



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN**

**IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO  
*Delia* (DÍPTERA: ANTHOMYIIDAE) ASOCIADAS CON CRUCÍFERAS  
EN MÉXICO**

**Tesis que presenta:**

**CURIEL APARICIO NOEL VICENTE**

**Como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**

**Tuxtepec, Oaxaca.  
Marzo de 2018**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
CAMPUS MONTECILLO

## IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *Delia* (DÍPTERA: ANTHOMYIIDAE) ASOCIADAS CON CRUCÍFERAS EN MÉXICO

CURIEL APARICIO NOEL VICENTE

No. de control: 13810048

ASESOR INTERNO:  
M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO

ASESOR EXTERNO:  
DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

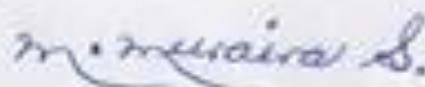
JULIO – NOVIEMBRE, 2017

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2018.

El presente proyecto de tesis, del C. Curiel Aparicio Noel Vicente, denominado "Identificación y distribución de especies del género *Delia* (Diptera: Anthomyiidae) asociadas con crucíferas en México", que se desarrolló en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS

M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO



DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ



COLABORADOR DE TESIS

M.C. RICARDO MERAZ ÁLVAREZ



COLABORADOR DE TESIS

DR. CARLOS PATRICIO ILLESCAS RIQUELME



MARZO DE 2018

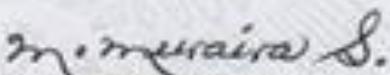


San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca a 22/02/2018  
ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada.

ING. ANTELMO PRADO LEAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO  
PRESENTE.

El comité de revisión de tesis del C. Curiel Aparicio Noel Vicente, asignado por la Academia de Agronomía del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los CC. M.A.E. Mercedes Muraira Soto, Ing. Vicente Villar Zárate y la Lic. María Soledad Nicolás Escárcega, habiéndose reunido a fin de evaluar la Tesis titulada "Identificación y distribución de especies del género *Delia* (Diptera: Anthomyiidae) asociadas con crucíferas en México", que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, de acuerdo con las normas de elaboración de Tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el Instituto; dictaminó su AUTORIZACIÓN para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.

ATENTAMENTE

  
M.A.E. MERCEDES-MURAIRA SOTO

DIRECTOR

  
ING. VICENTE VILLAR ZÁRATE

REVISOR

  
LIC. MARÍA SOLEDAD NICOLÁS ESCÁRCEGA

REVISOR



El presente proyecto de tesis, del C. Curiel Aparicio Noel Vicente, denominado "Identificación y distribución de especies del género *Delia* (Diptera: Anthomyiidae) asociadas con crucíferas en México", que se desarrolló en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Texcoco, estado de México, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

PRESIDENTE

M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO



SECRETARIO

ING. VICENTE VILLAR ZÁRATE



VOCAL

LIC. MARÍA SOLEDAD NICOLÁS ESCÁRCEGA



MARZO DE 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios** por permitirme culminar este proceso importante en mi formación académica

Al **Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan** por abrirme sus puertas y poder formarme como profesionista.

Al Dr. **Néstor Bautista Martínez** por su confianza, enseñanza y amistad.

Al M.C. **Ricardo Meraz Álvarez** y al Dr. **Carlos Patricio Illescas** por compartir sus conocimientos y gran apoyo en el transcurso de mi residencia profesional y por sus sugerencias que permitieron mejorar y enriquecer la tesis.

A mi directora de tesis M.A.E. **Mercedes Muraira Soto** por su confianza y por apoyarme en la realización del proyecto.

A doña **Cleofas Martínez, Eva Valera Martínez, José Luis, Manuel Navarro y Neftalí** por brindarme su amistad, apoyo y consejos.

## DEDICATORIA

A mi padre **Alejo Curiel López** y a mi madre **Agustina Oliveria Aparicio Martínez** por su ayuda sin condiciones ni medida, por sus valiosos consejos, pero sobre todo por el apoyo durante todo momento para salir adelante, estoy plenamente agradecido.

A mi hermana **Josefa** por sus palabras y a mi sobrino **Santiago** a quien aprecio mucho, un motivo más para echarle ganas a la vida.

A **todos mis amigos del ITCP y del Colegio de Postgraduados** por brindarme su amistad y apoyo.

## CONTENIDO

	Página
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE CUADRO</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. Objetivo general .....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. Hipótesis .....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Importancia de las crucíferas.....	3
2.1.1. Brócoli .....	4
2.1.2. Coliflor .....	5
2.2. Plagas de las crucíferas .....	6
2.3. Familia Anthomyiidae.....	8
2.4. Especies importantes del género <i>Delia</i> .....	10
2.4.1. <i>Delia radicum</i> (Linnaeus) .....	10
2.4.2. <i>Delia platura</i> (Meigen) .....	11
2.4.3. <i>Delia antiqua</i> (Meigen) .....	12
2.4.4. <i>Delia floralis</i> (Fallén) .....	12
2.4.5. <i>Delia planipalpis</i> (Stein) .....	13
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1. Zona de estudio.....	15

3.2. Diseño de muestreo.....	16
3.3. Colecta de material infestado por la mosca de las crucíferas ( <i>Delia spp</i> ).....	16
3.4. Digitalización de larvas, pupas y adultos .....	18
3.5. Extracción de la genitalia de los adultos del género <i>Delia</i> para su identificación.....	20
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
4.1. Municipios con presencia de <i>Delia spp</i> .....	24
4.2. Especies de <i>Delia</i> encontradas.....	24
4.3. Larva.....	30
4.4. Pupa .....	32
4.5. Daños .....	32
4.6. Control químico.....	34
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Macrolocalización del sitio de estudio .....	15
2. Recipientes utilizados para coleccionar las muestras .....	17
3. Muestras en cámara de cría. ....	18
4. Fotomicroscopio utilizado para la digitalización de especímenes y genitalia de <i>Delia sp</i> .....	19
5. Abdomen (corchete azul) de <i>Delia sp</i> procesado en KOH para la extracción de la genitalia (corchete rojo) .....	21
6. Microscopio estereoscópico utilizado para la extracción de genitalia	22
7. Termoblock marca Labnet International, Inc., modelo ACCUBLOCK™ Digital Dry Baht. ....	23
8. Vista lateral de macho de <i>Delia planipalpis</i> .....	25
9. Cabeza holóptica masculina de <i>Delia planipalpis</i> .....	26
10. Fémur posterior con cerdas anteroventrales irregulares, comenzando en el tercio basal. ....	26
11. Genitalia de <i>D. planipalpis</i> . a) terminalia y b) 5to esternito.....	27
12. Adulto de <i>Delia sp</i> .....	27
13. Genitalia de <i>Delia sp</i> . a) vista lateral de la terminalia; b) vista ventral de la terminalia y c) 5to esternito. a) vista lateral de la terminalia; b) vista ventral de la terminalia y c) 5to esternito.....	28
14. Cabeza holóptica del macho .....	29
15. Fémur .....	29
16. Vista a) dorsal y b) ventral de larva de <i>Delia sp</i> .....	30

17. Parte caudal de una larva de <i>Delia</i> donde se muestran los tubérculos .....	31
18. Espiráculo anterior de una larva de <i>Delia</i> .....	31
19. Pupa de <i>Delia sp.</i> .....	32
20. Larva alimentándose del tallo de la planta .....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Municipios donde se realizaron las colectas de plantas infestados por <i>Delia sp</i> , en el estado de Puebla .....	24
Cuadro 2. Productos químicos utilizados para el control de <i>Delia</i> .....	34

## RESUMEN

Las crucíferas, abarcan cultivos de gran importancia económica en zonas productoras del mundo. En México, destacan los cultivos de col, el brócoli, y la coliflor. Estas están siendo atacadas por un insecto plaga que hasta el momento no han sido estudiados, por lo que el conocimiento que se tiene sobre estas especies es escaso. El presente estudio contribuye al conocimiento de dos especies de Anthomyiidae pertenecientes al género *Delia* asociadas a algunos cultivos de crucíferas, además de fotografías con fotomicroscopio de los adultos y estados inmaduros y la parte fundamental para su identificación que es la genitalia. Las especies identificadas son *Delia planipalpis* y *Delia sp.*, la primera está claramente identificada y la segunda solo está identificada a nivel género, esto debido a que las genitalias no se parecen a las claves de Savege *et al.* 2016.

## **ABSTRACT**

Cruciferous crops include crops of great economic importance in producing areas of the world. In Mexico, the cabbage, broccoli and cauliflower crops stand out. These are being attacked by a plague insect that until now have not been studied, so the knowledge we have about these species is scarce. The present study contributes to the knowledge of two Anthomyiidae species belonging to the genus *Delia* associated with some cruciferous cultures, as well as photomicroscope photographs of adults and immature stages and the fundamental part for their identification, which is the genitalia. The species identified are *Delia planipalpis* and *Delia sp.*, the first one is clearly identified and the second is only identified at genus level, this is because the genitalia they do not look like the keys of Savege *et al.* 2016.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las crucíferas son cultivos importantes que se distribuyen en muchas partes del mundo, incluyendo las zonas altas de los países tropicales. Pero con frecuencia han sido atacadas por una serie de plagas de insectos, algunos han sido problema durante mucho tiempo y otros están siendo problema recientemente (Lim *et al.*, 2001).

Dentro de los principales problemas fitosanitarios se encuentran plagas como *Plutella xylostella*, *Brevicoryne brassicae* y *Copitarsia decolora* entre otros. Sin embargo, en los últimos años, se han presentados brotes relevantes de la mosca de la raíz de las crucíferas, por reportes preliminares se sabe que pertenecen al género *Delia* (Díptera: Anthomyiidae), del cual en México a la fecha no existen estudios relacionados a determinación de especies presentes.

Por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivo la identificación de especies del género *Delia spp* (Díptera: Anthomyiidae) en los cultivos de crucíferas en México.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Identificar las especies del género *Delia* que atacan a las crucíferas en México.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar las zonas en donde se presenta *Delia* spp como problema fitosanitario.
- Determinar las especies de crucíferas que son hospedantes de *Delia*.
- Describir los daños causados en sus hospedantes.

## **1.2. HIPÓTESIS**

Existe más de una especie del género *Delia* asociada con los cultivos de crucíferas en los estados de México.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. IMPORTANCIA DE LAS CRUCÍFERAS**

La familia *Cruciferae* conocida también como *Brassicae*, es denominada así por el arreglo en cruz de los pétalos. Muchas de éstas tienen un valor económico por ser plantas alimenticias, ornamentales como también pueden ser malezas perjudiciales (Calderón, 2001). Walters y Keil (1977) mencionan que existen alrededor de 350 géneros y cerca de 3000 especies distribuidas en todo el mundo. Tienen una distribución cosmopolita, algunas de estas especies han sido cultivadas desde tiempos prehistóricos.

Las crucíferas incluyen cultivos de gran importancia en México, se pueden producir en suelos ricos en materia orgánica, climas frescos y húmedos, y desde el punto de vista nutricional aportan grandes cantidades de minerales, proteínas y vitaminas. Algunos ejemplos son el brócoli, coliflor, col y el nabo (CESAVEG, 2001).

Alatorre (1999) citado por Barrios *et al.* (2004) menciona que el cultivo de crucíferas es muy importante y altamente rentable. En México, en la región del Bajío las crucíferas se consideran hortalizas de mayor importancia socioeconómica, por la superficie que se siembra y por los

ingresos que se obtienen, además de las fuentes de trabajo que se genera. El brócoli y coliflor, revisten gran importancia social por la gran cantidad de mano de obra que se emplea en forma directa en la producción (más de 100 jornales por hectárea al año), e indirecta por procesos de empaque y transporte entre otros (Marín y Bújanos, 2001). Los estados de Guanajuato, Puebla, Querétaro, Michoacán, Sonora, Aguascalientes, Cd. de México, son las principales productoras de crucíferas (SIAP, 2016).

### **2.1.1. Brócoli**

El brócoli es una de las crucíferas más comúnmente consumida en la dieta humana debido a que es un vegetal con aspectos nutritivos favorables, como la presencia de vitaminas, particularmente las que actúan como antioxidantes (ácido ascórbico y  $\beta$ -caroteno) y fibra. Además, es un potente inductor de las enzimas que ejercen un efecto protector frente a los agentes químicos carcinogénicos (Maldonado, 2003).

En México comienza a partir de los 80's y ciertamente ha tenido un crecimiento muy importante desde entonces. Se siembran 512,000 ha con hortalizas, lo que equivale a un 3.5% de la superficie agrícola nacional; de dicha superficie, el 2% corresponde a brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* L.) (Pérez *et al.*, 2004).

En la actualidad el cultivo del brócoli ha sido una alternativa para la obtención de ganancias, pues muestran un gran rendimiento en el sector productivo de las hortalizas, lo que ha llevado al país a exportar dicho producto puesto que es muy redituable. De toda la producción que México alcanza casi el 90% es exportado. En el año 2015 se sembraron un total de 29,762.77 ha de esta hortaliza, de las cuales se obtuvieron 449,185.37 toneladas de producto, dejando un derrame económico de \$ 2, 241,549.55 (SIAP, 2015).

### **2.1.2. Coliflor**

La coliflor es una hortaliza cruciferaea, altamente apreciada que se consume con bastante regularidad en la dieta del hombre. Se caracteriza por tener una fuente rica de polisacáridos pectínicos y juegan un papel importante en la dieta. La mayor porción de este vegetal es consumido fresco, cantidades limitadas son procesadas, de los cuales muchos son enlatados y deshidratados (Maldonado, 2003).

De acuerdo a datos de la SIAP en 2015 se cultivaron 3,450.52 ha de este cultivo, del cual se obtuvo un total de 68,832.29 toneladas de este producto, dejando un derrame económico de \$ 267,142.70 (SIAP, 2015).

## 2.2. PLAGAS DE LAS CRUCÍFERAS

Las principales plagas fitosanitarias de los cultivos de crucíferas de importancia económica en México son las siguientes:

*Copitarsia incommoda* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). Es una especie polífaga que se distribuye desde América del Sur hasta México y es considerada un obstáculo para la exportación de crucíferas principalmente a los Estados Unidos de América (Angulo y Olivares, 2003). La larva es un barrenador de la col, en caso de que ésta aún no ha sido formada entonces se alimenta de las hojas centrales y el repollo no se forma.

*Murgantia histrionica* Hahn (Hemiptera: Pentatomidae). Ataca a todo tipo de crucíferas, durante la primavera y verano. Invernan en forma adulta en los campos y si en primavera se plantan en campos de crucíferas, puede completar su ciclo biológico sin interrupción y si la población aumenta, por tanto la población de daños incrementa (Carrero y Planes, 2008).

*Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Es una especie cosmopolita, herbívoro específico y plaga clave de las crucíferas cultivadas. Plantas en cualquier estadio de crecimiento pueden ser atacadas. Las larvas producen pequeños hoyos en las hojas, larvas más grandes hacen hoyos más grandes. Las larvas jóvenes con frecuencia se

alimentan de una de las superficies de la hoja dejando una capa delgada similar a una “ventana” en la epidermis de la hoja, también atacan la cabeza del repollo en desarrollo. El daño resultante deforma la cabeza del repollo y permite la entrada de patógenos descomponedores. Su presencia contamina el producto (Furlong *et al.*, 2013).

*Brevicoryni brassicae* Linneo (Hemiptera: Aphididae). Es un áfido cosmopolita distribuido ampliamente en todas las regiones templadas y cálidas del mundo. Se caracteriza por ser especialista de la familia Brassicáceas y es considerado uno de los más perjudiciales y de presencia permanente en cultivos de crucíferas. Causa daños directos por su actividad alimentaria a través de la cual produce deformaciones y daños indirectos debidos a la transmisión de virus. Es vector de 20 virus en un amplio rango de plantas. Su ataque se manifiesta en áreas muy concretas y limitadas, iniciando la colonización en las hojas más jóvenes, lo que disminuye el vigor de la planta. Al atacar el cogollo de la planta no le permite crecer y en ataques intensos puede llegar a destruir la planta. Cuando las crucíferas florecen, atacan la inflorescencia. Las secreciones de melaza del pulgón, inducen a la formación del hongo saprófito “negrilla” (Kahan *et al.*, 2008).

*Myzus persicae* Sulzer "pulgón verde del duraznero" es considerado un áfido cosmopolita adaptado a un amplio rango de hospederos tanto cultivados como silvestres (Ricci y Kahan, 2005). Los daños ocasionados por este áfido son la eficiencia y transmisión de virus, ya que es capaz de diseminar más de 100 diferentes partículas virales.

*Trichoplusia ni* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Es polífago, pero prefiere los cultivos de crucíferas, se han encontrado también en otros cultivos como tomate, sandía, papa, calabaza. Las larvas causan defoliación de las plantas y se encuentran distribuidas en todos los lugares que se cultiva la col (Bautista, 2006).

*Pieris rapae* Linn. (Lepidoptera: Pieridae). La larva se alimenta severamente de las hojas, estas larvas son de color verde intenso. Los movimientos de este gusano importado de la col son lentos, al inicio se alimenta de la misma hoja y luego se dispersan por toda la planta provocando agujeros de irregular tamaño en las hojas exteriores de la planta (Bújanos y Marín, 2001).

*Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). La larva al emerger se alimenta en grupos junto al sitio de emergencia, esqueletonizando las hojas e hilando una pequeña telaraña en el sitio que se en que se alimentan, para después dispersarse y hacer perforaciones irregulares en las hojas conforme van desarrollándose (Bújanos y Marín, 2005).

### **2.3. FAMILIA ANTHOMYIIDAE**

Los antómidos o antomiidos se agrupan generalmente con Scathophagidae, Fanniidae y Muscidae en la superfamilia Muscoidea. Se encuentran principalmente en las zonas frescas o templadas del hemisferio norte (Michelsen, 2010).

Esta es una familia muy grande de moscas, estrechamente relacionada con los Muscidae, el principal carácter taxonómico parece ser que la vena anal se extiende hasta el borde del ala. Biológicamente y ecológicamente las dos familias apenas pueden ser separadas, todas las larvas son saprófagas, alimentándose de materia orgánica muerta tanto de planta y animal. Pero algunas especies son verdaderamente fitófagas y se alimentan de los tejidos vivos de la planta (Dennis, 1987). Los anómidos asociados con las plantas cultivadas pueden clasificarse en tres grupos principales, de acuerdo con sus hábitos larvales como sigue:

- a) Gusanos de las raíces. Podemos encontrar dos especies las fitófagas, las larvas comen de las raíces de las plantas sanas y saprófagas donde las larvas se alimentan de raíces dañadas o de materia orgánica en el suelo, además de dañar raíces y semillas.
- b) Moscas de los cereales. Las larvas perforan los brotes de cereales jóvenes y destruyen el punto de crecimiento, causando un corazón muerto.
- c) Minadores de las hojas. Las larvas producen grandes minas de manchas en varias plantas.

La familia Anthomyiidae es muy extensa, existen en promedio alrededor de 1,000 especies en todo el mundo, la mayor parte en climas templado y ártico. Los adultos son moscas de tamaño pequeño a medio, de 2-12 mm de largo, normalmente amarillo, marrón, gris o negruzco. El macho tiene la cabeza en forma holóptica y por lo general la hembra es dicóptica. La larva es muscidiforme, esbelta y lisa excepto por articulaciones cuticulares, en su mayoría estas larvas son fitófagas y viven en los tallos, raíces, en cabezas de las flores y en el follaje de las plantas podridas de las cuales son de gran importancia

económicamente. Particularmente algunos del género *Delia Robineau-Desvoidy*, son importantes plagas agrícolas (Couri y Rodrigues-Júnior, 2012).

## **2.4. ESPECIES IMPORTANTES DEL GÉNERO *Delia***

### **2.4.1. *Delia radicum* (Linnaeus)**

Fue descrita por primera vez por Linnaeus en 1758 como *Musca radicum*. Es una plaga primaria de *Allium ssp* y plaga de las cebollas en las regiones templadas. Los daños más significativos se presentan en primavera cuando las plantas huésped son jóvenes (Bazok *et al.*, 2012).

Este gusano de la raíz generalmente tiene preferencia como hospedantes a los cultivos de crucíferas tales como brócoli, coliflor, rábano, col y otros. El número de generaciones varía de acuerdo al lugar geográfico, una generación en el extremo norte hasta tres en condiciones idóneas, pero hay estudios en los que se han dado hasta cuatro generaciones por año (Capinera, 2001).

La hembra ovípara en la base del brote o en el suelo cerca de las raíces. Después de la eclosión, las larvas comienzan a alimentarse de la raíz principal justo debajo del suelo, donde pueden causar sustanciales

daños que eventualmente puede llevar a la muerte de la planta (Nicole *et al.*, 2006).

#### **2.4.2. *Delia platura* (Meigen)**

Es una plaga cosmopolita, se cree que es nativa de la región Holártica. La larva es blanca y presenta tres instares. El primer instar dura 1-3 días, el segundo 3-5 días y el tercero de 5-16 días. El primer instar no ataca a las plantas, solamente afecta a las cortadas o a las que están heridas. Si la comida está en descomposición, las larvas se alimentan mucho mejor y tienen un buen desarrollo. La pupa es ovalada y rojiza, antes de emerger el adulto la pupa se torna café oscuro. Los adultos son de color pardo grisáceo, el macho tiende a tener rayas en el tórax y una en la mitad del dorso y las hembras carecen de rayas, las patas son de color negro (Capinera, 2001).

La mosca de la semilla, *D. platura* es una de las plagas más importantes en el cultivo de las crucíferas. Los principales daños están relacionados con la deformación de las hojas durante la germinación y emergencia de las plantas. Las larvas destruyen el tallo y la raíz cuando se aproxima la cosecha, lo cual reduce la producción (Jaramillo y Sáenz, 2013).

### **2.4.3. *Delia antiqua* (Meigen)**

El gusano de la cebolla se encuentra en todo el Hemisferio Norte y al parecer fue introducido a América del Norte desde Europa poco después de la llegada de los europeos (Capinera, 2001). Ahora se distribuye ampliamente en las zonas cultivables de Estados Unidos y sobre Canadá.

Las larvas, con su aparato bucal perforan los tejidos de las plántulas, en las regiones del Norte de América, las larvas de primera generación son las que causan el daño más severo, a menudo tarde en primavera y temprano en verano, cuando las plantas son pequeñas y vulnerables (Ilovai, 2003).

### **2.4.4. *Delia floralis* (Fallén)**

Es un díptero de la familia Anthomyiidae distribuida en las regiones de Norteamérica, Europa y Asia, es muy común en Canadá (Savage *et al.*, 2016).

En cuanto a su ciclo de vida solo hay una generación al año, invernan como pupas y las moscas emergen en los meses de verano a finales de julio y principios de agosto. Las larvas son blanquizas, la duración de

la fase larvaria dura entre 5 y 8 semanas, estas larvas se alimentan de la planta huésped en los meses de agosto a octubre. Su pupario es ovalado y de color marrón, como las pupas son de invierno y se mantiene así hasta primavera, pasan por un periodo de 8-10 meses en ese estado (Capinera, 2001).

#### **2.4.5. *Delia planipalpis* (Stein)**

El gusano de la raíz es nativo del occidente de Norteamérica. Se sabe que está distribuido en Alaska y Manitoba en el norte y se extiende al sur de California y ahora está presente en México. Además, está ampliamente disperso en Europa y el noroeste de Asia, incluyendo Japón (Hill, 1987).

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es el principal huésped de *D. planipalpis* (Kelleher, 1958); sin embargo, se ha encontrado en otros cultivos de crucíferas tales como brócoli, coliflor y col.

Las hembras tienen un periodo de ovoposición de 10-20 días y producen alrededor de 40-50 huevos durante su vida útil que es de 30 días. Las larvas son blanquecinas y se alimentan de la raíz, la pupa generalmente se mantiene en el suelo cerca de la planta huésped y presenta un color café. El gusano de la raíz pasa el invierno en un pupario. La emergencia de los adultos en primavera se extiende desde la última semana de mayo

hasta mediados de junio. La mayoría de estas moscas emergen en los primeros días de este período. Los adultos son muy similares a *D. platura* Meigen, las moscas son de color gris o gris amarillento, pero marcadas con una franja dorsal negra en el abdomen (Capinera, 2001).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el estado de Puebla, se muestrearon varios municipios donde se cultivan crucíferas.

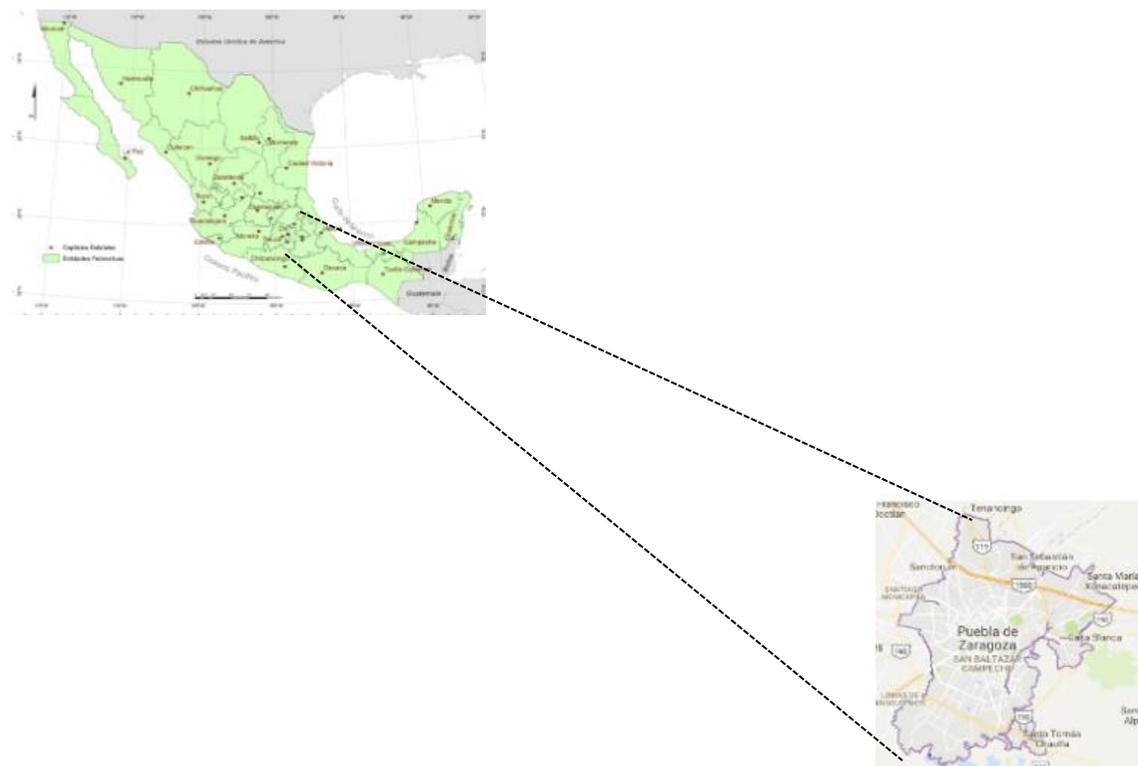


Figura 1. Macrolocalización del sitio de estudio.

### **3.2. DISEÑO DEL MUESTREO**

En los sitios de colecta se empleó el método de muestreo conocido como 5 de oros; es decir, se eligieron cinco puntos en el terreno a mostrar en donde de cada punto se inspeccionó un metro cuadrado para la colecta de las plantas con síntomas de estar infestadas por la mosca de las crucíferas.

### **3.3. COLECTA DE MATERIAL INFESTADO POR LA MOSCA DE LAS CRUCÍFERAS (*Delia spp*)**

La colecta de material se realizó en los municipios de Tepeaca y Acatzingo, Puebla durante el periodo comprendido de julio a octubre de 2017. Durante el recorrido en los predios se extrajeron plantas de brócoli y coliflor que presentaban síntomas de marchitez, decaimiento o poco desarrollado. Previamente a su colecta, se revisó el cuello de cada planta para detectar la presencia de al menos una larva de díptero. En los casos positivos se extraían las plantas y se introducían en recipientes de plástico, con tela de organza (Figura 2). Se etiquetaron los recipientes con los datos de colecta, como fecha, sitio y cultivar.



Figura 2. Recipientes utilizados para coleccionar las muestras.

El material coleccionado se trasladó al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, en donde se mantuvo en condiciones controladas en una cámara de cría ( $26 \pm 2^\circ \text{C}$  y  $50 \pm 10\%$  de HR) y se mantuvieron de esta manera hasta que emergieron los adultos (Figura 3). Los adultos emergidos se coleccionaron y se fijaron en alcohol al 70% para conservarlos hasta el momento de su identificación.



Figura 3. Muestras en cámara de cría.

### **3.4. DIGITALIZACIÓN DE LARVAS, PUPAS Y ADULTOS**

Del material colectado se extrajeron larvas y pupas con la finalidad de tomarles fotografías. Para fijar las larvas se colocaron en agua caliente a 100°C durante 30 segundos aproximadamente, luego se extrajeron del agua y se conservaron en alcohol al 70%, para evitar su deshidratación y mantener los tejidos en buen estado.

Las pupas solo se limpiaron con un pincel de pelo de camello, asegurándose de dejarlas libres de residuos vegetales y suelo.

La toma de fotografías se hizo en el Laboratorio de Morfología de Insectos del Colegio de Posgraduados Campus Montecillo apoyándose con un Fotomicroscopio ZEISS, SteREO, Discovery. V20 (Figura 4).



Figura 4. Fotomicroscopio utilizado para la digitalización de especímenes y genitalia de *Delia sp.*

En el caso de las larvas, éstas se colocaron en papel sanita para permitir la evaporación del alcohol y que el espécimen estuviera seco; además se cuidó de no dejar las larvas mucho tiempo al aire libre para evitar su deshidratación. Una vez secas y limpias, se colocaron sobre un

portaobjeto y se acomodaron en la posición que permitiera observar la forma característica de la larva y detalles de las estructuras morfológicas útiles en la identificación taxonómica; finalmente se procedió a su digitalización. Se hizo lo mismo para procesar las pupas y adultos fotografiados.

### **3.5. EXTRACCIÓN DE LA GENITALIA DE LOS ADULTOS DE *Delia* PARA SU IDENTIFICACIÓN**

La extracción de la genitalia del macho se realizó mediante dos técnicas para obtener la mejor muestra.

1. En la primera técnica se limpiaron las muestras de los adultos (machos) con alcohol al 70%, luego se separó el abdomen del resto del cuerpo de la mosca para ser colocado en un tubo Eppendorf con hidróxido de potasio (KOH) al 10 % durante 24 horas a temperatura ambiente (Figura 5). Posteriormente, se extrajo el abdomen y se colocó en una caja de Petri con alcohol al 70% para extraer la genitalia masculina (5to esternito (flecha azul) y terminalia (fleca negra)) con pinzas entomológicas.

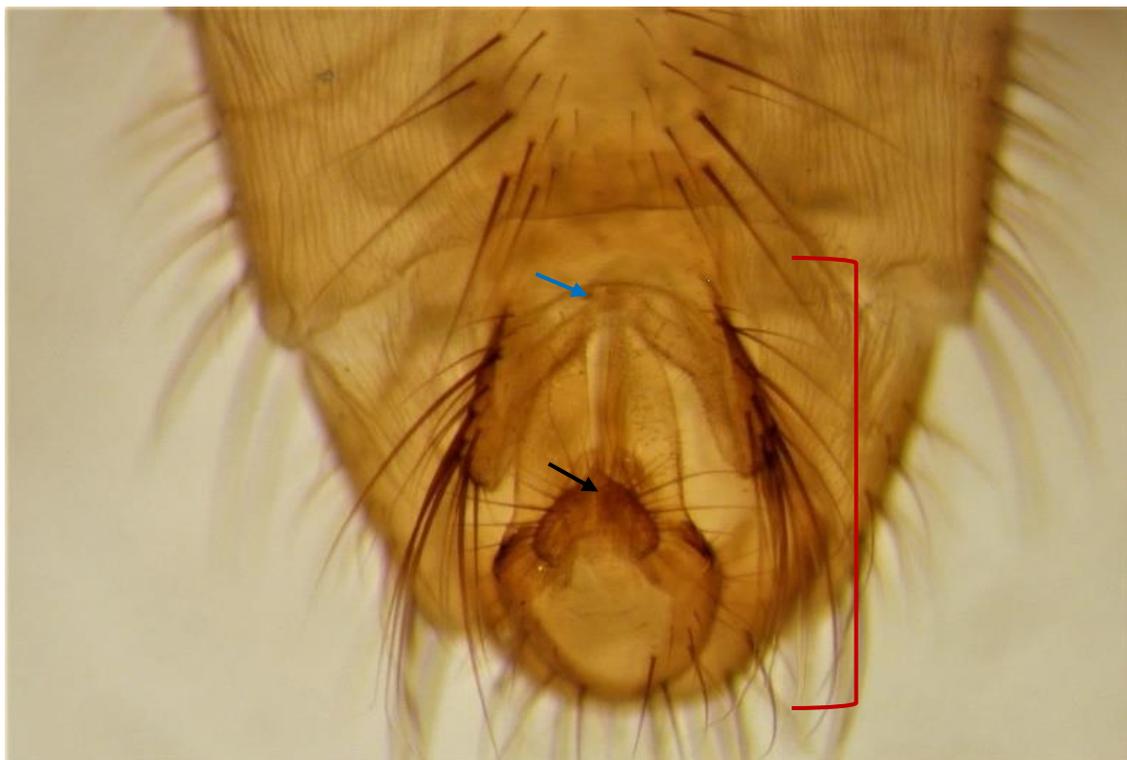


Figura 5. Abdomen de *Delia spp* procesado en KOH para la extracción de la genitalia (corchete rojo).



Figura 6. Microscopio estereoscópico utilizado para la extracción de genitalia.

2. En la segunda técnica los abdómenes disectados se introdujeron a tubos Eppendorf con KOH al 10% y se calentaron a 80° C por 10 minutos, en un termoblock Labnet International, Inc. ACCUBLOCK™ Digital Dry Baht; lo anterior con la finalidad de acelerar la separación de los tejidos de la cutícula del insecto (Figura 7).

Una vez obtenida la genitalia, se procedió a digitalizar dicha estructura para finalmente conservarla en alcohol al 70%.

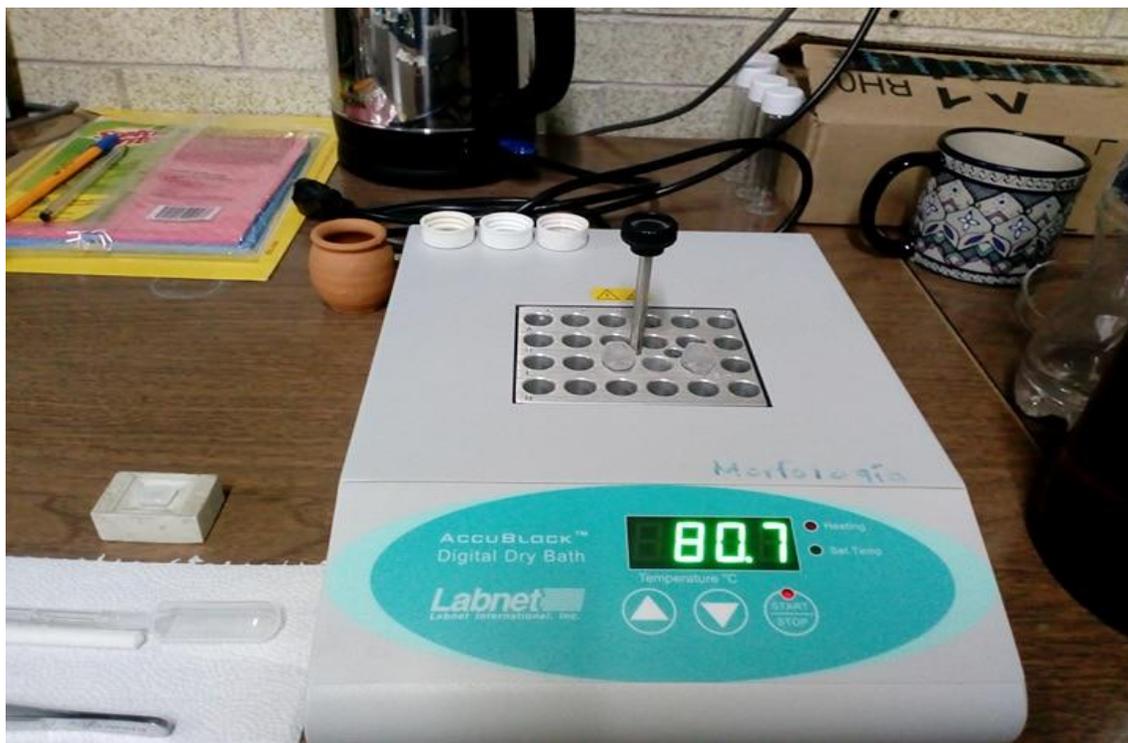


Figura 7. Termoblock marca Labnet International, Inc., modelo ACCUBLOCK™ Digital Dry Baht.

Para la identificación de la mosca de las crucíferas se utilizó la clave de Savage *et al.* (2016).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. MUNICIPIOS CON PRESENCIA DE *Delia*

Cuadro 1. Municipios donde se realizaron las colectas de plantas infestadas por *Delia* spp, en el estado de Puebla.

<b>Municipio</b>	<b>Coordenadas geográficas</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Fecha</b>
Tepeaca	18° 57' 56" N, 97° 54' 15" O	Coliflor y brócoli	04-06-17
Acatzingo	18° 58' 12" N, 97° 46' 55.92" O	Coliflor y col	12-06-17

### 4.2. ESPECIES DE *Delia* ENCONTRADAS

Del material colectado se obtuvieron dos especies *D. planipalpis* y *Delia* sp., estas especies son muy parecidas en su morfología externa; por tal motivo, se hizo la extracción de la genitalia para diferenciarlas. Las genitalias extraídas se compararon con la clave taxonómica de Savage *et al.* (2016) y se observó que una corresponde a la especie *D. planipalpis* (Figura 11) y la otra no se pudo identificar debido a que las imágenes digitalizadas no corresponden a ninguna de las presentadas por el citado autor (Figura 14).

***Delia planipalpis***



Figura 8. Vista lateral de macho de *Delia planipalpis*.



Figura 10. Cabeza holóptica masculina de *Delia planipalpis*.



Figura 9. Fémur posterior con cerdas anteroventrales irregulares, comenzando en el tercio basal.

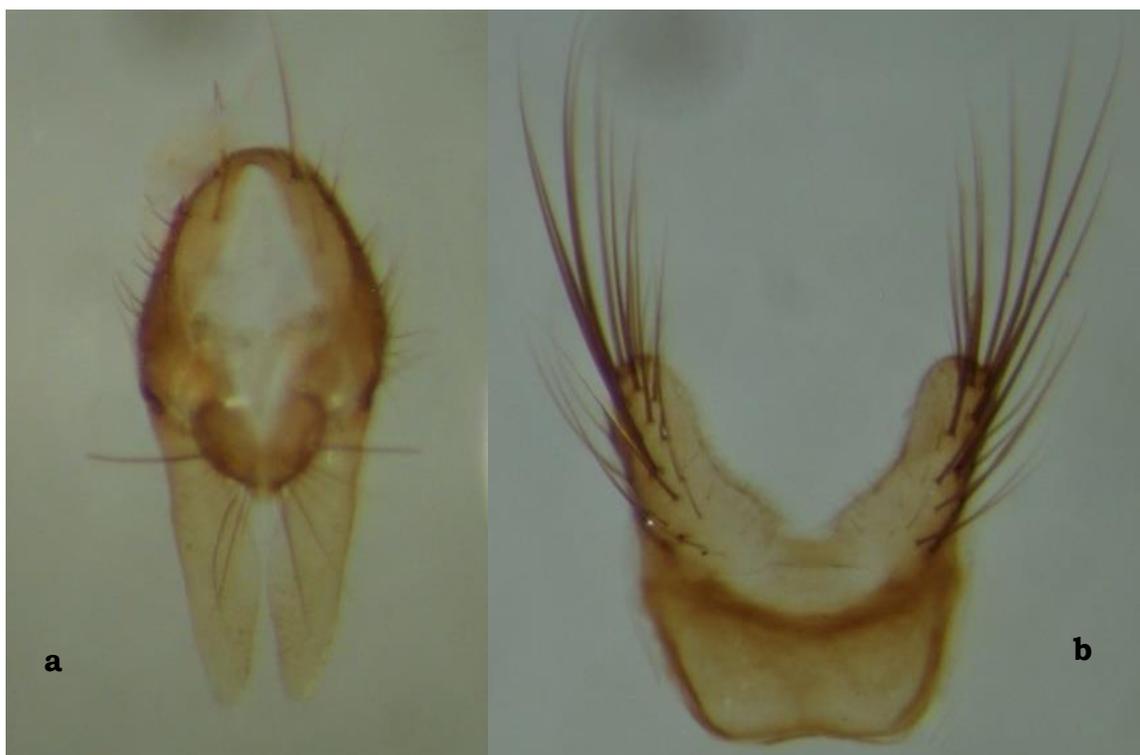


Figura 11. Genitalia de *D. planipalpis*. a) Terminalia y b) 5to esternito.

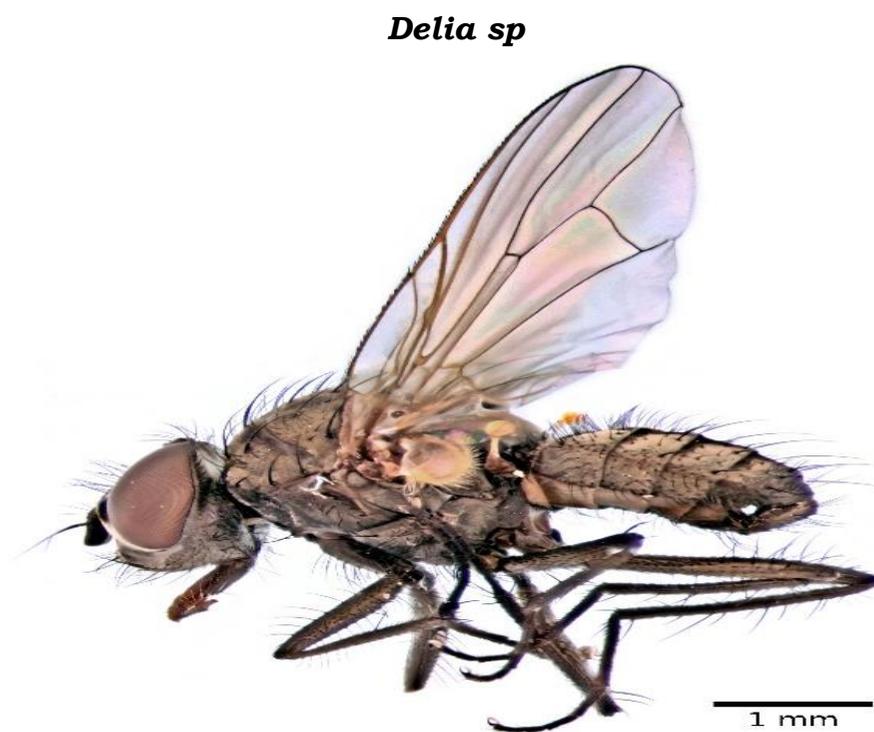


Figura 12. Adulto de *Delia sp*.

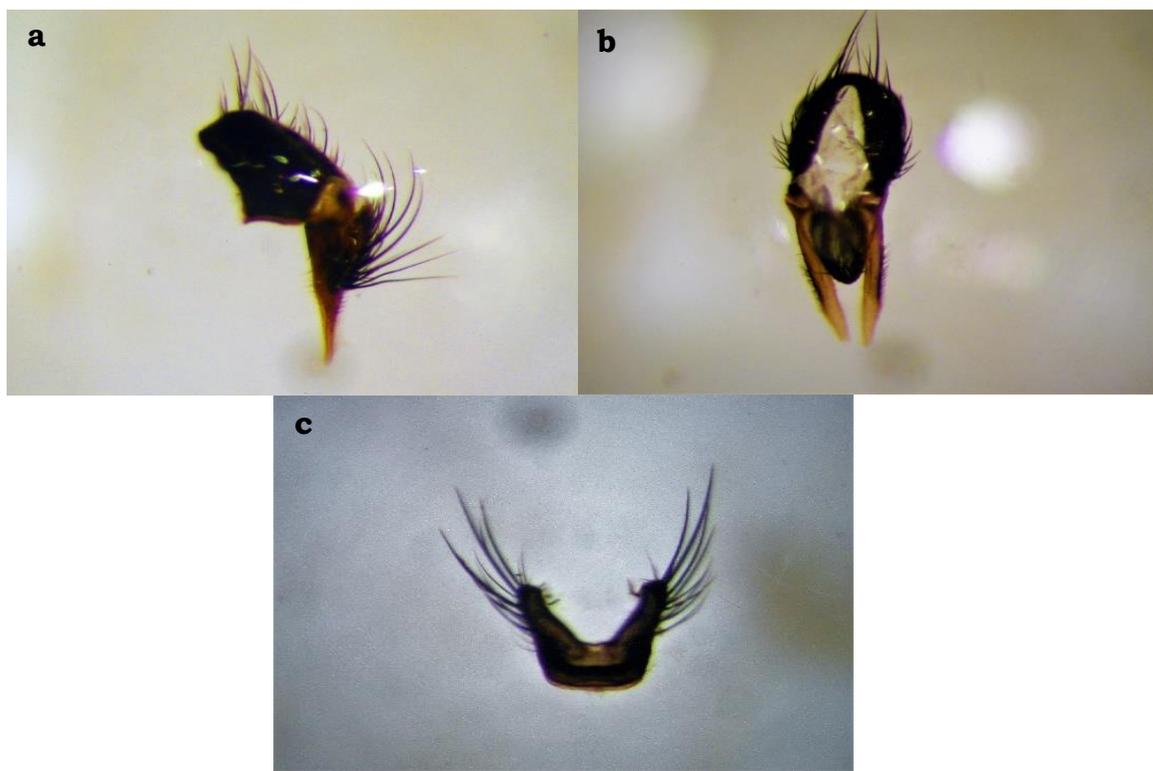


Figura 13. Genitalia de *Delia* sp. a) vista lateral de la terminalia; b) vista ventral de la terminalia y c) 5to esternito. a) Vista lateral de la terminalia; b) Vista ventral de la terminalia y c) 5to esternito.

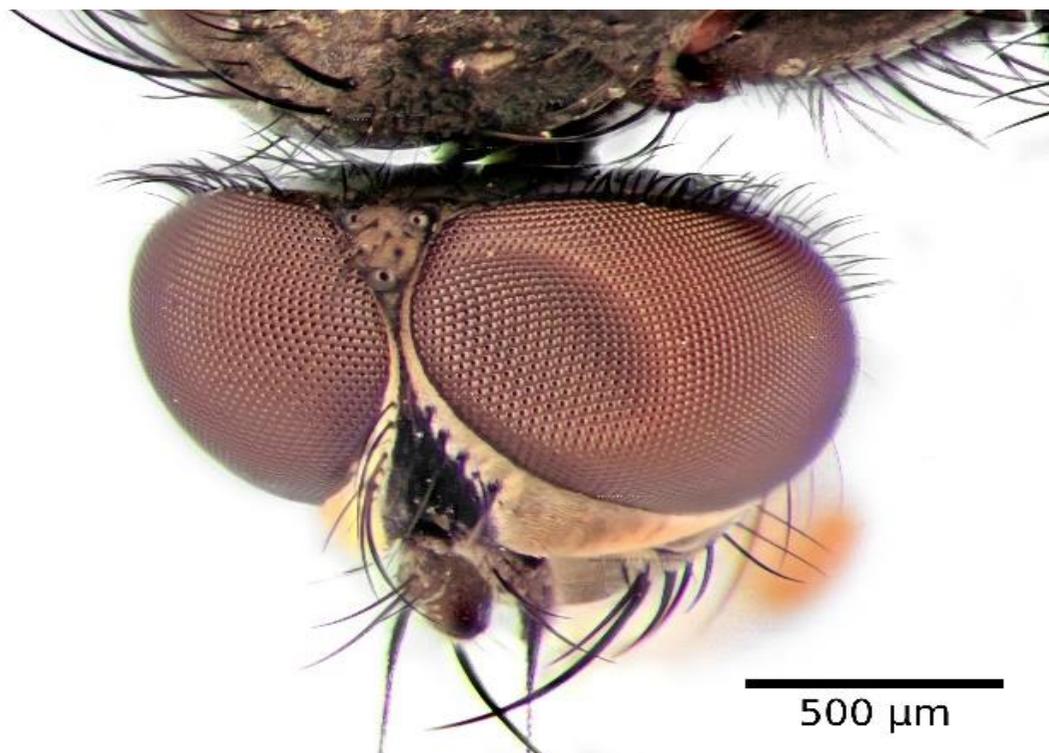


Figura 14. Cabeza holóptica del macho.



Figura 15. Fémur.

### 4.3. LARVA

Los ejemplares colectados solo se identificaron a nivel de género ya que la morfología de los estados inmaduros de estas especies es muy similar. La larva posee una forma típica, generalmente cilíndrica, que se estrecha desde el estremo posterior de forma redondeada hasta el extremo exterior de forma puntiaguda. Tiene ocho segmentos abdominales bien distintivos de color blanco-cremoso (Figura 17). Los tubérculos caudales presentes en este grupo son de gran utilidad en la identificación de las especies, en el tubérculo A se observa una muesca, en el cual dos están entallados apicalmente (Figura 18). De igual manera, el número de dígitos presentes en los espiráculos anteriores permite la separación de especies, en la Figura 19 se aprecia el espiráculo anterior de una larva en forma de abanico con 10 dígitos.



Figura 16. Vista a) dorsal y b) ventral de larva de *Delia* sp.

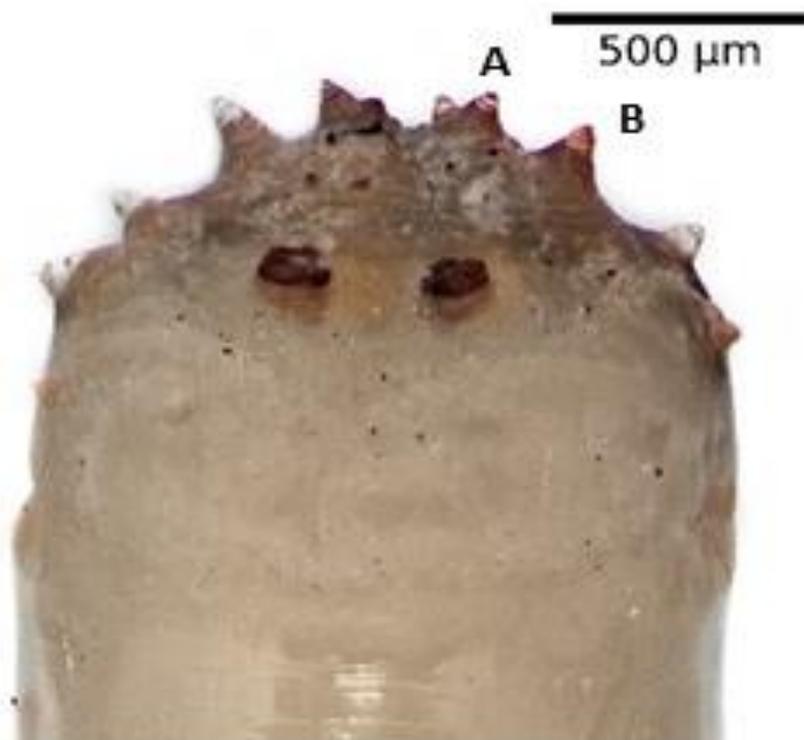


Figura 17. Parte caudal de una larva de *Delia* donde se muestran los tubérculos



Figura 18. Espiráculo de una larva de *Delia*.

#### 4.4. PUPA

Las pupas colectadas solo se describen de manera general, ya que son muy parecidas entre las especies de *Delia*; la pupa es de color marrón o marrón oscuro, tiene forma de cápsula cilíndrica (Figura 19).



Figura 19. Pupa de *Delia* sp.

#### 4.5. DAÑOS

Se observó que los daños por la invasión de las larvas llegan a matar a la planta cuando no se realiza ningún tipo de control ya que se alimentan en el interior del tallo de la planta; a medida que destruye los tejidos y no permiten el paso de la savia y de nutrimentos, lo cual causa

marchitez de la planta en primer término, posteriormente las hojas se tornan de color violáceo para finalmente morir.

Dependiendo del estado de desarrollo de la planta hospedante se presentan diferentes daños. En plántulas pequeñas las larvas destruyen la base del tallo (Figura 20), cuando el tallo ya no les es suficiente se alimentan de las bases de las hojas. Por otro lado, en las plantas más desarrolladas los daños son menores, solo se alimentan de parte del tallo, probablemente porque es un poco más dura.



Figura 20. Larva alimentándose del tallo de la planta.

#### 4.6. CONTROL QUÍMICO

En los sitios de colecta se platicó con los productores quienes externaron que la medida de control que utilizan es el uso de insecticidas, argumentando que a la fecha el Furadán, principal producto empleado, ya no tiene la misma efectividad contra el “arrocillo”, término local con el que conocen localmente a esta plaga. Otros productos químicos alternos que están utilizando por recomendación de las casas de agroquímicos son: Belt, Coragen y Marcial (Cuadro 2).

Cuadro 2. Productos químicos utilizados para el control de *Delia*.

<b>Nombre común</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Modo de acción</b>	<b>Forma de aplicación</b>
Furadán	Carbofurán	Sistémica y contacto	Se puede aplicar al suelo, para el tratamiento de la semilla y en aspersión foliar.
Belt	Flubendiamide	Contacto e ingestión.	Se aplica de forma foliar.
Coragen	Clorantraniliprol	Ingestión y contacto	Se puede aplicar en aspersión foliar, a la base de la planta o en riego por goteo.
Marcial**	Pirimetanil Difenaconazol	Sistémico y contacto	Aplicar en caída de pétalos, con intervalo mínimo de 7 días.

\*\* Marcial es un fungicida; sin embargo, lo han mencionado algunos productores.

**Nota:** La información sobre el control químico del insecto plaga, corresponde a datos extras recabados durante los muestreos, la cual fue proporcionada por los productores de Acatzingo y Tepeaca, Puebla.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que:

- Existe un complejo de al menos dos especies del género *Delia* atacando el cultivo de col (*Brassica oleracea* var *capitata*) y coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), en el municipio de Acatzingo, Puebla.
- Una de las dos especies presentes en los cultivos de brócoli y coliflor en los municipios de Tepeaca y Acatzingo, Puebla es *Delia planipalpis*.
- Los insecticidas utilizados para el control de *Delia sp*, necesitan ser evaluados para conocer su efectividad biológica, para optimizar su uso.
- Existe desconocimiento de los hábitos de *Delia sp* por lo que se requiere realizar investigación referente a la biología de la plaga, enemigos naturales, fluctuación poblacional y preferencia de hospedantes, entre otros.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alatorre, R. R. 1999. Los insecticidas microbianos en el manejo integrado de plagas insectiles. *In: Plagas y Enfermedades de las Hortalizas en México.* Anaya R. S. y J. Romero N. (eds). Editorial Trillas. México, D.F. pp: 356-364.
- Angulo, A. O., y T. S. Olivares. 2003. Taxonomic update of the species of *Copitarsia* Hampson, 1906 (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae). *Gayana*. 67(1): 33-38.
- Barrios, D. B., Alatorre, R. R., Bautista, M. N. y Calyecac, C. C. H. G. 2004. Identificación y fluctuación poblacional de plagas de col (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla. *Agrociencia*. 38 (2) 239-248.
- Bautista M. N. 2006. Insectos plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. 133p.
- Bazok, R., Ceranic-Sertic, M., Barcic, J. I., Borosic, J., Kozina, A., Kos, T., Lemic, D. and Casija. M. 2012. Seasonal Flight, Optimal Timing and Efficacy of Selected Insecticides for Cabbage Maggot (*Delia radicum* L., Diptera: Anthomyiidae) Control. *Insects*. 3, 1001-1027.
- Brown B.V., Borkent A., Cumming J.M., Wood D.M., Woodley N.E., Zumbado M. 2010. Manual of Central American Diptera. Volume 2. 728 p.
- Bújanos M. R. y Marín, J. A. 2002. Insectos plaga de brócoli y coliflor y sus enemigos naturales en el la región de le bajío, México. INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato, México.

- Bujanos, M, R, y Marín, J. A. 2005. Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.) en el Bajío, México. En: Tecnología de producción de las crucíferas. Editores Marta Ramírez Vega, Alejandro Velázquez Ortiz y Rafael Bujanos Muñiz.
- Calderón, G., 2001. *Cruciferae*. Flora Fanerogamica del Valle de México. 2 ed., Patzcuaro, Michoacán: Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 191-213.
- Capinera J. L. 2001. Handbook of Vegetable Pests. 781 p
- Carrero, J. M. y Planes S. 2008. PLAGAS DEL CAMPO. 13a Edición. Ediciones Mundi-Presa 2008. 775 p.
- CESAVEG 2001. (Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato). Contingencia de manejo fitosanitario de crucíferas. Brocoli, Coliflor y Col. Guanajuato, México.
- Couri, M. S y Rodrigues-Júnior, F. de A. 2012. First record of Anthomyiidae (Diptera) from New Caledonia with key to Australasian and Oceanian species of *Anthomyia* Meigen. Revista Brasileira de Entomologia 56(2): 183–185.
- Furlong, M. J., Wright, D. J., Dossall, I. M. 2013. Diamondback moth ecology and management: problems progress and prospects. Ann. Rev. Entomol. 58: 517-41.
- Griffiths, G.C.D. 1997. Anthomyiid Flies (Diptera: Anthomyiidae) of the Yukonpp. 687 – 722. In: Insects of the Yukon. Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods), Ottawa. 1034 pp.
- G.S. Lim, A. Sivapragasam and W.H. Loke. 2001. Crucifer insect pest problems: trends, issues and management strategies. In: The management of diamondback moth and other crucifer pests. Editors Nancy M. Endersby Peter M. Ridland.

- Hill, D. S. 1987. Agricultural insect pests of temperate regions and their control. Cambridge University Press.
- Ilovai, Z. 2003. Characteristics of population-dynamics of onion fly (*Delia antiqua* Meigen) by area-wide monitoring system. In Integrated Control in Field Vegetable Crops IOBC wprs. Bulletin 26 (3) pp. 7-12.
- Jaramillo C. M., Sáenz A. 2013. Control of *Delia platura* (diptera: anthomyiidae) with steinernema sp. strain jcl027 (Rhabditida: Steinernematidae) in commercial spinach [control de *Delia platura* (Diptera: Anthomyiidae) en un cultivo comercial de espinaca con steinernema sp. cepa jcl027 (Rhabditida: Steinernematidae)]. Nematropica. Vol. 43, no.1.
- Jonh, L. C. 2001. Handbook of VEGETABLE PESTS. 1st Edition. 800 p.
- Kahan A., Padin S., Ricci M., Ringuelet J., Cerimele E., Henning C. y Basso I. 2008. Toxic activity of laurel essential oil and cineole on *Brevicoryne brassicae* L. over cabbage. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XL. N° 241-48.
- Kelleher, J. 1958. Life-History and Ecology of *Hylemya planipalpis* (Stein) (Diptera: Anthomyiidae), a Root Maggot Attacking Radish in Manitoba. The Canadian Entomologist, 90(11), 675-680.
- Lim, G. S., Sivapragasam, A., Loke, W.H., 2001. Crucifer insect pest problems: trends, issues and management strategies. In: the management of diamondback moth and other crucifer pests.
- Maldonado R. J. y Delahaye E. P. 2003. Curvas de deshidratación del brócoli (*Brassica oleraceae* L var. *Italica* Plenck) y coliflor (*Brassica oleraceae* L var. *Botrytis* L). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(3), 306-319.
- McAlpine, J. F. 1987. Manual of Nearctic Diptera, volume 2. Pp. 675 to 1332.
- Nicole M. Van Dam and Ciska E. Raaijmakers. 2006. Local and systemic induced responses to cabbage root fly larvae (*Delia radicum*) in *Brassica nigra* and *B. oleracea*. *Chemoecology* 16:17-24.

- Pérez M. L., Rico J. E., Sánchez P. J. R., Ascencio I. J.T., Díaz P. R., Rivera B. R. F. 2004. Identificación de virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, julio-diciembre, 187-197.
- Ricci, M., y Kahan, A. E. 2005. Estudios biológicos y poblaciones de *Brevicoryne brassicae* L. y *Mizus persicae* Sulz. (Hemiptera: Aphididae) sobre Crucíferas cultivadas. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31: 3-9.
- Savage, J., Fortier, A. M., Fournier, F., Bellavance, V. 2016. Identification of *Delia* pest species (Diptera: Anthomyiidae) in cultivated crucifers and other vegetable crops in Canada. *Canadian Journal of Arthropod Identification*. No. 29 40 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2015). Consultado 10-10-2017 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2016). Consultado 05-11-2017 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Suárez Vargas, A. Delia; Bautista M. N., Valdez C. J., Angulo O. A., Alatorre R. R., Vera G., J., Equihua M. A., Manuel P. V. 2006. Fluctuación poblacional de *Copitarsia decolora* (Gueéne) y su asociación con crucíferas comerciales. *Agrociencia*, julio-agosto, 501-509.
- Walters, R. D. y Keil, E. H. 1979. *Vascular Plant Taxonomy*. USA: Kendal/Hunt Publishing Company.