BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CICLO DE VIDA DE *Herpetogramma bipunctalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera:Pyralidae) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

TESIS

Para obtener el título de:

LICENCIADO (A) EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MONICA XOCHIMITL PÉREZ

DIRECTOR (A):

Dra. Betzabeth Cecilia Pérez Torres

ASESOR (A) DE TESIS:

Dr. Agustín Aragón García

ESTE TRABAJO SE REALIZÓ BAJO LA DIRECCIÓN DE LA **DRA. BETZABETH CECILIA PÉREZ TORRES** Y EL **DR. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA**. EL DESARROLLO DE LA TESIS FUE REALIZADA EN EL LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA DEL CENTRO DE AGROECOLOGÍA (CENAGRO) DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA, CON APOYO ECONÓMICO DE LA BECA OTORGADA POR LA **VICERRECTORIA DE INVESTIGACCIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO** EN LA CONVOCATORIA 2017 DEL PROGRAMA INSTIUCIONAL DE FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN Y A LA CONSOLIDACIÓN DE CUERPOS ACADÉMICOS Y PARA LA CONFORMACIÓN DE REDES DE INVESTIGACIÓN DENTRO DEL SUB-PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE INVESTIGADORES CONSOLIDADOS EN EL PROYECTO: DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS Y MARIPOSAS EN PAISAJES NATURALES Y BAJO MANEJO ANTROPOGÉNICO EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, ASÍ MISMO DE LA BECA OTORGADA POR EL **PROGRAMA PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE PARA EL TIPO SUPERIOR (PRODEP), COMO NPTC** CON FOLIO **PTC-556** Y NÚMERO DE CONVENIO **511-6/17/8017,** DENTRO DEL PROYECTO: **HÁBITOS Y CICLO DE VIDA DE LA LARVA CRISTALINA *Herpetogramma bipuntalis* (Lepidoptera: Pyralidae) PRINCIPAL PLAGA DEL CULTIVO DE AMARANTO** ESTANDO A CARGO DE LA DRA. BETZABETH CECILIA PÉREZ TORRES, PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN DE TESIS DENOMINADA: CICLO DE VIDA DE *Herpetogramma bipunctalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera:Pyralidae) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, YA QUE SIN ESTE GRAN APOYO NO PODÍA CULMINAR LA TESIS.

Agradecimientos

Laboratório de Entomologia: Muchas gracias por darme la oportunindad de realizar mi proyecto de tesís para así poder concluir un escalon, mas de mi preparación académica.

Tambien agradesco a la Doctora Betzabeth Cecilia Pérez Torres por su ayuda, sus conocimientos, su apoyo y sobre todo por su paciencia durante toda la tesis.

Al Doctor Agustín Aragón García por su apoyo y guía durante el trabajo de campo como en el escrito de esta tesis.

Y por último y no menos importante, a mi familia porque sin su apoyo este peldaño no seria posible

GRACIAS.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS i
ÍNDICE DE FIGURAS i
RESUMEN ii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. ANTECEDENTES 3
2.1 Generalidades del Orden Lepidoptera 3
2.2 Familia Pyralidae 4
2.3 Genero *Herpetogramma*
5
2 4 Clasificación taxonomía de *Herpetogramma bipunctalis* 5
2 5 Biología y morfología *Herpetogramma bipunctalis* 6
2.5.1 Huevo 6
2.5.2 Larva 6
2.5.3 Pupa o crisálida 6
2.5.4 Adulto o Imago 7
2.6 Ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis* 7
2.7 Distribución 7
2.8 Importancia de la especie de estudio 8
2.8.1 Importancia agrícola 8

III. JUSTIFICACIÓN 10

IV. OBJETIVOS 11
4.1 Objetivo general 11
4.2 Objetivos particulares 11

V. HIPÓTESIS 11

VI. ZONAS DE ESTUDIO 12
6.1 Temoc municipio de Morelos, México 12
6.2 Ciudad Universitaria del municipio de Puebla, México 13

VII. METODOLOGÍA 16
7.1 Colecta de *Herpetogramma bipunctalis* 16
7.2 Revisión y procesamiento del material de estudio 16
7.3 Cría de *Herpetogramma bipunctalis* 17
7.4 Ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis* 19

VIII RESULTADOS Y DISCUSIÓN 23
8.1 Ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis* 23
8.1.1 Parámetros biológicos de hembras de *Herpetogramma*

bipunctalis 23
8.1.2 Tiempo de desarrollo de la descendencia 23
8.1.3 Parámetros de la tabla de vida de *Herpetogrramma bipunctalis* 25
8.1.4 Longevidad de adultos 26

8.2 Descripción morfológica de cada uno de los estadios 27
8.2.1 Huevo 27
8.2.2 Larva I 27
8.2.3 Larva II 28
8.2.4 Larva III 28
8.2.5 Larva IV 28
8.2.6 Larva V 29
8.2.7 Prepupa 29
8.2.8 Pupa 30
8.2.9 Adulto o Imago 30

8.3 Manejo agroecológico de *Herpetogramma bipunctalis* 31

IX CONCLUSIONES 32

X LITERATURA CITADA 33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Parámetros biológicos de hembras de *H. bipuctalis*	23
2	Tiempo de desarrollo de la descendencia de *H. bipunctalis* bajo condiciones controladas de temperatura y humeda	25
3	Parámetros de la tabla de vida de *H. bipunctalis*	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pag.
1	Ubicación de la zona de colecta de larvas en estudio en el municipio de Temolac, Morelos, México.	12
2	Ubicación de la zona donde se llevó acabo el trabajo de laboratorio de *Herpetogramma bipunctalis*	14
3	Presencia de larva *H. bipunctalis* ocasionando daño en panoja y hojas de amaranto	17
4	Adulto alimentándose con solución de azúcar y agua al 10%	19
5	a) Pupa dentro del recipiente de cría individual de la lara, b) emergencia del adulto	21
6	Longevidad de adultos (en días) de macho y hembras en parejas y de forma individual de *H. bipunctalis*	26
7	Huevos de *H. bipunctalis* recién ovipositados	27
8	Larvas bien desarrolladas y apunto de eclosiona	28
9	Larvas del segundo estadio	28
10	Larva del quinto estadio	29
11	Prepupa empezando a enrollase con la seda que produce	29
12	Pupa de *H. bipunctalis*	30
13	Adultos de *H. bipunctalis*: a) macho, b) hembra.	30

RESUMEN

Para obtener el ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis*, se utilizaron 90 adultos de *H. bipunctalis* que fueron colocados dentro de ponederos elaborados con recipientes cilíndricos de plástico de 25.5 cm de altura y 14.5 cm de diámetro, además, se colocaron tiras de papel filtro en su interior para que la hembra pudiera depositar sus huevecillos y de esta forma sea más fácil de sacarlos. Como fuente de alimento se les proporcionó a las palomillas una solución de miel diluida en agua de garrafón, al 10%.

Una vez que ovipositaron las hembras en los ponederos se colocaron los huevos en un recipiente de plástico de 125 ml de capacidad, depositando un trozo de hoja de acelga para que las larvas al eclosionar se alimentaran. Los datos registrados fueron: color, forma del huevo, largo y ancho del mismo, tiempo de incubación y número de huevos con emergencia de larvas. De las larvas recién emergidas se seleccionaron 100 individuos y se colocaron de forma individual en recipientes de plástico. Se realizaron observaciones diarias para detectar los diferentes estadios larvarios, los datos que se evaluaron en esta fase fueron: color, número de mudas y tiempo de desarrollo de cada uno de los estadios, se tomaron las dimensiones largo y ancho de la cápsula cefálica y del cuerpo.

Con los datos registrados durante todo el desarrollo de la especie se construyó una tabla de vida y a partir de los datos obtenidos se estimó la supervivencia por edades (lx), la fecundidad (mx), así como la tasa intrínseca de crecimiento (r_m), tasa finita de incremento (λ λ), tasa de reproducción neta (R_0), duración media de una generación (T) y tiempo de duplicación de la población (DT).

El tiempo de desarrollo de *H. bipunctalis* de huevo a adulto acumuló un promedio de 30.46 ±1.99 días, pasando por ocho estadios larvales incluyendo la pre-pupa, la pupa y el adulto. Las hembras presentan una tasa intrínseca de crecimiento con una r_m = 0.065 la cual es muy baja, mientras que la tasa de reproducción Ro= 15.500 y el tiempo de duplicación TD=10.5711 días, a pesar de presentar con una r_m de un valor muy pequeño esta población a lo largo de generaciones tiende a aumentar

I. INTRODUCCIÓN

Las plagas constituyen una limitante severa en la producción de cultivos alimenticios y, por ende, los agricultores se enfrentan a reducciones en el rendimiento de sus cosechas, debido a una gran cantidad de plagas que afectan al cultivo en sus diferentes estados de desarrollo. Para tener un mejor éxito en el control de las plagas, se deben identificar correctamente al o los agentes causales, así como reconocer las opciones y tomar las acciones apropiadas (Saunders, 1998). Una mala determinación del agente causal nos lleva a tener un fracaso en su manejo (Aragón *et al*., 2014).

El conocimiento biosistémico de las formas inmaduras de los insectos es de gran valor en las áreas de agricultura sostenible, tales como en los servicios de cuarentena, extensión, control de plagas y en la entomología médico veterinaria. Por ello es fundamental conocer a los organismos que ocasionan daños importantes a los cultivos y lograr un manejo adecuado de las plagas, aspectos como la identificación de las especies, el reconocimiento de cada estado y de los instares del ciclo de vida del insecto entre otras. Los estados inmaduros son casualmente los que ocasionan mayor daño. Sin embargo, tradicionalmente en la mayoría de los textos de taxonomía de insectos, no se estudian los estados inmaduros o el tema se trata de forma superficial (Coto, 1998).

Los Coleópteros y Lepidópteros son los órdenes que presentan el mayor número de especies que dañan los cultivos agrícolas (Aragón *et al*. 2001). El orden Lepidoptera comprende un numeroso grupo de insectos de tamaño variado y diversidad morfológica que cuenta con casi 120,000 especies a nivel mundial (Urretabizkaya, 2010). Los lepidópteros son insectos con metamorfosis completa (holometábola), ya que durante su desarrollo pasan por huevo, larva (euciforme), pupa (obtectas) y adulto. En su etapa adulta, la mayoría de los lepidópteros, se

alimentan libando néctar, carroña, heces, orina, sudor y sangre de mamíferos (Chacón *et al*, 2007).

Este orden es de considerable importancia económica debido a que las larvas de la mayoría de las especies son fitófagas; muchas son plagas diversas plantas cultivadas al alimentarse del follaje, otras se alimentan de granos o cereales, lo que hace que los costos de rentabilidad del cultivo sean bajos (Coto, 1998).

El uso de tablas de vida nos permite comprender las causas de mortalidad de un partícular intervalo de edad y estimar la duración en tiempo de cada instar y pupal de una población. Cuantificar y comprender las causas de mortalidad permite inferir sobre la dinámica poblacional de insectos (Rodríguez, 1990).

II. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades del Orden Lepidoptera

La palabra lepidóptero proviene de las raíces griegas “lepis” que significa escamas y “pteros” que significa alas. El orden Lepidoptera está formado por 20 superfamilias y aproximadamente 75 familias. A nivel mundial se han reportado más de 250,000 especies de las cuales se han descrito cerca de 150,000. En la región Neotropical, se han encontrado la mayor diversidad de este orden con más de 35 % del número total de especies conocidas (46,000); de estas, la mayoría son estados inmaduros desconocidos o están apenas/parcialmente descritos (García Barros *et al*. 2015).

El mismo autor menciona que los lepidópteros se dividen en dos categorías: Rophalocera (mariposas diurnas) y Heterocera (mariposas nocturnas), estas últimas la mayor parte de las especies no han sido descritas, las cuales ofrecen un vasto campo de estudio a los taxónomos especialistas en Lepidoptera. El cuerpo de los lepidópteros presenta tres segmentado: cabeza, tórax y abdomen, su tipo de metamorfosis es holometábolo ya que atraviesan por cuatro fases huevo, larva, pupa y adulto.

Los huevos pueden ser depositados de uno en uno, en pequeñas masas o en grupos, son depositados en el envez de las hojas de la planta hospedadora o en otro soporte y en su gran mayoría cubiertos por escamas. El desarrollo larvario puede durar semanas o años según la especie (García Barros *et al*. 2015), en esta etapa, la larva u oruga consume una gran cantidad de alimento que le permitirá

guardar reservas para el desarrollo de la pupa y de esta forma pasar al estado de adulto (Metcalf y Flint, 1988). La fase de pupa se da con frecuencia en un refugio, que puede ser un capullo total o parcialmente construido con seda elaborada por la oruga para así poder efectuar su desarrollo y poder convertirse en adulto u imago (García Barros *et al*. 2015).

2.2 Familia Pyralidae

Las polillas de la familia Pyralidae, forman la tercera familia más grande de Lepidópteros, con unas 16,500 especies descritas, con una probable fauna de al menos 25,000 especies en todo el mundo. Se clasifican en 19 subfamilias, divididas en dos grupos: el grupo Crambinina, con 14 subfamilias (Crambinae, Schoenobiinae, Cybalomiinae, Linostinae, Scopariinae, Musotiminae, Midilinae, Nymphulinae, Odontiinae, Noordinae, Wurthiinae, Evergestinae, Glaphyriinae y Pyraustinae), y el grupo Pyralinina, con cinco subfamilias (Pyralinae, Chrysauginae, Galleriinae, Epipaschiinae, y Phycitinae) (Capinera, 2008).

El mismo autor comenta que los nombres de grupo a veces se elevan a familias separadas, como ya se hizo hace más de 100 años, pero también se pueden mantener dentro de la familia única Pyralidae como ha sido durante mucho tiempo. La subfamilia más grande es Pyraustinae, con alrededor de 7,500 especies en todo el mundo. La familia se encuentra en la superfamilia Pyraloidea en la sección Tineina, subdivisión Tineina, de la división Ditrysia.

También señala que los adultos son pequeños y largos (6 - 95 mm de envergadura), su cabeza es escamosa, los palpos labiales suelen ser porrectos y prominentes; los palpos maxilares con cuatro segmentos (raramente segmentados en dos o tres). Alas delanteras alargadas y puntiagudas, tienen manchas extremadamente variada, a menudo sometida y con varias marcas, muchas especies son muy coloridas; las alas posteriores son de coloraciones pálidas. La

mayoría de los adultos son nocturnos, algunos son crepusculares y algunos son diurnos.

Los huevos son puestos en masas y su número es muy variado, pero pueden llegar a ovipositar masas de hasta 50 huevos, cubiertos por escamas. Las larvas son enrolladoras de hojas donde construyen sus nidos para alimentarse y refugiarse, pero muchas son barrenadoras en semillas, frutos o tallos, o en túneles del suelo debajo de las plantas, también se alimentan de detritos (incluidos los productos almacenados), y algunos son minadores de hojas.

Diversas plantas vivas son consumidas por especies de esta familia, así como la materia vegetal seca que incluye semillas, nidos de himenópteros, colmenas de abejas y cera, y en muchas ocasiones estos refugios se convierten en sus hogares y en un problema como plagas de los graneros que han sido transportadas en todo el mundo por las actividades humanas (Delvare *et al*. 2002).

2.3 Género *Herpetogramma*

Dentro de ésta numerosa familia se encuentran el género *Herpetogramma* con 108 especies descritas a nivel mundial, de las cuales nueve (8.3%) están restringidas a Norteamérica, las polillas son grandes, la mayoría de las especies tienen varios tonos de marrón, y en la clave hay tres adjetivos para describir los tres tonos principales: marrón claro, marrón y marrón oscuro. Algunas especies son altamente variables externamente y se describieron varias veces. Las estructuras de los genitales son muy conservadoras, y solo presentan diferencias sutiles entre las especies (Solís, 2010).

2.4 Clasificación taxonómica de *Herpetogramma bipunctalis*

Scholtens and Solis (2015), indican que la clasificación taxonómica del gusano telarañero es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Arthopoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pyralidae

Género: *Herpetogramma*

Especie: *H. bipunctalis* (Fabricius, 1794)

Esta especie fue descrita como *Phalaena bipunctalis* por Fabricius (1794). *Pachyzancla* es un género sinónimo de *Herpetogramma*, por lo que muchos de los textos antiguos reportan a *H. bipunctalis* con el binomio *Pachyzancla. bipunctalis* (Scholtens and Solis, 2015), (FAO, 2016)

2.5 Biología y morfología de *Herpetogramma bipuctalis*

Las hembras de esta especie colocan sus huevecillos en grupos de cuatro a cinco en la superficie abaxial de las hojas (King y Saunders, 1984).

2.5.1 Huevo

El huevo es ovalado y aplanado en la parte donde se encuentra adherido a la hoja, es traslúcido y poco pigmentado, mide de 0.5 a 0.6.

2.5.2 Larva

La larva es translúcida, de color amarillo o verde-grisaceo. con manchas color marrón pálido a lo largo de todo el cuerpo, las cuales corresponden a las pináculas; la cabeza es de color café oscuro a negro; la placa cervical o escudo protorácico presenta márgenes laterales oscuros que se extiende hasta la seta D2; el escudo preespiracular está encerrado al espiráculo. Los espiráculos D y SD del mesotórax están fusionados (Coto, 1988, Capinera, 2001).

Aragón y Tapia (2009), reportan que la larva presenta seis manchas negras sobre el dorso, su cabeza es negra y el cuerpo verde cristalino, cuando termina su desarrollo llega a medir hasta 22 mm.

2.5.3 Pupa o crisálida

Cuando la pupa recién se encuentra formada es de color amarillo y posteriormente se torna de color marrón, mide de ocho a 10 mm de largo (King y Saunders, 1984; Sánchez y Vergara, 2002).

2.5.4 Adulto o Imago

El adulto es una palomilla que mides entre 21 y 24 mm de expansión alar, de color pardo claro con tres líneas obscuras en la parte dorsal del primer par de alas (Aragón y Tapia, 2009). Estas manchas son dos de forma circular y se encuentran en la parte central, cercanos al margen costal, y tres bandas transversales oscuras que recorren el ala desde margen costal hasta el margen anal; las alas posteriores presentan una mancha circular negra cercana al margen costal y dos bandas transversales más o menos paralelas que recorren el ala desde el margen costal hacia el ángulo anal. Los segmentos abdominales I y II con dos puntos negros conspicuos en el aspecto dorsal (Sánchez y Vergara, 2002).

2.6 Ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis*

El ciclo de vida de esta especie fue estudiado por Diez-Rodríguez *et al.* (2013); bajo condiciones controladas (25 ± 2 °C; 70 ± 20% HR; 14 h de fotoperiodo) y usando como sustrato la zarzamora (*Rubus* spp.). El periodo de incubación es de 5.59 ± 03 días; periodo larval 26.37 ± 0.29 días; la pupa 13.37 ± 0.19 días; periodo de pre-oviposición 2.67 ± 0.18 días; periodo de oviposición es de 13.6 ± 1.48 días; longevidad de la hembra adulta 17.51 ± 1.42 días y del macho adulto 19.25 ± 1.65

días; finalmente, registró que la capacidad de oviposición promedio es 252.63 huevos.

En el trabajo realizado por Lara-Villalón en el 2014 en el estado de Tamaulipas, reportó que el desarrollo de las larvas fue de 22 días. La etapa de crisálida tuvo una duración de 10 a 11 días y el adulto se corroboró con las claves del género para Norteamérica (Solís, 2010).

2.7 Distribución,

Hasta el día de hoy la especie *H. bipunctalis* es mayormente conocida como gusano telarañero, esta especie es originaria en Sudámerica, distribuyéndose hasta los Estados Unidos y El Caribe, dicha ditribución se debe a su alta capacidad de reproducción sexual y su adaptación a diferentes ambientes, tanto de agua dulce como salada causando serios estragos en los cultivos (Lara-Villalón *et al*. 2014; FAO, 2016).

2.8 Importancia de la especie de estudio

Esta especie es considerada como una plaga de mayor importancia, debido a que cuando se encuentra en estado juvenil (larva), consume y daña plantas comestibles que comprende especies de las familias Chenopodiaceae y Amaranthaceae, tales como acelgas, espinacas y amaranto (Pérez-Torres *et al*., 2011). Aunque también se han reportado otro tipo de hospederos de las familias Apiaceae, Brassicaceae, Cannaceae, Fabaceae, Liliaceae, Poaceae, Solanaceae y Portulacaceae, principalmente se han reportado en Amaranthaceae (Capinera, 2001; Solis, 2006).

Lara Villalón *et al*. (2014), reportan que este defoliador ataca plantas terrestres y acuáticas causando serios problemas económicos a la agricultura,

dañando preferentemente a las especies de los géneros *Amaranthus*, *Chenopodium* y *Alternanthera*.

2.8.1 Importancia agrícola

La hembra de *H. bipunctalis* oviposita en el envés de las hojas grupos de 10 huevos (Clarke-Harris *et al.* 1988). Las larvas recién emergidas se alimentan de las hojas (pegándolas y escondiéndose en su interior), además se alimentan de las brácteas de las flores, posteriormente se observan “nidos” en las panojas infestadas, constituidos por ramitas de la inflorescencia y unidas por hilos de seda. En el interior de estas cámaras viven las larvas que se alimentan de las flores y de los granos recién formados. Las panojas infestadas tienen el aspecto de estar apretadas, y a medida que van madurando, los granos caen al suelo, quedando finalmente las inflorescencias reducidas en tamaño y constituidas por brácteas y hojas, completando su desarrollo larval, cuando comienzan a pupar se quedan en los glomérulos de las inflorescencias y raras veces bajan al suelo a realizar este proceso. En algunos casos se puede apreciar hasta un 80% de pérdidas en la producción de este cultivo (Sánchez y Vergara, 2002; FAO, 2016). Otro de los cultivos donde se ha reportado esta especie ocasionando daños es el follaje de *Amaranthus viridis* y *Amaranthus dubius* (Harris y Fleischer, 2003).

En 2010 Diez-Rodríguez y colaboradores reportaron, que el tamaño más alto de la población de esta especie en cultivo de mora en Brasil, fue en los meses de marzo y abril, y la población más baja se presentó en noviembre.

En el cultivo de *Amaranthus hypochondriacus* L., ocasiona daño de importancia al alimentarse las larvas de la hoja, panoja y tallo, estos daños se caracterizan porque cuando se alimenta de la panoja tiende a secarla y cuando termina de alimentarse de ésta, continúa consumiendo el tallo, realizando una oquedad al tallo por donde entra, para así poder consumir todo el xilema y floema

dejando el tallo completamente hueco, permitiendo la entrada de otros organismos patógenos. Las infestaciones llegan a ser hasta del 16%, encontrándose a partir de septiembre cuando la planta tiende a presentar la espiga, llegando a incrementarse en el mes de noviembre, época en que el amaranto se encuentra en proceso de maduración y realiza la pupación en la base del tallo (Pérez-Torres *et al*., 2011).

Diez-Rodríguez *et al*. (2013), indican que la larva de esta especie es conocida como gusano de la remolacha y se ha encontrado alimentándose de hojas de zarzamora, además informes obtenidos de Nava, indica que la forma del daño es cuando las larvas enrollan las hojas dando como resultado una senescencia temprana (caída de hojas).

III. JUSTIFICACIÓN

Debido a que México se encuentra dentro de la zona Neotropical, en la cual se han encontrado y descrito la mayor diversidad de lepidópteros, es importante generar información sobre los lepidópteros que están descritos y principalmente de mariposas nocturnas, ya que se carece de información detallada sobre aspectos de su ciclo de vida, comportamiento, reproducción, e incluso si son organismos benéficos u organismos plaga, esto debido a que en su mayoría llegan a afectar altos porcentajes de daño a diferentes cultivos.

Tal es el caso de la familia Pyralidae en la cual, se encuentras algunos géneros que son plaga de importantes cultivos como el amaranto, y lo que caracteriza a las larvas de esta familia es que, al ocasionar el daño a la planta,

enrollan las panojas y hojas de la planta, provocando en ella que no realice los procesos adecuados de fotosíntesis y por lo tanto no se siga desarrollándose.

Dentro de esta familia se encuentra la especie *Herpetogramma bipunctalis*, la cual se ha demostrado que es una especie-plaga de relevante importancia, pero a pesar de ello, no se cuenta con información detalla sobre su biología en general, ya que los pocos estudios que se tiene son sobre aspectos muy generales de su morfología, y no existe estudios que estén orientados a aspectos sobre su ciclo de vida. Es por ello que este trabajo contribuirá con información sobre su ciclo de vida, el cual, aportará datos de gran importancia para poder aplicar algún tipo de control sobre esta plaga y así poder minimizar el daño que causa al cultivo de amaranto y obtener mejor y mayor producto.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Obtener el ciclo de vida y los hábitos de *Herpeogramma bipunctalis* bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y fotoperiodo, a nivel laboratorio.

4.2 Objetivos particulares

a) Estimar el número de huevos que oviposita la palomilla de *H. bipunctalis*, en condiciones de cautiverio a temperatura y humedad controlada.

b) Obtener los parámetros biológicos y de crecimiento poblacional de *H. bipunctalis.*

e) Describir la morfología de las diferentes fases del ciclo de vida de la especie en estudio.

V. HIPÓTESIS

Al tener condiciones controladas de temperatura y humedad relativa, así como hojas de acelga como alimento se obtendrá el ciclo de vida de *H. bipunctalis* en cautiverio.

VI. ZONA DE ESTUDIO

6.1 Temoac municipio de Morelos, México.

Las larvas de *H. bipuctalis* se colectarón en la cabecera municipal del municipio de Temoac, Morelos, México; siendo localiza entre los paralelos 18º 50' 23" N y 90º 10' 32" O, a una altura media de 1,583 msnm. Limita al norte con Zacualpan de Amilpas y con Yecapixtla, al este con el estado de Puebla, al oeste con el municipio de Ayala y al sur colinda con Jonacatepec y con Jantetelco, (Figura 1).

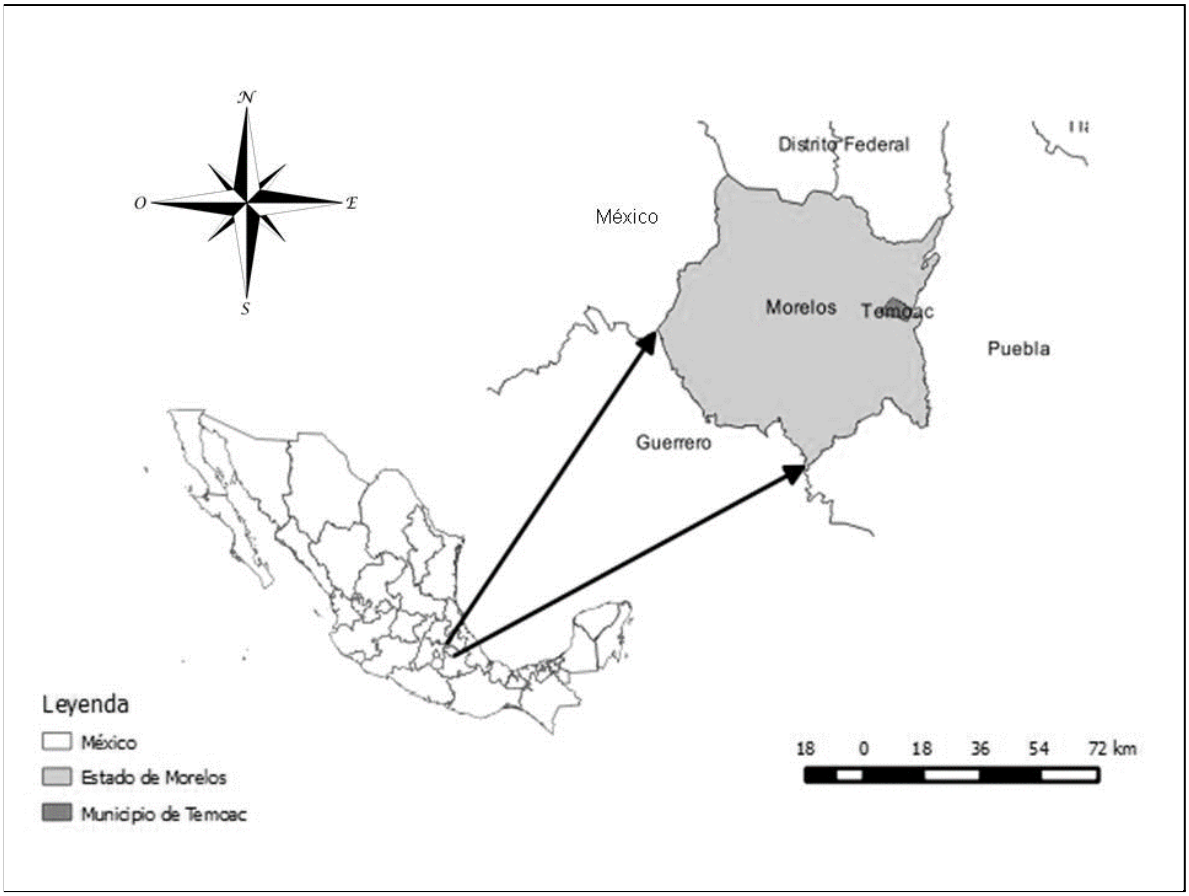

Figura 1. Ubicación de la zona de colecta de larvas en estudio en el municipio Temolac, Morelos, México.

El municipio está ubicado en un valle y lo cruzan varias barrancas que están constituidas por una corteza de origen ígneo. El río Amatzinac o Tenango, es la corriente más importante que cruza el municipio, originario de los yacimientos del Volcán Popocatépetl. Presenta un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 19.76ºC.

El tipo de vegetación está constituida principalmente por Selva baja caducifolia de clima cálido, las especies más importantes son: jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), tabachín (*Delonix regia*), casahuate (*Ipomoea arborescens*), ceiba (*Ceiba pentadra*) y bugambilia (*Bougainvillea glabra*). Además, existen otras especies que se encuentran en los linderos de las parcelas

de cultivos y en las brechas como es el caso de las especies de guamúchil *(Phytecellobium dulce)*, ciruelo (*Spondias purpurea*), cucaracho (*Jatropha curcas*), mezquite (*Prosopis laevigata*), guaje (*Leucaena leucocephala*), copal (*Bursera copaliphera*), cuajiote o torote (*Bursera mycrophila*) y copal blanco (*Bursera fagaroides)*. Los cultivos que se encuentran es amaranto (*Amaranthus hypocondriacus*), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita máxima*), cacahuate (*Arachis hipogea*) y sorgo. (*Sorghum* spp).

Entre la fauna que aún persiste en la zona se encuentra el venado cola blanca, jabalí de collar, mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montés, comadreja, cacomixtle, urraca copetona, zopilote, aura, cuervo, lechuza y aves canoras y de ornato.

6.2 Ciudad Universitaria del municipio de Puebla, México.

El estudio de laboratorio se realizó en las instalaciones del Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita universidad autónoma de Puebla el cual se ubica en Ciudad Universitaria del municipio de Puebla y se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla, cuyas coordenadas geográficas son los paralelos 18º 50´42” y 19º 13´48” norte, y 98º 00´24” y 98º 19´42” oeste (Figura 2).

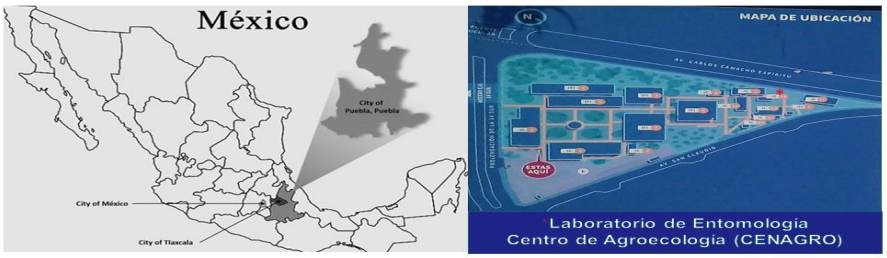

Figura 2. Ubicación de la zona de estudio donde se llevó a cabo el trabajo laboratorio de *Herpetogramma bipunctalis*.

El municipio por su orientación, conformación, ubicación y extensión presenta una topografía variada: desde áreas planas hasta formaciones montañosas y depresiones marcadas, pasando por cerros aislados, pequeñas sierras y declives abruptos, la formación montañosa más importante está representada por el volcán Matlalcuéyatl (Malinche) con una altitud de 4,420 msnm, así como la serranía del Tentzo y la depresión de Valsequillo.

El municipio se localiza dentro de la zona de climas templados del Valle de Puebla, sólo en la cumbre de La Malinche presenta un clima frío. El clima que más predomina es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual del estado es de 17.5°C, la temperatura máxima promedio es de 28.5°C y se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 6.5°C durante el mes de enero.

El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac, una de las más importantes del estado que recorre el poniente del municipio de norte a sur y sirve en algunos tramos como límite con los municipios de Ocoyucan, San Andrés Cholula y Cuautlancingo; posteriormente cambia de curso hacia la depresión de Valsequillo donde se forma la presa Manuel Ávila Camacho o de Valsequillo.

El municipio presenta diversidad edafológica; se identifican suelos de tipo Litosol: que se encuentra en la parte suroeste del municipio, cubriendo parte de la sierra del Tentzo y en la sierra de Amozoc; Regosol: cubre las estribaciones de la Malinche y zonas dispersas de la sierra del Tentzo; Cambisol: ocupa grandes extensiones al norte de la ciudad, y al sureste del municipio; Feozem: se localiza al poniente de la presa de Valsequillo y de la ciudad de Puebla; Vertisol: ocupa grandes extensiones, entre la ciudad de Puebla y la Presa de Valsequillo, y al

noroeste del municipio, en la Rivera del Atoyac; Rendzina: Se localiza en el sur del municipio cubriendo la mayor parte de la sierra del Tentzo y zonas aisladas al noroeste y suroeste de la ciudad de Puebla.

VII. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para la realización de la presente investigación se llevó a cabo en dos etapas, de campo y laboratorio.

Trabajo en campo:

7.1 Colecta de *Herpetogramma bipunctalis*

En el municipio Temoac del estado de Morelos, México; se realizó la colecta de larvas durante los meses de julio a septiembre del 2016 sobre cultivo amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L). Las larvas se obtuvieron mediante muestreos directos donde se revisó el follaje y panojas del amaranto de forma cuidadosa, además se tomaron en cuenta las características de los daños que realiza la larva al cultivo reportados por Pérez-Torres *et al*. 2011; en el caso del follaje, se buscaron las hojas que estaban enrolladas totalmente, para corroborar la presencia de los organismos (Figura.3). En el caso de la panoja, se buscaron aquellas que estaban secas de alguna parte, se cortaron y se abrieron para obtener las larvas; posteriormente, tanto panoja y follaje con larvas fueron depositaron en un recipiente de plástico de tres kilos de capacidad, como alimento se les colocó hojas de amaranto tiernas, se taparon y etiquetaron con los datos de colecta (país, estado, municipio, localidad, fecha de colecta, método de colecta y parte de la planta donde se encontró), este material fue trasladado al Laboratorio de Entomología del Centro de Agroecología (CENAGRO) del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, para realizar su procesamiento y corroborar la especie.

Trabajo de laboratorio

7.2 Revisión y procesamiento del material de estudio

En laboratorio, las larvas colectadas se observaron bajo un microscopio estereoscopio marca Zeigen, para ver si se encontraban sanas, enfermas o parasitadas, esto se realizó para todas las larvas y así poder iniciar la cría. Este proceso se realizó revisando el cuerpo de la larva y al ser éste verde claro (translucida) se pudo ver perfectamente la parte interna de su cuerpo y así poder observarlas si la larva presentaba algún tipo de daño.

Figura 3. Presencia de la larva *H. bipunctalis* ocasionando daño en panoja y hojas de amaranto.

Después de haber revisado las larvas se continuó con el proceso de conservación, esto se realizó con el 10% del material biológico, para esto se fijaron en líquido pampel dentro de un recipiente de vidrio de 10 ml de capacidad y se taparon con un tapón de rosca, donde se dejaron durante cinco días, después se cambiaron a alcohol al 80%, además se etiquetaron con los datos de localidad. Los ejemplares fueron determinados taxonómicamente en el Laboratorio de Entomología del CENAGRO-ICUAP. Por último, fueron depositados en la colección entomológica del Instituto de Ciencias “Miguel Ángel Morón Ríos” de la BUAP para tenerlas como referencia.

7.3 Cría de *Herpetogramma bipunctalis*

Para la cría masiva en laboratorio se utilizaron 150 larvas sanas de edad desconocida, por lo que primero fueron separadas por tamaño y distribuidas por grupos de 30 individuos por recipiente de dos kilos de capacidad, teniendo cinco recipientes en total. A cada unidad de cría se les hizo dos orificios a la tapa, para

favorecer una mejor ventilación, estos orificios se cubrieron con malla fina de tela tricot pegada con silicón, el fondo de cada recipiente se cubrió con papel filtro y sobre éste se les adicionó como alimento hojas de acelga fresca (*Beta vulgaris* L.), previamente desinfectadas, lavándolas con detergente biodegradable y agua potable, después se secaron con toallas sanitas, además se colocó un trozo de algodón humedecido con agua purificada para evitar la deshidratación de éstas. Los recipientes con las larvas se colocaron en un cuarto de cría a temperatura de 26 ± 2 °C con una humedad del 70 ± 10% y fotoperiodo de 12L:12O, hasta la obtener los adultos.

Los recipientes de cría fueron revisaras diariamente para cambiarles las hojas de acelga, colocarles humedad, y revisar el papel filtro, esto sirvió para reducir contaminación por hongos; además de ver el desarrollo de las larvas.

Cuando las larvas realizaron la muda se colocaban en otros recipientes de la misma capacidad y se mantenían en las condiciones antes mencionadas, cuando se observó que la larva empezaba a prepupar o pupar, ahí se dejaron hasta que emergieron los adultos o imagos, ya que las larvas producen una ceda la cual enrolla la hoja de acelga para poder refugiarse y desarrollarse hasta que emerge el adulto.

Se trabajaron con 90 adultos de *H. bipunctalis* que fueron colocados dentro de ponederos elaborados con recipiente cilíndrico de plástico de 25.5 cm de altura y

14.5 cm de diámetro, favorable para sus actividades habituales (vuelo, alimentación, apareamiento y copula), cubriéndolos con papel filtro para que no penetre la luz ya que estas palomillas son de hábitos crepusculares nocturnos, además, se colocaron tiras del mismo papel para que la hembra pudiera depositar sus huevos y de esta forma se facilitó su manipulación. La fuente de alimento que se les proporciono a las palomillas consistió en colocar en un recipiente de plástico de 1 cm de diámetro, una solución de miel diluida en purificada, al 10%, misma que se le colocó adentro un trozo de algodón y se introdujo dentro del ponedero (Figura 4).

Figura 4. Adulto alimentándose con solución de azúcar y agua al 10%

Los ponederos se taparon con papel filtro sujetado con liga para evitar que escapen, se mantuvieron dentro de la cámara de cría hasta obtener los huevecillos y así iniciar el ciclo de vida de esta especie.

Con forme se morían las palomillas fueron montadas en alfileres entomológicos del número uno, para confirmar su identificación poder diferenciar hembras y machos, así como, algunas otras características morfológicas, se les colocó la etiqueta de localidad e identificación, ya procesados se depositados en la colección entomológica para su conservación.

7.4 Ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis*

Una vez que ovipositaron las hembras en los ponederos, se cortó el papel donde estaban los huevos de una misma puesta y se colocaron en un recipiente de plástico de 125 ml de capacidad, dentro se incorporó un trozo de hoja de acelga para que al eclosionar las larvas contaran con alimento. Los datos registrados fueron color, forma del huevo, largo y ancho del mismo, tiempo de incubación y número de huevos con emergencia de larvas.

De las larvas recién emergidas se seleccionaron 100 individuos que se colocaron de forma individual en recipientes de plástico de la misma capacidad con tapa provisto de un orificio de 1 cm de diámetro cubierto de malla fina, para que de esta forma se diera el intercambio de aire, además de poder observarlas sin abrir el recipiente para evitar su estrés, las larvas se alimentaron con trozos de acelga fresca y se mantuvieron en la cámara de cría con las condiciones ambientales descritas anteriormente. En estas condiciones se mantuvieron durante todo el ciclo larval, se realizaron observaciones diarias para detectar los diferentes estadios, los datos que se evaluaron en esta fase fueron: color, número de mudas y tiempo que tarda en pasar de un estado a otro. De cada estadio se tomaron de dos a tres organismos para tomarles fotografías con una cámara (EOS REBEL T7i adaptada a un lente 18-135). Para describirlas y para obtener las dimensiones largo y ancho de la cápsula cefálica de las larvas como del cuerpo, se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscopio marca Carl Zeiss SV6 equipado con cámara clara y micrómetro ocular.

Las prepupas y pupas se mantuvieron en los mismos recipientes, ya que las larvas producen una ceda la cual enrolla la hoja de acelga para poder refugiarse y desarrollarse hasta la emergencia del adulto (Figura 5). Al mismo tiempo se coloca un trozo de algodón humedecido con agua purificada para ayudar a mantener la humedad necesaria para la eclosión del adulto. Los datos registrados fueron número inicial de la prepupa y pupa, tiempo de desarrollo, y número de pupas con emergencia de adultos, todos los datos fueron recabados en una hoja de cálculo de Excel versión 2016 y se utilizó como medida de dispersión el error estándar.

Una vez obtenidos los adultos, se procedió a sexarlos separando machos y hembras donde la característica más importante se presenta en el abdomen, las hembras tienen un abdomen robusto, mientras que el del macho es más angosto y de forma afilada, se seleccionaron 30 parejas y se colocaron en frascos

transparentes de 250 ml de capacidad y se mantuvieron en las mismas condiciones que los ponederos anteriores. Para cada una de las parejas se tomó el número de puestas, número de huevecillos y longevidad de los adultos

a) b)

Figura 5. a) Pupa dentro del recipiente de cría individual de la larva, b) emergencia del adulto.

Con los datos registrados en todo el desarrollo del ciclo de vida de la especie en estudio se construyó una tabla de vida, para obtener los parámetros de las tablas de vida, se utilizó el programa r_m 2.0 (Taberner *et al.* 1993) aplicado a los datos calculados previamente y considerando una proporción sexual de 0.5, de acuerdo a la proporción de machos y hembras observada en el desarrollo de los propios bioensayos. El análisis de datos fue llevado a cabo utilizando la técnica Bootstrap, realizando 1000 repeticiones, tal como sugieren Meyer *et al.* (1987).

Para la consideración de la existencia de diferencias significativas entre tasas intrínsecas de crecimiento, se empleó el criterio de no solapamiento de sus intervalos de confianza al 95 %. A partir de la tabla de vida se estimó la supervivencia por edades (lx), la fecundidad por edades (mx), así como los parámetros siguientes:

Tasa intrínseca de crecimiento (r_m): hembras obtenidas por hembra y unidad de tiempo:

$$\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x e^{-r_m x} = 1$$

Tasa finita de incremento ($\lambda\,\lambda$): veces que una población se multiplica en la unidad de tiempo (Birch, 1948).

$$\lambda = e^{r_m}$$

Tasa de reproducción neta (R_0): veces que una población se multiplica en una generación (Laughlin, 1965).

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

Duración media de una generación (T): tiempo que transcurre desde que una generación nace hasta el momento medio de nacimiento de toda su progenie.

$$T = {\ln R_0}/{r_m}$$

Tiempo de duplicación de la población (DT): tiempo necesario para que una población se duplique.

$$DT = {\ln 2}/{r_m}$$

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis*

8.1.1 Parámetros biológicos de hembras de *Herpetogramma bipunctalis*

Con los datos registrados durante el ciclo de vida de la especie en estudio, se obtuvieron los datos biológicos de las hembras de *H. bipunctalis.* Los cuales se presentan en el cuadro 1, se estimó el periodo de oviposición de esta especie siendo en promedio de 14.33 ± 1.21 días después de su emergencia como adulto, poniendo en promedio 34 ± 11.40 huevos, de los cuales, en las condiciones del ensayo se apreció una eclosión del 100 % de los huevos. La hembra presenta una longevidad promedio de 29.86 ± 0.38 días y una proporción sexual de 0.47 la cual es relativamente baja.

Cuadro 1. Parámetros biológicos de hembras de *H. bipunctalis*

Parámetro	*H. bipunctalis*
Periodo de oviposición (días)	14.33 ± 1.21
Huevos totales por hembra	34.00 ± 11.40

Huevos eclosionados (%)	100.00 ± 0.00
Longevidad (días)	29.86 ± 0.38
Proporcion sexual	0.47

8.1.2 Tiempo de desarrollo de la descendencia

Para estimar el tiempo de desarrollo de la descendencia, se inició con un total de 100 huevos de los cuales de obtuvieron el 100 % de la emergencia, registrando que todas las larvas pasaron al segundo estadio, 99 larvas al tercero con una mortalidad del 1 %, 81 pasaron al cuarto con una mortalidad del 19 %, 72 al quinto estadio con una mortalidad del 28 %, de estas larvas se obtuvieron 67 pre-pupas de las cuales todas pasaron a pupas con una mortalidad del 33 % y solamente se obtuvieron 62 adultos (Cuadro 2).

El periodo embrional en promedio fue de 4.15 ± 0.35 días, el periodo de desarrollo de las larvas de primer estadio fue de 2.5 ± 0.05 días en promedio; el segundo estadio requirió un periodo de dos a tres días cuyo promedio obtenido fue de 2.42 ± 0.06 días, para el tercer estadio el periodo obtenido fue de dos a tres días con un promedio de 2.87 ± 0.04 días, mientras que el cuarto estadio se desarrolló durante un periodo de uno a dos días, cuyo promedio fue de 1.90 ± 0.10 días y para el quinto estadio tuvo un rango de tres a cuatro días, con un promedio de 3.66 ± 0.26 días. Por lo tanto, la duración total desde la emergencia de las larvas hasta el momento de pupación fue de 20.24 ± 0.80 días. A diferencia de los resultados obtenidos por Lara-Villalón *et al*. 2014, quien citan que en Tamaulipas el periodo de desarrollo de la larva de esta especie fue de 22 días, se observa que el tiempo de desarrollo en el trabajo de Lara-Villalón se prolonga por un periodo de 1.76 días más, sin embargo, no se sabe a qué se deba esto con exactitud, pues no se da a conocer los tiempos de cada etapa larvas mucho menos las condiciones en que se mantuvo la cría.

Con respecto a la prepupa se obtuvo en un periodo de uno a dos días, con un promedio de 1.06 ± 0.09 días, en cuanto a la pupa abarco de cinco a seis días cuyo promedio duro 5.83 ± 0.42 días. Estos datos no coinciden con lo reportado por Diez-Rodríguez *et al*. 2013, quien cita que esta etapa tarda entre 10 a 11 días en Brasil.

El desarrollo de *H. bipunctalis* de huevo a adulto e imago acumulo un promedio de 30.46 ± 1.99 días. En este trabajo se registra por primera vez el ciclo de vida completo de esta especie en el estado de Puebla, a pesar de que existen pocos trabajos sobre su desarrollo, no se especifica con exactitud los periodos de cada uno de los estadios, principalmente de los cinco estadios larvarios. El resultado relacionado a la duración promedio de huevo a adulto difiere mucho al obtenido por Diez-Rodríguez *et al*. 2013, debido a que reportan que el tiempo de desarrollo requerido es de 45.33 días, esta prolongación de desarrollo tan drástico se debe primordialmente al tipo de alimento que da a las larvas ya que puede contener mucha o poca cantidad de nutrientes, en este caso fueron hojas de zarzamora, mientras que en este trabajo se les dio hojas de acelga, además de las condiciones ambientales en donde se desarrollaron durante la cría (temperatura, humedad y fotoperiodo). Por otra parte, esto concuerda con lo reportado por los mismos autores donde mencionan que efectivamente la forma de alimento es un factor primordial durante de los diferentes instares de dicha especie, pues el ciclo de vida puede prolongarse o acelerar su desarrollo, un ejemplo de esto es cuando a las larvas de *H. bipunctalis* se les crío con hojas de cultivo de Guarani su desarrollo fue más corto (22.63 días), mientras que cuando se les crío con hojas de Xavante este se prolongó a 26.37 días. Sin embargo, a pesar de lo reportado por estos investigadores existe una diferencia de casi cuatro días.

Cuadro 2. Tiempo de desarrollo de la descendencia de *H. bipunctalis* bajo condiciones controladas de temperatura y humedad.

	Huevo	L1	L2	L3	L4	L5	PREPUPA	PUPA	TOTAL HUEVO A ADULTO
Días	4.15±0.35	2.5±0.05	2.42±0.06	2.87±0.04	1.90±0.10	3.66±0.26	1.06±0.09	5.83±0.42	30.46±1.99
Mortalidad (%)	0	0	1±0.25	1±0.25	19±0.47	28±0.33	33±1	33±1	82±0.88

8.1.3 Parámetros de la tabla de vida de *Herpetogramma bipunctalis*

Los parámetros de la tabla de vida obtenidos para *H. bipunctalis* , se observan en el cuadro 3, en él puede observarse que las hembras presentan una tasa intrínseca de crecimiento con una $r_m = 0.065$ la cual es muy baja, mientras que la tasa de reproducción Ro= 15.500 y el tiempo de duplicación TD= 10.5711 días, a pesar de presentar con una r_m de un valor muy pequeño, esta población a lo largo de generaciones tiende a aumentar pero en proporciones pequeñas, esto debido a que se obtienen pocas hembras y son pocos los huevos que ovipositan por hembra, sin embargo a pesar de que la población tienda a aumentar lentamente, los daños que causan al cultivo de amaranto son de gran importancia.

Cuadro 3. Parámetros de la tabla de vida de *H. bipunctalis*

● Parámetros	Control
Tasa intrínseca de crecimiento (r_m)	0.06557 ± 0.008
(IC 95 %)*	(0.0473 - 0.0837)
Tasa de reproducción neta (Ro)	15.500
Duración media de generación (T) (días)	42.7279
Tasa finita de incremento (λ)	1.0677
Tiempo de duplicación (TD) (días)	10.5711

* IC: Intervalo de confianza para la r_m al 95%.

8.1.4 Longevidad de adultos

En la figura 6, observamos que cuando las palomillas se encuentran en parejas, la hembra presenta una longevidad de 25.93±1.08 días y el macho de 24.8±0.76

días, viviendo 1.13 días menos que la hembra, esto se puede explicar a que probablemente el macho al tener mayor gasto de energía al copular con varias hembras, tenga una menor esperanza de vida; mientras que de forma individual el macho presento una longevidad mayor siendo de 27±0.30 días y la hembra de 25.86±0.38 días.

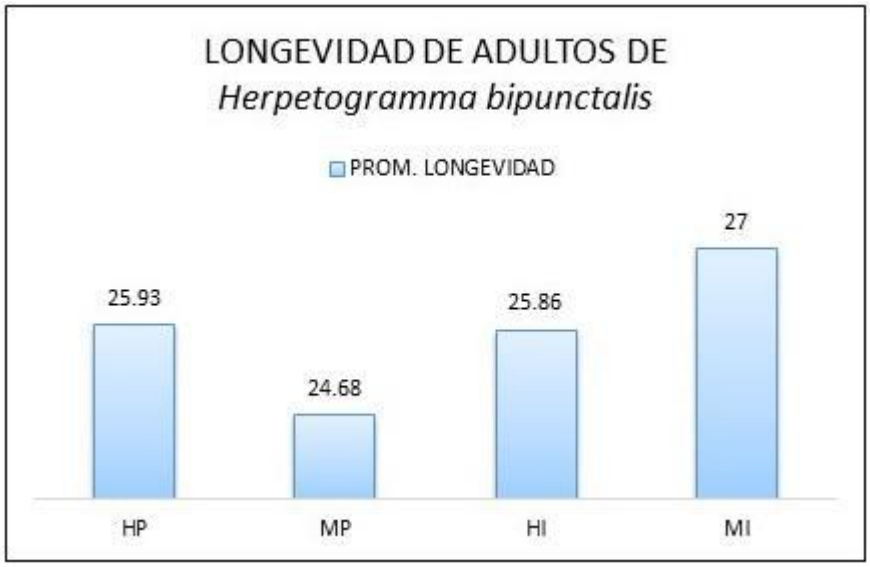

Figura 6. Longevidad de adultos (en días) de machos y hembras en parejas y de forma individual de *H. bipunctalis*.

8.2 Descripción morfológica de cada uno de los estadios

Se realizó una breve descripción de la morfología de *H. bipunctalis*, pero debido a la escasa información que se tiene de estos estudios solamente se hizo referencia a algunos autores.

8.2.1 Huevo

Son de forma ovalada, color aperlado al inicio (recién ovipositado) y próximos a la eclosión la tonalidad verdosa transparente pasa a anaranjado (Figura 7), esto hace que se observe con claridad la larva ya desarrollada, así como sus

movimientos constantes. El huevo presenta una longitud de 0.68 mm y ancho promedio de 0.51 mm.

Figura 7. Huevos de *H. bipunctalis* recién oviposiados

8.2.2 Larva I

La larva recién emergida es de color verde transparente con el abdomen color aperlado y en la parte dorsal presenta un color naranja, su cabeza es negra, el cuerpo presenta pequeñas manchas grisáceas que corresponden a cada una de las sedas y sus patas se encuentran totalmente desarrolladas (Figura 8). La longitud promedio de su cuerpo en este instar es de 1.03 mm, mientras que la capsula cefálica mide 0.22 mm de diámetro.

Figura 8. Larvas bien desarrolladas y apunto de eclosionar

8.2.3 Larva II

El cuerpo de la larva del segundo instar presenta una coloración verdosa clara (Figura 9), después de la primera muda su longitud promedio es de 2.5 mm y la capsula cefálica mide 0.38 mm.

Figura 9. Larva del segundo estadio

8.2.4 Larva III

Durante el desarrollo de este instar larval no presenta cambio en la coloración del cuerpo debido a que continua con una tonalidad de verde, su tamaño es de 6.22 mm, mientras que la capsula cefálica presenta un diámetro de 0.60 mm, debido a que en esta etapa la larva consume más alimento y sus movimientos son más rápidos.

8.2.5 Larva IV

La larva en este instar es mucho más ágil y voraz, que, en el anterior, además la longitud de su cuerpo se duplica por lo mismo que consume más alimento, teniendo una longitud de 15.08 mm, la capsula cefálica presenta un diámetro de 1.13 mm.

8.2.6 Larva V

La larva en este instar presenta una reducción de tamaño y una menor movilidad, el consumo de alimento es poca ya que se prepara para realizar la prepupa,

también muestra una coloración verde-blanquecina (Figura 10), las segmentaciones del su cuerpo son más pronunciadas y obscuras, esta característica conlleva a que la larva comenzará a pre-pupar. La longitud promedio de la larva en este instar es de 19.18 mm, y presentan un diámetro en la capsula cefálica de 1.65 msm.

Figura 10. Larva del quinto estadio

8.2.7 Prepupa

La prepupa presenta una coloración amarillenta translucida a blanca lechosa, su actividad disminuye drásticamente (Figura 11), se coloca en posición latente y empieza a enrollar las hojas a través de un hilo de ceda con el cual va formando su capullo para poder terminar el proceso de pupación.

Figura 11. Prepupa empezando a enrollase con la seda que produce.

8.2.8 Pupa

Cuando la prepupa termina de enrollarse comienza a pupar. Esta pupa presenta un color café claro, llegando a una coloración café rojiza totalmente (Figura 12), en este proceso es cuando existen los cambios físicos y biologícos que realiza para

convertirse en adulto o imago (palomilla). La longitud promedio es de 12.37 y en la parte ventral presenta un promedio de 2.92 mm.

Figura 12. Pupa de *H. bipunctalis.*

8.2.9 Adulto o Imago

El adulto es de color dorado marrón presentando dos pequeñas manchas negras en las alas en la parte superior y dos manchas más visibles en las orillas de las alas primarias. La forma en que la hembra oviposita es colocando pequeñas masas de huevos, siendo cubiertos con pequeñas escamas del propio cuerpo de la hembra, la cantidad de huevos puestos por masa van de 5 a 12, sin embargo, algunas veces también realizan la oviposición de forma aislada. La longevidad que presenta la hembra es en promedio de 25.6±1.0 días y el macho de 27.96±0.16 días (Figura 13).

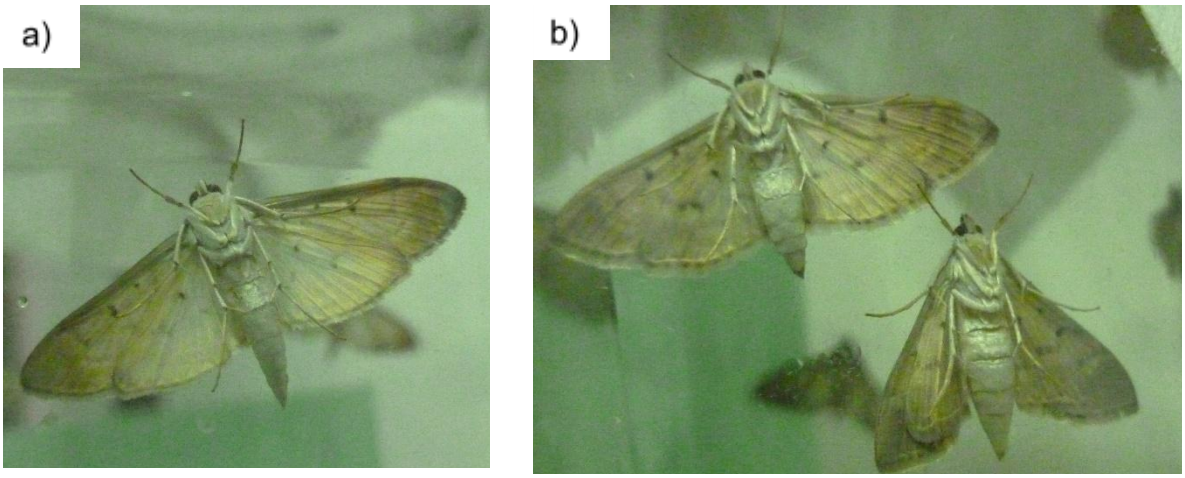

Figura 13. Adultos de *H. bipunctalis*: a) macho, b) hembra

8.3 Manejo agroecológico de *Herpetogramma bipunctalis*

Los daños ocasionados por la larva de esta especie en las plantas cultivadas son sin duda, un factor de importancia para el agricultor, debido a los bajos

rendimientos que presenta y los altos costos que tienen para realizar su control, es por esto que primero hay que saber si esta especie es o no una plaga, para esto hay que tener en cuenta diferentes factores: a) superficie dañada; b) el cultivo; c) la identificación correcta de la especie que ocasiona estos daños, ya que existen una gran diversidad de larvas que se encuentran ocasionando daños o que están presentes en el cultivo o cultivos; d) el número de larvas por planta, como en el caso de este trabajo, que en la espiga de la planta de amaranto se encontraron hasta cuatro larvas, mientras que en el mismo cultivo, pero en otros municipios, se han encontrado únicamente una larva por planta; e) conocer el ciclo de vida de la especie que se encuentra realizando estos daños, teniendo esta información se puede detectar el estado de desarrollo más vulnerable de la especie problema o el tiempo en que la palomilla sale a copular o ovipositar, y antes de esta etapa el agricultor pueda realizar un manejo agroecologíco eficaz para su control, además de que debe de prever, que los adultos no ovipositen en su cultivo para que no se alimenten de éste, al protegerlo; f) época de vuelo del adulto, este punto es de suma importancia ya que se puede actuar directamente con los adultos.

Tomando en cuenta esta información se puede generar recomendaciones específicas que sirvan de base para realizar un manejo agroecológico para esta especie en los cultivos donde se encuentra, sin que afecte la salud, ambiente, ni economía del agricultor.

IX. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. El periodo total del ciclo de vida de *Herpetogramma bipunctalis* es relativamente corto ya que en un mes se completa su ciclo de huevo hasta adulto.

2. En los primeros instar no se presenta una mortalidad tan alta, lo cual representa un mayor riesgo de ocasionar daño interno y externo en la planta de amaranto.

3. A pesar de que exista una baja en la mortalidad de los primeros instar, se presenta una proporción sexual de hembras baja lo cual implica que la tasa intrínseca de crecimiento también lo sea y por ende nuestra población a lo largo de generaciones aumente, pero de forma lenta.

4. Cabe mencionar que hace falta estudios a nivel de género, ya que la información con la que se cuenta es muy limitada acerca de las características morfológicas y biológicas.

X. LITERATURA CITADA

Aragón, G. A. y A. M. Tapia R. 2009. Amaranto orgánico: Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benémerita Universidad Autónoma de Puebla y Alternativas y procesos de participación Social A. C. Puebla, México. 63 p.

Aragón, G. A., A. M. Tapia R y J. F. López-Olguín. 2001. ¿Cuánto se pierde por las plagas de amaranto?. Gaceta regional. SIZA-CONACyT. pp. 10-11

Aragón G. A., Pérez-Torres B. C., M. Aragón S, V. A. Cuate M., D. Juárez R y R. Hernández L. 2014. Manejo agroecológico de insectos que dañan el follaje de Jamaica (*Hibiscus sabadariffa L.*) (Malvaceae) en el sur de Puebla, México. Acta Agrícola y Pecuaria. 1 (1): 24-28.

Capinera, J. L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic Press. San Diego, California. p. 729.

Capinera, J. L. 2008. Encyclopedia of entomology. Springer Netherlands. 4346 p.

Coto, A. D. 1998. Descripción taxonómica de plagas de importancia agrícola del orden Lepidóptera. Proyecto MIP/CATIE, Costa Rica. 73-92

Delvare, G. H. Pierre A., B. Michel y A. Figueroa. 2002. Los Insectos de África y de América Tropical. Claves para la Identificación de las Principales Familias. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique Pour Le Développement (CIRAD). pp. 159-186.

Diez-Rodríguez, G. I., K. Hübner, L., E. C. Antunes L., e E. Nava, D. 2013. *Herpetogramma bipunctalis* (Lepidoptera: Crambidae) biology and techniques for rearing on leaves of the blackberry (*Rubus* spp., Rosaceae). Brazilian Journal of Biology. 73 (1): 179-184.

Diez-Rodríguez, G. I., E. C. Antunes L., K. Hübner L., A. Bierhals A e E. Nava D. 2010. Desenvolvimento de uma técnica de criação para *Herpetogramma bipunctalis* (Lepidoptera: Crambidae) em laboratório. In Anais do V Simpósio Nacional do Morango, IV Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 2010. Pelotas: Editora do CPACT. 1:179.

FAO. 2016. Guía de identificación y control de las principales plagas que afecta a la quinua en la zona andina. pp.1-80.

García, B. E., H. Romo, V. Sarto i M., M. L. Munguiram, J. Baixeras, A. Vives M., & J. L. Yela G. 2015. Clase Insecta. Orden Lepidóptera. Revista IDE@-SEA. 65: 1-21.

Harris, D. C y Fleischer, S. J. 2003. Sequential sampling and biorational chemistries for management of lepidopteran pests of vegetable amaranth in the Caribbean. Journal Economic Entomology. 96 (3): 798-804.

King, A. B. S y J. L. Saunders. 1984. The invertebrate pests of annual foods crops in Central America: A guide to their recognition and control. Tropical Development and Research Institute (TDRI) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 166 p.

Lara-Villalón, M., A. Mora O., G. Sánchez R y J. G. Martínez Á. 2014. Registro de *Herpetogramma bipunctalis* (Lepidóptera: Pyralidae: Cambridae) sobre la

invasora *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae) en Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Biodiversidad .85: 621-623.

Metcalf, C. L y W. P. Flint. 1988. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. Cuarta edición. Continental Edit. México D. F. pp. 301-302.

Meyer, J. S., G. Ingersoll C y L. McDonald L. 1987. Sensitivity analysis of population groth rates estimated from cladoceran chronic toxicity test. Envriromental Toxicology and Chemestry. 6: 115-126.

Pérez Torres, B. C., A. Aragón G., R. Pérez A,, L. R. Hernández y J. F. López Olguín 2011. Estudio entomofaunístico del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (3), 359-371.

Rodríguez, P. M. A. 1990. Estudios sobre cría, comportamiento sexual y tablas de vida de balo y *Anopheles pseudopunctipennis theobalo* y *Anopheles punctipennis* (Say) (Diptera:Culicidae) bajo condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autonoma de Nuevo León. 60 p.

Sánchez. G y C. Vergara. 2002. Plagas de los cultivos andinos. Segunda edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. Lima, Perú. 74 p.

Saunders , J. L., Coto ,D. T y King, A. B. S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en America Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

Scholtens, B. G. and M. A. Solis. 2015. Annotated check list of the Pyraloidea (Lepidoptera) or America North of Mexico. Zookeys. 535: 1-136.

Solis, M. A. 2006. Key ti sekected Pyraloidea (Lepidoptera) larvae interrcepted at U:S: ports of entry: Revision of Pyraloidea in “Keys to some frquently intercepted lepidoperous larvae” by Weisman 1986. USDA. Systematic Entomology Laboratory. pp. 1-58.

Taberner, A., Castañera, P., Silvestre, E. and J. Dopazo. 1993. Estimation of the intrinsec rate of natural increase and its error by both algebraic and resampling approaches. Computer Applied Biosciences, 9: 535−540.

Urretabizkaya, N., A. Vasicek y E. Saini. 2010. Insectos perjudiciales de importancia agronómica: Lepidopteros. Buenos Aires. INTA.