Cualitativa nominal se evaluó la presencia o ausencia de mosca de la fruta en las trampas, siendo su criterio: si la distribución es aleatorio, agregado u homogéneo se realizará mediante el índice de agregación $S^2\sqrt{\bar{X}}$, teniendo como técnicas de evaluación las trampas y muestreándose cada 15 días (Ramirez, 2002).

Formula: $S^2\sqrt{\bar{X}}$

Donde: $S^2\sqrt{\bar{X}}$ = relación entre la varianza y la media.

Frecuencia

Es el número de veces que se puede encontrar determinada especie dentro de una muestra. Es de tipo dependiente Cuantitativa continua, como criterio para su medición se tendrá: presencia de la mosca de la fruta en trampas, teniendo como indicador porcentaje. Esta se realizó mediante el registro de la presencia o ausencia de cada una de las especies en cada una de las trampas de muestreo. se muestreó cada 15 días con la intención de que evaluar las dinámicas poblacionales de la mosca de la fruta a través del tiempo, utilizándose la siguiente formula (Mostacedo, 2000).

FR = $(ai/A) * 100$

Donde: "ai" es igual al número de presencia de una determinada especie

"A" es igual al número de apariciones de todas las especies.

Diversidad

Es una amplia variedad de ecosistemas diferentes que se desarrollan en la Tierra. Teniendo como subvariables abundancia absoluta, riqueza y abundancia relativa, esta variable es de tipo dependiente cuantitativa continua, teniendo como criterio para su medición insectos recolectados en los distintos tipos de trampas y como indicador el promedio, se recolectaron todas las trampas establecidas en el

área de trabajo y luego se procedió a cuantificar el total de especies por trampas y el total de individuos por especie (Mostacedo, 2000).

Se midió mediante el índice de Shannon-Wiener: $H' = -\sum P_i \ln P_i$

Donde: H = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural.

5.5. Población, tamaño de la muestra y tipo de muestreo

Universo

Finca Real consta de un área de 25m de ancho y 30m de largo para un área total de 750m², teniendo un total de 125 plantas. Finca el Pegón consta de un área de 150m de largo y 22m de ancho con un área total de 3,300m², teniendo un total de 150 plantas teniendo cada uno de los cultivos 7 meses de establecido, donde se colocaron 39 trampas artesanales en cada una de las áreas.

Muestra

Trampa: la unidad de muestra fue cada una de las trampas correspondiente a cada uno de los tratamientos en la cual se colocó una por planta.

5.6. Descripción del muestreo

La toma de muestra que se realizó fue aleatorio simple ya que es un subconjunto de una muestra elegida de una población más grande. Se realizó cada 15 días, en la cual se hizo un censo proceso por el cual se recopiló, analizó y evaluó el total de trampas establecidas en la plantación que pertenece en un momento determinado, teniendo como población 39 trampas.

Número total de muestra a tomar

Por muestreo se evaluaron 39 trampas establecidas en un lapso de 4 meses donde se recolectaron cada 15 días, teniendo como total 8 muestreos y 312 muestras a tomar.

Número de muestras a analizar

Se evaluaron 12 trampas y 1 testigo (trampa McPhail) en cada uno de los bordes y centro de las parcelas, en el cual por cada tratamiento se obtuvieron 3 trampas por muestreo, estas 3 trampas por los 8 muestreos que se realizaron en el estudio nos dieron un total de 24 evaluaciones por trampas.

Momentos del muestreo

Se realizaron muestreos cada 15 días en un solo momento durante las primeras horas de la mañana 7-10 a.m.

Duración del muestreo

Los muestreos se realizaron en el periodo de agosto a diciembre del 2022 teniendo un total de 8 muestreos en un lapso de tiempo.

Tratamiento de la muestra

Se realizó la recolección de los insectos por trampas, en el cual se introdujeron en un frasco con alcohol al 70% para luego proceder a trasladarlo al laboratorio de entomología del Campus Agropecuario de la UNAN-León para su debida identificación.

Análisis descriptivo de las variables

Se calculó las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

Medidas de asociación entre variables

Se utilizó un modelo lineal generalizado con el cual se permite variables de respuesta que tienen modelos de distribución de errores distintos de una distribución normal, donde para realizar la asociación de las variables discretas (captura, abundancia y riqueza) se trabajó con un modelo Poisson, con las variables continuas (diversidad, frecuencia y daño) y la variable cualitativa (distribución) se realizaron mediante un modelo lineal generalizado (GLM) (cuadro 2).

Cuadro 2. Tabla de modelo lineal generalizado por variables.

Tratamiento	Variable	Modelo
Trampa	Captura	Poisson
Trampa	Abundancia	Poisson
Trampa	Riqueza	Poisson
Trampa	Diversidad	GLM
Trampa	Frecuencia	GLM
Trampa	Daño	GLM
Trampa	Distribución	GLM

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se creó primeramente en una base elaborada en el programa Microsoft Excel 2013. en la cual se analizó en el programa R para Windows. Realizando, primeramente, la importación de la base de datos en el programa R mediante la función “import” del paquete “rio” (Chan et al, 2018) A su vez en el programa se generó un modelo lineal generalizado para las variables captura, riqueza y abundancia del estudio usando la función “GLM” donde se realizó un modelo poisson del paquete “stats” ya que estas variables son de tipo dependientes, a su vez se elevaron los resultados a exponencial (R Core Team, 2020).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable abundancia, el factor color naranja obtuvo un promedio de 35.63 insectos, seguido del color amarillo con 31.05 con respecto al color verde con 24.23. En cuanto al factor forma el promedio obtenido fue de 32.33 para la forma rectangular teniendo una mayor abundancia que la forma cilíndrica 28.28, en el caso del factor olor el que presento mejor promedio fue el factor sin olor con un valor de 31.62, mientras que con olor se obtuvo 28.98 individuos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Abundancia de insectos asociados al cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.

Forma	Promedio	Error estándar	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
Cilíndrica	28.28	0.44	27.42	29.16
Rectangular	32.33	0.47	31.41	33.27
Control	21.08	0.94	19.32	23.00
Color				
Verde	24.23	0.50	23.26	25.23
Amarilla	31.05	0.57	29.96	32.19
Naranja	35.63	0.61	34.45	36.84
Control	21.08	0.94	19.32	23.00
Olor				
Con	28.98	0.45	28.11	29.87
Sin	31.62	0.47	30.72	32.56
Control	21.08	0.94	19.32	23.00

Según los tratamientos el mayor valor promedio que se obtuvo es 44.87 perteneciente al T9 que en este caso es la trampa cilíndrica de color naranja con olor y el de menor valor fue de 14.04 del T2 que es la trampa cilíndrica de color verde sin olor (Figura 4).

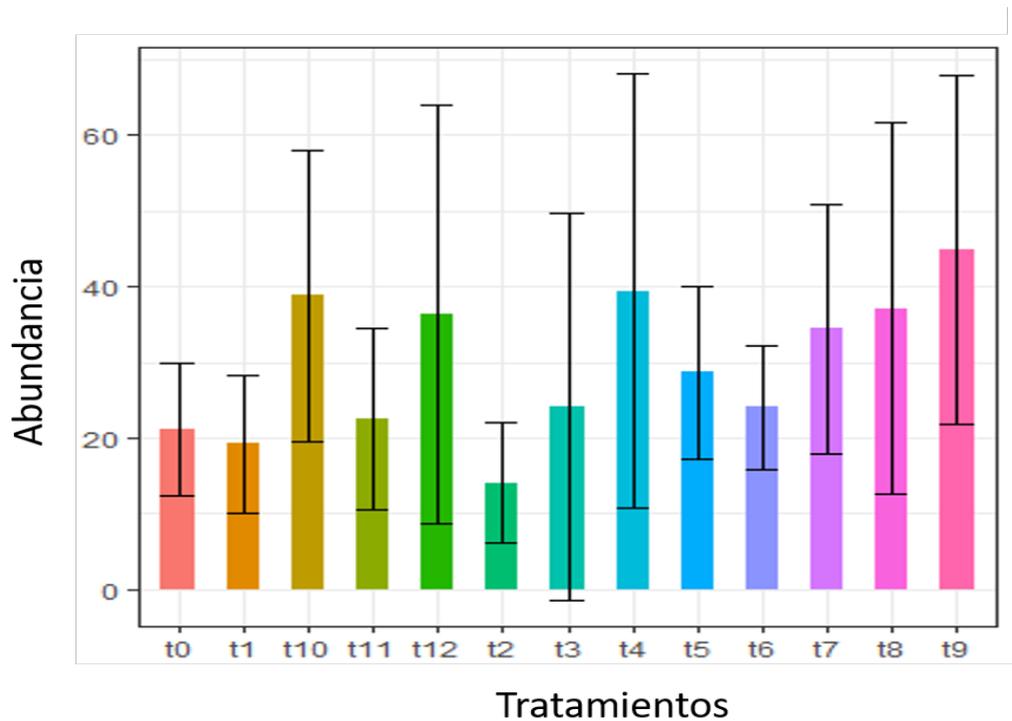


Figura 4. Abundancia de insectos en cultivo de papaya según tratamientos. T0, McPhail. T1, cilíndrica verde con olor. T2, cilíndrica verde sin olor. T3, rectangular verde con olor. T4 rectangular verde sin olor. T5, cilíndrica amarilla con olor. T6, cilíndrica amarilla sin olor. T7, rectangular amarilla con olor. T8, rectangular amarilla sin olor. T9, cilíndrica naranja con olor. T10, cilíndrica naranja sin olor. T11, rectangular naranja con olor. T12, rectangular naranja sin olor.

Se observa que el factor color naranja fue 1.69 veces más abundante que el control (trampa McPhail) con intervalo de confianza de 1.53 a 1.85, obteniendo una diferencia significativa entre ellos ($\alpha=0.00$); así mismo los resultados obtenidos para el factor forma nos indican que las trampas de forma rectangular presentaron 1.53 veces más abundancia que el control, teniendo un intervalo de confianza de 1.40 a 1.69 con una diferencia significativa ($\alpha=0.00$). A su vez el factor sin olor adquirió un valor de 1.50 veces más que el control con intervalo de confianza de 1.36 a 1.60 en lo que respecta a la abundancia, esto nos indica que la mayoría de los individuos se ven atraídos sin necesidad de que las trampas contengan un olor en ellas con una significancia de 0.00 (cuadro 4).

Cuadro 4. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre abundancia de los insectos.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	3.05	0.04	68.57	0	2.96	3.13
Color-amarilla	0.39 (1.48)	0.05	8.05	0	0.29(1.33)	0.48(1.61)
Color-naranja	0.52 (1.69)	0.05	11.01	0	0.43(1.53)	0.62(1.85)
Color-verde	0.14 (1.15)	0.05	2.84	0	0.04(1.04)	0.24(1.28)
(Intercepto)	3.05	0.04	68.57	0	2.96	3.13
Forma-cilíndrica	0.29(1.33)	0.05	6.23	0	0.20(1.22)	0.39(1.48)
Forma-rectangular	0.43(1.53)	0.05	9.13	0	0.34(1.40)	0.52(1.69)
(Intercepto)	3.05	0.04	68.57	0	2.96	3.13
Olor-con	0.32(1.38)	0.05	6.76	0	0.23(1.25)	0.41(1.50)
Olor-sin	0.41(1.50)	0.05	8.65	0	0.31(1.36)	0.50(1.60)

En el caso de los resultados obtenidos por tratamientos se presentó que el T9 (trampa cilíndrica de color naranja con olor) es la que contiene 2.13 veces más abundancia de insectos con respecto al control, teniendo una diferencia significativa de 0.00 a diferencia de los tratamientos T1 (trampa cilíndrica de color verde con olor) ($\alpha=0.17$) y T 11 (trampa rectangular de color naranja con olor) ($\alpha=0.29$) para un nivel de confianza de 95% (cuadro 5).

Cuadro 5. Modelo lineal generalizado de la variable abundancia según tratamientos

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	3.05	0.04	68.57	0.00	2.96	3.13
Tratamientot1	-0.09(0.91)	0.06	-1.38	0.17	-0.22(0.80)	0.04(1.04)
Tratamientot10	0.61(1.84)	0.06	11.04	0.00	0.50(1.64)	0.72(2.05)
Tratamientot11	0.07(1.08)	0.06	1.05	0.29	-0.06(0.94)	0.19(1.20)
Tratamientot12	0.54(1.71)	0.06	9.74	0.00	0.44(1.55)	0.65(1.91)
Tratamientot2	-0.41(0.66)	0.07	-5.78	0.00	-0.54(0.59)	-0.27(0.76)
Tratamientot3	0.14(1.15)	0.06	2.24	0.02	0.02(1.02)	0.26(1.30)
Tratamientot4	0.63(1.87)	0.06	11.36	0.00	0.52(1.69)	0.73(2.08)
Tratamientot5	0.31(1.36)	0.06	5.22	0.00	0.19(1.20)	0.42(1.52)
Tratamientot6	0.13(1.13)	0.06	2.16	0.03	0.01(1.01)	0.25(1.29)
Tratamientot7	0.49(1.63)	0.06	8.68	0.00	0.38(1.46)	0.60(1.82)
Tratamientot8	0.57(1.76)	0.06	10.16	0.00	0.46(1.59)	0.68(1.98)
Tratamientot9	0.76(2.13)	0.05	14.02	0.00	0.65(1.91)	0.86(2.36)

En la variable abundancia se encontraron 5349 insectos distintos distribuidos en 10 órdenes y 40 familias diferentes establecidos en las dos fincas durante todo el periodo en el que se realizó el estudio. En el cual sobresale la familia Aleyrodidae de orden Hemíptera con 2,624 seguido de la familia Dolichopodidae del orden Diptera con 714 y la familia Culicidae del orden Diptera con 397 insectos atrapados mientras

que los organismos de menor abundancia fueron Thripidae, Chrysopidae, Crambidae, Hymenoptera, Meliponini, Reduviidae, Staphylinidae con 1 individuo (cuadro 6).

Cuadro 6. Abundancia de insectos capturados en finca Real y finca Pegón.

Orden	Familias	Total
Aracnida	Aracnidae	23
Blattodea	Blattodea	5
Blattodea	Rhinotermitidae	3
Coleoptero	Chrysomelidae	17
Coleoptero	Curculionidae	4
Coleoptero	Staphylinidae	1
Coleoptero	Coleoptero	76
Coleoptero	Elateridae	4
Coleoptero	Cerambycidae	4
Coleoptero	Tenebrionidae	17
Coleoptero	Coccinellidae	10
Dermaptera	Forficulidae	1
Diptera	Dolichopodidae	714
Diptera	Tabanidae	7
Diptera	Diptera	7
Diptera	Drosophilidae	280
Diptera	Phoridae	280
Diptera	Neriidae	164
Diptera	Muscidae	356
Diptera	Culicidae	397
Diptera	Syrphidae	2
Diptera	Asilidae	4
Diptera	Stratiomyidae	3
Diptera	Richardiidae	59
Diptera	Tephritidae	149
Hemiptera	Miridae	6
Hemiptera	Delphacidae	7

Hemiptera	Aphididae	2
Hemiptera	Reduviidae	1
Hemiptera	Aleyrodidae	2,624
Hemiptera	Coreidae	3
Hymenoptera	Meliponini	1
Hymenoptera	Hymenoptera	1
Hymenoptera	Vespidae	2
Hymenoptera	Formicidae	45
Hymenoptera	Apidae	23
Lepidoptera	Noctuidae	7
Lepidoptera	Crambidae	1
Lepidoptera	Lepidoptera	34
Lepidoptera	Microlepidoptero	3
Neuroptera	Chrysopidae	1
Thysanoptera	Thripidae	1
	10	40
		5349

Cock (1986) reporta que la abundancia de la familia Aleyrodidae se debe a que las moscas blancas son una de las principales plagas fitófagas distribuida en toda la zona subtropical a su vez Hijile & Moreles (2008) menciona que 35 cultivos pertenecientes a 14 familias son afectados por ellos en los cuales busca la afectación de los cultivos mediante la alimentación directa que a su vez favorece el desarrollo de capas negras compuestas por hifas de hongos agrupadas en la superficie de la hoja llamada fumagina (Piepenbring, 2015).

Riqueza

Según los modelos realizados se obtuvo que la riqueza dada el factor color influyo más en trampas de color amarillo teniendo un promedio de 4.21 seguido del color naranja con un valor de 3.69 y por último el color verde con un promedio de 3.67. A su vez en el factor olor se presentó que las trampas con olor obtuvieron un promedio de 3.91 en relación al factor sin olor que presentó un valor de 3.80 así

mismo se mostró que para el factor forma el promedio más alto se presentó en las trampas de forma cilíndrica con 4.35 seguida de las trampas de forma rectangular con 3.36 (cuadro 7).

Cuadro 7. Riqueza de insectos asociados al cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.

Color	Promedio	Error estándar	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
Verde	3.67	0.20	3.30	4.07
Amarilla	4.21	0.21	3.82	4.64
Naranja	3.69	0.20	3.32	4.09
Control	3.00	0.35	2.38	3.78
Forma				
Cilíndrica	4.35	0.17	4.02	4.70
Rectangular	3.36	0.15	3.07	3.67
Control	3.00	0.35	2.38	3.78
Olor				
Con	3.91	0.16	3.60	4.25
Sin	3.80	0.16	3.49	4.13
Control	3.00	0.35	2.38	3.78

Para la riqueza de insectos capturados en los tratamientos se obtuvo que el t9 (trampa cilíndrica de color naranja con olor) presentó un promedio de 4.71 por el contrario el T12 (trampa rectangular de color naranja sin olor) presentó el valor promedio más bajo de los resultados obtenidos con 2.79 siendo este tratamiento el menos atraído por diferentes especies de insectos por lo tanto su riqueza fue muy

baja de igual manera para el T11(trampa rectangular de color naranja con olor) quien obtuvo un valor promedio de 2.96 (figura 5).

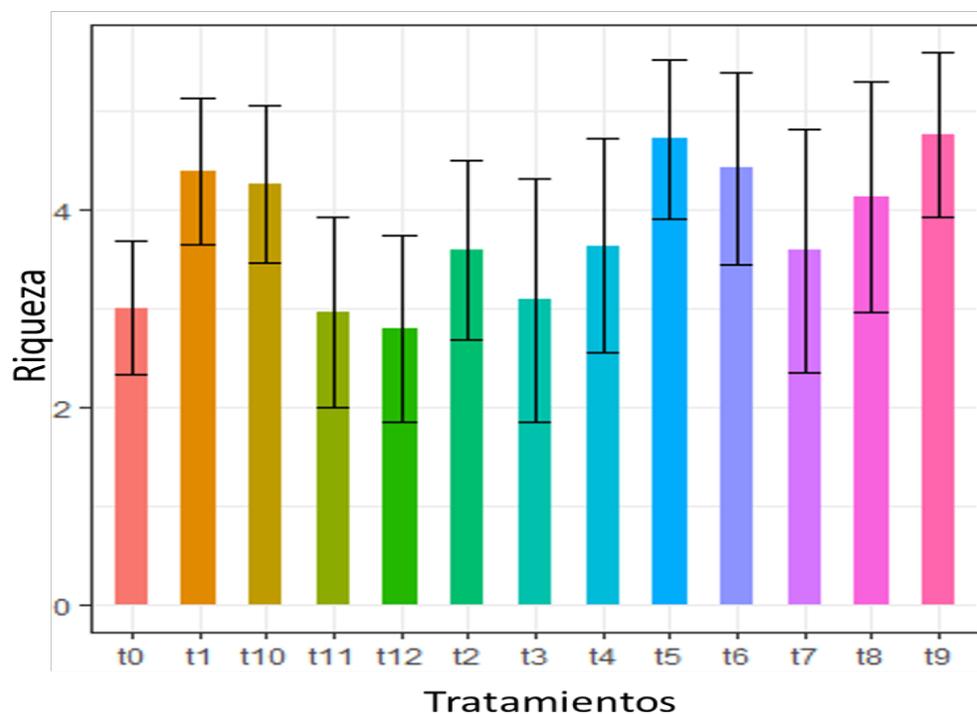


Figura 5. Riqueza de insectos en cultivo de papaya según tratamientos. T0, McPhail. T1, cilíndrica verde con olor. T2, cilíndrica verde sin olor. T3, rectangular verde con olor. T4 rectangular verde sin olor. T5, cilíndrica amarilla con olor. T6, cilíndrica amarilla sin olor. T7, rectangular amarilla con olor. T8, rectangular amarilla sin olor. T9, cilíndrica naranja con olor. T10, cilíndrica naranja sin olor. T11, rectangular naranja con olor. T12, rectangular naranja sin olor.

Las trampas de color amarillo presentaron 1.40 veces más que el control, con un intervalo de confianza de 1.10 a 1.82 en relación a la riqueza de especies del agroecosistema lo que indica que el color amarillo es un atrayente para las distintas especies de un área determinada con una diferencia significativa de 0.01. por otra parte el factor olor se mostró 1.30 con un intervalo de confianza de 1.03 a 1.69 veces más que el control, esto significa que el látex de la papaya mostró ser un factor por el cual se ve atraído cierta cantidad de especie, para una diferencia significativa de

0.03, mientras que en las trampas de forma cilíndrica se estimó que son 1.44 veces más que el control que en este caso son las trampas McPhail con intervalos de confianza de 1.13 a 1.85 en lo que respecta a la riqueza del área teniendo una diferencia significativa de 0.00 (cuadro 8).

Cuadro 8. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre la riqueza de los insectos.

Término	estimado	Error estandar	estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	1.10	0.12	9.32	0.00	0.86	1.32
Color-amarilla	0.34(1.40)	0.13	2.65	0.01	0.09(1.10)	0.60(1.82)
Color-naranja	0.21(1.23)	0.13	1.60	0.11	-0.04(0.96)	0.47(1.60)
Color-verde	0.20(1.22)	0.13	1.55	0.12	-0.05(0.95)	0.46(1.59)
(Intercepto)	1.10	0.12	9.32	0.00	0.86	1.32
Forma-cilíndrica	0.37(1.44)	0.12	2.98	0.00	0.13(1.13)	0.62(1.85)
Forma-rectangular	0.11(1.11)	0.13	0.90	0.37	-0.13(0.87)	0.37(1.44)
(Intercepto)	1.10	0.12	9.32	0.00	0.86	1.32
Olor-con	0.26(1.30)	0.13	2.12	0.03	0.03(1.03)	0.52(1.69)
Olor-sin	0.24(1.28)	0.13	1.88	0.06	0.00(1)	0.49(1.63)

Para los tratamientos evaluados se obtuvo que la trampa cilíndrica color naranja con olor perteneciente al t9 obtuvo 1.58 veces más que las trampas McPhail (control) teniendo un intervalo de confianza de 1.18 a 2.13 referente a la variable riqueza con una diferencia significativa de 0.00 y un nivel de confianza del 95% (cuadro 9).

Cuadro 9. Modelo lineal generalizado de la variable riqueza según tratamientos.

Término	estimado	Error		Valor.p	Intervalo de confianza	
		estándar	estadística		inferior	superior
(Intercepto)	1.10	0.12	9.32	0.00	0.86	1.32
Tratamientot1	0.38(1.46)	0.15	2.47	0.01	0.08(1.08)	0.68(1.97)
Tratamientot10	0.35(1.41)	0.15	2.26	0.02	0.05(1.05)	0.65(1.91)
Tratamientot11	-0.01(0.99)	0.17	-0.08	0.93	-0.34(0.71)	0.31(1.36)
Tratamientot12	-0.07(0.93)	0.17	-0.42	0.67	-0.41(0.66)	0.26(1.29)
Tratamientot2	0.18(1.20)	0.16	1.11	0.27	-0.13(0.87)	0.49(1.63)
Tratamientot3	0.03(1.03)	0.17	0.17	0.87	-0.30(0.74)	0.35(1.41)
Tratamientot4	0.19(1.20)	0.16	1.19	0.23	-0.12(0.88)	0.50(1.64)
Tratamientot5	0.45(1.56)	0.15	2.99	0.00	0.16(1.17)	0.75(2.11)
Tratamientot6	0.39(1.47)	0.15	2.53	0.01	0.09(1.09)	0.69(1.99)
Tratamientot7	0.18(1.20)	0.16	1.11	0.27	-0.13(0.87)	0.49(1.63)
Tratamientot8	0.32(1.37)	0.15	2.06	0.04	0.02(1.02)	0.63(1.87)
Tratamientot9	0.46(1.59)	0.15	3.05	0.00	0.17(1.18)	0.76(2.13)

Jiménez (1997) menciona que las trampas pueden ser selectivas si su forma tiene un significado especial para el insecto objetivo, así que las trampas en formas de frutas son más atractivas para la mosca de la fruta que para insectos benéficos, la especificidad puede ser mayor si se le agrega un olor específico a la trampa.

Según Bravo (2020), en su estudio las trampas que mayor riqueza presentaron fueron las trampas de colores amarillo, verde, naranja, celeste y blanco. Resultados similares a este estudio en el cual las trampas que presentaron mayor riqueza fueron las de color amarillo y naranja presentando resultados opuestos en las trampas de color verde.

Captura

Como resultado de la variable captura se obtuvo que el t8 (trampa rectangular de color amarillo sin olor) presentó el valor más alto con un promedio de 0.42 a su vez se presentaron los valores más bajos que pertenecen a los tratamientos 1,4,9 y el tratamiento 0 (control) que mostraron los mismos promedios de 0.00 (cuadro 10). obteniendo menos captura que los tratamientos 2,3,5,6,7,8,10,11,12 cabe resaltar que las trampas de forma rectangular son las que sobresalen en la captura de *Toxotrypana curvicauda* habiendo diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al control (trampa McPhail) (cuadro 11).

Cuadro 10. Promedio de la variable captura de *Toxotrypana curvicauda* según tratamiento.

Tratamiento	Promedio	Error estándar	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
t1	0.00	0.00	0.00	Inf
t2	0.04	0.04	0.01	0.30
t3	0.04	0.04	0.01	0.30
t4	0.00	0.00	0.00	Inf
t5	0.29	0.11	0.14	0.61
t6	0.13	0.07	0.04	0.39
t7	0.21	0.09	0.09	0.50
t8	0.42	0.13	0.22	0.77
t9	0.00	0.00	0.00	Inf
t10	0.04	0.04	0.01	0.30
t11	0.12	0.07	0.04	0.39
t12	0.08	0.06	0.02	0.33
t0	0.00	0.00	0.00	Inf

Cuadro 11. Modelo lineal generalizado de la variable captura según tratamientos.

Coeficiente	Estimado	Error estándar	Valor. P	Valor. Z
Intercepto	-1.93E+01	1.92E+03	-0.010	0.992
tratamiento1	-1.23E-08	2.72E+03	0.000	1.000
tratamiento10	1.61E+01	1.92E+03	0.008	0.993
tratamiento11	1.72E+01	1.92E+03	0.009	0.993
tratamiento12	1.68E+01	1.92E+03	0.009	0.993
tratamiento2	1.61E+01	1.92E+03	0.008	0.993
tratamiento3	1.61E+01	1.92E+03	0.008	0.993
tratamiento4	-1.23E-08	2.72E+03	0.000	1.000
tratamiento5	1.81E+01	1.92E+03	0.009	0.993
tratamiento6	1.72E+01	1.92E+03	0.009	0.993
tratamiento7	1.77E+01	1.92E+03	0.009	0.993
tratamiento8	1.84E+01	1.92E+03	0.01	0.992
tratamiento9	-1.23E-08	2.72E+03	0.000	1.000

Para la variable captura se obtuvieron resultados donde el control (McPhail) no presentó captura de *T. curvicauda*, por el contrario, estudios realizados por Castrejón y Aluja (2004) reportaron mayores capturas *T. curvicauda* en trampas McPhail cebadas con proteínas hidrolizadas, en la cual no encontraron diferencia sig. También compararon la proteína hidrolizada con jugo de piña madura y azúcar morena capturaron a adultos, e incluso cuando estaban en bajas densidades de población. De igual manera sugieren que los cebos no son atractivos si estos no tienen más de 4 días de edad y que la mayor cantidad de mosca de la fruta capturada se dio en hileras de arboleadas y vegetación nativa.

De igual manera Landolt (1984) nos dice que la proteína hidrolizada es el atrayente universal de la mosca de la fruta sin embargo en los resultados obtenidos *Toxotrypana curvicauda* no responde a este estímulo.

Las pruebas de campo realizadas en México por Jiménez. (1996) compararon la eficacia de esferas verdes pegajosas, blancas y cebadas con feromonas, trampas cilíndricas hechas de plástico verde opaco que contenían un tóxico o estaban recubiertas con material pegajoso, y trampas cilíndricas preparadas con papel adhesivo verde. Las trampas opacas verdes que contenían trampas de papel tóxicas y pegajosas capturaron aproximadamente cinco veces más moscas de la fruta de la papaya que las trampas opacas verdes recubiertas de pegajosidad o las esferas verdes recubiertas de pegajosa, y la presencia de feromonas no afectó el número de moscas capturadas. Por lo tanto, la combinación del color verde y la forma cilíndrica proporcionó una señal visual suficiente para la captura de la mosca de la papaya. El señuelo de feromonas aumentó significativamente la captura de trampas. esto indica que la combinación del color verde y la forma cilíndrica es una señal visual suficiente para la captura de *Toxotrypana curvicauda*.

Diversidad

Mediante los resultados obtenidos se identificó que los valores promedio para la variable diversidad en cada uno de los factores y tratamiento se presentaron de tal forma que el promedio más alto es para las trampas de formas cilíndricas con 0.63 y el valor más bajo se dio en las trampas de forma rectangular con 0.51, en el caso del factor color se mostró que las trampas de color amarillas obtuvieron un promedio de 0.59 sobresaliendo de las trampas de color verde con 0.58 y de las trampas de color naranja que obtuvo un valor promedio menor de 0.53, para el factor olor se dio que las trampas con olor presentaron mejores resultados en cuanto al promedio con un valor de 0.57 y las trampas sin olor se dio un promedio de 0.56 (cuadro 12).

Cuadro 12. Diversidad de insectos asociados al cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.

Color	Promedio	Error estándar	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
Verde	0.58	0.04	0.50	0.67
Amarilla	0.59	0.04	0.51	0.68
Naranja	0.53	0.04	0.44	0.61
1Control	0.48	0.09	0.31	0.65
Forma				
Cilíndrica	0.63	0.03	0.56	0.69
Rectangular	0.51	0.03	0.44	0.58
1Control	0.48	0.08	0.32	0.65
Olor				
Con	0.57	0.04	0.50	0.64
Sin	0.56	0.04	0.49	0.63
1Control	0.48	0.09	0.31	0.65

Al combinar los factores para la obtención de los tratamientos se demostró que las trampas cilíndricas de color verde con olor (T1) alcanzaron un promedio de 0.77 para la diversidad de especies capturadas, con respecto a las otras combinaciones que obtuvieron un promedio similar de 0.45 que en este caso son las trampas rectangulares de color verde con olor (T3) y rectangular de color naranja sin olor (T12) (figura 6).

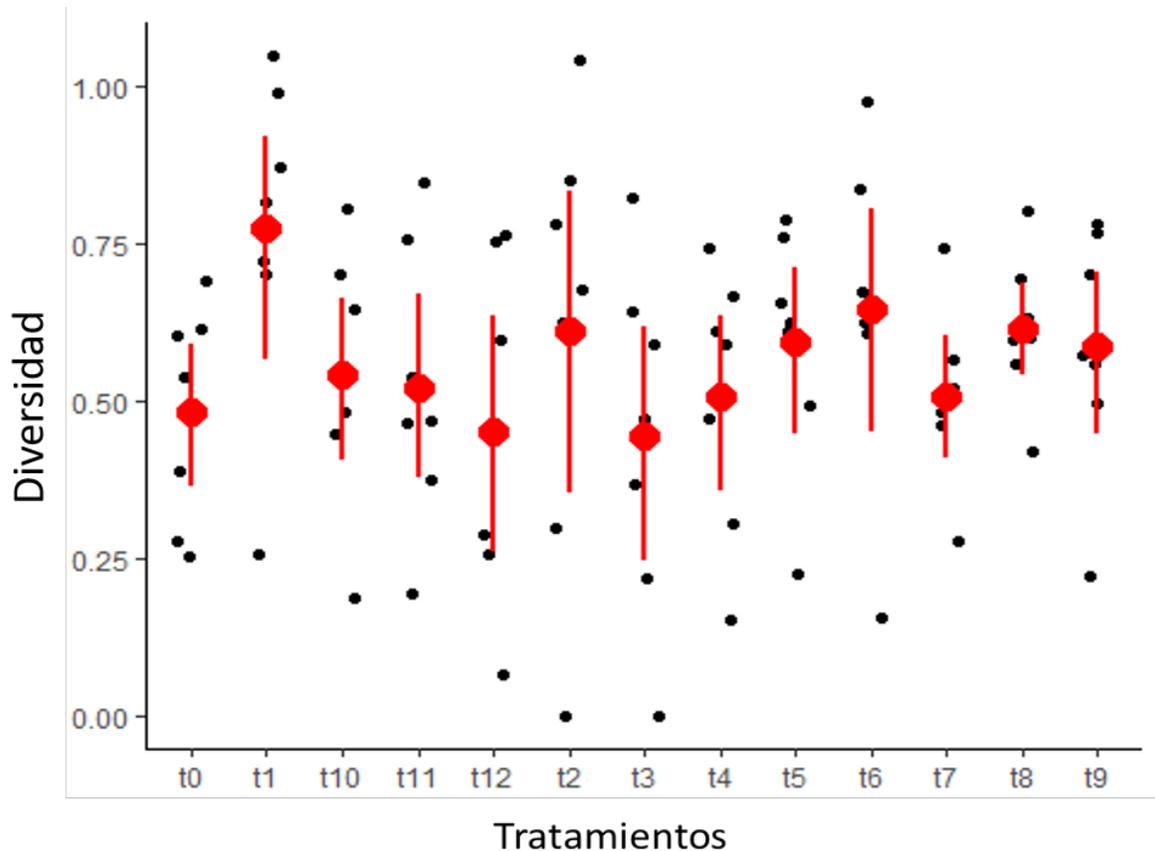


Figura 6. Diversidad de insectos en cultivo de papaya según tratamientos. T0, McPhail. T1, cilíndrica verde con olor. T2, cilíndrica verde sin olor. T3, rectangular verde con olor. T4 rectangular verde sin olor. T5, cilíndrica amarilla con olor. T6, cilíndrica amarilla sin olor. T7, rectangular amarilla con olor. T8, rectangular amarilla sin olor. T9, cilíndrica naranja con olor. T10, cilíndrica naranja sin olor. T11, rectangular naranja con olor. T12, rectangular naranja sin olor.

En los resultados obtenidos el factor forma presentó más diversidad en las trampas de forma cilíndricas con 14 por ciento más que el control con intervalo de confianza de cuatro por ciento menos a 32 por ciento más ($\alpha=0.12$), en las trampas de color amarilla se mostró un resultado de 0.11 por ciento más que las trampas McPhail (control) con un intervalo de confianza de 8 por ciento menos a 30 por ciento más con una diferencia significativa de 0.27 mientras que las trampas con olor obtuvo un valor de 0.09 por ciento más de diversidad con respecto al control

teniendo un intervalo de confianza de 10 por ciento menos a 28 por ciento más y una diferencia significativa de 0.34 (cuadro 13).

Cuadro 13. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre la diversidad de los insectos asociados al cultivo de papaya.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	0.48	0.09	5.51	0.00	0.31	0.65
Color-amarilla	0.11	0.10	1.12	0.27	-0.08	0.30
Color-naranja	0.04	0.10	0.46	0.65	-0.15	0.24
Color-verde	0.10	0.10	1.05	0.30	-0.09	0.29
(Intercepto)	0.48	0.08	5.68	0.00	0.32	0.65
Forma-cilíndrica	0.14	0.09	1.58	0.12	-0.04	0.32
Forma-rectangular	0.03	0.09	0.29	0.77	-0.15	0.21
(Intercepto)	0.48	0.09	5.51	0.00	0.31	0.65
Olor-con	0.09	0.09	0.95	0.34	-0.10	0.28
Olor-sin	0.08	0.09	0.86	0.39	-0.10	0.27

En el caso de los tratamientos se presentó que el T1 (trampa cilíndrica de color verde con olor) es 29 por ciento más diversa en insectos que las trampas McPhail (control) teniendo un intervalo de confianza de cinco por ciento a 53 por ciento más con una diferencia significativa de 0.02 por el contrario los T12 (tres por ciento menos) y T3 (4 por ciento menos) presentaron menos diversidad que el control en el cual significativamente estos dos tratamientos no presentaron diferencias significativas con respecto al control, para un nivel de confianza del 95% (cuadro 14).

Cuadro 14. Modelo lineal generalizado de la variable diversidad según tratamientos.

Término	Estimado	Error estandar	estadística	Valor.p	ICI	ICS
(Intercepto)	0.48	0.09	5.58	0.00	0.31	0.65
Tratamientot1	0.29	0.12	2.39	0.02	0.05	0.53
Tratamientot10	0.06	0.12	0.51	0.61	-0.18	0.30
Tratamientot11	0.04	0.12	0.33	0.74	-0.20	0.28
Tratamientot12	-0.03	0.12	-0.23	0.82	-0.27	0.21
Tratamientot2	0.13	0.12	1.06	0.29	-0.11	0.37
Tratamientot3	-0.04	0.12	-0.30	0.77	-0.28	0.20
Tratamientot4	0.03	0.12	0.21	0.84	-0.21	0.26
Tratamientot5	0.11	0.12	0.93	0.35	-0.13	0.35
Tratamientot6	0.16	0.12	1.34	0.18	-0.08	0.40
Tratamientot7	0.03	0.12	0.21	0.83	-0.21	0.27
Tratamientot8	0.13	0.12	1.10	0.27	-0.10	0.37
Tratamientot9	0.10	0.12	0.85	0.40	-0.14	0.34

Según los valores del índice de Shannon para los tratamientos que obtuvieron mayor diversidad tales como T1 (29 por ciento) y T8 (11 por ciento) es baja ya que según los indicadores valores menor a dos es una diversidad baja y valores mayores a tres es una diversidad alta valores efectuados por Mostacedo (2000).

Hoback y Svatos (1999) examinaron los efectos del color (amarillo y azul) y la colocación (expuesta y sombreada por las plantas) de las trampas adhesivas en las capturas de insectos y las estimaciones de diversidad de una comunidad de marismas del interior de Nebraska. Identificamos 1913 especímenes de 67 familias de insectos recolectados durante cinco fechas de captura en julio de 1996. Más Cicindelidae fueron recolectados en trampas expuestas, y más Staphylinidae, Dolichopodidae, Cicadellidae y Thripidae fueron recolectados en trampas sombreadas. Más Dolichopodidae fueron recolectados en trampas amarillas, mientras que más Syrphidae y Thripidae fueron recolectados en azul.

Frecuencia

El valor promedio del factor color de las trampas artesanales fue de 26.04 para el color amarillo seguido del color naranja con 6.25 y por último el color verde con 2.08, para el factor forma se presentó con el máximo valor promedio las trampas de forma rectangular con 14.58, en cuanto el valor mínimo lo obtuvieron las trampas de forma cilíndricas con 8.33, en factor olor se mostró que las trampas sin olor presentaron un valor promedio de 11.81 y las trampas con olor obtuvieron 11.11 respectivamente (cuadro 15).

Cuadro 15. Frecuencia de *Toxotrypana curvicauda* en cultivo de papaya según forma, color y olor de trampas artesanales.

Color	Promedio	Error estándar	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
Verde	2.08	4.09	-5.94	10.10
Amarilla	26.04	4.09	18.02	34.06
Naranja	6.25	4.09	-1.77	14.27
Control	0.00	8.18	-16.04	16.04
Forma				
Cilíndrica	8.33	3.61	1.26	15.41
Rectangular	14.58	3.61	7.51	21.66
Control	0.00	8.84	-17.32	17.32
Olor				
Con	11.11	3.63	3.99	18.24
Sin	11.81	3.63	4.68	18.93
Control	0.00	8.90	-17.45	17.45

En el caso de los tratamientos se mostró que el tratamiento número 8 (trampa rectangular de color amarilla sin olor) obtuvo el valor promedio máximo con 41.67 en cuanto a los tratamientos número 1 (trampa cilíndrica de color verde con olor), 4 (trampa rectangular verde sin olor), 9 (trampa cilíndrica de color naranja con olor) y control (trampa McPhail) que presentaron promedios idénticos de 0.00 (figura 7).

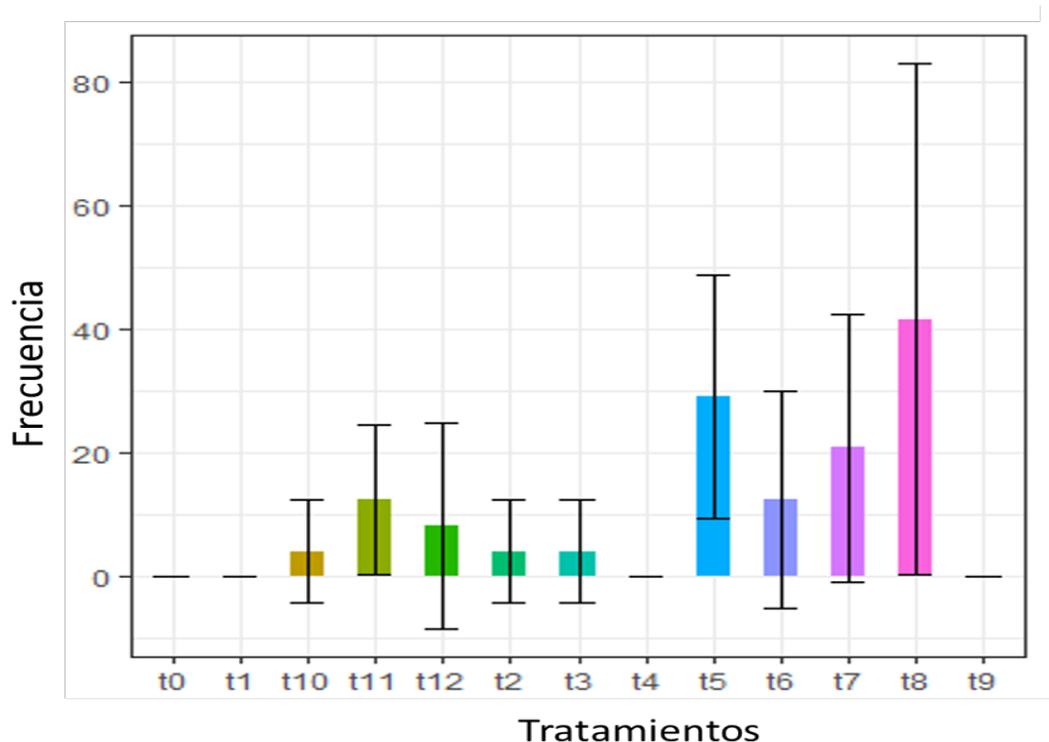


Figura 7. Frecuencia de *T. curvicauda* en cultivo de papaya según tratamientos. T0, McPhail. T1, cilíndrica verde con olor. T2, cilíndrica verde sin olor. T3, rectangular verde con olor. T4 rectangular verde sin olor. T5, cilíndrica amarilla con olor. T6, cilíndrica amarilla sin olor. T7, rectangular amarilla con olor. T8, rectangular amarilla sin olor. T9, cilíndrica naranja con olor. T10, cilíndrica naranja sin olor. T11, rectangular naranja con olor. T12, rectangular naranja sin olor.

Así mismo al realizarse los modelos efectuados se mostró que las trampas amarillas fueron 26.04 por ciento más que el control con un intervalo de confianza de 8.11 a 43.97 en un nivel de significancia de $\alpha=0.01$ con respecto a la variable

frecuencia tomando en cuenta solo la presencia de *Toxotrypana curvicauda* en las trampas artesanales, para lo que es el factor forma se observa que las trampas de forma rectangulares presentaron mayor porcentaje (14.58) que el control teniendo en si un intervalo de confianza de- -4.13 a 33.30 con un nivel de significancia de 0.13. Según los resultados obtenidos para el factor olor se obtuvo que las trampas sin olor se presentaron con mayor frecuencia de 11.81 por ciento más que el control obteniendo un intervalo de confianza de -7.04 a 30.65 para un nivel de significancia de 0.22 (cuadro16).

Cuadro 16. Modelo lineal generalizado de los factores color, olor y forma de trampas artesanales sobre la frecuencia de *Toxotrypana curvicauda* en cultivo de papaya.

Término	estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	0.00	8.18	0.00	1.00	-16.04	16.04
Color-amarilla	26.04	9.15	2.85	0.01	8.11	43.97
Color-naranja	6.25	9.15	0.68	0.50	-11.68	24.18
Color-verde	2.08	9.15	0.23	0.82	-15.85	20.02
(Intercepto)	0.00	8.84	0.00	1.00	-17.32	17.32
Forma-cilíndrica	8.33	9.55	0.87	0.38	-10.38	27.05
Forma-rectangular	14.58	9.55	1.53	0.13	-4.13	33.30
(Intercepto)	0.00	8.90	0.00	1.00	-17.45	17.45
Olor-con	11.11	9.62	1.16	0.25	-7.74	29.96
Olor-sin	11.81	9.62	1.23	0.22	-7.04	30.65

De acuerdo a los tratamientos el que más predominó fue el T8(trampa rectangular de color amarillo sin olor) teniendo en sí una frecuencia de 41.67 por

ciento más que las trampas McPhail (control) mostrando un intervalo de confianza de 18.92 a 64.41 con un nivel de significancia de 0.00 con un nivel de confianza del 95% lo que nos indica que *Toxotrypana c.* presenta preferencia hacia las trampas rectangulares de color amarillas y sin olor a diferencia de los tratamientos 1,4 y 9 que no presentaron frecuencia de la mosca de la fruta con promedios de 0.00 (cuadro 17).

Cuadro 17. Modelo lineal generalizado de la variable frecuencia según tratamientos.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	0.00	8.21	0.00	1.00	-16.08	16.08
Tratamientot1	0.00	11.61	0.00	1.00	-22.75	22.75
Tratamientot10	4.17	11.61	0.36	0.72	-18.58	26.91
Tratamientot11	12.50	11.61	1.08	0.28	-10.25	35.25
Tratamientot12	8.33	11.61	0.72	0.47	-14.41	31.08
Tratamientot2	4.17	11.61	0.36	0.72	-18.58	26.91
Tratamientot3	4.17	11.61	0.36	0.72	-18.58	26.91
Tratamientot4	0.00	11.61	0.00	1.00	-22.75	22.75
Tratamientot5	29.17	11.61	2.51	0.01	6.42	51.91
Tratamientot6	12.50	11.61	1.08	0.28	-10.25	35.25
Tratamientot7	20.83	11.61	1.80	0.08	-1.91	43.58
Tratamientot8	41.67	11.61	3.59	0.00	18.92	64.41
Tratamientot9	0.00	11.61	0.00	1.00	-22.75	22.75

Según Landolt y Reed (1990), durante las observaciones de *Toxotrypana curvicauda* en la fruta se obtuvo que estas moscas fueron orientadas y contactadas

con una sola fruta de papaya inmadura presentada en un campo experimental y exhibieron un movimiento rítmico hacia arriba y hacia abajo de la cabeza (balanceo) después del contacto inicial con la fruta, en una plantación comercial de papaya también, se observaron todos estos tipos de comportamiento. Utilizando el mismo diseño experimental de laboratorio, se requirió una combinación de color (verde), forma (discos de cera y cúpulas) y química (extracto solvente de cáscaras de papaya) para obtener tasas de contacto similares a las obtenidas con fruta inmadura. Sin embargo, la oviposición no se obtuvo utilizando tales combinaciones de estímulos artificiales. En un túnel de vuelo, las hembras apareadas se sintieron atraídas por la fruta de papaya inmadura y por el olor de la fruta de papaya canalizada en el túnel, lo que indica que el olor del huésped se usa en orientación a larga distancia para hospedar plantas y frutas.

Así mismo indica Vilatuña (2010) que *Toxotrypana curvicauda* se ve atraída por el olor emanado por el látex de la papaya (papaína).

Según los resultados que obtuvieron Pena y Baranowski (1986), el comportamiento de la mosca de la fruta indica que las características físicas como el color de la fruta pueden ser importantes para la selección del sitio de oviposición debido a las propiedades químicas de la fruta en maduración. Demostrando una fuerte preferencia por el color verde oscuro y amarillo anaranjado, teniendo menor preferencia para el amarillo verdoso resultados similares a este estudio donde *T. curvicauda* ha presentado mayor atracción por el color amarillo que por el verde o naranja

Daño

Los frutos de la planta en la cual estaba establecido el tratamiento 4 fue la que presentó menos daño de *Toxotrypana curvicauda*. con un promedio de 6.13 en todo el estudio seguido del tratamiento 11 con 6.51 caso contrario para el tratamiento 3 con un promedio de 12.8 y el tratamiento 9 presentó mayor daño de *Toxotrypana curvicauda* en frutos jóvenes del cultivo de papaya con 13.9 por ciento (figura 8).

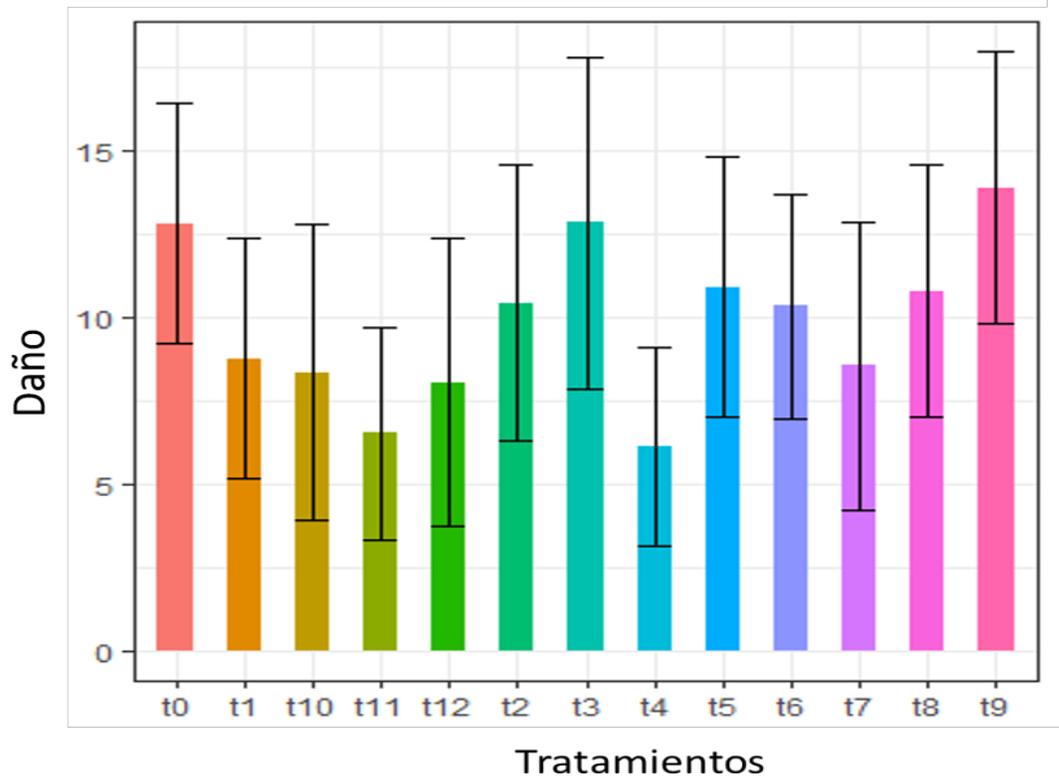


Figura 8. Promedio de daño de insectos en cultivo de papaya por tratamientos. T0, McPhail. T1, cilíndrica verde con olor. T2, cilíndrica verde sin olor. T3, rectangular verde con olor. T4 rectangular verde sin olor. T5, cilíndrica amarilla con olor. T6, cilíndrica amarilla sin olor. T7, rectangular amarilla con olor. T8, rectangular amarilla sin olor. T9, cilíndrica naranja con olor. T10, cilíndrica naranja sin olor. T11, rectangular naranja con olor. T12, rectangular naranja sin olor.

La planta que representaba el tratamiento 9 presentó más daño en sus frutos en relación al resto y al control teniendo en si 10.9 por ciento más que el control con un intervalo de confianza de 4.35 por ciento menos a 6.53 por ciento más que el control con un nivel de significancia de 0.69 para un nivel de confianza del 95% caso contrario con el tratamiento 4 (trampa rectangular de color verde sin olor) quien mostro el menor porcentaje en cuanto a daño con un valor de 6.65 por ciento menos daño que el control (Cuadro 18).

Cuadro 18. Modelo lineal generalizado de la variable daño en cultivo de papaya según tratamientos.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	12.79	1.96	6.51	0.00	8.94	16.64
Tratamientot1	-4.03	2.78	-1.45	0.15	-9.48	1.41
Tratamientot10	-4.46	2.78	-1.61	0.11	-9.90	0.98
Tratamientot11	-6.28	2.78	-2.26	0.02	-11.72	-0.84
Tratamientot12	-4.75	2.78	-1.71	0.09	-10.19	0.69
Tratamientot2	-2.37	2.78	-0.85	0.39	-7.81	3.08
Tratamientot3	0.04	2.78	0.01	0.99	-5.41	5.48
Tratamientot4	-6.65	2.78	-2.40	0.02	-12.10	-1.21
Tratamientot5	-1.89	2.78	-0.68	0.50	-7.33	3.56
Tratamientot6	-2.46	2.78	-0.89	0.38	-7.90	2.98
Tratamientot7	-4.26	2.78	-1.53	0.13	-9.70	1.19
Tratamientot8	-2.00	2.78	-0.72	0.47	-7.44	3.44
Tratamientot9	1.09	2.78	0.39	0.69	-4.35	6.53

Aluja y Jiménez (1997) en un experimento que realizaron en bloques de plantaciones de papaya presentaron que las hileras plantadas a 10 m del bloque principal de árboles de papaya (cultivo trampa) exhibieron el mayor grado de daño por punción e infestación larvaria en ambas arboledas experimentales. El daño a la fruta fue más alto después de que terminó la temporada de lluvias y se agregó espacialmente.

Fincas

Al realizarse la comparación entre fincas (Real y Pegón) se obtuvo que para la variable abundancia la finca Real obtuvo mayor número de insectos en las trampas establecidas con 1.12 con un intervalo de confianza de 1.08 a 1.17 veces más que la finca el Pegón y un nivel de significancia de 0.00 (cuadro 19).

Cuadro 19. Abundancia de insectos asociados al cultivo de papaya en finca Real y Pegón.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	3.33	0.02	219.30	0	3.30	3.36
Finca-Real	0.12(1.12)	0.02	5.65	0	0.08(1.08)	0.16(1.17)

En cuanto a la riqueza de estas dos fincas la que presentó menos número de especie fue la finca Real con 0.74 (74%) veces menos especie que la finca el Pegón para un intervalo de confianza de 0.65 a 0.82 con un nivel de significancia de 0.00 (cuadro 20).

Cuadro 20. Riqueza de insectos asociados al cultivo de papaya en finca Real y Pegón.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	1.47	0.04	38.32	0	1.39	1.55
Finca-Real	-0.30(0.74)	0.06	-5.10	0	-0.42(0.65)	-0.19(0.82)

De igual manera sobresaliendo la finca Real en la captura de *Toxotrypana curvicauda*. con 1.19 veces más moscas de la fruta atrapadas en las trampas artesanales teniendo un intervalo de confianza de 0.60 a 2.41 y un nivel de

significancia de 0.6 con respecto a la finca el Pegón en cuanto a la presencia de mosca de la fruta (cuadro 21).

Cuadro 21. Captura de *Toxotrypana curvicauda* en cultivo de papaya en finca Real y Pegón.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	-2.34	0.26	-9.07	0.0	-2.89	-1.88
Finca-Real	0.18(1.19)	0.35	0.52	0.6	-0.50(0.60)	0.88(2.41)

En finca Real se presentó un porcentaje de daño en el cultivo de papaya de 3.34 veces que el cultivo de papaya del a finca el Pegón, con un intervalo de confianza de 1.21 a 5.47 con un nivel de significancia de 0.00 (cuadro 22)

Cuadro 22. Daño de *Toxotrypana curvicauda* en cultivo de papaya en finca Real y Pegón.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	8.19	0.77	10.67	0	6.69	9.70
Finca-Real	3.34	1.09	3.08	0	1.21	5.47

De la misma manera se presentó la frecuencia de *Toxotrypana curvicauda* en el cultivo ya que en la finca Real se presentó porcentaje de 1.92 veces más que la finca El Pegón con un intervalo de confianza de -7.78 a 11.62 y un $\alpha=0.70$ (cuadro 23).

Cuadro 23. Frecuencia de *Toxotrypana curvicauda* en cultivo de papaya en finca Real y Pegón.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	9.62	3.50	2.75	0.01	2.76	16.47
Finca-Real	1.92	4.95	0.39	0.70	-7.78	11.62

En cuanto a la diversidad de las fincas la que alcanzó menor diversidad fue la finca Real con -0.15 veces menos diversa en especies de insectos que en la finca El Pegón, presentando un intervalo de confianza de -0.24 a 0.06 para un nivel de significancia de 0.00 con un nivel de confianza del 95% (cuadro 24).

Cuadro 24. Diversidad de insectos asociados al cultivo de papaya en finca Real y Pegón.

Término	Estimado	Error estándar	Estadística	Valor.p	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior
(Intercepto)	0.63	0.03	20.66	0	0.57	0.69
Finca-Real	-0.15	0.05	-3.29	0	-0.24	-0.06

Aluja y Jiménez (1997) mencionan que si la siembra es verdaderamente un monocultivo entonces la mayoría de los individuos no son avistados, caso contrario en un cultivar altamente seleccionado su infestación es mayor, mientras que los niveles de infestación en el cultivo menos preferido son más bajos. También señalan que las moscas utilizan las especies no hospederas como sitios de refugio desde donde se desplazan hacia el cultivo.

Distribución

Al realizar la ecuación de distribución se obtuvo como resultado que la distribución en total en conjunto de las dos fincas es una distribución aleatorizada ya que son resultados de 0.571978 cercano a 1 y según los autores Vivas y Notz (2011) nos dicen que si los valores de la relación, se aproximan a 1, se puede decir que la distribución de la población es completamente aleatorizada, presentando mayor presencia de *T. curvicauda* en uno de los bordes cercano a plantaciones de aguacate, siendo este cultivo un hospedero para *T. curvicauda*.

Jiménez (1997) en su estudio mostró una distribución espacial de las moscas de la fruta, en el cual también se presentó con efecto de borde, pero en este caso más marcado hacia la vegetación nativa adyacente a la plantación (Este) dando a entender que la distribución de la mosca de la fruta es agregada. La distribución espacial del daño presentó un fuerte efecto de borde influenciado por la presencia de la vegetación adyacente al huerto donde la orilla Este acumulando el 47% y al norte, el 33.32% y entre las dos acumularon el 64.38% del daño total.

VII. CONCLUSIONES

Las trampas artesanales obtuvieron en efecto positivo tanto en la atracción de *Toxotrypana curvicauda* como en la de distintos insectos que a su vez causan de una u otra manera daño en el cultivo de papaya.

Al realizar la combinación de los tres factores utilizados en el estudio (olor, color y forma) se observó que *Toxotrypana curvicauda* se vio atraída más por estos factores: trampa rectangular de color amarillo sin olor (T8) a pesar de que el color verde y el olor a papaína son uno de sus principales atrayentes, en este caso la mosca de la fruta obtuvo mayor preferencia hacia el color amarillo y sin olor a papaína, cabe resaltar que las trampas cilíndrica de color verde con olor (T1), rectangular verde sin olor (T4) y cilíndrica de color naranja sin olor(T9) no presentaron captura en el estudio.

Durante el estudio *Toxotrypana curvicauda* presentó un comportamiento de una distribución aleatorizada con efecto de borde en el cual la mayoría de estos insectos capturados fueron encontrados en los bordes de la parte central del área de trabajo y en estratos alto de las plantas.

Se ha demostrado que las trampas artesanales no influyen en la captura de insectos benéficos ya que en este caso se muestra que la biodiversidad de insectos capturados en este estudio son insectos plagas que a su vez pueden causarle daño al cultivo, así como Aleyrodidae, Culicidae del orden Diptera e Hemíptera.

VIII. RECOMENDACIONES

- Darle seguimiento al estudio, llevándolo a cabo en los distintos estratos de la planta de papaya ya que se observó que a distinta altura de la planta había presencia de *T. curvicauda*.
- Establecer el cultivo en áreas donde no estén rodeadas de árboles hospederos como el árbol de aguacate ya que en el estudio se presentó mayor captura de mosca de la fruta en el borde adyacente al cultivo (plantación de aguacate).
- Utilizar otros tipos de atrayentes frutales que favorezcan la captura de *Toxotrypana curvicauda* ya que estudios realizados con distintos atrayentes de fruta como jugo de piña presentaron presencia de mosca de la fruta.
- Eliminar frutos dañados ya que esto puede favorecer al desarrollo del insecto en el cultivo, ocasionar más daño y mermar la producción.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto, S. C. (2007, Diciembre). *Control de la mosca de la papaya* . Obtenido de Control de la mosca de la papaya : file:///D:/toxoZamorano.pdf
- Bogantes, A., Mora, E., Umaña, G., & Loría, C. (2014). *GUIA PARA LA PRODUCCION DE LA PAPAYA EN COSTA RICA*. Obtenido de platicar.go.cr:<http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/05/00445-guiaparalaproducciondepapayaencostarica.pdf>
- Braun-Blanquet, J. (s.f.). *sociologia vegetal*. (trabajo de diploma). Universidad Nacional Agrarias, Managua, Nicaragua.
- Bustillo, A. (1988). *Anotaciones biológicas sobre la mosca de la papaya Toxotrypana curvicauda Gerstaecker en Colombia*.
- Castrejon, V., & Aluja, M. (2004). Two Low-Cost Food Attractants for Capturing *Toxotrypana curvicauda*(Diptera: Tephritidae) in the Field. 2004. J. Econ. Entomol, Yautepec, Morelos, Mexico,.
- Chan, C., Chan, G., Leeper, T., & Becker, J. (2018). A Swiss-army knife for data file I/O. R Package version 0.5.16. 2018. Rio.
- Diario, E. N. (2014, 28 abril). Rivenses producen 15 millones de papayas. Obtenido de El Nuevo Diario: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/318102-rivenses-producen-15-millones-papaya/>
- García, M. A. (2010, Diciembre). *GUIA TECNICA DEL CULTIVO DE LA PAPAYA*. Obtenido de universidadagricola: <https://universidadagricola.com/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-CULTIVO-PAPAYA.pdf>
- Hydroenviromen. (2022). *CÓMO FUNCIONAN LAS TRAMPAS PARA EL CONTROL DE PLAGAS* Obtenido de https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=191
- Hijile, L., & Moreles, F. (2008). whitefly bioecology and management in Latin America. 2008. J. Capineira (Ed.), Encyclopedia of entomology. Springer. 4250-4260.
- ICA. (2011). *MANUAL TECNICO DE TRAMPEO DE MOSCAS DE LA FRUTA*.
- Infoagro. (s.f.). *EL CULTIVO DE LA PAPAYA*. Obtenido de infoagro.com: https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/papaya.htm
- Jara, L., & Jiron, K. (1997). *Manejo de papaya*. Obtenido de bdigital.zamorano.: <https://bdigital.zamorano.edu>
- Jiménez. (1997). *Manejo de la mosca de la fruta de la papaya Toxotrypana curvicauda (Diptera : Tephritidae) en relacion al diseño de un sistema de monitoreo y manejo biorracional de esta plaga*. Obtenido de

repositorio.unam: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/manejo-de-la-mosca-de-la-fruta-de-la-papaya-toxotrypana-curvicauda-diptera-tephritidae-en-relacion-al-diseno-de-un-sistema>

Martínez, G., & Lopez, F. (2010). *MANUAL TECNICO DEL TRAMPEO PREVENTIVO CONTRA MOSCAS EXOTICAS DE LA FRUTA* . Obtenido de gob.mx:https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161704/Manual_Tecnico_del_Trampeo_Preventivo_contra_Moscas_Exoticas_de_la_Fruta.pdf

Mostacedo, B. (2000). *Manual de metodos basicos de muestreos y analisis en ecologia vegetal* . Obtenido de studocu.com: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-estatal-amazonica/teoria-y-tecnicas-de-muestreo/mostacedo-2000-ecologia-vegetal-y-tecnicas-de-muestreo/16000069>

Nieto, M., & Avilez, C. (2010). *EFFECTO DE ASOCIO PLATANO Y PAPAYA (Carica papaya) EN EL DESARROLLO FENOLOGICO Y PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE PLATANO (Musa paradisiaca)*. Obtenido de riul.unanleon.edu: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3521/1/216054.pdf>

OIRSA. (2003). *Manual produccion ecologica con enfasis en cultivos tropicales*. Obtenido de ecoagricultor: <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2015/04/Produccion-Ecologica-CultivosTropicales.pdf>

Piepenbring, M. (2015). *Introduccion a la Micología en los Tropicos*. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/9780890546147.fm>

R, C. T. (2020). *R: lenguaje and environment for statistical computing. 2020*. R Foundation for Statical Computing, Vienna. Obtenido de <http://www.R-project.org/>.

Ramírez, J. (2002). *Descripción geoestadística de la distribución espacialde los huevos del mosquito verde Jacobiasca lybica(Bergenin & Zanon) (Homoptera: Cicadellidae) en viñedo:modelización y mapeo*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-28-01-087-095.pdf>

Rodríguez, M., & Mendivelso, F. (2018). *DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE CORTE TRANSVERSAL. Septiembre 2018*. MV. Epidemióloga. MSc. FET P. Fundación Universitari a Sanitas.

Ruiz, Niklaus, & Basedow. (s.f.). *A survey on the occurrence and flight periods of fruit fly species (Diptera: Tephritidae) in a fruit growing area in southwest Nicaragua, 1994/95. 10 de July de 2009*. Cambridge University Press, Cambridge.

- SAGARPA. (2017). Planeación agrícola nacional 2017-2030. Secretaría de agricultura, Mexico.
- Saldaña, J. (2007). *Diagnóstico del Estado de Aplicación y Manual de Recomendaciones Buenas Prácticas Agrícolas en cinco Unidades de Producción de Papaya*. Obtenido de repositorio.una: <https://repositorio.una.edu.ni/2063/1/tnf01s162.pdf>
- Salgado, I., Romero, C., & Carrillo, N. (2011). *Evaluación de trampas artesanales y cebos naturales para la atracción de la mosca mexicana de la fruta en mango*. Obtenido de http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN_49/327331BSEA49EATrampas artesanales.pdf
- Selman, H., Heppner, J., & Fasulo, T. (2001). Papaya Fruit Fly (suggested common name), *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Insecta: Diptera: Tephritidae). 2001. UF IFAS Extension University of Florida, Florida.
- Silva, X., Souza, J., & Souza, A. (2018). *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae) Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/275461880_Anotaciones_biologicas_sobre_la_mosca_de_la_papaya_Toxotrypana_curvicauda_Gerstaecker_en_Colombia.
- Vilatuña, J., Sandoval, D., & Tigrero, J. (2010). *MANEJO Y CONTROL DE MOSCAS DE LA FRUTA*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3522/1/L-ESPE-000802.pdf>
- Vivas, E., & Notz, A. (2011). Distribución espacial en poblaciones de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz en Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 111.

X. ANEXOS



A

B

C

Anexo 1: establecimiento de ensayo. A) colocación de trampas; B) aplicación de papáina; C) trampas establecidas.



A

B

Anexo 2: daño ocasionado por *T. curvicauda*. A); secreción de látex por oviposición; B) fruto abortado.



A

B

C

Anexo 3: A) recolecta de insectos; B, C) identificación de insectos en laboratorio de entomología del Campus Agropecuario de la UNAN-León.



A

B

C

Anexo 4: A) captura de *T. curvicauda* en trampas artesanales; B) recolecta; C) montaje para identificación de insectos (hembra al lado izquierdo y macho al lado derecho).