

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Efecto de Flubendiamida Sobre Adultos de Palomilla de la Papa  
*Phthorimaea operculella* en Papa *Solanum tuberosum*

Por

**RICARDO CASTRO HERRERA**

Tesis

Presenta como requisito para obtener el título de

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Efecto de Flubendiamida Sobre Adultos de Palomilla de la Papa  
*Phthorimaea operculella* en Papa *Solanum tuberosum*

Por

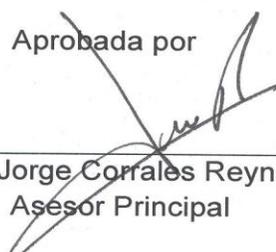
**RICARDO CASTRO HERRERA**

Tesis

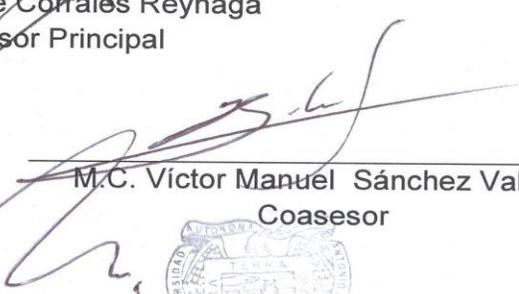
Presentada como requisito parcial para obtener el título de

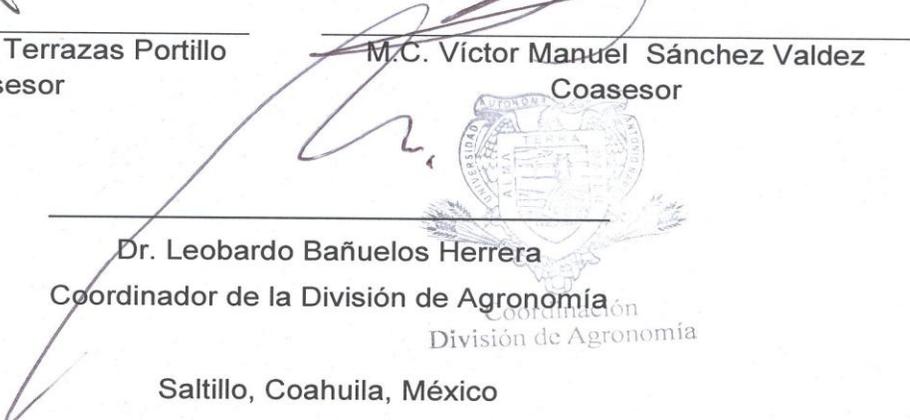
**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por

  
M. C. Jorge Corrales Reynaga  
Asesor Principal

  
Ing. Juan Carlos Terrazas Portillo  
Coasesor

  
M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2013

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la virgen de Guadalupe, por haberme dado salud en estos años en el que curse mi licenciatura. Por haberme dado fuerza para romper los obstáculos que se presentaron y por haber cumplido mi sueño de terminar mi licenciatura como ingeniero agrónomo parasitólogo.

*A mis padres y hermanos*, por haberme dado la oportunidad de realizar mis sueños de terminar una licenciatura, brindándome apoyo tanto moral y económico terminar este sueño.

*A mi UAAAN, “Alma Terra Mater”* por haber me dado la oportunidad realizar mi licenciatura como ingeniero agrónomo parasitólogo dentro de sus instalaciones donde me forme todo un profesional. Por haberme cobijado todos estos años como estudiante. Orgullosamente buitre por siempre.

*Al M.C. Jorge Corrales Reynaga* por brindarme su apoyo y consejos sobre todo darme la confianza para realizar este y otros trabajos los cuales me dejan mucho aprendizaje en mi formación profesional los cuales van hacer muy útiles para ejercer mi profesión. Gracias

*Al MC. Víctor Manuel Sánchez Valdez* por su participación en la aprobación de la presente investigación.

*Al Ing. Juan Carlos Terrazas Portillo* por participar como jurado en la aprobación de esta investigación.

*A la M.C. Rebeca González Villegas* por haberme brindado su amistad y consejos durante estos años de mi carrera, pero sobre todo por aportarme sus conocimientos y experiencia para realizar este trabajo.

*A mis profesores del departamento de parasitología* por haberme brindado parte de su conocimiento y su experiencia para mi formación profesional.

## DEDICATORIA

*A mis padres:*

*Juan Castro Rodríguez y Feliciano Herrera Hernández*

Por haber depositado mi confianza para dejarlos para realizar uno de mis sueños ser un profesional, por haberme dejado la mejor herencia de esta vida que es el estudio, por haber guiado siempre al camino de superación y no dejarme vencer por los obstáculos. GRACIA PAPAS LOS QUIERO MUCHO.

*A mis hermanos*

*Juan Carlos, Francisco y Gabriel*

Por haberme brindado su cariño y amor para salir adelante en mis estudios que gracias a la educación de mis padres somos siempre unidos para alcanzar cada uno de nuestros sueños.

*A mi Esposa*

*Viridiana Pineda Méndez*

Por darme mucho amor durante todos estos años y tener la paciencia de esperarme hasta que terminara mis estudios y no estar a su lado, por brindarme su apoyo aunque no estuviera con ella todo el tiempo y más importante de todo darme el fruto de nuestro amor. TE AMO CHAPARRA.

*A mi sobrina*

*Karla Aidee Castro Marín*

Gracias pequeña por brindarme mucha alegría y felicidad cada vez que estaba en mi casa y darme mucha motivación para echarle muchas ganas para irte a ver.

*A mis tíos*

*Valentín, Leoncio, Crecencio, Magdalena, Natividad*

Gracias por motivarme cada vez que me venía a mi escuela y darme buenos principios para ser una persona de provecho.

*A mis primos*

*Gregorio y Guillermina*

Por haberme brindado mucho apoyo cuando seme presentaban problemas y por darme cariño para no sentir las distancias de mi familia.

*A mis amigos de Parasitología*

*Jhonatan, Jorge, Chulín, Wili, Israel, Malena, Norma, Marisol, Toño, Cuper, alex.*

Por haber formado parte de mi familia ya que gracias a su compañía el tiempo se fue volando. Por brindarnos apoyo en grupo siempre para cumplir proyectos donde conseguíamos lo que queríamos.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
Generalidades del Cultivo.....	3
La papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....	3
Origen.....	3
Ubicación Taxonómica.....	4
Descripción.....	4
Clima.....	4
Siembra.....	5
Labores culturales en el cultivo.....	5
Cosecha.....	6
Producción nacional.....	6
Usos.....	6
Plagas de importancia .....	7
Pulgón Verde ( <i>Myzus persicae</i> y otros <i>Aphididae</i> ) .....	7
Trips ( <i>Frankliniella</i> spp.).....	7
Chicharritas Verdes ( <i>Empoasca</i> spp. y otros géneros).....	8
Polillas de la Papa ( <i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Tecia solanivora</i> ) .....	8
Gusanos Cortadores ( <i>Agrotis</i> spp. y otras especies de <i>Noctuidae</i> ).....	9
Moscas Minadoras ( <i>Liriomyza huidobrensis</i> y otros <i>Agromyzidae</i> ).....	9
La Palomilla de la Papa ( <i>Phthorimaea operculella</i> ).....	11
Ubicación taxonómica.....	12
Ciclo de vida .....	12
Aspectos biológicos.....	14

Distribución y origen.....	15
Hospederos.....	15
Importancia económica.....	15
Estrategias De Control Cultural.....	16
Control Biológico.....	17
Antecedentes del Control Químico.....	17
Resistencia de insectos a insecticidas.....	18
Productos empleados.....	19
Características del grupo 28 diamidas.....	19
Característica de flubendiamida.....	19
Característica de clorantraniliprol.....	21
Estrategias para prevención de resistencia al grupo de las diamidas.....	22
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	24
Ubicación del Experimento.....	24
Incremento de colonias de palomillas.....	24
Preparación de tratamientos.....	25
Aplicación de los tratamientos.....	25
Toma de datos.....	27
Análisis de los Datos.....	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	28
Efecto de flubendiamida sobre adultos .....	28
Efectos del insecticida flubendiamida sobre huevecillos de <i>P. operculella</i> ....	30
<b>CONCLUSIONES</b> .....	33
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	34
<b>Apéndice</b> .....	39

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag
1	Insecticida aplicados para el control de <i>P. operculella</i> en el cultivo de la papa.....	18
2	Tratamientos a evaluados dirigidos adultos de palomilla de la papa.....	26
3	Numero de ovisposturas de huevecillos de <i>P. operculella</i> .....	29
4	Supervivencia de inmaduros <i>P. operculella</i> (Zeller) encontradas dentro de tubérculos.....	30
5	Efecto flubendiamida en huevecillos de <i>P. operculella</i> tratados por inmersión.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pag</b>
1	Muestra los cuatro estados y los días del ciclo de vida de la papa.....	13
2	Adulto de <i>Phthorimaea operculella</i> .....	14
3	Estructura química de flubendiamida.....	19
4	Mecanismo de acción de flubendiamida.....	21
5	Estructura química de clorantraniliprol.....	21
6	Modo de acción Clorantraniliprol.....	22
7	Porcentajes de control de huevecillos de <i>P. operculella</i> por exposición del insecticida flubendiamida.....	32

## Resumen

Debido a los daños ocasionados por larvas de palomilla en tubérculos, tallos y hojas sobre el cultivo de la papa pueden llegar a provocar pérdidas económicas hasta de un 50% de la producción. En base a lo anterior se planteó el siguiente objetivo para la realización del presente trabajo; Determinar el efecto del insecticida de flubendiamida sobre adultos y huevecillos de palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (zeller) bajo laboratorio.

Para el caso de tratamientos a adultos se aplicaron cuatro tratamientos teniendo un testigo absoluto para medir el efecto de flubendiamida en adultos y su progenie. Para tratar los huevecillos se utilizaron dos tratamientos con un testigo absoluto para medir el efecto ovicida del insecticida flubendiamida donde expusieron huevecillos.

De acuerdo con la toma de datos obtenidos durante cuatro días consecutivos sobre los tratamientos aplicados a adultos y huevecillos se observaron efectos secundarios tanto en adultos como huevecillos después de 72 hrs posteriores a la aplicación.

Bajo las condiciones de laboratorio se realizó el presente estudio donde se concluye lo siguiente: El insecticida flubendiamida al tratar los adultos mostro efecto sobre la reducción de oviposiciones de un 27 %. Lo que respecta al tratamiento sobre huevecillos con el insecticida flubendiamida mostro un efecto inhibitorio en el desarrollo embrionario y emergencia de larvas de un 96 %.

**Palabras clave:** Tubérculos, Clorantraniliprole, Insecticidas, Grupo toxicológico

## INTRODUCCIÓN

La papa es una de las hortalizas más importante como fuente alimentación humana está considerada en el quinto lugar de los cultivos alimenticios en el mundo, siendo superado por maíz, trigo, arroz y cebada. Anualmente se cultivan a nivel mundial más de 18 millones de hectáreas, con un rendimiento medio de 12.5 ton/ha (Villarreal *et al.*, 1990).

México siembra 69,054.26 ha de papa, en las cuales se obtiene un rendimiento de 26.27 ton/ha de esta superficie el 64 % se cultiva en condiciones de riego y el 36 % en temporal. Los principales estados productores son Sinaloa, Chihuahua, Sonora, Veracruz, Michoacán, México, Guanajuato, Puebla y Coahuila. En algunos distritos del estado de Coahuila son productores de papa sembrando una superficie de 749.00 ha de las cuales se cosecharon 749.00 ha obteniendo un rendimiento de 37.79 ton/ha con un valor de la producción de 179,715.16 mil pesos (SIAP, 2011).

La papa presentan un gran número de insectos plagas que provocan daños directo o indirectos los cuales generan pérdidas que superan el 50 % de la producción de papa en determinadas zonas donde las larvas de *P. operculella* es la plaga que provoca mayores pérdidas dañando principalmente tubérculos almacenados provocando pérdidas en países en desarrollo (DGSV-CNRF, 2011).

La palomilla de la papa fue detectada por primera vez en México en 1934 en un embarque de papas importadas procedente de California, E.U.A, y con el propósito de evitar la dispersión de la plaga en el país se tomaron medidas de cuarentena para tres estados Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes. Actualmente los daños por la palomilla se presentan más en la hortalizas de la familia de las solanáceas principalmente en tomate, tabaco, berenjena y papa donde las palomilla depositan los huevecillos al principio de la temporada (CONPAPA, 2008).

Control de esta plaga han mostrado limitada, especialmente cuando la larva está bajo el suelo debido a que la palomilla de la papa es una de las plagas con hábitos muy diversos de supervivencia en cada una de las zonas paperas de México (Rocha *et al.*, 1990).

Actualmente se ha buscado alternativas en cuanto al control químico mediante insecticidas de diferentes grupos toxicológicos que tengan sitios de acción diferentes para evitar resistencia cruzada de la plaga, así como aplicar insecticidas selectivos a dicha plaga para la conservación de enemigos naturales y con una baja residualidad para no provocar daños ambientales (Bayer Cropscience, s/f). Por lo anterior mencionado se plantea el siguiente objetivo; Determinar el efecto insecticida de flubendiamida sobre adultos y huevecillos de palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* bajo condiciones de laboratorio

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del Cultivo

#### **La papa (*Solanum tuberosum*)**

La papa es una planta alimenticia que procede de las culturas Preincas e Incas. En el territorio Peruano se encuentra la mayor cantidad de especies de papa conocidas en el mundo siendo el sur de Perú el centro de origen la papa, aunque hay nuevas investigaciones debido que el país chileno afirma que centro de origen fue es su país. Siendo el producto básico de alimentación peruana debido a que contiene un alto valor nutritivo en recetas gastronómicas, aportando importantes calorías, vitaminas, proteínas y minerales de buena calidad para el humano (CIP, 2008).

Actualmente en el mundo la producción ha aumentado en los últimos 7 años, la cual está en un promedio anual de 307 millones de ton, en la cual México siembra 69,054.26 ha aportado un rendimiento de 26.27 ton/ha en las siembra (SIAP, 2011).

#### **Origen**

Se reporta que *Solanum tuberosum* se domesticó en Sudamérica, específicamente en Bolivia entre los lagos Titicaca y Poopo hace 10,000 a 7000 años, aunque los primeros vestigios se en el cañón de chilca, al sur de lima y Perú que data de una antigüedad de hace 10,500 años. Y aunque existe controversia y opiniones muy diversas en cuanto el origen de la papa, sin embargo se estima que en el altiplano Peruano y Boliviano es el centro de origen de este importante cultivo (Malagon, 2000).

## Ubicación Taxonómica

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Sección: Anisocarpeas

Orden: Tubiflorineas

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. tuberosum L.*

## Descripción

La Papa es un tubérculo comestible que crece bajo el nivel de la tierra con raíces muy ramificadas, finas y largas; el tallo, grueso, fuerte, anguloso, con una altura que varía entre 0.5 y 1 m, se origina en las yemas del tubérculo; las hojas son imparipinnadas; su fruto es una baya redondeada de color verde, que se vuelve amarilla al madurar. La planta también tiene tallos subterráneos, los primeros son de color verde, se convierten en su extremidad en tubérculos. En la superficie de los tubérculos tienen yemas distribuidas en forma helicoidal. La Papa es una especie cuya principal función fisiológica es almacenar o acumular gran cantidad de nutrientes en los tubérculos (SIAP, 2011).

Aunque la Papa puede multiplicarse por semillas y por esquejes, en la práctica, la multiplicación es siempre vegetativa, haciéndose por medio de los tubérculos que producen brotes en las yemas (SIAP, 2011)

## Clima

La Papa es una planta que requiere humedad abundante y regular, responde bien en temperaturas templadas y humedad ambiente, sufre con las temperaturas excesivas y es particularmente sensible a la sequía. En periodo de intensa tuberización puede necesitar hasta 80 m<sup>3</sup> de agua por ha y día; se hiel a temperaturas inferiores a -2 °C, el crecimiento de los brotes empieza a los 2 °C y es máximo entre 20 y 25 °C,

aunque un exceso de ésta produce disminución de su riqueza en fécula y favorece el desarrollo de enfermedades. En cuanto a suelos, la Papa prefiere tierras mullidas y aireadas, son mejores los suelos arenosos que los arcillosos, vegeta mejor entre valores de pH comprendidos entre 5.5 y 7, condiciones que suelen darse más en los terrenos arenosos, puede vegetar también en terrenos arcillo-calizos, llegando a tolerar un pH igual e incluso superior a 8 (SIAP, 2011).

## **Siembra**

La siembra se puede hacer con el arado haciendo la siembra cada dos surcos, aunque cada vez se utilizan más las máquinas sembradoras que pueden ser arrastradas por el tractor o ir suspendidas. La Papa puede multiplicarse por semillas y por esquejes, en la práctica, la multiplicación es siempre vegetativa, haciéndose por medio de los tubérculos que producen brotes en las yemas. Para sembrar se puede elegir entre hacerlo con las Papas más pequeñas de la campaña anterior, o adquirir Papas de siembra.

La dosis adecuada de semilla utilizada en la plantación varía entre los 2 a 2.5 ton/ha, cada Papa debe tener un mínimo de dos yemas, se trata de conseguir una densidad de plantas de 55,000 a 65,000 plantas/ha. Se pueden poner dos tipos de marcos para esta densidad de plantación: 75X25 cm o 80X 20 cm; la profundidad de la plantación puede ir desde los 5 a los 15 cm, dependiendo del tipo de suelo, aunque lo más normal es que se ponga a una profundidad de unos 7 a 8 cm (SIAP, 2011).

## **Labores culturales en el cultivo**

Durante el crecimiento del follaje de la papa, que toma alrededor de cuatro semanas, es necesario combatir la maleza para que el cultivo tenga una "ventaja competitiva". Si la maleza es grande hay que eliminar antes de iniciar la formación de los camellones. Éstos se forman amontonando tierra, tomada de entre las hileras, en torno al tallo principal de la papa. Los camellones, o aporques, sirven para que la planta se mantenga vertical y la tierra esté suelta, impida que las plagas de insectos, como la polilla del tubérculo, lleguen a los tubérculos, y contribuye a prevenir el crecimiento de maleza (SIAP, 2011).

Una vez formados los camellones se elimina mecánicamente o con herbicidas, la maleza que crece entre las plantas de la papa y encima del camellón. Los camellones se deben formar dos o tres veces, con intervalos de 15 a 20 días. La primera vez se hará cuando las plantas hayan alcanzado de 15 a 25 cm de altura, la segunda vez muchas veces se lleva a cabo para cubrir los tubérculos (SIAP, 2011).

### **Cosecha**

La recolección puede hacerse a mano o con máquina. Actualmente a mano solamente se hace en las parcelas pequeñas, pero es más caro. Las máquinas, tienen un rendimiento aproximado de unas 3 ton/ha, como una cosecha normal de 25,000 kg/ha, se puede decir que una máquina arrancadora de hilera tiene un rendimiento de 1 ha/día, mientras que la de dos hileras tiene un rendimiento del doble de la anterior (SIAP, 2011).

### **Producción nacional**

La producción del cultivo de papa México en 2011 estuvo a cargo de 23 estados con una superficie sembrada de 69,054.26 ha, en lo que solo cosecho una superficie de 54,551.05 ha, donde los 3 estados que obtuvieron el mejor rendimiento que fueron Sinaloa con el más alto rendimiento con 271,365.00 ton, seguido de Sonora con 267,200.65 ton y por último el estado de Nuevo León con el tercer lugar con 126,649.00 ton (SIAP, 2011).

El estados que obtuvieron el más bajo rendimiento en la producción fueron Hidalgo, Aguascalientes y Oaxaca con un rendimiento por debajo de 1000 ton (SIAP, 2011).

### **Usos**

Se utiliza generalmente en la gastronomía para la elaboración de guisos, ensaladas, purés, papas fritas y en la industria de frituras y para la elaboración de Vodka, ya que para su elaboración requiere de grandes cantidades de almidón (SIPA, 2011)

## **Plagas de importancia**

### **Pulgón Verde (*Myzus persicae* y otros *Aphididae*)**

Los pulgones son insectos comunes en muchos cultivos. Son de tamaño pequeño de 1 a 2 mm, de cuerpo blando y generalmente de color verde los cuales pueden ser ápteros o alados los cuales inician las infestaciones en el cultivo. Las colonias se forman en las partes tiernas de la planta y en el envés de las hojas. Los pulgones chupan la savia de las plantas y las debilitan; sus secreciones azucaradas favorecen el desarrollo de un hongo negro sobre las hojas, además de ser vectores muy eficientes de enfermedades virales (CIP, 2008).

Las colonias de pulgones en el cultivo de la papa observan fácilmente en los brotes nuevos de los tubérculos almacenados o en campo, pero también se presentan en hojas tiernas, donde fácilmente transmiten virus a la planta. El insecto sobrevive el invierno de climas templados en forma de huevo, pero en condiciones menos rigurosas los pulgones se reproducen continuamente en forma vivípara durante todo el año (CIP, 2008).

Los pulgones son atacados por muchos enemigos naturales que constituyen el control biológico de esta plaga. Algunos insectos predadores como los escarabajos coccinélidos y parasitoides como la avispa *Aphidius sp.* se alimentan de los pulgones. También hay hongos que causan su muerte (*Entomophthora sp.*). Si es necesario controlarlos químicamente, debemos seleccionar aquellos productos sistémicos que tienen un efecto selectivo para reducir el daño a los enemigos naturales (CIP, 2008).

### **Trips (*Frankliniella spp.*)**

Los trips o trípidos son insectos muy pequeños, de 1 a 2 mm de longitud, delgados, las ninfas son de color marrón y los adultos de color más oscuro se pueden ver en el envés de las hojas donde alimentan extrayendo jugo celular del envés de las hojas. Al alimentarse al trips la planta produce manchas plateadas debilitando la planta cuando las poblaciones son muy altas puede terminar secando la planta reduciendo su rendimiento. Los trips al alimentarse pueden transmitir el virus de la marchitez apical (TSWV).

Las poblaciones de trips aumentan en condiciones de sequedad, de manera que un método para evitar altas poblaciones es el manejo adecuado del riego. Si las

poblaciones persisten, es necesario aplicar insecticidas selectivos para el control de trips (CIP, 2008).

### **Chicharritas Verdes (*Empoasca* spp. y otros géneros)**

Las chicharritas verdes son insectos ampliamente distribuidos en el mundo, de tamaño pequeño de 3 mm los cuales pueden ser muy móviles por el viento. Se alimentan del jugo de las plantas debilitándolas. Además introducen toxinas, que aumentan su efecto dañino en la planta. Algunas especies transmiten enfermedades fitoplásmicas a la papa como el amarillamiento del áster y la escoba de brujas. Aparte de la presencia de ninfas y adultos en el envés de las hojas, las chicharritas producen el quemado de los bordes de las hojas con enrollamiento hacia abajo y amarillamiento de la lámina foliar. Las plantas pueden morir prematuramente (CIP, 2008).

Hay que evitar cultivos vecinos, como el fríjol, que hospedan altas poblaciones de cigarritas que pasan a los cultivos de papa, y sembrar variedades resistentes o tolerantes. Si las poblaciones se incrementan, hay que recurrir a los insecticidas sistémicos (CIP, 2008).

### **Polillas de la Papa (*Phthorimaea operculella*, *Tecia solanivora*)**

Varias especies de polillas o palomillas atacan a la papa en el campo y en el almacén. Estas especies se hallan ampliamente distribuidas en áreas cálidas y secas, así como también se encuentran en las partes altas. En el campo los daños son especialmente severos en condiciones cálidas y secas. Además de presentar daños muy severo en los almacenes teniendo pérdidas muy elevadas (CIP, 2008).

Las polillas adultas son de color marrón grisáceo y miden alrededor de 10 mm de longitud. Las larvas son blanquecinas con tonalidades verdosas o franjas rojizas según la especie de polilla llegan a medir alrededor de 12 mm en el último estado larval.

La especie *P. operculella* está generalmente diseminada en todos los lugares cálidos y secos pudiéndose encontrar en zonas altas hasta los 3,200 m donde se cultiva la papa. La larva es la que causa el mayor daño perfora los brotes, minando las hojas y perfora los tubérculos en el campo y almacenes puede causar daños muy severos en poco tiempo. Los tubérculos atacados presentan en forma característica los excrementos de la larva a la entrada de las galerías.

*Tecia solanivora*, llamada comúnmente polilla guatemalteca, está distribuida en Centroamérica, Venezuela y parte de Colombia. Las larvas solamente dañan los tubérculos provocando grandes pérdidas a zonas productoras de papa y tomate (CIP, 2008).

Para el control de palomilla es necesario establecer un manejo integrado plagas mediante el cual establecer medidas culturales permite reducir la incidencia de la plaga, así como usar trampas con feromonas sexuales para capturar y cuantificar las poblaciones de campo para la toma de decisiones sobre la aplicación de algún insecticida selectivo.

En los almacenes los tubérculos, sobre todo los destinados a semilla, deben ser tratados con productos biológicos formulados en polvo como *Bacillus thuringiensis* o *Baculovirus*. También contribuye a proteger los tubérculos almacenados el uso de plantas repelentes como hojas de muña (*Minthostachys* spp., plantas de origen andino como eucalipto o lantana (CIP, 2008).

### **Gusanos Cortadores (*Agrotis* spp. y otras especies de *Noctuidae*)**

Los gusanos cortadores son larvas de varias especies de noctuidos o polillas nocturnas que cortan los tallos de las plantitas tiernas. Durante el día las larvas permanecen enterradas al pie de las plantas con el cuerpo enrollado. Las larvas llegan a medir hasta 5 cm; son robustas y de color grisáceo. A veces dañan los tubérculos más superficiales. Algunas especies de la misma familia preferentemente se alimentan de las hojas. Estas larvas generalmente presentan algunos dibujos como manchas o líneas de preferencia en la parte dorsal (CIP, 2008).

Por lo general las infestaciones en un campo se presentan por manchas o focos de modo que si hay necesidad de aplicar insecticidas. Se deben aplicar en forma localizada y no general. También pueden prepararse cebos tóxicos basados en afrecho, melaza, agua y un insecticida. El cebo debe aplicarse al pie de las plantas al atardecer o la utilización de trampas de confusión sexual para los adultos (CIP, 2008).

### **Moscas Minadoras (*Liriomyza huidobrensis* y otros *Agromyzidae*)**

Las moscas minadoras en el cultivo de la papa constituyen plagas serias en ciertas partes del mundo generalmente asociadas al uso masivo de insecticidas que

destruyen a sus enemigos naturales. Son moscas pequeñas cuyas larvas minan las hojas y producen túneles en el interior de la hoja. Las hojas terminan por secarse y pueden acarrear la muerte de la planta. Las larvitas llegan a medir 2.5 mm de largo y carecen de patas y de cabeza. Cuando terminan su desarrollo, forman pupas en el envés de las hojas que luego se desprenden para caer al suelo para emerger el adulto (CIP, 2008).

Las moscas minadoras suelen tener un amplio complejo de enemigos naturales o controladores biológicos que deben ser protegidos. Evitando las aplicaciones tempranas de insecticidas de amplio espectro y largo poder residual. Los adultos pueden ser capturados con trampas amarillas pegajosas. Hay que evitar que el daño llegue al tercio medio de la planta antes de la floración. De ser necesaria la aplicación de insecticidas, deben seleccionarse productos específicos contra adultos o contra larvas (CIP, 2008).

## **La Palomilla de la Papa (*Phthorimaea operculella*)**

La palomilla de la papa *P. operculella* es una especie de las principales plagas según Fonseca *et al.*, (2009), causante de serios daños en el follaje como minador y especialmente en los tubérculos de papa como barrenador. La palomilla de la papa *P. operculella* ha sido considerada como una plaga de importancia económica en casi todas las zonas paperas de México provocando que el tubérculo pierda su valor en el mercado (Vargas., 2004).

*P. operculella* es una especie típica de zonas cálidas pero también se encuentra en lugares fríos Alcázar *et al.*, (1998), su ciclo de vida dura 92 días máximo a una temperatura que oscilan entre 13 y 33 °C para que tenga condiciones favorables (Palacios, 2001).

Los daños por la palomilla se presentan más en las hortalizas de la familia de las solanáceas principalmente en tomate, tabaco, berenjena y papa donde la palomilla deposita los huevecillos al principio de la temporada (CONPAPA, 2008).

La propagación de la palomilla de la papa, desde una zona afectada a una libre se realiza por el transporte de tubérculos infestados, empaques reutilizados, así como suelo, que pueden llevar adheridos huevos o pupas. Además, por la capacidad de vuelo del insecto, los campos aledaños pueden ser paulatinamente afectados (DGSV-CNRF., 2011).

### **Ubicación taxonómica**

CAB International (2011), señalaron la posición taxonómica de la palomilla de la papa de la siguiente manera:

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Subphylum: Atelocerata

Clase: Hexápoda

Orden: Lepidoptera

Familia: Gelechiidae

Género: *Phthorimaea*

Especie: *P. operculella* (Zeller)

### **Ciclo de vida**

Cortez (2008), determino que la palomilla de papa *P. operculella* necesita 383 UC para completar su ciclo y desarrollo la cual cuenta con cuatro estados de desarrollo huevo, larva, pupa y adulto esto en Valle del Fuerte Sinaloa, con temperaturas de 10 a 30°C en las cuales se presentaron mayor número de generaciones en año 2007 a 2008.

El ciclo de vida de *Phthorimaea operculella*, tiene una duración aproximadamente 45 días (SIAFEG, 2011), en condiciones favorables, que muestra en forma completa en la Figura 1, además que *Phthorimaea operculella* puede aportar de 12 a 14 generaciones/año (Palacios, 2001).

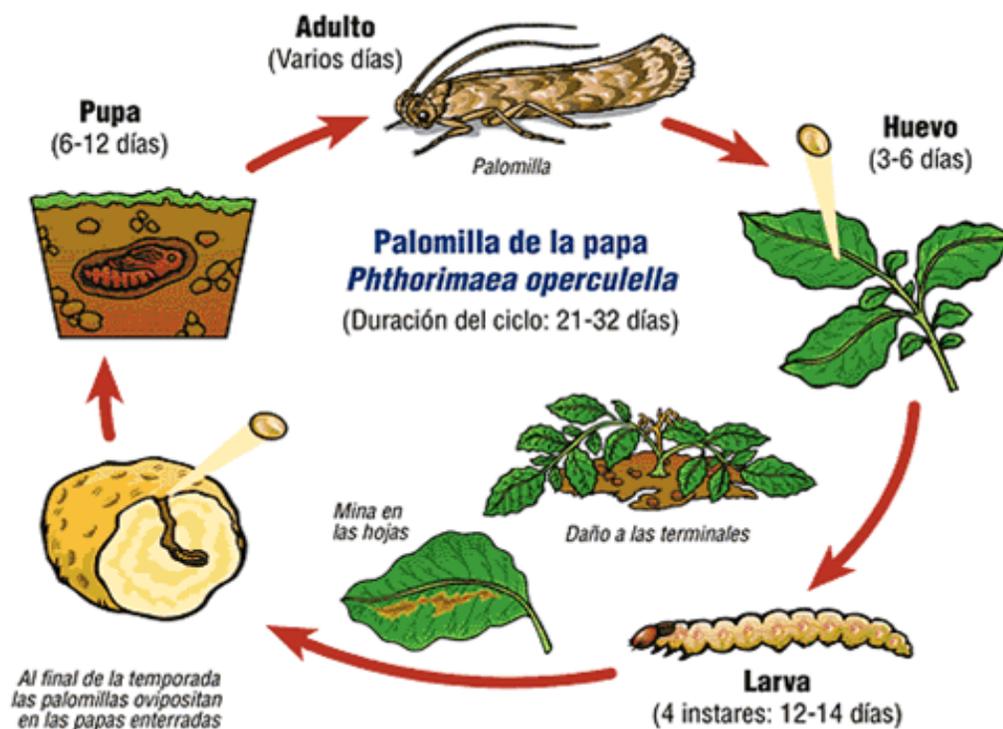


Figura 1. Muestra los cuatro estados y los días del ciclo de vida de la papa.

**Huevo:** Los huevos son de forma ovoide a casi redonda y miden 0.5 mm de diámetro; recién colocados presentan una superficie lisa y un color blanco a perlado, luego se tornan amarillo intenso y oscuros cuando van a eclosionar, los huevos son puestos masivamente sobre los tubérculos y en forma individual cuando los colocan en las hojas bajas de la planta o sobre terrones y grietas del suelo (Ávila y Malangón, 2000).

**Larva:** La larva nace con una longitud de 1mm de tipo erusciforme o forma de gusano con cabeza esclerotizada Ávila y Malagon (2000), las larvas pasan por cuatro instares o estadios intermedios presentando una forma alargada la cual cuenta con tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par de pseudopatas anales (Bautista, 2006).

Las larvas del primer instar miden 13 mm de largo en el que alcanzan un máximo de 14 mm en el último instar, presentando una coloración hialina blancuzca pero al desarrollarse, adquiere un color amarillado verdoso y ultimo instar toma una coloración purpura en la región dorsal, las larvas presentan una cabeza bien definida de color pardo

claro con un escudo protorácico ocupa completamente ocupa el dorso del primer segmento abdominal (Herrera, 2002).

**Pupa:** La pupa se forma dentro del capullo formado por la larva donde ocurre la metamorfosis de la larva a pupa y de pupa a adulto (Herrera, 2002), el color de la obtecta es café rojiza que se va oscureciendo conforme madura. Se presenta diferencia entre tamaños de pupas entre hembras y machos. La de la hembra mide 8.5 mm de largo y la que dará lugar a un macho 7.8 mm (Vargas, 2001).

**Adulto:** El adulto es Micro lepidóptero con Longitud del cuerpo de 8 a 10 mm, envergadura alar promedio de 15 mm (Vargas, 2004); alas con patrón de distribución de escamas de color castaño terroso y manchado de gris oscuro (Figura 2). Cabeza relativamente pequeña, cubierta de escamas espatuladas, dirigidas de atrás hacia delante de color blanco sucio (Anónimo, 2010). Alas anteriores con pequeñas manchas, y las posteriores con un fleco de pelos largos. Dos espinas largas en cada tibia metatorácica, sedas largas pero de menor longitud que las espinas (Bautista, 2006)



Figura 2. Adulto de *Phthorimaea operculella* (Harding, 2011).

### Aspectos biológicos

De acuerdo con Bautista (2006), la hembra oviposita en hojas, tallo y tubérculos accesibles, eso es, a poca distancia de la superficie del suelo. Si la oviposición fue en hojas, la larva neonata así como la larva de segundo instar se alimentan de la nervadura central, el tercer instar se alimenta del follaje y el cuarto dobla los extremos de la hoja para protegerse (hoja en empanada). Si la oviposición fue en el tallo, al emerger a larva neonata perfora y barrena, el segundo instar se alimenta del interior, el tercero migra al follaje y el cuarto instar dobla los extremos de la hoja; si para esa fecha

ya hay tubérculos, las larvas de tercero y cuarto instar bajan por el tallo central llegan al tubérculo y penetran para alimentarse de la médula. En caso que la oviposición se haya realizado en el tubérculo pasa todos sus instares alimentándose de éste, ocasionando pudrición y pérdida total.

### **Distribución y origen**

La palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* es originaria de las regiones productoras de papa de la Cordillera Andina en América del Sur, pero se ha propagado a áreas más tropicales y subtropicales productoras de papa (Lawrence *et al.*, 2010).

En México se detectó por primera vez en un embarque de papas importadas desde California, E.U.A. Posteriormente, en 1934, y con el propósito de evitar la dispersión de la plaga en el país se dicto cuarentena interior para los estados de Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco. No obstante, la dispersión continuo y en la actualidad está presente en las regiones paperas de los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Bahena, 2008).

### **Hospederos**

Se reportan al menos 40 especies de plantas por lo común solanáceas; como hospederas de la palomilla de la papa Callan, (1967). La papa (*Solanum tuberosum*) es el principal hospedante de *Phthorimaea operculella*, sin embargo también afecta al jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y a otras especies de Solanáceas, dentro de ellas destacan el tabaco (*Nicotiana tabacum*), berenjena (*Solanum melongena*) y chile (*Capsicum spp*). Hay más de 60 especies silvestres reportadas como hospedantes (CAB International, 2011).

### **Importancia económica**

Esta plaga daña los tubérculos de papa en campo y almacén (Bautista, 2006). Causa el mayor daño al cultivo cuando se encuentra en estado larval, debido a que atacan brotes tiernos, minan las hojas y barrenan los tallos, lo cual disminuye significativamente la producción y productividad. El daño más importante es a los

tubérculos en los que hacen galerías, perdiendo éstos su valor comercial (SIAFEG, 2011). En las heridas o lesiones de los tubérculos se desarrollan enfermedades fungosas o bacterianas que causan pudriciones en el tejido afectado (Brogle, 2004).

### **Estrategias De Control Cultural**

El campo donde se va a sembrar debe de mantenerse libre de malezas, lo mismo que el cultivo, especialmente de solanáceas silvestres. Debe de efectuarse una rotación sistemáticas de cultivos y realizar buenas labores de aporque. Asimismo debe de efectuarse una cosecha rápida y no tapar los tubérculos que quedan en el campo de un día para otro con follaje de papa desde donde puede pasarse la infestación a los tubérculos sanos (Delorit y Ahlgren, 1983).

Las prácticas culturales son de gran valor para el control de la palomilla de la papa, entre las más importantes se citan algunas como sembrar temprano el cultivo de primavera, mantener el desarrollo del tubérculo por lo menos 5 cm abajo del nivel del suelo, cosechar tan pronto como sea posible, evitar que las papas pasen la noche expuestas en el campo, destruir todas las papas infestadas o desechadas que pudieran alojar al insecto, evitar sembrar el cultivo en otoño adyacente a cultivos de primavera y procurar la venta rápida del producto (Davidson, 1992).

Zenner (1986), señalo que una siembra a una buena profundidad y bien tapada evita que los adulto ovipositen sobre los tubérculos. Por su parte Shelton y Wyman (1979), indicaron que el aporque es una técnica que protege a los tubérculos del ataque de la palomilla ya que los surcos aporcados y sellados tuvieron un menor daño que los surcos que sólo fueron sellados; así mismo, señalan que el objetivo del aporque es formar una barrera entre los tubérculos y las hembras de *P. operculella*. Además, que el aporcado acompañado de riegos por aspersion evita en gran medida la infestación del cultivo a lo largo del ciclo ya que se evita el agrietamiento del suelo y consecuentemente la ovoposición sobre los tubérculos (CAB International, 2011).

Una cosecha oportuna reduce el periodo de exposición de los tubérculos a este insecto, según Zenner (1986), quien además menciona que la causa más importante de infestación en el campo son los tubérculos no cosechados o usar algún producto químico de baja residualidad.

## **Control Biológico**

Cisneros (1986) argumentó la presencia de varias especies de parasitoides nativos que se encuentran atacando *P. operculella* en la región del Valle del Cañate en Perú; entre ellos cito a *Apanteles gelechiidivoris* (Mars) y a *Apanteles scutellaris* que son endoparásitos de larvas de I y II estadios en minas de folíolos de papa. La avispa *Copidosoma koeheleri* (Blanchard) de la familia Encyrtidae, también es un parasitoide poliembriónico huevo-larva. Reportaron también a las familias como: *Ichneumonidae*, *Crematus* sp, *Prestomerus* sp, *Temelucha* sp, el Eulophidae *Dineulopulus phthorimae* y el *Encyrtidae* *Litomastix* sp; y de la familia Tachinidae reportaron a *Icamyia cuzcensis* y *Schizactia* spp.

Valencia (1986), reportó la introducción de la avispa parasítica *Copidosoma desantisi*, la cual se encuentra parasitando sobre los huevecillos de *P. operculella*. El efecto del parasitismo sólo se notó cuando la larva de la palomilla abandonó el tubérculo y baja a pupar, dado que es un parásito de huevo y larva.

En México son pocos los trabajos que se han realizado en este aspecto. En lo que concierne a parasitoides. Nieto (1989) afirma que en León, Guanajuato, reconocieron cuatro especies de himenópteros parasíticos pertenecientes a las familias *Ichneumonidae* y *Braconidae* de las que *Orgilus* sp fue la más abundante en control.

Otros de los controles biológicos eficaces para *P. operculella* es la aplicación de microorganismos como las especies de granolovirus (PhopGV), una bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) y un hongo llamado *Muscodor albus* que tiene un papel muy importante en el manejo integrado de dicha plaga así como extractos botánicos y feromonas sexuales para el control tanto en tubérculos almacenados o como cultivos acampo abierto (DGSV-CNRF, 2011).

## **Antecedentes del Control Químico**

Rocha *et al.*, (1990) mencionaron que la mayoría de las estrategias de manejo de la palomilla en el país se basa en el uso casi exclusivo de insecticidas y se caracteriza por un elevado número de aplicaciones, dependiendo de la zona donde se cultiva papa. Esto puede ser causa de que las poblaciones de insectos se vuelvan resistentes a dichos productos (Georghiou, 1971).

En el Cuadro 1 se muestran los insecticidas y dosis por ha, recomendados para el control de la polilla de la papa mediante aplicaciones al follaje (Brogle, 2004).

Cuadro 1. Insecticidas aplicados para el control de *P. operculella* en el cultivo de la papa.

Nombre técnico	Nombre comercial	Grupo químico	Dosis por ha
Acefato	Orthene	Fosforado	0,75 kg
Clorfenvinfos	Biriane	Fosforado	1,5–2,0 L
Clorpirifos	Pyrinex, Salut	Fosforado	1,0 L
Metaminodofos	Amidor, Monitor, Tamaron	Fosforado	1,0 L
Metidation	Supracid	Fosforado	0,5–1,5 L
Monocotrofos	Inisan, Azodrin	Fosforado	1,0–1,5 L
Profenofos	Curacron	Fosforado	1,0 L
Methomil	Lannate, Nudrin	Carbamato	1,0 L
Ciflutrina	Baythroid	Piretroide	0,3–0,5 L
Fenvalerato	Belmark	Piretroide	0,2–0,25 L
Permetrina	Ambush	Piretroide	0,2–0,25 L
Triflumuron	Alsystin	Benzoilfenil ureas	0,06–0,08 L
Clorfenapir	Sunfire	Pirroles	0,25 L
Abamectina	Vertimec	Prod. x microorg.	0,75–1,5 L
Clorhidrato de cartap	Neres	Nereistoxinas	1,0–1,5 kg

### Resistencia de insectos a insecticidas

De acuerdo con Lagunes (1994), la resistencia se ha incrementado considerablemente en los últimos años debido a la continua aplicación de los insecticidas de manera irracional para el control de plagas. El mal uso de los insecticidas ha traído como consecuencia la selección de resistencia en diversas plagas.

## Productos empleados

En el bioensayo se utilizaron dos insecticidas del grupo 28 diamidas recientemente sacado al mercado en el 2009 con dos moléculas como son clorantraniliprol, flubendiamida y cyantraniliprol saca en 2009 de los cuales los os primeros tienen registro ante COFEPRIS para el control de *P. operculella* en el cultivo de papa.

### Características del grupo 28 Diamidas (IRAC, 2012)

Las diamidas se considera un grupo que ofrece moléculas con mayor protección a los cultivos utilizando menor cantidad de ingrediente activo y controlando eficazmente un amplio rango de lepidópteros y conservando los insectos benéficos, el modo de acción de este grupo es sobre los receptores de la Ryanodina-sensitiva (canales intracelulares especializados en la liberación paulatina del  $Ca^{2+}$  que permite el movimiento de las larvas uniéndose a ellos y ocasionando su apertura indefinida permitiendo que el calcio se libere descontroladamente causando atrofia muscular, sensación inmediata de la alimentación y posteriormente la muerte de la larva (Zapara y Federico, 2010).

### Características Flubendiamida

**Nombre químico:** 3 -iodo-N- (2-metil-1,1-dimetiletil)-N-{ 4-{1,2,2,2-trafluoro-1-(trifluorometil)etil}-o-tolil}ftalamida,.

**Nombre común:** Flubendiamida.

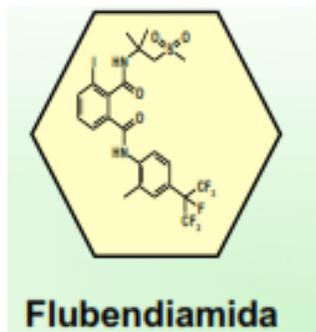


Figura 3. Estructura química de flubendiamida

Flubendiamida es un ingrediente activo perteneciente al grupo 28 de las diamida del ácido pftalico, este producto esta formulado como suspensión concentrada que actúa por ingestión o contacto principalmente en adultos y larvas de lepidópteros en cultivos como los siguientes: berenjena, chile, jitomate, papa, tomate de cascara, calabaza, melón, pepeno y crisantemo, controlando las sus principales plagas como son; Barrenadores del fruto (*Diaphania sp.*), gusano bellotero o de la yema (*Heliothis virescens*) gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) gusano del fruto de las cucurbitáceas (*Helicoverpa armígera*), gusano importado de la col (*Spodoptera exigua*), mariposa blanca de la col o gusano rayado (*Leptophobia aripa*), palomilla de la papa (*Phthorimaea operculelela*), palomilla del dorso diamante (*Plutella xylostela*) (De Liñan, 2013).

La excelente absorción foliar y translocación acropétala de flubendiamida a los nuevos puntos de crecimiento, garantizan un control prolongado permitiendo, según la situación, reducir el número de aplicaciones siempre en alternancia con otros insecticidas de diferentes modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia cruzada (Bayer CropScience, 2012).

### **Modo de acción**

El modo de acción del grupo de las diamidas es en los receptores de Ryanodina, son los canales intramusculares del calcio, especializados en la liberación rápida y masiva del calcio desde los almacenamientos intracelulares, lo cual es paso esencial para el proceso de contracción muscular. Luego de una aplicación de flubendiamida, los receptores de Ryanodina permanecen abiertos permitiendo una liberación incontrolada de calcio, dando como resultado el cese inmediato de la alimentación, seguido de una parálisis y muerte de larvas (De Liñan, 2013).

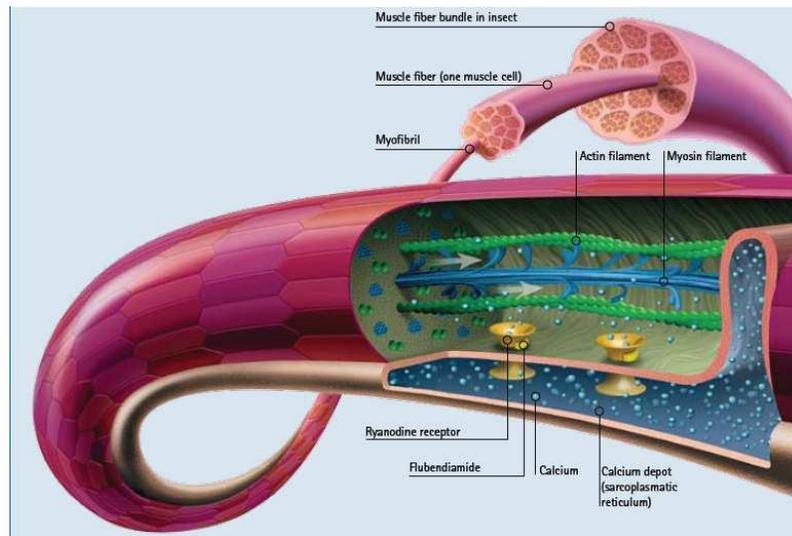


Figura 4. Mecanismo de acción de flubendiamida (Bayer CropScience, 2012).

### Características Clorantraniliprol

**Nombre químico:** 3-bromo-N-[4-cloro-2-metil-6-[(metilamino) carbonil] fenil]-1-(3-cloro-2piridinil)-1Hpirazol-5-carboxamida

**Nombre común:** Clorantraniliprol

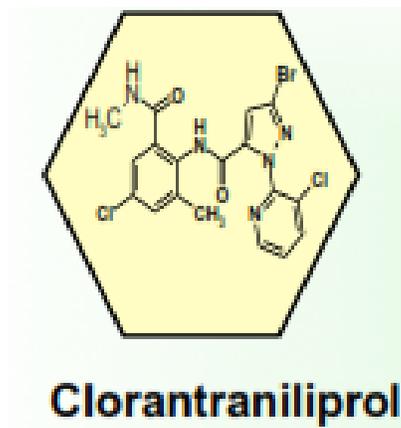


Figura 5. Estructura química de clorantraniliprol

Clorantraniliprol es un insecticida perteneciente al grupo de las diamidas antranilicas con una función por ingestión y contacto, presentado en forma de suspensión concentrada acuosa para aplicar en forma foliar, a la base de la planta o en riego por goteo. Los tratamientos resultan más efectivos cuando se programa para el control de huevos o larvas de lepidópteros en cultivo como son los siguientes: berenjena, tomate, chile, papa, tomate de cascara, calabacita, melón, pepino, sandía,

brócoli, col, col de bruselas, manzano. Induciendo a una parálisis muscular a través de la alteraciones en el equilibrio del calcio (Dupont, s/f).

### Modo de acción

Clorraniliprol controla las plagas mediante un nuevo modo de acción consistente en la activación de los canales de calcio receptores de rianodina (RyRs) de los insectos. Estos receptores ejercen un papel crítico en la función muscular. La contracción de las células musculares requiere la liberación regulada de calcio desde las reservas internas hacia el citoplasma celular. Rynaxypyr se une a los receptores RyR, produciendo una liberación incontrolada que lleva al agotamiento de los reservorios internos de calcio. Evitando la posterior contracción muscular. Los insectos tratados muestran rápidamente los efectos, en un periodo de 1-3 días, que se manifiestan en un rápido cese de la alimentación, letargo, regurgitación y parálisis muscular, al finalmente la muerte del insecto plaga (De Liñan, 2013).

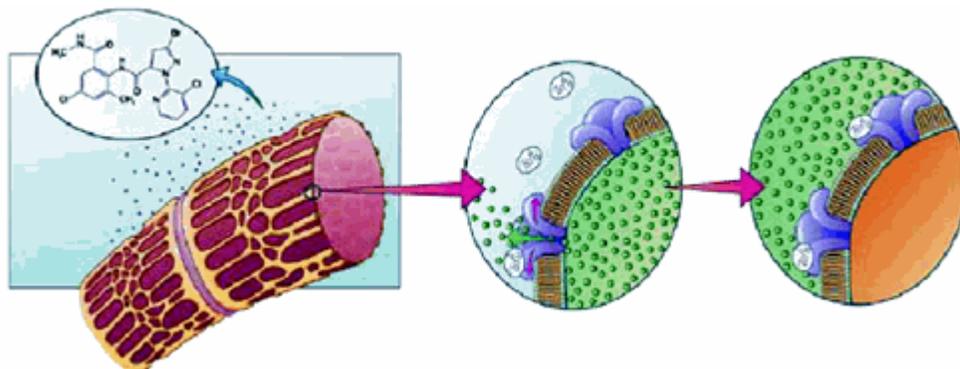


Figura 6. Modo de acción Clorraniliprol

Fase 1. Exposición: El insecto ingiere o Entra en contacto con el insecticida.

Fase 2. Activación: insecticida se une y activa los receptores de rianodina localizados en los músculos de los insectos.

Fase 3. Parálisis y muerte: Los iones Ca, fluyen hacia afuera a través de los receptores de Ryanodina abiertos agotando el calcio necesario para una contracción muscular del insecto y una parálisis que conduce a la muerte del insecto (Dupont, s/f).

### Estrategias para prevención de resistencia al grupo de las Diamidas.

Existe un alto riesgo de aparición de resistencia de insectos los insecticidas del grupo de las diamidas por lo que se deben de toman medidas específicas. El grupo de

las Diamidas, se marca como objetivo realizar acciones para la sostenibilidad de esta familia de insecticidas en España, concretamente se plantea:

- Desarrollar y recomendar estrategias de prevención de resistencias (IRM) para diamidas de fácil aplicación por los técnicos y agricultores.
- Detectar mercados de alto riesgo de aparición de resistencias.
- Realizar un seguimiento continuado de la situación, adaptando las propuestas y realizando una comunicación efectiva.

Se propone la rotación de compuestos efectivos con diferentes modos de acción para minimizar el potencial desarrollo de resistencias a cualquier clase de insecticidas. Asimismo la definición de un máximo de aplicaciones por modo de acción y periodos de tratamiento son aspectos clave en una estrategia IRM (IRAC, 2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Experimento

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Toxicología que se encuentra dentro del departamento de Parasitología Agrícola, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con las coordenadas 25° 21' 08.07" Lat N y 101° 01'37.89" Long O, la cual se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El laboratorio no tiene una temperatura controlada pero la temperatura mayor que oscila es de 36 °C como máximo y 5 °C como mínima, tiene una humedad relativa de 16 % como mínima y 45 % como máxima aproximadamente.

### Incremento de colonias de palomillas

Para el incremento de la población de adultos de palomilla se obtuvieron papas infestadas de larvas de *P. operculella* (Zeller), provenientes de las zonas productoras paperas de zona Coahuila y Nuevo León, las cuales se mantuvieron durante 2 meses en una cámara de cría del Departamento de Parasitología, para obtener la generaciones de adultos y huevecillos requeridos para el bioensayo.

Las palomillas obtenidas fueron colocadas en botes de plástico de 20 L, cada bote contenía de 3 a 4 tubérculos de tamaño mediano infestados de larvas de diferentes estadios, cubriendo la parte superior del bote con tela de organza para colocar papas sanas para que las hembras ovipositaran, así hasta obtener la población suficiente para la realización del bioensayo. Los adultos se estuvieron alimentando una solución azucarada al 1 % depositada en algodón dentro de los botes, cada 24 hrs se retiraba y se colocaba nueva solución.

Las condiciones en las que se mantuvieron las poblaciones de *P. operculella* fueron de a 28 ±2 °C de temperatura, 55-77 % de Humedad Relativa y un fotoperiodo de 14:10 L:O (Luz:Oscuridad).

## **Preparación de tratamientos**

**Tratamientos para aspersión a adultos:** para la preparación de los cuatro tratamientos que se utilizaron para la aspersión adultos se prepararon dos tratamientos con flubendiamida tomando las dosis de 100 ml/ha y 200 ml/ha en la que se sacó la proporción para un litro de agua la cual se utilizó como vehículo quedando de la siguiente manera 0.5 ml/L y 1ml/L que se muestran en el Cuadro 1.

Otro de los tratamientos se realizó con el insecticida clorantraniliprol tomando la de 200 ml/ha, en la cual se realizó conversión para obtener la dosis en un litro de agua quedando 2 ml/L.

**Tratamientos para la exposición de huevecillos:** La preparación de mezclas para el bioensayo de exposición de huevecillos se utilizó la dosis 1ml/L del insecticida flubendiamida, utilizan agua como vehículo y un testigo donde únicamente se colocaron en recipientes nuevos.

## **Aplicación de los tratamientos**

Para la evaluación del insecticida flubendiamida se utilizaron 4 tratamientos de los cuales 2 se prepararon con el insecticida flubendiamida con dosis de 0.5 ml/L y 1 ml/L, el cual fue comparado con el insecticida clorantraniliprol con una dosis de 2.0 ml/L, donde dichos insecticidas pertenecen al mismo grupo toxicológico 28 de las diamidas. El cuarto tratamiento se utilizó un testigo como referencia ante los dos insecticidas. En cada tratamiento aplicado se realizaron cuatro repeticiones, las aplicaciones fueron mediante aspersión y exposición de huevecillos donde se utilizó el insecticida flubendiamida con la dosis de 1 ml/L y un testigo.

El parámetro a medir es el efecto de flubendiamida sobre adultos y huevecillos de palomilla de la papa *P. operculella*, bajo condiciones de laboratorio.

Cuadro 2. Tratamientos a evaluados dirigidos adultos de palomilla de la papa.

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Grupo toxicológico</b>	<b>Dosis en ml/1L de agua</b>
Testigo		
Clorantraniliprol	Diamida antranílicas	2 ml
Flubendiamida	Diamidas del ácido pftálico	1 ml
Flubendiamida	Diamidas del ácido pftálico	0.5 ml

**Aplicación sobre adultos:** Los adultos para la realización del bioensayo fueron extraídos del área de cría con una bomba de vacío, 20 adultos/repetición para cada tratamiento colocados en jaulas de exposición elaboradas con tela de organza de 30X25 cm que contenían un espiral de alambre galvanizado de aproximadamente 50 cm simulando un triángulo utilizado como soporte para que las palomillas volarán en la jaula dicho material se utilizó para cada tratamiento.

Una vez colocadas los palomillas en las jaulas se realizó la aspersion dirigida a los adultos de *P. operculella* haciendo uso de un atomizador manual de 1 L de capacidad con el cual se le aplicaron diez atomizaciones en cada repetición de cada tratamiento, una vez realizada la aspersion se esperó a que secase el producto y se liberaron las palomillas tratadas con insecticida en botes de 20 L, previamente colocando una capa de tierra de 10 cm y cinco tubérculos sanos para medir en efecto de las diamidas en su ovoposición para sus nuevas generaciones, cada tratamiento y repetición fue etiquetado correctamente para una mejor identificación (fecha, dosis, producto y número de repetición de cada tratamiento).

**Exposición de huevecillos:** Los huevecillos que se utilizaron para el bioensayo de inmersión se obtuvieron de colocar papas sanas en las mallas para que los adultos de *P. operculella* ovipositaran el número necesario de huevecillos para la prueba.

Para la realización del método de inmersión se utilizaron recipientes de 1 L, donde se sumergieron durante 5 seg con el tratamiento flubendiamida a 1 ml/L de la prueba anterior mostrada en Cuadro 1, para el tratado de huevecillos se utilizando pinzas para evitar el contacto con el insecticida y huevecillos, antes de sumergir los huevecillo se realizó un conteo de huevecillos/tubérculo, donde se utilizó 1 tubérculos para cada repetición de cada tratamiento, una vez tratados los tubérculos se colocaron

en papel absorbente para secar el excedente del insecticida, después se colocaron en los recipientes con una capa de tierra en la parte inferior para proporcionar las condiciones favorables para las posibles eclosiones de larvas.

En el caso del testigo los tubérculos fueron solamente colocados en los vasos sin tratar con el insecticida, después de tratar los tratamientos fueron etiquetados con fecha, tratamiento y número de repetición para ser colocados en una cámara de cría del Departamento de Parasitología.

### **Toma de Datos**

Para la toma de datos de los bioensayos para aspersión de adultos y exposición de huevecillos consistió en contar los huevecillos ovipositados en tubérculos y en mallas durante un periodo de cuatro días consecutivos después de 24 hrs de la aplicación, esto para obtener los datos para medir los efectos del insecticida en los adultos tratados. En el caso de huevecillos expuestos con el insecticida se realizó una lectura a las 72 hrs posteriores a la exposición para medir el efecto ovicida en huevecillos.

### **Análisis de los Datos**

Los datos obtenidos de la prueba sobre adultos durante cuatro días consecutivos se acumularon y se transformaron con la fórmula  $\sqrt{x + 1}$  para poder ser analizados con un diseño completamente al azar y comparación de medias por el método de tukey (0.05) en el programa estadístico de la UANL para determinar el efecto sobre adultos mediante el número de oviposturas y número de inmaduros.

Mientras que los datos obtenidos de la prueba de exposición huevecillos se analizaron por la prueba DMS también conocida como prueba t para determinar el efecto de flubendiamida en huevecillos de *P. operculella* mediante el número de huevecillos no eclosionados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este bioensayo se presenta en dos partes, el primer apartado se refiere al efecto insecticida en adultos de *P. operculella* aplicado en forma de aspersión y el segundo apartado se refiere al efecto del insecticida sobre huevecillos.

### **Efecto de flubendiamida sobre adultos**

En el Cuadro 3 se menciona que el comportamiento de las oviposturas en el Testigo fueron gradual, caso contrario en el tratamiento con clorantraniliprol no se encontró oviposturas si no hasta la tercera lectura, en el tratamiento flubendiamida a 1ml/L se encontraron oviposturas desde el inicio del ensayo y para el caso del tratamiento de flubendiamida a 0.5 ml/L también se encontraron oviposturas desde el inicio del ensayo (Cuadro 3).

Como se puede ver en el Cuadro 3 la ovipostura de los adultos de palomilla de la papa en la 4ta lectura corresponden oviposturas acumulados de los días anteriores, teniendo que para el caso del testigo se encontraron 99 huevecillos, seguidos por el tratamiento con flubendiamida a 1 ml/L con 72 huevecillos, posteriormente flubendiamida a 0.5 ml/L con 108 huevecillos y por último clorantraniliprol con 114 huevecillos.

Al contar con el acumulado de las cuatro lecturas se realizó una comparación del de los productos con el testigo, teniendo como resultado que el tratamiento de flubendiamida a 1 ml/L mostro un mejor efecto en comparación con el testigo obteniendo una reducción del 27 %, para el caso de clorantraniliprol a 2 ml/L y flublediamida a 0.5 ml/L no se encontró ningún efecto sobre las oviposturas en comparación con el testigo.

Según Martínez (2006), piretroides, organofosforados y carbamicos presentan buen efecto insecticida sobre adultos de palomilla de la papa ya que se observaron altos porcentajes de mortalidad de hasta un 100 % en 48 hrs posteriores a la

aplicación, para el caso de las flubendiamida el efecto se encontró sobre adultos de palomilla de la papa sobre la reducción de oviposturas no se observó mortalidad.

Cuadro 3. Numero de oviposturas de huevecillos de *P. operculella*.

TRATAMIENTO	Lecturas de oviposturas				% Inhibición de oviposición
	1	2	3	4	
<b>Téstigo</b>	3	59	79	99	0
<b>Clorantraniliprol 2ml/L</b>	0	0	64	114	0
<b>Flubendiamida 1ml/L</b>	1	32	51	72	27
<b>Flubendiamida 0.5ml/ L</b>	9	61	95	108	0
<b>C.V %</b>	51.08ns*	84.08ns*	80.12ns*	82.41ns*	

En el Cuadro 4 se muestran el número de sobrevivencia de inmaduros de los huevecillos ovipositados por los adultos tratados con flubendiamida y clorantraniliprol encontradas en tubérculos y en superficie de la tierra expuesta en la parte inferior de los botes, donde el testigo presenta un 62.6 % de sobrevivencia de 99 huevecillos ovipositados, mientras que el clorantraniliprol de presenta un 57.8% de sobrevivencia de 114 huevecillos, posteriormente flubendiamida 1 ml/L presento 54.1 % de sobrevivencia de 72 huevecillos y finalmente flubendiamida 0.5 ml/L presento 62.9 % de sobrevivencia de 108 huevecillos, donde el efecto de los insecticidas se reflejó en la reducción de fertilidad de huevecillos hasta un 6 a 10 % en huevecillos ovipositados por los adultos.

De acuerdo con los resultados anteriores en comparación con Pineda *et al.*, (2004), al tratar adultos de *Spodoptera littoralis* con el método residual con el insecticida Spinosad tiene la capacidad de reducir dramáticamente la fecundidad y fertilidad de huevecillos para la reproducción de nuevas generaciones.

Cuadro 4. Supervivencia de inmaduros *P. operculella* (Zeller) encontradas dentro de tubérculos.

Tratamientos	Total de oviposturas	Total de inmaduros	% sobrevivencia de inmaduros
Testigo	99	62	62.6
Clorantraniliprol 2ml/L	114	66	57.8
Flubendiamida 1ml/L	72	39	54.1
Flubendiamida 0.5ml/L	108	68	62.9
C.V %		53. 61ns*	

#### Efectos del insecticida flubendiamida sobre huevecillos de *P. operculella*

En el Cuadro 5 se muestran las lecturas del efecto del plaguicida sobre huevecillos de palomilla de la papa a las 72 hrs después de la inmersión se encontró diferencia estadística entre el testigo y flubendiamida a 1 ml/L en las cuatro lecturas tomadas. En el tratamiento de flubendiamida se encontró un efecto sobre huevecillos de palomilla de la papa donde se obtuvo la eclosionaron 6 huevecillos de 136 equivalente a un 4 % de emergencia de los huevecillos y mostrando un 96 % de mortalidad (Figura 6), en comparación con el testigo que presento una emergencia de huevecillos del 100 %.

Se observa buen efecto en el control de huevecillos de palomilla de la papa con el insecticida flubendiamida ya que se observaron pocas emergencias de larvas de primer estadio, algunos insecticidas presentan efectos contra huevecillos al evitar la eclosión o deformaciones en larvas de primer estadio, lo anterior coincide con Clavijo y Notz (1994), mencionan que el insecticida thiodicard empleado en huevecillos de la familia Gelenchiidae muestran niveles altos de efectividad sobre la mortalidad en huevecillos no permitiendo la eclosión de huevecillos para la generación de nuevos individuos.

En comparación con los resultados anteriores según Pineda *et al.*, (2004) en la aplicación del insecticida spinosad disuelto en acetona por el método de aspersión

presenta buen efecto ovicida aplicado a huevecillos de *Spodoptera littoralis* debido a que el solvente ayuda a la penetración del corion del huevecillo.

Cuadro 5. Efectos de flubendiamida en huevecillos de *P. operculella* por inmersión.

Tratamientos	Total huevecillos	Huevecillos eclosionados	Comparación medias	% de control huevecillos
<b>Testigo</b>	137	137	34.25 a	0
<b>Flubendiamida 1ml/L</b>	136	6	1.5 b	96
<b>C.V %</b>	8.77			

En la Figura 7, podemos observar claramente el porcentaje de control de huevecillos de *P. operculella* (Zeller) a 72 hrs después de ser tratados con el flubendiamida, el cual mostro un control de 96 % de huevecillos en comparación con el testigo.

Por último se puede observar que el daño por el insecticida se reflejó más sobre el estado adultos y huevecillos, ya que los adultos presentaron una reducción de un 27 % de huevecillos y presentando una mala fertilidad en los que fueron ovipositado otro de los efectos fue al tratar en huevecillos donde mostro un control de 96 % mostrado en la Figura 6, comparando con Pineda *et al.*, (2004) al evaluar los efectos de las spinosad sobre adultos de *Spodoptera littoralis* donde se trataron de una forma residual provocando efectos sobre los adultos en la fertilidad de huevecillos, en larvas funcionando como regulador de crecimiento y funcionamiento como ovicida cuando los huevecillos son tratados directamente con el insecticida, cabe mencionar que la comparación de estas prueba puede variar ya que la aplicación de los tratamiento fue de manera diferente y a que los insecticidas diferente modo de acción.

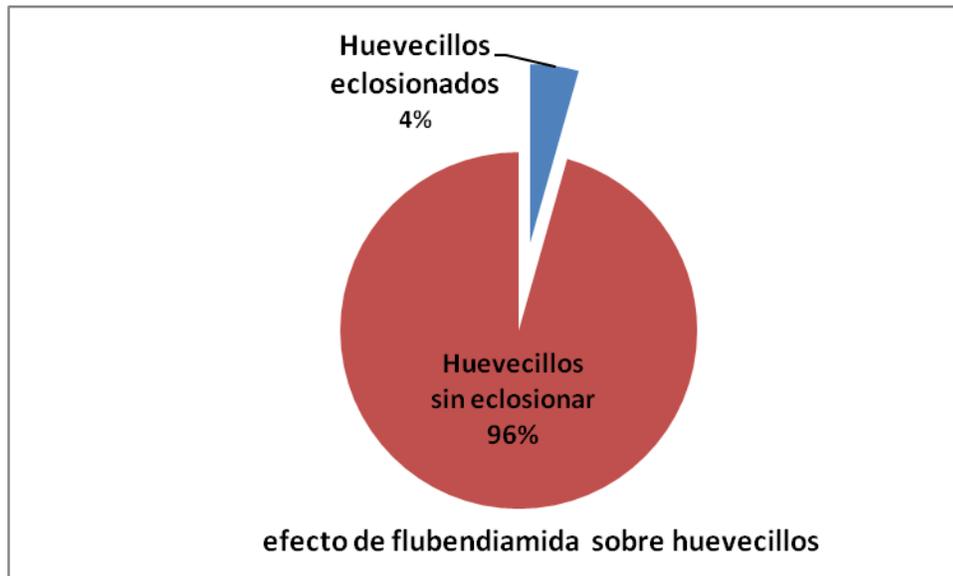


Figura 7. Porcentajes de control de huevecillos de *P. operculella* por efecto del insecticida flubendiamida.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de laboratorio se realizó el presente estudio donde se concluye lo siguiente:

- El insecticida flubendiamida en adultos mostro efecto sobre la reducción de oviposturas de un 27% con el tratamiento tres de flubendiamida 1ml/L en adultos tratados.
- En el tratamiento sobre huevecillos con el insecticida flubendiamida mostro un efecto inhibitorio en el desarrollo embrionario y emergencia de larvas en un 96 % después de 72 hrs posteriores a la aplicación.

## LITERATURA CITADA

- Alcázar, J.; Cervantes, M. y Román, K. V. 1998. Efectividad de virus granulosis formulado en polvo para controlar *Phthorimaea operculella* en papa almacenada. Rev. Peruana. Ent.35: 115-116 [20 de junio de 2012, en línea <http://revperuentomol.com.pe/publicaciones/vol35/PHTHORIMAEA-OPERCUELLA113.pdf>]
- Anónimo. 2010. Curso a distancia. Evaluación de plagas, fauna benéfica y uso del control biológico en el cultivo de papa. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2012. En línea: <http://www.everyoneweb.es/WA/DataFilesgimarafe/CURSOPAPA.pdf>.]
- Ávila. J. M. y /cpc/.
- Callan, E. M. 1967. Weeds as alternate host for potato moth. In relation to biological control, Aust. Potato. Agron. Conf. Healesville, pag.8.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 2008. [20 de junio de 2012, en línea: <http://www.agroancashMalangón>, P. R. 2000. Efecto de materiales inertes de fórmulas bioinsecticidas en la protección de tubérculos almacenados contra las polillas de papa. Artículo de Mamani. [20 julio del 2012, en línea: [http://www.revperuentomol.com.pe/edicion\\_en\\_linea/vol46/voumen%20462%20pag%2043-49.htm](http://www.revperuentomol.com.pe/edicion_en_linea/vol46/voumen%20462%20pag%2043-49.htm)]
- Bahena, J. F. 2008. Palomilla de la Papa, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). En: Casos de control biológico en México. Arredondo, B. H. C., Rodríguez del Bosque, L. A. (Eds). México. Mundi Prensa México S. A. de C.V. 33-45 pp.
- Bautista, M. N. 2006. Insectos plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México, 113p.
- Bayer Cropscience. Ficha técnica, Belt ® 480 SC. 2012. [10 abril de 2013, en línea <http://www.bayercropscience.cl/soluciones/fichaproducto.asp?id=230>]

- Brogle, I. A. A. 2004. Evaluación de una formulación de Thiacloprid más  $\beta$ -ciflutrina sobre la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Facultad de ciencias agronómicas. Escuela de Agronomía.
- CAB, Internacional. 2011. Crop Protection Compendium. En línea: <http://www.cabi.org.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/origen.html>]
- Cisneros, H. 1986. Control biológico de las plagas con especial referencia al cultivo de la papa, L. Valencia (ed.), Centro Internacional de la Papa- Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia, pág. 55.
- Clavijo, A, S., Notz, P, A. 1994. Efectividad ovicida del carbamato thiodicarb para el control de especies de Lepidoptera familias Gelechiidae y Noctuidae. Artículo científico publicado de por la universidad central de Venezuela, faculta de agronomía. [25 de abril del 2013, en línea: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\_ci/Agronomia%20Tropical/at4501/arti/clavijo\_s.htm ].
- Comité Nacional Sistema Producto Papa. [20 de julio del 2012, en línea:<http://www.conpapa.org.mx/> ]
- Cortez, M. E. 2008. Fluctuación poblacional de la palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), bajo condiciones de cambio climático en el norte de Sinaloa [20 de marzo del 2013, en línea: <http://www.conpapa.org.mx/portal/pdf/EVENTO/Modulo%201%20Cambio%20Climatico/ernesto%20sifuentes%20ibarra%20PalomillaPapa-Conpapa-2010.pdf>]
- Davidson, R. H. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Ed. Limusa. México. pág. 350.
- De Liñan, C. 2013. Agroquímicos de México. 5ª edición. Editorial tecnoagricola de México, S. A. de C. V. España. Pag.127 – 70.
- Del Ángel, D. A. M. A. 1985. Monitoreo de adultos y larvas con feromonas de *Phthorimaea operculella* (Zeller). Lepidoptera: Gelenchiidae, para el pronóstico de aplicación de insecticidas en la región de Navidad, N. L., Tesis de licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah, México, pág. 35.
- Delorit, R. J. y H. L. Ahlgren.1983, Producción agrícola, 7ª reimpresión., Editorial Continental, México, pág. 275 – 325.

- DGSV-CNRF. 2011. Palomilla de la papa [*Phthorimaea operculella* (Zeller 1873)]. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (DGSV-CNRF). Ficha técnica. SAGARPA-SENASICA. México, D.F. 6 pp.
- Dupond. s/f. BOLETÍN TÉCNICO. Dupont™, Coragen®, insecticida con la potencia de Rynaxypyr®. [20 de abril de 2013, en línea [http://www2.dupont.com/Coragen/es\\_MX/products/index.html](http://www2.dupont.com/Coragen/es_MX/products/index.html)]
- Fonseca, S. F. Guillon, M. Kalazich, B. J. Vásquez, C. y Larraín, S. P. 2009. Efectividad de Distintas Dosis de Feromona Sexual de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Captura de Machos de Polilla de la Papa. En Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, Casilla 36-B, La Serena, Chile (36): 431-436. [23 de marzo del 2013, en línea: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000400011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000400011&script=sci_arttext)]
- Georghiou, G. P. 1971. Resistance of insect and mites to insecticides and acaricides and the future of pesticide chemicals. In: Swift, J.E. (ed.) Agricultural Chemicals Harmony or Discord for Food People and Environment. University of California. Div. Agr. Sci. 151 pp.
- Harding, C. 2011. Ministry of Agriculture and Forestry. PaDIL Species Factsheet. *Phthorimaea operculella* New Zealand Government. En línea:
- Herrera, R. F. 2002. Selectividad del insecticida cartap empleando bioensayos con organismos no destinatarios. Artículo científico. [25 de marzo del 2013, en línea: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v4n1-2/a13v4n1-2.pdf> ]
- IRAC. 2011. Estrategias para la prevención de resistencias del grupo 28 diamidas. [25 de abril del 2013, En línea: <http://www.irac-online.org/content/uploads/2009/12/DIAMIDAS-GRUPO28-Poster-jun11.pdf>].
- Lagunes, T. A. 1987. Combate químico de plagas, Colegio de Post – Graduados, UACH, Texcoco, México, págs. 77- 85.
- Lawrence, A. L., Kroschel, J., Arthurs, P. S. y De la Rosa, F. 2010. Control microbiano de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Colombiana de Entomología 36 (2):181-189.

- Malagon, S. M. 2000. Entrenamiento y desarrollo de agricultores. Manual de producción de papa. [30 de marzo del 2013, en línea: [http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/Manuales/Manual\\_Producc\\_Papa\(EDA\).pdf](http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/Manuales/Manual_Producc_Papa(EDA).pdf)]
- Martínez, H. B. L. 2006. Evaluación de insecticidas bajo condiciones de laboratorio contra adultos de palomillas de la papa *Phthorimaea operculata* (Zeller). Tesis de licenciatura, universidad autónoma agraria Antonio narro, Buenavista, saltillo, Coahuila, mexico, pag.25.
- Nieto, H. R. 1989. Parasitismo larvario sobre *Phthorimaea operculella* (Zeller). (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Municipio de León Gto., XXIV Congreso Nacional de Entomología (resúmenes), pág 198.
- Palacios, J. L. 2001. Producción viral y tasas de aplicación del granulovirus usado para el control biológico de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) [30 de marzo del 2013, en línea: <http://www.marm.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-29-04-659-667.pdf> ]
- Pineda, S. Schnerder, M, I. Martínez, A, M. 2004. El spinosad una alternativa para el control de insectos plaga. Instituto de investigaciones agropecuarias y forestales. Pag.35,36, 37.
- Rocha, R. R., Byerly M. K., Bujanos M. R. y Villareal G. M. 1990. Manejo integrado de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Bajío, México. SARCH – INIFAP – CIFAP. Celaya, Guanajuato, México. pág. 52.
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2011. [30 de noviembre del 2012, en línea: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=230&Itemid=89.](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=89)]
- Shelton, A. M. y Wyman. J. A. 1979. “Seasonal patens of potato tuberworm moth abundanteas determind by traping”, en *Environ. Entomol.*, 8(3), págs. 541 – 543.
- SIAFEG. 2011. Estudio de riesgo de Palomilla de la Papa *Phthorimaea operculella* (Zeller). Sistema de Alerta Fitosanitaria del Estado de Guanajuato. Celaya, Guanajuato. [22 de abril de 2013. En línea:

[http://www.siafeg.com/Estudios%20de%20Riesgo/Estudios/Estudio\\_Palomilla\\_Papa.htm](http://www.siafeg.com/Estudios%20de%20Riesgo/Estudios/Estudio_Palomilla_Papa.htm).]

- Valencia, L. 1986. Las palomillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) identificación y control. Memorias del curso sobre Control Integrado de Plagas. Centro Internacional de la Papa – Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. pág. 25.
- Vargas, F. M. E. 2001. caracterización de tres cepas de *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch y su virulencia en *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen). En la UNMSM. Capítulo II. [25 de marzo de 2013, en línea: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/vargas\\_fm/Cap2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/vargas_fm/Cap2.pdf)]
- Vargas, F. M. E. 2004. Caracterización de tres cepas de *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch y su virulencia en *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen). Capítulo II.
- Villarreal, G. M., Rocha, R. R., Byerly, M. K. F., Bujanos, M. R. 1990. Manejo integrado de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Gelechiidae), en el bajío de México.
- Zapata, A. F. N y Fabricio, C. 2010. Belt 480, innovación para el manejo integrado de *Spodoptera* spp. (Lepidóptera Noctuidae) en algodón (*Gossypium hirsutum*). En memorias del XXXVII congreso de la sociedad Colombiana de entomología (SOCOLEN), Bogota, Colombia.
- Zenner, P. I. 1986. Control integrado de plagas de papa, L. Valencia, Centro Internacional de la papa, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, Colombia, págs. 48 – 54.

## APENDICE

Apéndice 1. Acumulados de oviposturas obtenidos durante 4 días consecutivos después 24 hrs de la aplicación.

Lecturas de oviposturas				
Tratamiento	1	2	3	4
<b>Téstigo</b>	3	59	79	99
<b>Clorantraniliprol 2ml/L</b>	0	0	64	114
<b>Flubendiamida 1ml/L</b>	1	32	51	72
<b>Flubendiamida 0.5ml/ L</b>	9	61	95	108

Apéndice 2. Datos obtenidos al tercer día después de la aplicación

Tratamientos	I	II	III	IV	Total
1	0	0	3	0	3
2	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	1
4	0	9	0	0	9

Apéndice 3. Datos obtenidos al cuarto día después de la aplicación

Tratamientos	I	II	III	IV	Total
1	0	0	23	36	59
2	0	0	0	0	0
3	12	15	3	2	32
4	0	18	43	0	61

Apéndice 4. Datos obtenidos al quinto día después de la aplicación

Tratamientos	I	II	III	IV	Total
1	0	12	31	36	79
2	41	23	0	0	64
3	17	24	6	4	51
4	0	52	43	0	95

Apéndice 5. Datos obtenidos en el sexto día después de la aplicación

<b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Total</b>
1	0	14	49	36	99
2	82	32	0	0	114
3	22	33	9	8	72
4	0	65	43	0	108

Apéndice 6. Acumulados de inmaduros encontrados dentro y fuera de tubérculos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Numero de repeticiones</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Testigo</b>	23	13	8	18
<b>Clorantraniliprole 2ml/L</b>	14	31	15	6
<b>Flubendiamida 1m/L</b>	26	5	3	5
<b>Flubendiamida 0.5ml/ L</b>	15	21	19	13

Apéndice 7. Preconteo de huevecillos encontrados en papas antes de la inmersión.

<b>Datos de lectura a las 72 horas</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep 2</b>	<b>Rep 3</b>	<b>Rep 4</b>
<b>TESTIGO</b>	32	34	36	35
<b>flubendiamida 1m/L</b>	35	33	34	34

Apéndice 8. Huevecillos eclosionados después de 72 hrs de la inmersión.

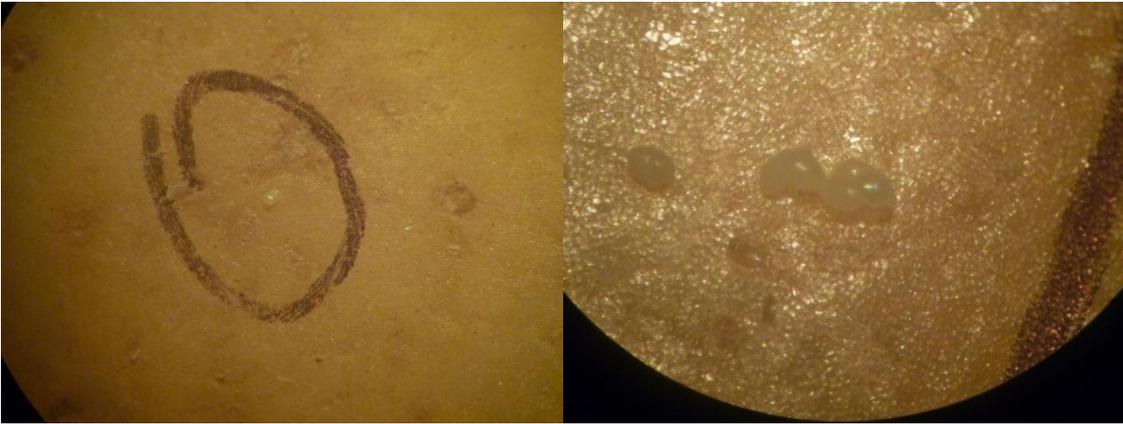
<b>Datos de lectura a las 72 horas</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep 2</b>	<b>Rep 3</b>	<b>Rep 4</b>
<b>Testigo</b>	32	34	36	35
<b>Flubendiamida 1m/L</b>	2	0	1	3

Apéndice 9. Comparación de medias por la prueba DMS también conocida como prueba de t studen

<b>Tratamientos</b>	<b>Total huevecillos</b>	<b>Huevecillos eclosionados</b>	<b>Comparación medias</b>	<b>% de control huevecillos</b>
<b>Testigo</b>	137	137	34.25 a	0
<b>Flubendiamida 1ml/L</b>	136	6	1.5 b	96
<b>C.V %</b>	8.77			

Apéndice 10. Tabla ANVA de diseño bloques completamente al azar

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&lt;F</b>
<b>Trata</b>	1	2145.125	2145.125	872.593	0.000
<b>Bloq</b>	3	6.375	2.125	0.8644	0.546
<b>Error</b>	3	7.375	2.458		
<b>Total</b>	7	2158.875			



Apéndice 11. Huevecillos ovipositados por adultos de *P. operculella* en tubérculos sanos.



Apéndice 12. Larvas de 1er estadio eclosionadas de huevecillos ovipositados por adultos de *P. operculella* tratados con flubendiamida.



Apéndice 13. Excretas de las larvas de *P. operculella* que entraron a los tubérculos.



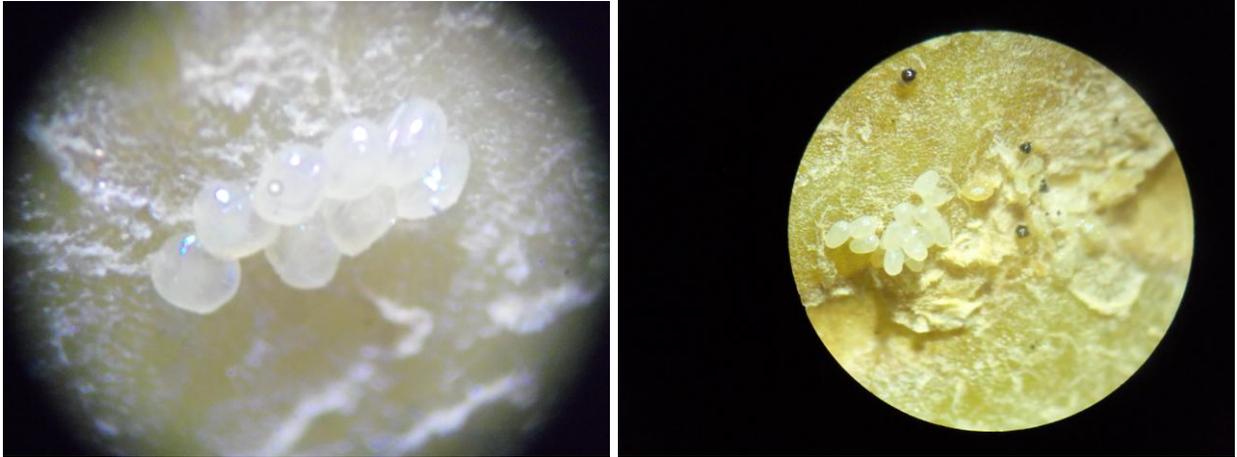
Apéndice 14. larvas de *P. operculella* 3er estadio dentro de tubérculos utilizados en cada tratamiento.



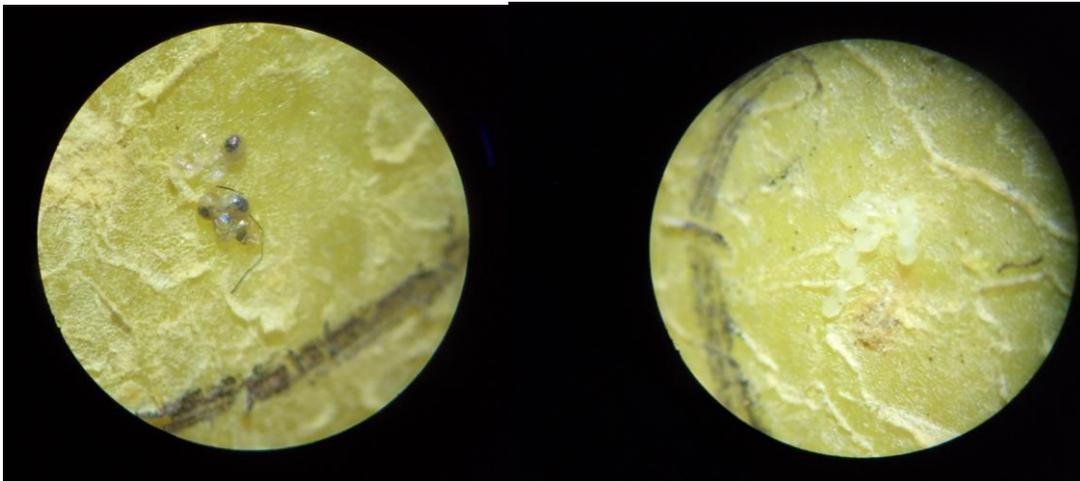
Apéndice 15. Larvas de 4to estadio de *P. operculella* buscando refugio para pupa.



Apéndice 16. Pupas de *P. operculella* encontrada en tierra de cubetas y tubérculos.



Apéndice 16. Huevecillos de *P. operculella* tratados con flubendiamida comparados con el testigo.



Apéndice 17. Huevecillos de *P. operculella* que presenta daños por el insecticida flubendiamida.



Apéndice 18. Huevecillos y larvas de 1er estadio de *P. operculella* que presentan los efectos de flubendiamida.



Apéndice 19. Larva de *P. operculella* eclosionada de huevecillos no tratados.