

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas

Informe final

“Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de trips en cultivos protegidos”

Equipo de investigación

Nombre del coordinador: Heisler Alexander Gómez Méndez

Nombre del Investigador: Soren Sherwood Ramírez Barillas

Nombre del Investigador: Pablo Antonio Polo Juárez

10 de enero 2018

Instituto de investigaciones agronómicas y ambientales (IIA)

M. Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador Programas de Investigación

PhD. Heisler Alexander Gómez Méndez
Coordinador del proyecto

Ing. Agr. Soren Sherwood Ramírez Barillas
Investigador

Ing. Agr. Pablo Antonio Polo Juárez
Investigador

Partida Presupuestaria

4.8.63.4.08

Año de ejecución: 2017

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	5
2.1.	BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA DEL TRIPS	5
2.2.	TRIPS COMO PLAGAS DE CULTIVOS PROTEGIDOS	5
2.3.	PROBLEMAS DE TRIPS EN GUATEMALA	6
2.4.	CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS	6
2.5.	ORIOUS SP.....	7
2.6.	RESPUESTA FUNCIONAL.....	8
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DELIMITACIÓN EN TIEMPO Y ESPACIO DEL ESTUDIO ..	9
3.2.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	10
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	10
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	11
3.5.	PROTOCOLO DE CRÍA PALOMILLA GITANA DE LOS CEREALES Y ORIOUS SP.....	12
3.6.	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEPREDADORA Y RESPUESTA FUNCIONAL DE LAS ESPECIES DE ORIOUS SP.	13
3.7.	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	14
3.8.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	14
4.	RESULTADOS	15
4.2.	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD /SHANNON-WIENER.....	15
4.4.	ESTABLECIMIENTO DE PIE DE CRÍA CON FINES DE INVESTIGACIÓN	17
5.	MATRIZ DE RESULTADOS	17
6.	IMPACTO ESPERADO	18
7.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
8.	CONCLUSIONES	20
9.	REFERENCIAS	21
10.	APÉNDICE	26

Índice de figuras

FIGURA 1: RESPUESTA FUNCIONAL. NÚMERO DE PRESAS CONSUMIDAS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PRESAS OFRECIDAS AL DEPREDADOR.**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**8

Índice de tablas

TABLA 1: COORDENADAS DE LOS SITIOS DONDE SE REALIZARON LAS COLECTAS1010

TABLA 2: ESPECIES DE CHINCHE PIRATA, LUGAR DE MUESTREO Y PLANTAS HOSPEDERAS DONDE SE HAN COLECTADO**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**15

TABLA 3: VALORES PARA CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE ORIOUS SP., DE LA RERIÓN ORIENTAL DE GUATEMALA.1516

TABLA 4: RESPUESTA FUNCIONAL Y CAPACIDAD DEPREDAORA DE *O. INSIDIOSUS* DE LA LOCALIDAD UPAYON Y PINALITO.**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**16

TABLA 5: MATRIZ DE RESULTADOS DEL PROYECTO: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DEPREDAORA Y RESPUESTA FUNCIONAL DE CHINCHE NATIVA DEPREDAORA COMO ESTRATEGIA DE CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS EN CULTIVOS PROTEGIDOS..1617

TABLA 6: IMPACTO ESPERADO DEL PROYECTO: IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DEPREDAORA Y RESPUESTA FUNCIONAL DE CHINCHE NATIVA DEPREDAORA COMO ESTRATEGIA DE CONTROL BIOLÓGICO DE TRIPS EN CULTIVOS PROTEGIDOS.**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**18

Apéndice

APÉNDICE 1: DATOS DE CHINCHES DE UPAYÓN PARA ANÁLISIS PROBIT, DOSIS TRANSFORMADA A LOGARITMO BASE 10 Y PORCENTAJE DE MUERTES TRANSFORMADO A DATOS PROBIT CON LA TABLA DE FINNEY (1952)2825

APÉNDICE 2: *PRESAS OFRECIDAS PRESAS VRS. PRESAS CONSUMIDAS, BIOTIPO UPAYON.***ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**26

APÉNDICE 3: DATOS DE CHINCHES DE PINALITO PARA ANÁLISIS PROBIT, DOSIS TRANSFORMADA A LOGARITMO BASE 10 Y PORCENTAJE DE MUERTES TRANSFORMADO A DATOS PROBIT CON LA TABLA DE FINNEY (1952).2927

APÉNDICE 4: *PRESAS OFRECIDAS VRS PRESAS CONSUMIDAS, LOCALIDAD PINALITO*.....28

APÉNDICE 4: *PRESAS OFRECIDAS VRS PRESAS CONSUMIDAS, LOCALIDAD PINALITO*.....29

“Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de trips en cultivos protegidos”

Resumen

Orius sp. (Hemiptera:Anthocoridae), comúnmente llamada chinche pirata, es un agente de control biológico importante para manejo de plagas en ornamentales y cultivos protegidos. El objetivo del proyecto fue identificar las especies nativas en diferentes localidades y evaluar la respuesta funcional para el manejo del trips *Frankiniella occidentalis* en cultivos protegidos. La identificación se realizó a través de claves dicotómicas comparando morfología externa y genitalia. Las especies encontradas en las localidades (biotipos) fueron *O. insidiosus*, *O. thyestes* y *Orius* sp. colectadas en girasol silvestre (*Melampodium* sp.), mozote (*Bidens pilosa*), maíz (*Zea maydis*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y maicillo (*Sorghum bicolor*). Fue establecido un protocolo de cría con duración de huevo a adulto de 16.5 días a 26°C y 12 h de fotoperiodo con dos de los ocho biotipos colectados, siendo las especies de la localidad de Pinalito (*O. insidiosus*) y Upayón (*O. insidiosus*) los establecidos. La tasa de depredación de trips de los biotipos adaptados al protocolo de cría fueron superior al 80% y la respuesta funcional fue ubicada en tipo II, dependiente de la densidad de presas ofrecidas.

Palabras clave: Control biológico conservativo, Depredador generalista, Plantas arvenses, Anthocoridae.

"Identification, evaluation of predatory capacity and functional response of predatory native bug as a strategy of biological control of Trips in protected crops"

Abstract

Orius sp. (Hemiptera: Anthocoridae), commonly called pirate bug, is an important biological control agent for the management of pests in ornamentals and protected crops. The objective of the project was to identify the native species in different localities and to evaluate the functional response for the management of thrips *Frankiniella occidentalis* in protected crops. The identification was made through dichotomous keys comparing external morphology and genitalia. The species found in the localities (biotypes) were *O. insidiosus*, *O. thyestes* and *Orius* sp. collected in wild sunflower (*Melampodium* sp.), mozote (*Bidens pilosa*), corn (*Zea mays*), bean (*Phaseolus vulgaris*) and maicillo (*Sorghum bicolor*). A breeding protocol with egg-to-adult duration of 16.5 days at 26°C and 12h of photoperiod was established with two of the eight biotypes collected, with the species from the locality of Pinalito (*O. insidiosus*) and Upayón (*O. insidiosus*) the established ones. The thrips predation rate of the biotypes adapted to the breeding protocol was higher than 80% and the functional response was located in type II, depending on the density of prey offered.

Keywords: Conservative biological control, Generalist predator, Weeds plants, Anthocoridae.

1. Introducción

Los cultivos agrícolas se están viendo fuertemente afectados por insectos plagas, debido al cambio climático, tal cambio en el clima y tiempo altera profundamente los ciclos biológicos, dinámica poblacional, distribución en los cultivos y modifica el patrón reproductivo (Bale et al., 2002; Porter, Parry, & Carter, 1991). El complejo de trips es una plaga polífaga que causa serios daños económicos en los vegetales, ornamentales y cultivos protegidos alrededor todo el mundo (Murai, 2000), con el aumento de la temperatura en los últimos años está favoreciendo en incrementar el ciclo de vida de los trips y prolongando el periodo favorable para su desarrollo, resultando en mayor número de generación durante el ciclo del cultivo aumentando las pérdidas en los cultivos (Houghton et al., 2001). De acuerdo con los datos de Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (Fasagua) (2012), el complejo de trips en el cultivo del chile pimiento provocó pérdidas que oscilan entre 49 a 69%.

El control convencional para el complejo de trips en los cultivos de cebolla, tomate, chile pimiento y chile dulce se basa en las aplicaciones múltiples de insecticidas (Shelton et al., 2006), tales aplicaciones de mismas moléculas y consecutivas aumenta la resistencia a los insecticidas, costos de la producción y productos con residualidad de los agrotóxicos (Nault, Hsu, & Hoepting, 2013). Por lo tanto, para hacer frente a dichos problemas, se pueden utilizar diferentes alternativas como microorganismos (bacterias y hongos) y depredadores. Dentro de los agentes de control biológico que destacan un alto interés para el control del complejo de trips es el uso de diferentes especies de *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) (Bueno, 2009; Chambers, Long, & Helyer, 1993; Silveira, Bueno, & Van Lenteren, 2004; van den Meiracker & Ramakers, 1991). Miembros del género *Orius* son predadores omnívoros de pequeños insectos (trips, áfidos, escamas y pequeños gusanos), huevos de diferentes insectos plagas y ácaros (Lattin, 2000; van Lenteren, Roskam, & Timmer, 1997). Además, por su alta capacidad de control de *Frankliniella occidentalis* Pergande y *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) en diferentes países de Europa, Asia y América ha surgido un alto interés en el uso de programas de manejo de plagas (Baez, Reitz, & Funderburk, 2004; Reid, 1991; van Lenteren 2012), dentro de las especies registradas las de mayor uso en programas de manejo para trips en se encuentran *O. niger* (Wolff), *O. minutus* L., *O. majusculus* (Reuter), *O. insidiosus* (Say) y son usualmente encontrados en flores, hojas de los cultivos o

en las malezas (Deligeorgidis, 2002; Schreuder, & Ramakers, 1989; Van De Veire & Degheele, 1992; Villeveille & Millot, 1991).

A pesar de la importancia actual de este tipo de información, no existen estudios en Guatemala que documenten las especies autóctonas de chinche pirata y su evaluación de depredación sobre los trips. Para responder a las hipótesis si existían *Orius* sp. nativos en Guatemala y si tenían capacidad de depredar trips de las flores *F. occidentalis* fueron realizadas colectas de febrero a mayo del 2018 en las localidades de Baja Verapaz, Jalapa, Zacapa y Jutiapa y posteriormente evaluada la capacidad depredadora y respuesta funcional de los biotipos adaptados al protocolo de cría. La tasa de depredación de trips de los biotipos fue superior al 80% y la respuesta funcional fue ubicada en tipo II, dependiente de la densidad de presas ofrecidas, con un ataque constante al inicio y luego un decaimiento de depredación.

2. Marco teórico y estado del arte

2.1. Biología y ciclo de vida del trips

Los trips son insectos pertenecientes al orden Thysanoptera, son plagas polífagas que causan serios daños en hortalizas, principalmente en flores y cultivos bajo invernadero alrededor todo el mundo (Murai, 2000), con el aumento de la temperatura en los últimos años está favoreciendo en incrementar el ciclo de vida de los trips y prolongando el periodo favorable para su desarrollo, resultando en mayor número de generación durante el ciclo del cultivo aumentando las pérdidas en los cultivos (Houghton et al., 2001). La especie *Frankliniella occidentalis* (Pegande) tiene la capacidad de ovipositar por partenogénesis 326 huevos y fecundadas por fase sexual de 303 huevos, donde predominaron los machos (42% de hembras y 58% de machos eclosionados). La duración de su ciclo de vida bajo condiciones de laboratorio, definiendo que la etapa de huevo duró de 4 a 5 días, las ninfas del primero y segundo instar tuvieron una duración de 3 a 4 días y de 5 a 8 días respectivamente, la pupa de 3 a 5 días y los adultos de 60 a 120 días (Cardenas & Corredor, 1989).

Los trips se caracterizan por poseer un par de lacinias maxilares como agujas, tienen unos márgenes como canal para formar un tubo. Además, poseen un par de mandíbulas que son utilizadas para realizar incisiones en el tejido vegetal y posteriormente los maxilares ingresa en las células vegetales para succionar su contenido (Mound & Marullo, 1996).

Ciertos atributos biológicos de *F. occidentalis* contribuyen para ser una plaga directa en gran diversidad de cultivos, causando daños directos e indirectos, como la transmisión de enfermedades viróticas. Debido a que su hábito alimenticio es polífago, le permite distribuirse y colonizar una diversidad de plantas cultivadas. Tanto las larvas como los trips adultos tienen una misma forma de alimentarse, comparten las mismas partes de la planta. Posee un ciclo de vida corto y una determinación de los sexos haplodiploide esto hacer que sea una plaga más difícil para su manejo y control (Reitz, 2009).

2.2. Trips como Plagas de Cultivos Protegidos

Presentan ciclo corto y se adaptan a las condiciones que presentan los ambientes protegidos, además, son transmisores del virus tospovirus en muchos cultivos y provocan daños directos (Immaraju, Paine, Bethke, Robb, & Newman, 1992). En los daños directos

podemos mencionar en ataques severos se producen deformaciones en las hojas tales como hojas rizadas, enruladas y arrugadas y en casos extremos hay una reducción en el crecimiento de la planta por las hojas rizadas, enruladas y arrugadas, provocando la marchitez de la planta. La mayoría de insectos se encuentran concentrados en flores y frutos (Steiner, & Goodwin, 2005).

2.3. Problemas de Trips en Guatemala

Según Fasagua (2014), los principales cultivos que ataca *F. occidentalis* y *T. tabaci* son el pimiento, tomates de invernadero, cebolla y cucurbitáceas. Esta especie se ha constituido como la principal plaga del cultivo del pimiento, provocando pérdidas significativas tanto en la producción por daños en los frutos como por contaminación del virus bronceado del tomate (TSWV). Este insecto ha adquirido resistencia a la mayoría de insecticidas que se han creado para su control, por lo tanto, se constituye por sus daños y su complicado control en una plaga primaria en este cultivo. *F. occidentalis* ocasiona lesiones de coloración blanquecina plateada en frutos, esto como consecuencia de su hábito de alimentación. En ataques severos se producen deformaciones tales como hojas rizadas, enruladas y arrugadas y en casos extremos hay detención del crecimiento por lo que las hojas se retuercen, se enroscan, marchitan y mueren. La mayoría de insectos se encuentran concentrados en flores y frutos (Steiner, & Goodwin, 2005).

2.4. Control Biológico de Plagas

El control biológico es definido como el uso de uno o varios organismos vivos para reducir la densidad poblacional de plagas a un nivel bajo o cercano a su supresión (DeBach, 1982; van Lenteren, 2012). Actualmente el control biológico de plagas asume importancia cada vez mayor en los programas de manejo integrado de plagas (MIP) (Parra , 2002), este crecimiento del control biológico es debido a la búsquedas de soluciones donde los insecticidas químicos no funcionan, resistencia de las plagas a los insecticidas químicos y el sobreuso de los insecticidas químicos que consecuentemente causan riesgos en la salud pública y amenaza el ecosistema (Hajek & Eilenberg, 2018).

Los organismos vivos que actúan como agentes de control biológico de plagas está

constituido por parasitoides, patógenos y depredadores. Los entomófagos (parasitoides y depredadores) ha sido considerados durante mucho tiempo, el grupo más importante dentro del conjunto de organismo que ejercen su acción como enemigos naturales (Nilda & Vázquez, 2004). Dentro de los entomófagos, los casos de mayor éxito en el control biológico han sido los depredadores (van Drische & Bellows, 1996). Se han identificado 224 familias (ubicadas en 15 órdenes) con hábito entomófago, de éstas, en 167 familias (14 órdenes) se encuentran depredadores (Clausen, 1940). Los depredadores de alguna importancia se encuentran ubicados en nueve órdenes: Orthoptera, Dermaptera, Thysanoptera, Hemiptera, Neuroptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Diptera y los de mayor importancia pertenecen a los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Diptera y Hemiptera (Van Driesche, & Bellows, 1996). Algunos ejemplos de insectos predadores de alta importancia en el control biológico, *Chrysoperla externa*, *Labidura riparia*, *Cycloneda sanguinea*, *Porasilus barbiellini*, *Brachygastera lecheguana*, *Podisus nigrispinus* y *Orius* sp. (Nilda, & Vázquez, 2004).

2.5. Orius sp.

Dentro de los depredadores más conocidos están varias especies de *Orius* Wolff 1811 (Anthocoridae: Hemiptera), estos presentan un alto potencial para usos de programas de control biológico (Bueno, 2009). Poseen características que justifican su utilización como agentes de control biológico, tales como alta eficiencia de búsqueda, capacidad de sobrevivir en baja densidad de presas y aumentar su población cuando ocurren presas en abundancia (Bush, Kring, & Ruberson, 1993). Actualmente son los principales enemigos naturales de trips en cultivos bajo invernadero principalmente para el control de *Frankliniella occidentalis* Pergande y *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) en toda Europa, Estados Unidos y Canadá (van Lenteren, 2000). Mundialmente ocurren cerca de 70 especies, distribuidas en todas las regiones zoogeográficas (Péricart, 1972). Diversas especies son bastante conocidas en su biología y comportamiento, sobre todo aquellas de la región Paleártica (Bush et al., 1993). Son comunes en una gran cantidad de hábitats, desde vegetación nativa, plantas invasoras (malezas), cultivos como chile pimiento, frijol, maíz, crisantemos y hortalizas y ornamentales. Además, son beneficiados donde existe policultivos debido a que las plantas invasoras sirven como abrigo para poblaciones (Bueno, 2009).

En cultivos protegidos, principalmente para la producción de vegetales y flores es común el uso intensivo de control químico, pues el mantenimiento de un microclima para la rápida producción vegetal propicia el surgimiento de plagas más rápidas que en condiciones de campo. Además, tales cultivos son monocultura intensivas con bajísima diversidad (Parrella, Hansen, & van Lenteren, 1999). Debido a esto los productores de países desarrollados ya están utilizando el control biológico como importante arma en el manejo integrado de plagas con la liberación inoculativa de depredadores para el control de trips, siendo un sistema que ha presentado éxitos en cultivos bajo invernadero (Parrella et al., 1999).

2.6. Respuesta funcional

Una de las cosas más importantes para un consumidor es la densidad de su alimento y en consecuencia su disponibilidad inmediata, ya que por regla general cuanto mayor es la densidad del alimento disponible, el consumo es mayor (Begon et al., 1999). La relación entre la tasa de consumo de un individuo y la densidad del alimento recibe el nombre de respuesta funcional (Solomon, 1949). Esto se refiere a las diferencias en los comportamientos de los individuos (parasitoide o depredador) en función de los cambios de densidad del huésped o presa (Rodríguez & Arredondo, 2007).

Holling (1959) describió tres tipos de respuesta funcional: en la respuesta de tipo I (con una pendiente igual a la eficiencia de búsqueda), hasta llegar a un punto a partir del cual la máxima tasa de ataque permanece constante representada por la asíntota en la curva (Figura 1a).

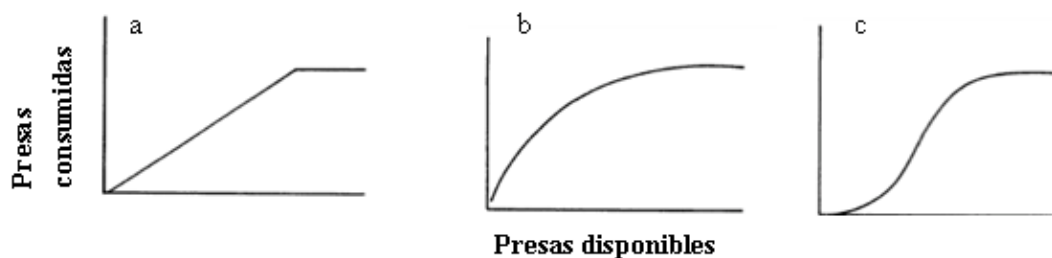


Figura 1. Respuesta funcional. Número de presas consumidas en función del número de presas ofrecidas al depredador. (a) Tipo I, (b) Tipo II y (c) Tipo III (modificada de Rodríguez y Arredondo, 2007).

En la respuesta funcional de tipo II aparece otro parámetro, denominado tiempo de manipulación (T_m). Éste se define como el tiempo dedicado a perseguir, dominar y consumir a la presas mas el tiempo de preparación para la siguiente búsqueda. Dado que el tiempo dedicado a la búsqueda se reduce (debido al tiempo de manipulación), este tipo de respuesta resulta en un aumento desacelerado a medida que aumentan las presas consumidas, hasta llegar a una asíntota en la cual se expresa la máxima tasa de ataque ($[Tiempo]T/T_m$). A esta densidad, el tiempo disponible por el depredador es usado para manipular la presa y el tiempo de búsqueda resulta entonces despreciable. Para el caso de parasitoides, este tipo de relación resulta en un parasitismo denso-dependiente inverso, lo que implica que las presas, a altas densidades poblacionales, tendrán una menor probabilidad de ser atacadas que cuando están a densidades bajas (Figura 1b).

Una curva sigmoide es la que resulta en una respuesta de tipo III. En este caso, el número de presas consumidas por unidad de tiempo se acelera con el aumento de la densidad de presas, hasta que el tiempo de manipulación comienza a limitar su consumo hasta llegar a un punto en el cual la tasa de ataque permanece constante (Figura 1c).

El consumo de presas se ve afectado por tres procesos: el apetito de cada individuo, el éxito en la búsqueda de alimento y la intensidad de competencia entre los depredadores. El apetito de un depredador es determinado en gran medida por su tamaño corporal, su condición fisiológica, su estado físico y las condiciones climáticas (Crawley, 1975).

3. Materiales y métodos

3.1. Descripción y delimitación en tiempo y espacio del estudio

El estudio se realizó de febrero a diciembre de 2017, la colecta de las chinches se realizó en las localidades de: Estanzuela, Zacapa; Sanarate, El Progreso; Guastatoya, El Progreso; Salama, Baja Verapaz; San Jerónimo, Baja Verapaz; Santa Catarina Mita, Jutiapa. La reproducción de las chinches, la producción de la palomilla de los cereales (*Anagasta kuehniella*), la determinación de plantas hospederas y evaluaciones de capacidad depredadora se realizaron en el Centro de Diagnóstico Parasitológico (CDP), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Fausac).

3.2. Localización geográfica

La Tabla 1 muestra las coordenadas donde se realizaron las colectas, los datos se obtuvieron en formato Geográfico con el equipo GARMIN GPSMAP®62sc.

Tabla 1

Coordenadas de los sitios donde se realizaron las colectas

Localidad	Coordenadas UTM	Altura (msnm)*
Aldea La Fragua, Estanzuela, Zacapa	14°58'35"N 89°36'1"O	220
Aldea Upayón, Sanarate, El Progreso	14°48'50"N 90°11'40"O	850
Guastatoya, El Progreso	14°49'44"N 90°3'51"O	570
Salama, Baja Verapaz	14°49'44"N 90°3'51"O	960
Aldea La Fragua, Estanzuela, Zacapa	14°57'55"N 89°34'4"O	200
San Jerónimo, Baja Verapaz	14°57'55"N 89°34'4"O	1520
Aldea El Brasil, Santa Catarina Mita, Jutiapa	14°28'10"N 89°44'52"O	700.6
Aldea El Pinalito, San Pedro Pinula, Jalapa	14°39'44" N 89°50'47" O	1485

Nota: *msnm = metros sobre el nivel del mar

3.3. Tipo de investigación

La investigación fue de carácter cuantitativo al registrar el número de especies de *Orius* sp. en las regiones y los cultivos o plantas invasoras en los cuales fueron colectadas. También tuvo un alcance descriptivo, por la descripción morfológica de las especies colectadas en cada región, el enfoque correlacional explicativo se realizó a través de la prueba de capacidad depredadora y respuesta funcional. El alcance aplicativo consistirá el inicio de la liberación de depredadores nativos para el control de trips en los cultivos de chile pimiento y tomate en cultivos protegidos.

El estudio se realizó de febrero a diciembre de 2017, en tres etapas de trabajo las cuales fueron:

- Fase campo: colecta de chinche depredadora en las plantas y lugares de muestreo.

- Fase de laboratorio: desarrollo de protocolo para pie de cría de *Anagasta kueiella* y reproducción de chinche nativa para pruebas de capacidad depredadora.
- Fase de gabinete: obtención de datos para las variables de respuesta.

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. Colecta, registro y asociación de *Orius* en plantas cultivadas y malezas

Las colectas fueron realizadas en cultivos protegidos, cultivos a campo abierto o plantas invasoras (malezas) en las localidades de Estanzuela, Zacapa; Sanarate, El Progreso; Guastatoya, El Progreso; Salama, Baja Verapaz; San Jerónimo, Baja Verapaz; Santa Catarina Mita, Jutiapa de febrero a mayo de 2017, realizando colectas quincenales totalizando un total de ocho colectas.

Cada sitio de muestreo fue seleccionado en base a la presencia de las plantas invasoras y de los cultivos agrícolas. Las coordenadas geográficas de referencia fueron adquiridas a través de GARMIN GPSMAP®62sc. La colecta se realizó de forma activa sacudiendo las plantas de maíz (*Zea mays* L), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum* sp.), girasol (*Helianthus* sp.), mozote (*Bidens pilosa*), amaranto (*Amaranthus* sp.) de una forma vigorosa dentro de una bolsa de polietileno para posteriormente ser colocados en bandeja plástica y separadas las chinches depredadoras por medio de un succionador entomológico que consiste en un frasco de vidrio con dos mangueras, y acondicionados en frascos con alcohol al 70% para su conservación. Las especies de *Orius* y las plantas hospederas asociadas fueron identificadas en laboratorio de Fitopatología y Parasitología, Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos (UVIGER), Facultad de Agronomía, USAC.

Estas colectas fueron direccionadas a través de muestreo dirigido hacia las plantas que estén en etapa de floración donde la mayor población de Chinche depredadora se se presenta (Bueno, 2009; Lattin, 2000).

3.4.2. Identificación de las especies de chinches depredadoras de trips y sus plantas hospederas

Las especies de chinche pirata *Orius*, fueron identificadas a través de montajes de genitalia masculina, la cual es la estructura más confiable para la determinación (Herring, 1966). Fue retirado el abdomen de los especímenes macho e inmerso en KOH 10% y hervido en baño maría aproximadamente por 20 min. Posteriormente fueron transferidos para un vidrio de reajo conteniendo agua destilada. Se procedió al retiro de la genitalia con agujas entomológicas número cero. En seguida, la genitalia fue colocada en aceite de clavo por 15 min para el montaje en portaobjetos en solución de Hoyer. Las Hembras serán identificadas según morfología del tubo copulatorio (Péricart, 1972).

Las plantas hospederas fueron identificadas a través de descripciones botánicas, debido a lo común de ellas y a su facilidad de identificación en campo. Se estimó el Índice de Diversidad Shannon-Wiener de *Orius* de toda la muestra.

3.5. Protocolo de cría palomilla Gitana de los cereales y *Orius* sp.

3.5.1. Cría de palomilla Gitana de los cereales

Para la alimentación de los *Orius* sp., consistió en huevos de palomilla gitana de los cereales (*Anagasta kuehniella* Zeller). Las palomillas fueron criadas en cajas plásticas de 20 x 20 cm con una abertura de 17 x 15 cm en la parte superior para intercambio de oxígeno. En la caja plástica se coloca una dieta constituida de 500 g de harina de trigo integral fortificada con 3% de levadura de cerveza. Como población inicial se agregó 0.33gr de huevecillos de *Anagasta*. Después de los 40 días se procedieron a colectar los adultos por medio de una aspiradora y se transfirieron a tubos de PVC donde se procedieron a realizar la colecta de huevecillos, estos fueron almacenados en refrigeradoras, estos huevecillos constituyeron la dieta alimenticia de chinches depredadoras.

3.5.2. Establecimiento del Protocolo de cría para Producción de las Chinchas Pirata colectadas (*Orius* sp.)

En Erlenmeyer se colocaron 10 parejas de *Orius* sp. con 4 a 6 brotes tiernos de mozote que le sirvieron de sustrato de ovipostura, a los tres días se procedió a retirar los brotes y fueron colocados en cajas Petri de vidrio de 8 cm de diámetro, tapadas con parafilm y algodón humedecido con aproximadamente 0.1g de huevos de *A. kuehniella* para su alimentación. Las cajas Petri fueron revisadas cada dos días para agregar más alimento, adicionalmente, se revisó que la humedad relativa en la caja Petri fuera del 60% para un buen desarrollo de las ninfas de *Orius*. A los diez días se procedió a colectar los adultos por medio de un aspirador entomológico, 80% de adultos colectados sirvieron para hacer las pruebas de capacidad depredadora y respuesta funcional y 20% para mantener el pie de cría.

3.6. Evaluación de la capacidad depredadora y respuesta funcional de las especies de *Orius* sp.

Los biotipos de Upayón y Pinalón fueron los únicos que sobrevivieron al protocolo de producción de cría en el laboratorio. Para la preparación de las presas para los ensayos de capacidad depredadora y respuesta funcional, los trips fueron colectados de hojas de chile pimiento infestada, se sumergía momentáneamente en agua para entorpecer el movimiento para el fácil manejo, con pincel de pelo de la hoja de chile se colectaron los trips y luego se colocaron en un pedazo cortado de hoja. Las hojas de chile fueron previamente humedecidas para lograr que la presa se adhiriese el tiempo suficiente para colocar el número total antes de ser introducida al vial, el tamaño aproximado del pedazo de hoja fue de 3 x 2 cm, el pequeño tamaño era necesario para no entorpecer la movilidad al depredador dentro del tubo. Para los ensayos, las presas serán cuantificadas después de 24 h, se contaron primero las presas presentes vivas y haciendo una resta se calcularon a las presas consumidas; la razón de considerar a todas las presas muertas como depredadas por *Orius* sp. es por sus hábitos de que solo perfora a la presa una o dos veces y se aleja dejando aun a la presa con cierto movimiento la cual muere después.

Para la evaluación de la capacidad depredadora y respuesta funcional, se colocó un adulto de cada biotipo, Upayón y Pinalón (Tratamientos) en cajas Petri, conteniendo un pedazo de hoja de chile pimiento con densidades de 5, 10, 15, 20 y 25 trips por cada unidad experimental, para cuantificar la mortalidad versus las densidades de presa ofrecidas y se tomó el dato de la densidad de 15 para para cuantificar el porcentaje (%) de depredación en 24 h. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento por conveniencia.

3.7. Definición de variables

Debido a que se efectuó el proyecto en laboratorio y campo se tuvo diferentes variables para cada una de las etapas. Las variables a obtener fueron: Número de especies de chinches depredadoras de trips nativas de Guatemala, número de especies de plantas hospederas y número de especies de trips a los cuales están asociadas las especies de *Orius* sp. Para la capacidad depredadora y respuesta funcional las variables fueron: % de trips depredados a las 24 h, y mortalidad de trips en las diferentes densidad de presas ofrecidas.

3.8. Análisis de la información

El inventario de chinches depredadoras y plantas hospederas se analizó descriptivamente y con la estimación del índice biodiversidad Shannon-Wiener, tomando la muestra total de especies colectadas en plantas hospederas del área oriental del país, para la respuesta al protocolo de cría se estableció el tiempo promedio de las diferentes etapas de desarrollo de las chinches y para la capacidad depredadora se compararon los promedios de depredación de los dos biotipos adaptados al protocolo de cría. La respuesta funcional se analizó construyendo una curva con el numero promedio de presas ofrecidas y el porcentaje de presas consumidas, comparando a curvas (modelo) teóricos que simulaban diferentes tipos de respuesta funcional. Para todos los ensayos se utilizó el programa Excel para realizar los análisis y tabulación de datos.

4. Resultados

4.1. Identificación de especie chinche depredadoras, trips y presencia en las plantas invasoras.

Las especies depredadoras encontradas en las muestras fueron *Orius insidiosus* (Say), *O. thyestes* (Herring) y *Orius* sp., estas especies se encontraron depredando únicamente a *Frankliniella occidentalis*. En cuanto, las especies vegetales hospederas de *Orius* fueron *Zea mays*, *Ageratum conyzoides*, *Melanthera nivea*, *Euphorbia* sp. y *Bidens pilosa* (Tabla 2).

Tabla 2

Especies de chinche pirata, lugar de muestreo y plantas hospederas donde se han colectado

Localidad	Especies identificada	Especie de trips asociado	Especies Vegetal Hospedera
Aldea La Fragua, Estanzuela, Zacapa	<i>Orius insidiosus</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	<i>Zea mays</i> L
			<i>Ageratum conyzoides</i> L
Aldea Upayón, Sanarate, El Progreso	<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>Amaranthus spinosus</i> L.
			<i>Bidens pilosa</i> L.
			<i>Melanthera nivea</i> L.
Guastatoya, El Progreso	<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>A. spinosus</i> L.
			<i>M. nivea</i> L.
			<i>A. spinosus</i> L.
Salamá, Baja Verapaz	<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>Z. mays</i> L.
			<i>Z. mays</i> L.
San Jerónimo, Baja Verapaz	<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>Z. mays</i> L.
			<i>Euphorbia</i> sp.
Aldea El Brasil, Santa Catarina Mita, Jutiapa	<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>Euphorbia</i> sp.
			<i>O. thyestes</i>
Aldea El Pinalón, San Pedro Pinula, Jalapa	<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>Z. mays</i> L.

4.2. Cálculo del índice de biodiversidad /Shannon-Wiener

En el estudio del índice de biodiversidad fue comprobado que la especie de *O. insidiosus* presenta mayor distribución y abundancia (Tabla 3). En las localidades *O. insidiosus* fue la

especie que se presentó en todos los muestreos y presenta un porcentaje acumulado de 93%. No se obtuvieron datos suficientes para calcular H^+ por localidad.

Tabla 3
Valores para cálculo del índice de diversidad de la comunidad de *Orius sp.*, de la región oriental de Guatemala.

Especies	Abundancia	Pi	Log ₁₀ Pi	Pi*LogPi
<i>O. insidiosus</i>	200	0.93	0.0315	0.029
<i>O. thyestes</i>	5	0.02	1.6989	0.0339
<i>Orius sp.</i>	10	0.05	1.301	0.065
				$\Sigma = 0.13$

El valor del índice de diversidad de especies de *Orius sp.* del área Oriente del país fue de 0.13.

4.3. Evaluación de la capacidad depredadora y respuesta funcional de especies de *Orius sp.* sobre los trips.

Los biotipos procedentes de las aldeas Pinalito y Upayón fueron los únicos que sobrevivieron a la climatización en el laboratorio, el cual se procedió a evaluar su capacidad depredadora y respuesta funcional sobre *F. occidentalis*. La capacidad depredadora de biotipo de Upayón en 24h fue superior al 80% de las presas ofrecidas y biotipo Pinalito el consumo en 24h fue superior al 80% de las presas ofrecidas (Tabla 4). La respuesta funcional fue ubicada como tipo II.

Tabla 4
Respuesta funcional y capacidad depredadora de *O. insidiosus* de la localidad Upayon y Pinalito.

Biotipo Upayón		Biotipo Pinalito	
Dosis (Cantidad de presa ofrecida)	Promedio de Consumo (%) (DE)	Dosis (Cantidad de presa ofrecida)	Promedio de Consumo (%) (DE)
5	100(0)	5	100(0)
10	100(0)	10	100(0)
15	96(0.8)	15	97(2.1)
20	82(1.83)	20	84(2.44)
25	88(7.6)	25	97(3.55)

4.4. Establecimiento de pie de cría con fines de investigación

Los dos biotopos que sobrevivieron a la adaptación completaron el ciclo de vida (huevo a adulto) en 14.6 días a 26°C con humedad relativa de 60%. El periodo medio (desviación estándar) embrionario o de incubación de los huevos de *O. insidiosus* fue de 4.2 (0.05) días y periodo ninfal completo de 10.4 (0.5 días).

5. Matriz de resultados

Tabla 5

Matriz de resultados del proyecto: Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de Trips en cultivos protegidos.

Objetivos específicos	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Identificar las especies de chinches depredadoras del género <i>Orius</i> sp., a través de morfología de genitalia.	Inventario de chinches depredadoras de Trips nativas de Guatemala	Se identificó a <i>Orius insidiosus</i> como la especie pre dominante en las localidades de colecta. Además, se encontró <i>O. thyestes</i> (Herring) y <i>Orius</i> sp. (La cual será enviada a experto para determinar la presencia de una nueva o especie.
Identificar las principales plantas hospederas y trips a los cuales están asociadas las especies de <i>Orius</i> sp.	Identificar de las principales plantas hospederas y trips asociados a <i>Orius</i> sp.	<i>O. insidiosus</i> se encontró en <i>Zea mays</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Melanthera nivea</i> , <i>Euphorbia</i> sp. y <i>Bidens pilosa</i> . Se determinó que <i>Frankliniella occidentalis</i> es la especie de trips que depredan
Evaluar la capacidad depredadora y respuesta funcional de <i>Orius</i> sp., a diferentes densidades ofrecidas de las presas de Trips	Realizar la capacidad depredadora en 24h y respuesta funcional de <i>Orius</i> sp., con densidades de cinco, 10, 15, 20 y 25 Trips.	La capacidad depredadora de biotipo de Upayón en 24h fue superior al 80% de las presas ofrecidas y biotipo Pinalito el consumo en 24h fue superior al 80% de las presas ofrecidas.

Establecer un protocolo de cría de <i>Orius</i> sp., con fines de investigación científica	Reproducción de chinche pirata en brotes tiernos de mozote como sustato de ovipostura y huevos de palomilla gitana de los cereales como alimento.	Desarrollo de huevo a adulto en 14.6 días a 26°C
--	---	--

6. Impacto esperado

Los objetivos propuestos por el estudio fueron completados satisfactoriamente ya que se reprodujo exitosamente a *Orius insidiosus* en brotes tiernos de mozote y se logró obtener la capacidad depredadora y respuesta funcional con *Frankliniella occidentalis*, lo que es promisorio para las evaluaciones en campo.

Tabla 6

Impacto esperado del proyecto: Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de Trips en cultivos protegidos.

Impacto esperado	Beneficiario potencial	Indicador verificable
Crear un protocolo de cría para <i>Orius insidiosus</i> , realizar un inventario de las especies de chinche nativa y los hospederos donde vive, determinar la capacidad depredadora y la respuesta funcional contra <i>Frankliniella occidentalis</i> .	Productores de cultivos protegidos a nivel nacional.	Se realizó inventario de las especies de chinche nativa depredadora y de sus plantas hospederas, se creó protocolo para la cría de chinche nativa depredadora utilizando brotes tiernos de mozote como sustrato, se determinó la capacidad depredadora y la respuesta funcional contra <i>Frankliniella occidentalis</i> .

7. Análisis y discusión de resultados

Durante los muestreos realizados en Estanzuela, Zacapa; Sanarate y Guastatoya, El Progreso; Salamá y San Jerónimo, Baja Verapaz y Santa Catarina Mita, Jutiapa se determinó que la especie de chinche depredadora existente en las localidades es *Orius insidiosus* y se encontró en plantas hospederas como *Ageratum conizoides* L., *Amaranthus spinosus* L., *Melanthera nivea* L. *Zea mays* L. y *Euphorbia* sp., lo anterior colectado dentro de invernaderos, sus alrededores o al aire libre con el objeto de domesticar a *O. insidiosus* reproduciendolo utilizando como sustrato brotes tiernos de *Bidens pilosa* (mozote) utilizando como alimento para desarrollo de instares ninfales huevos de *Anagasta kuehniella* (Cocuzza, De Clercq, Van De Veire, De Cock, Degheele, & Vacante, 1997). La especie de trips asociada a *Orius insidiosus* fue *Frankliniella occidentalis* y en estudios a nivel mundial se ha determinado que es un depredador que ejerce control sobre Trips (Chow, Chau, & Heinz, 2010).

No se obtuvieron datos suficientes para calcular H^+ por localidad, ya que dos especies fue el máximo identificado por localidad. Se procedió a calcular este índice para toda la muestra, tomando como comunidad toda la región muestreada (Región Oriental) en cultivos y plantas invasoras. El valor de $H^+ = 0.13$, este valor es bajo comparados con otros trabajos como lo señala (De la Mora-Estrada, Ruiz-Montoya, Ramírez-Marcial, Morón-Ríos, & Mayorga-Martínez, 2017) que en su investigación sobre análisis de Heteroptera (todas las chinches verdaderas), reporta un índice H que varía 1.61 a 3.19 en diferentes localidades. Esta diferencia de índices posiblemente se debe a que mientras más general es la categoría taxonómica a evaluar más alta es la diversidad, para este caso se analizó la diversidad del genero *Orius* lo que limita debido a que actualmente están identificadas solamente 12 especies a nivel mundial, con llevando encontrar baja diversidad en un solo muestreo realizado en cada localidad, aunado a esto este índice nos indica también la especificidad o nicho ecológico que tiene cada especie de *Orius* ya que al ver la abundancia es específica para determinadas planta.

La capacidad depredadora y respuesta funcional se realizó utilizando a *F. occidentalis* como presa a consumir por *O. insidiosus* en diferentes densidades (cinco, 10, 15, 20 y 25 presas), se utilizaron chinches depredadoras de dos localidades, Upayón y Pinalito; en ambos casos los resultados fueron muy similares ya que en ambos casos la capacidad depredadora no bajó del 80% de presas consumidas. La respuesta funcional tipo II se da cuando la depredación es

constante al principio con una tasa máxima de ataque y que luego decae, lo que indica que la presa en altas densidades tendrá menos probabilidad de ser atacada. Este tipo de respuesta es la más común en el fenómeno de depredación y parasitismo en la naturaleza.

El pie de cría, el rango de huevo a adulto en 14.6 días están en el rango aceptable de protocolos de cría. Según Cerna (2017), reporta un periodo total de huevo a adulto de 14.42 días, indicando que es un buen promedio en tiempo de producción masiva de este depredador. Este protocolo es muy importante para futuras producciones con fines de investigación. (Bueno 2009), también señala que las temperaturas optimas de producción de chinches piratas están en un rango de 24 y 32°C siendo nuestro protocolo de cría de 26°C con producciones similares en temperaturas evaluadas en otros países.

8. Conclusiones

- a. Se identificó a *Orius insidiosus* como la especie de chinche depredadora más abundante en todas las localidades muestreadas, presente en plantas invasoras de girasol silvestre (*Melampodium* sp.), mozote (*Bidens pilosa*) y en cultivos abiertos de maíz, frijol y maicillo.
- b. Se determinó que la chinche depredadora existente es *Orius insidiosus* y la especie de trips a la que está asociada es *Frankliniella occidentalis*.
- c. Se evaluó la capacidad depredadora de *Orius insidiosus* sobre *Frankliniella occidentalis*, siendo los biotipos Upayon y Pinalito los únicos adaptados a cría en condiciones controladas y depredación mayor del 80%. La respuesta funcional fue ubicada dentro de la tipo 1, indicando que la cantidad de consumo de presas depende de la densidad ofrecida.
- d. Se estableció protocolo de cría de *Orius insidiosus* con los biotipos colectados, completando el ciclo de desarrollo en 14.6 días a una temperatura de 26°C y HR de 60%, alimentados con huevos de *A. kukniella*, con sustrato de ovipostura brotes de mozote *Bidens pilosa*.

9. Referencias

- Baez, I., Reitz, S. R., & Funderburk, J. E. (2004). Predation by *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) on life stages and species of *Frankliniella* flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in pepper flowers. *Environmental Entomology*, 33(3), 662-670.
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., ... & Good, J. E. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology*, 8(1), 1-16.
- Begon M., Harper J. L., Townsend C. R., 1999, *Ecología Individuos, Poblaciones y Comunidades*, Ediciones Omega, Barcelona.
- Bueno, V. H. P. (2009). Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*, 33-76.
- Bush, L., Kring, T. J., & Ruberson, J. R. (1993). Suitability of greenbugs, cotton aphids, and *Heliothis virescens* eggs for development and reproduction of *Orius insidiosus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 67(3), 217-222.
- Cardenas, E., & Corredor, D. (1989). Biología del Trips *Frankliniella Occidentalis* (Pegande)(Thysanoptera: thripidae) sobre Crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Colombiana*, 6(1-2), 71-77.
- Cerna Inglés, L. R. (2017). Biología de *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthocoridae) bajo el efecto de dos tipos de alimentación, en condiciones de laboratorio. (Tesis de Pregrado) Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima, Peru.
- Chambers, R. J., Long, S., & Helyer, N. L. (1993). Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hem.: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Science and Technology*, 3(3), 295-307.
- Chow, A., Chau, A., & Heinz, K. M. (2010). Compatibility of *Amblyseius* (Typhlodromips) *swirskii* (Athias-Henriot)(Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on roses. *Biological control*, 53(2), 188-196.

- Cocuzza, G. E., De Clercq, P., Van De Veire, M., De Cock, A., Degheele, D., & Vacante, V. (1997). Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 82(1), 101-104.
- Crawley, M. J. (1975). The Numerical Responses of Insect Predators to Changes in Prey Density. *Journal of Animal Ecology*, 44, 877-892.
- DeBach, P. (1982). *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas* (No. SB975. D42 1964.). Editorial Continental.
- De la Mora-Estrada, L. F., Ruiz-Montoya, L., Ramírez-Marcial, N., Morón-Ríos, A., & Mayorga-Martínez, M. C. (2017). Diversidad de chinches (Hemiptera: Heteroptera) en bosques secundarios de pino-encino de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(1), 86-105.
- Deligeorgidis, P. N. (2002). Predatory effect of *Orius niger* (Wolff)(Hem., Anthocoridae) on *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Thrips tabaci* Lindeman (Thysan., Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 126(2-3), 82-85.
- Encuesta Nacional Agropecuaria. (2014). Recuperado de <http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/10/16/iQH6CPCSZUC1uOPe8fRZPen2qvS5DWsO.pdf>
- FAO. (2012). El Trips en el Pimiento. Recuperado de <http://www.fao.org/search/es/?cx=018170620143701104933%3Aqq82jsfba7w&q=trips+en+el+pimiento&cof=FORID%3A9&siteurl=www.fao.org%2Fhome%2Fes%2F&ref=&ss=5535j13352999j6>
- FASAGUA. (2014). Morfología del Pimiento. Recuperado de <http://www.fasagua.com/revista>
- Hajek, A. E., & Eilenberg, J. (2018). *Natural enemies: an introduction to biological control*. Cambridge University Press.
- Herring, J. L. (1966). The genus *Orius* of the western hemisphere (Hemiptera: Anthocoridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 59(6), 1093-1109.

- Holling, C. S. (1959). Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist*, 91(7), 385-398.
- Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguera, M., Van Der Linden, P. J., Dai, X., ... & Johnson, C. A. (2001). Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. *Climate change 2001: The scientific basis*, 388.
- Immaraju, J. A., Paine, T. D., Bethke, J. A., Robb, K. L., & Newman, J. P. (1992). Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *Journal of economic entomology*, 85(1), 9-14.
- Lattin, J. (2000). Economic importance of minute pirate bugs (Anthocoridae). In.: SCHOEFER, CW; PANIZZI, AR. *Heteroptera of economic importance*, 607-637.
- Mound, L. A., & Marullo, R. (1996). The thrips of Central and South America, an introduction (insecta: thysanoptera), Laurence Alfred Mound, Rita Marullo. *Memoirs on entomology, international*.
- Murai, T. (2000). Effect of temperature on development and reproduction of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on pollen and honey solution. *Applied Entomology and Zoology*, 35(4), 499-504.
- Nault, B. A., Hsu, C. L., & Hoepting, C. A. (2013). Consequences of co-applying insecticides and fungicides for managing *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on onion. *Pest management science*, 69(7), 841-849.
- Nilda, P. C., & Vázquez, L. (2004). Manejo ecológico de plagas. *La Habana, Cuba. Editorial Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural*, 127-284.
- Parrella, M. P., Hansen, L. S., & van Lenteren, J. O. O. P. (1999). Glasshouse environments. In *Biological Control* (pp. 819-839). Academic Press.
- Péricart, J. (1972). Hémiptères Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'ouest-paléarctique. *Fauna de l'Europe et du Bassin Méditerranéen*, 7, 1-404.
- Porter, J. H., Parry, M. L., & Carter, T. R. (1991). The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 57(1-3), 221-240.

- Reid, C. D. (1991). Ability of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to search for, find, and attack European corn borer and corn earworm eggs on corn. *Journal of economic entomology*, 84(1), 83-86.
- Reitz, S. R. (2009). Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. *Florida Entomologist*, 92(1), 7-13.
- Rodríguez del Bosque, L. A., Arredondo-Bernal H. C., (editores), 2007, Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México.
- Schreuder, R. G., & Ramakers, P. M. J. (1989). Onverwachte hulp bij geïntegreerde bestrijding. *Groenten & Fruit*, 45(5), 28-29.
- Shelton, A. M., Zhao, J. Z., Nault, B. A., Plate, J., Musser, F. R., & Larentzaki, E. (2006). Patterns of insecticide resistance in onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in New York. *Journal of economic entomology*, 99(5), 1798-1804.
- Silveira, L. C. P., Bueno, V. P., & Van Lenteren, J. C. (2004). *Orius insidiosus* as biological control agent of thrips in greenhouse chrysanthemums in the tropics. *Bulletin of Insectology*, 57(2), 103-109.
- Solomon, M. E. (1949). The natural Control of Animal Populations. *Journal of Animal Ecology*, 18, 1-35.
- Steiner, M. Y., & Goodwin, S. (2005). Management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Australian strawberry crops: within-plant distribution characteristics and action thresholds. *Australian Journal of Entomology*, 44(2), 175-185.
- van den Meiracker R, Ramakers P, 1991. Biological control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in sweet pepper with the anthocorid predator *Orius insidiosus*. In: Meded Fac Landbouwwet. Rijksuniv, Gent, 56, 241–249.
- Van De Veire, M., & Degheele, D. (1992). Biological control of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae), in glasshouse sweet peppers with *Orius* spp.(Hemiptera: Anthocoridae). A comparative study between *O. niger* (Wolff) and *O. insidiosus* (Say). *Biocontrol Science and Technology*, 2(4), 281-283.

- Van Driesche, R. G., & Bellows, T. S. (1996). Biology of arthropod parasitoids and predators. In *Biological control* (pp. 309-336). Springer, Boston, MA.
- van Lenteren, J. C. (2000). Critérios de selecção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In *Controle biologico de pragas: Producao massal e controle de qualidade* (pp. 1-19). Universidade Federal de Lavras.
- Van Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57(1), 1-20.
- van Lenteren, J. C., Roskam, M. M., & Timmer, R. (1997). Commercial Mass Production and Pricing of Organisms for Biological Control of Pests in Europe. *Biological Control*, 2(10), 143-149.
- Villevieille, M., & Millot, P. (1991). Lutte biologique contre *Frankliniella occidentalis* avec *Orius laevigatus* sur fraisier. *IOBC/wprs Bulletin*, 14(5), 57-64.

10. Apéndice

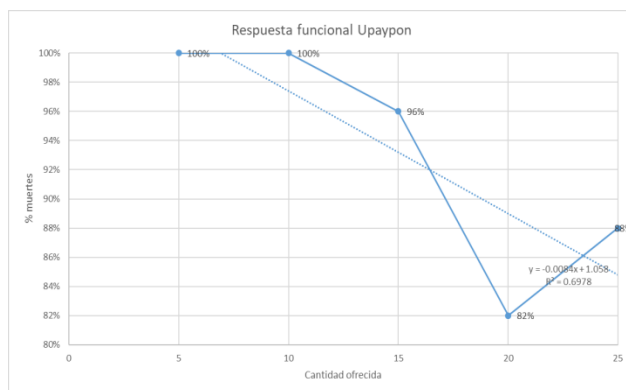
Apéndice 1

Datos de chinches de Upayón para análisis Probit, dosis transformada a logaritmo base 10 y porcentaje de muertes transformado a datos Probit con la tabla de Finney (1952).

Dosis	%Muertes	Log10	Probit
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
15	100%	1.18	8.09
15	100%	1.18	8.09
15	100%	1.18	8.09
15	93%	1.18	6.48
15	80%	1.18	5.84
20	100%	1.30	8.09
20	93%	1.30	6.48
20	88%	1.30	6.18
20	85%	1.30	6.04
20	84%	1.30	5.99
25	93%	1.40	6.48
25	88%	1.40	6.18
25	80%	1.40	5.84
25	80%	1.40	5.84
25	65%	1.40	5.39

Apéndice 2

Presas Ofrecidas Presas vs. Presas Consumidas, biotipo Upayon.

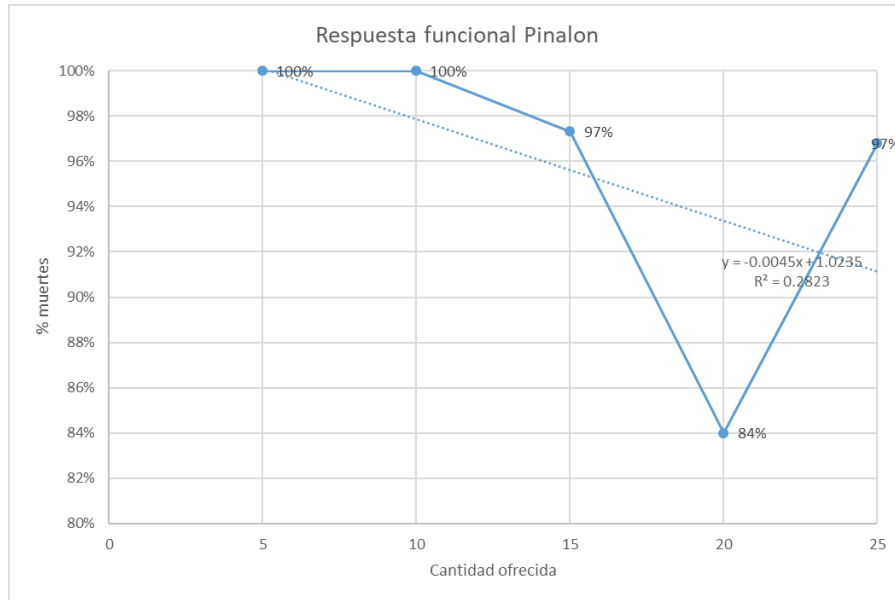


Apéndice 3

Datos de chinches de Pinalito para análisis Probit, dosis transformada a logaritmo base 10 y porcentaje de muertes transformado a datos Probit con la tabla de Finney (1952).

Dosis	%Muertes	Log10	Probit
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
5	100%	0.70	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
10	100%	1.00	8.09
15	100%	1.18	8.09
15	100%	1.18	8.09
15	100%	1.18	8.09
15	93%	1.18	6.48
15	75%	1.18	5.07
20	100%	1.30	8.09
20	100%	1.30	8.09
20	96%	1.30	0.06
20	93%	1.30	6.48
20	92%	1.30	0.2
25	100%	1.40	8.09
25	100%	1.40	8.09
25	96%	1.40	6.75
25	85%	1.40	6.04
25	60%	1.40	5.25

Apéndice 4
Presas Ofrecidas vrs Presas Consumidas, localidad Pinalito.



Apéndice 5: Fotografías del pie de cría de la palomilla gitana de los cereales y de *Orius insidiosus*.

a. Recipientes para cría y colecta de palomilla gitana de los cereales *Anagasta kuehniella*.



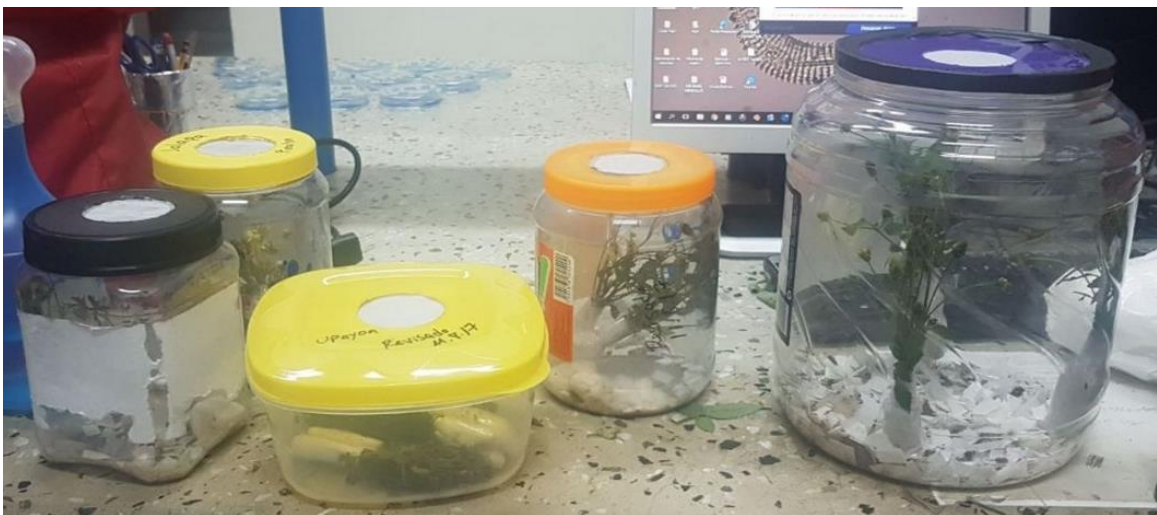
b. Traslado de palomillas a las cámaras de cría y oviposición de palomilla de los cereales



c. Colecta de huevecillos de palomilla gitana de los cereales Anagasta kuehniella



- d. Uso de brotes tiernos de mozote como sustrato de oviposición para las chinches colectadas.



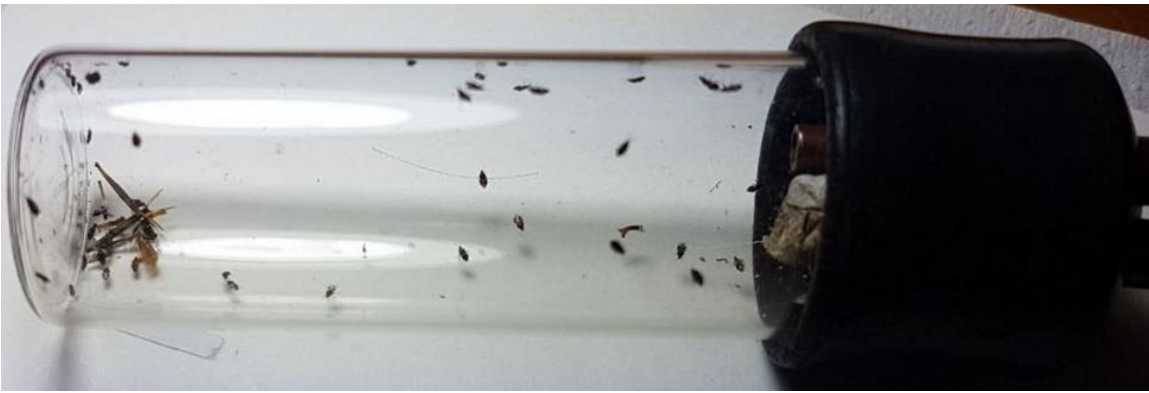
- e. Cuando los brotes tienen oviposiciones se trasladan a recipientes para la eclosión de las ninfas.



- f. Ninfas de chinche pirata emergidas de las oviposturas en mozote alimentándose de huevos de palomilla de los cereales.



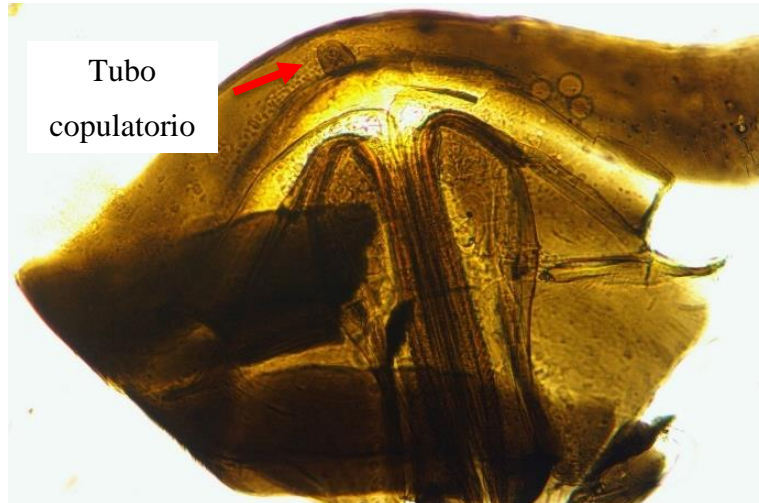
- g. Adultos de chinche pirata (F1) listos para colocarse en beakers con brotes de mozote tierno para continuar el ciclo de producción de huevos de chinche pirata.



- h. Plantas de mozote cultivadas para la obtención de brotes tiernos.



- i. Genitalia femenina, tubo copulatorio de hembra de *Orius insidiosus*, determinada según la clave de Say (1982) que identifica la genitalia masculina y tubo copulatorio de las hembras.



Actividades de gestión, vinculación y divulgación

La gestión, vinculación y divulgación fueron de la mano con la ejecución del proyecto con el fin de obtener apoyo para continuar con los proyectos de seguimiento. La metodología aplicada fue la realización de informes mensuales y presentación de avances del proyecto a las autoridades de Organizaciones no Gubernamentales y asociación de productores de hortalizas de los lugares en donde se realizó el estudio para que apoyen la creación de los Centros de Reproducción de Controladores Biológicos.

Orden de pago

LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Contratados por la contraparte y colaboradores	
PhD Heisler Alexander Gómez Méndez	Coordinador
Ing. Agr. Soren Sherwood Ramírez Barillas	Investigador
Ing. Agr. Pablo Antonio Polo Juárez	Investigador

CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Contratados por la Dirección General de Investigación				
Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			Si	No
Heisler Alexander Gómez Méndez	Profesor Titular I (Coordinador)	20020712		X
Soren Sherwood Ramírez Barillas	Investigador	20150343	X	
Pablo Antonio Polo Juarez	Investigador	20010270	X	

Nombre	Firma
Soren Sherwood Ramírez Barillas	
Pablo Antonio Polo Juárez	

PhD. Heisler Alexander Gómez Méndez

COORDINADOR

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar

Coordinador PUICB

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas