

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



**EVALUACION DE INSECTICIDAS BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO CONTRA ADULTOS DE PALOMILLA DE LA PAPA
Phthorimaea operculella (Zeller).**

Por:

BIANCA LUCERO MARTINEZ HERNANDEZ

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio - 2006

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA**

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

EVALUACION DE INSECTICIDAS BAJO CONDICIONES DE
LABORATORIO CONTRA ADULTOS DE PALOMILLA DE LA PAPA
Phthorimaea operculella (Zeller).

Presentada por:

BIANCA LUCERO MARTINEZ HERNANDEZ

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

APROBADA POR:

M.C. JORGE CORRALES REYNAGA

PRESIDENTE

DR. EUGENIO GUERRERO RODRIGUEZ

SINODAL

DR. FIDEL A. CABEZAS MELARA

SINODAL

M.C. ANTONIO CARDENAS ELIZONDO

SINODAL

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,
Junio de 2006.

DEDICATORIAS

A DIOS por el don de la vida que me ha dado.

A mis padres

Roberto Martínez Sánchez y María Teresa Hernández Silvestre.
Por que con su amor y apoyo he logrado la meta que un día me forjé.

A mis hermanos (as)

A mi hermana Eva María (✝) por su amor y ejemplo de fortaleza.
A Brígido, Roberto, Víctor Herminio, Rosalía e Inés por el gran apoyo y amor que me han brindado hasta ahora.

A mi esposo y a mi hijo

Teodulo Herrera Vázquez y Abian David Herrera Martínez,
por el estímulo moral para llegar a la meta.

A mis suegros

Víctor Pedro Herrera e Inés Enriqueta Vásquez, por su cariño y comprensión que me han brindado.

A mis cuñados (as)

Guillermina, José Luis, Mauricio, Francisco, Víctor, Delfino, María y Juanita. Por su cariño y comprensión que me han brindado.

A mis abuelos que siempre están presentes en mi memoria.

A todos y cada uno de mis familiares y amigos por el apoyo incondicional moral y económico que me brindaron.

A mis compadres:

Diana Clarita Sánchez Hernández y Eduardo Rios Cruz
Por el apoyo moral que me atorgaron.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER por el cobijo que me dio durante 4.5 años y en ella formarme como profesionista.

A mis maestros por compartir sus conocimientos conmigo y así superarme.

Al M.C. Jorge Corrales Reynaga por la confianza que deposito en mí para la elaboración del presente trabajo de investigación y el apoyo para la misma.

Al Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez por su colaboración en la revisión y sugerencias en este trabajo de investigación.

Al Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara por su colaboración en la revisión del presente trabajo de investigación.

Al M.C. Antonio Cárdenas Elizondo por su colaboración en la revisión del presente trabajo de investigación.

A todos mis compañeros (as) de la generación C por todos los momentos que compartimos.

A mis amigos (as); Obdulia, Dolores, Vicente, Arturo, Emmanuel, Alejandro, etc.

Al ing. Juan Manuel Burciaga Vera por su amistad y el apoyo moral que me brindo en los momentos difíciles por los que pase durante mi estancia en la UAAAN.

A la secretaria Blanca Estela, Juanita del conmutador por toda la atención brindada.

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE CUADROS -----	i
INDICE DE FIGURAS-----	iii
INTRODUCCION -----	1
Objetivo -----	2
REVISION DE LITERATURA -----	3
Palomilla de la papa -----	3
Ubicación taxonómica -----	3
Ciclo de vida y descripción morfológica -----	4
Hospederos-----	6
Estrategias de Control -----	7
Control cultural -----	7
Control biológico -----	8
Control de temperaturas en almacén-----	9
Control genético -----	9
Esterilización -----	9
Control químico -----	10
Resistencia de Insectos a Insecticidas -----	10
Definición de resistencia -----	11
Factores por los que se desarrolla la resistencia -----	11
Manejo de la resistencia -----	11
Insecticidas Órgano fosforados -----	12
Modo de acción -----	12
Metabolismo detoxificador -----	12
Insecticidas Piretroides -----	14
Modo de acción -----	14
Metabolismo detoxificador -----	15
Insecticidas Carbámicos -----	16
Modo de acción -----	16
Metabolismo detoxificador -----	17
Insecticida Organoclorado -----	17
Modo de acción -----	18

Productos utilizados	18
Paration metílico	18
Azinfos metílico	19
Metamidofos	19
Clorpirifos	20
Malation	20
Permetrina	21
Lambda cyhalotrina	22
Deltametrina	22
Cyflutrina	22
Carbarilo	23
Metomilo	23
Endosulfan	24
MATERIALES Y METODOS	25
Obtención de material biológico	25
Tratamientos a evaluar	26
Método de aplicación	26
Toma de datos	27
Análisis de datos	28
RESULTADOS Y DISCUSION	28
Efecto de los insecticidas a 1, 24 y 48 horas de postaplicación	28
Efecto por grupos toxicológicos	31
Piretroides	31
Organofosfarodos	32
Carbámicos y organoclorado	33
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	36
APENDICE	41

INDICE DE CUADROS

Pág

Cuadro 1. Tratamientos evaluados dirigidos a adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller).-----	27
Cuadro 2. Formato de toma de datos para cada tratamiento.-----	27
Cuadro 3. Efecto de insecticidas sobre adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), en sus diferentes conteos de postaplicación.-----	29
Cuadro 4. Número de adultos por unidad experimental de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), antes de la aplicación de los insecticidas.-----	42
Cuadro 5. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a permetrina con dosis de 1.75 mL/L.-----	42
Cuadro 6. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a permetrina con dosis de 1.5 mL/L.-----	43
Cuadro 7. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a lambda cyhalotrina con dosis de 2.0 mL/L.-----	43
Cuadro 8. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a deltametrina con dosis de 4.0 mL/L.-----	43
Cuadro 9. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a cyflutrina con dosis de 3.25 mL/L.-----	44
Cuadro 10. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a azinfos metílico dosis de 5.0 g/L.-----	44
Cuadro 11. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a azinfos metílico dosis de 4.5 g/L.-----	44
Cuadro 12. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a paration metílico dosis de 1.5 mL/L.-----	45

Cuadro 13. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a metamidofos con dosis de 0.5 mL/L.-----	45
Cuadro 14. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a malation con dosis de 1.75 mL/L.-----	45
Cuadro 15. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a clorpirifos con dosis de 1.0 mL/L.-----	46
Cuadro 16. Datos originales obtenidos a 1 , 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a carbarilo con dosis de 8.0 g/L.-----	46
Cuadro 17. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a metomilo con dosis de .35 g/L.-----	46
Cuadro 18. Datos originales obtenidos a 1 , 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), expuestos a endosulfan con dosis de 1.75 mL/L.-----	47
Cuadro 19. Análisis de varianza de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), a 1 h después de la aplicación.-----	48
Cuadro 20. Comparación de medias de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa. <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), a 1 h después de la aplicación.-----	48
Cuadro 21. Análisis de varianza de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), a las 24 h después de la aplicación.-----	49
Cuadro 22. Comparación de medias de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa. <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), a las 24 h después de la aplicación.-----	49
Cuadro 23. Análisis de varianza de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), a las 48 h después de la aplicación.-----	50
Cuadro 24. Comparación de medias de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa. <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller), a las 48 h después de la aplicación.-----	50

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentaje de control de adultos de <i>P. operculella</i> (Zeller) a 1, 24 y 48 h por exposición a insecticidas piretroides.-----	32
Figura 2. Porcentaje de control de adultos de <i>P. operculella</i> (Zeller) a 1, 24 y 48 h por exposición a insecticidas organofosforados.-----	33
Figura 3. Porcentaje de control de adultos de palomilla de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) a 1, 24 y 48 h por exposición a los insecticidas carbámicos y organoclorado -----	34

INTRODUCCIÓN

La palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) es una plaga que posee una distribución cosmopolita; se presenta en la mayor parte de las áreas donde se cultivan o se embarcan papas u otras plantas solanáceas. Su distribución es mundial y se le encuentra desde los 40° latitud norte hasta los 40° latitud sur de América, África, Sur de Europa y Oceanía (Valencia, 1986).

Este insecto puede causar dos tipos de daño físico, las larvas barrenan los tubérculos actuando como una plaga de daño directo que afecta al producto final de la cosecha. También puede desarrollarse como minador de hojas y de tallos actuando como plaga de daño indirecto. El primer tipo de daño es el que posee la mayor repercusión económica, mientras que el segundo provee a la especie la posibilidad de incrementarse en condiciones naturales (Roman, 1982; Zenner, 1986). En regiones cálidas puede llegar a ocasionar daños severos al cultivo en condiciones de campo, afectando alrededor del 50% de la producción (Rocha y Paredes, 1982).

Esta plaga representa un problema grave para este cultivo en México, ya que se encuentra prácticamente en todas las regiones donde se cultiva esta solanácea, con excepción del Valle de Toluca, Edo. de México (Domínguez *et al.*, 1998). Así mismo, García y Medrano (2001) mencionaron que actualmente se considera a esta como la plaga más importante de la papa tanto en campo como en almacén, ya que además, el tubérculo dañado pierde agua, se encoge y está expuesto a la invasión de patógenos.

En México, como en otras partes del mundo, el combate de la palomilla de la papa se basa principalmente en el uso de insecticidas (Guerrero, 1991), destacando entre éstos, algunos organofosforados como el paration metílico, azinfos metílico, metamidofós; piretroides como la deltametrina, cyflutrina, permetrina y algunos carbámicos como el metomilo y el carbarilo (SAGAR, 1999).

En la actualidad se han estado realizando un gran número de aplicaciones siendo en algunos casos innecesarios y de esta manera como consecuencia la creación de poblaciones resistentes.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar que insecticidas de diferente grupo toxicológico son eficientes para el control de adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller).

REVISION DE LITERATURA

Palomilla de la papa

La palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) es una plaga originaria de América del Sur, y de la áreas andinas de Colombia, Bolivia y Perú, siendo éstos, centros de distribución botánica de la hospedera; se desarrolla sobre numerosas especies de solanáceas silvestres y cultivadas, haciéndolo con más facilidad en áreas con veranos calientes y secos. Se le considera una plaga cosmopolita presente en todas las regiones paperas de América, Australia, Europa, África y Asia (Valencia, 1986). Causa daños al follaje, al sistema vascular y a los tubérculos de la papa en todas las regiones calientes y secas del mundo (Rocha *et al.*, 1990). Esta plaga representa un problema grave para este cultivo de México, ya que se encuentra prácticamente en todas las regiones donde se cultiva está solanácea.

Ubicación taxonómica

Triplehorn (2005) señalaron la posición taxonómica de la palomilla de la papa de la siguiente manera:

Reino Animal
Phylum Artrópoda
Subphylum Atelocerata
Clase Hexápoda
Orden Lepidoptera
Suborden Frenatae
Superfamilia Gelenchioidea
Familia Gelechiidae
Género *Phthorimaea*
Especie *P. operculella*.

Otros sinónimos científicos aplicados a *Phthorimaea operculella* (Zeller) son:

- ❖ *Gnorimoschema operculella*
- ❖ *Prorictemia operculella*
- ❖ *Gelechia operculella*
- ❖ *Gelechia solanilla*
- ❖ *Lita solanilla* (Champ, 1986).

Ciclo de vida y descripción morfológica

Domínguez *et al.* (1998) mencionan que este insecto presenta cuatro fases: huevecillos, larva, pupa y adulto.

Huevecillos: Son de color blanco amarillento, de forma ovalada con un extremo más angosto, miden de 0.32 a 0.47 mm en promedio, son depositados individualmente en el envés de las hojas, en los tallos y en grupos de 150 a 200 huevecillos sobre los tubérculos (Llenderal *et al.*, 1984). En el período de incubación con un umbral de temperatura inferior (UTI) de 11° C es de 64.8 unidades calor (UC) (Sánchez, 1989).

Larva: Rocha *et al.* (1990) reportaron que el desarrollo larval presenta cuatro instares; el primero es de color amarillo cremoso y mide de 1.25 mm de longitud. Con respecto al ancho de la cápsula cefálica, García y Medrano (2001) citaron que la larva es de color blanco - verdoso en sus primeras etapas de vida y conforme crece adquiere el color amarillento; escudo protorácico café oscuro dividido longitudinalmente en dos; setas abdominales del segmento IX con una disposición triangular; patas de color oscuro, y la longitud varía entre 10 y 12 mm. al respecto Metcalf y Flint (1981) Citaron que presentan tres segmentos torácicos, diez segmentos abdominales, en el extremo del labium presenta un órgano hiladero del cual exuda seda, y presenta pseudópodos en los segmentos 3,4,5,6 y 10 del abdomen.

Las larvas que eclosionan de los huevecillos que fueron ovipositados en el follaje minan las hojas y barrenan el tallo, el mayor daño lo hacen durante la formación del tubérculo y durante el desvare, ya que el adulto aprovecha las grietas que se forman en el suelo para ovipositar en los tubérculos. Una vez dentro del tubérculo, la larva comienza su alimentación excavando galerías, al principio en la superficie y a medida que crece, continua barrenado hacia el interior (Ross, 1973).

Por otro lado, Bacon (1960) cito que las larvas hacen galerías en las hojas, donde penetran para alimentarse del parénquima de uno de los folíolos, también pueden minar los tallos, causando la muerte de los puntos de crecimiento y el debilitamiento y ruptura de los mismos. El insecto es más dañino cuando ataca los tubérculos, ya que les resta calidad comercial y permite la entrada de otros organismos secundarios, tal como lo señalaron García y Medrano (2001). La actividad de la larva minadora es muy favorecida por el clima seco, por el contrario, las lluvias limitan el desarrollo, ya que estas rompen la epidermis de la mina donde se instaló la larva y esta tiene que salir a la superficie de la hoja para empezar la excavación de otra mina, en ese lapso queda expuesta a las adversidades climáticas y a los enemigos naturales. Cuando la larva nace sobre el tubérculo realiza una excavación, forma una galería y protege la entrada con secreciones de seda que se mezcla con los excrementos de color negro (Santoro, 1960). En condiciones favorables las larvas requieren 14 días para su desarrollo, que en tiempo fisiológico equivale a 154.94 UC con un UTI de 11° C (Sánchez, 1989); así mismo. Langford y Cory (1932) mencionan que el período de desarrollo larval se cumple en aproximadamente 12 días a una temperatura de 26.7° C.

Pupa: Una vez que la larva completa su desarrollo, se dirige al suelo para pupar, para lo cual forman una cubierta de seda mezclada con partículas de suelo, en el campo se localizan principalmente en el suelo, en hojas viejas y secas. En almacén pupan sobre la superficie del tubérculo, en desperdicios dejados en el almacén y en tubérculos viejos y dañados; las pupas son de color marrón y miden 0.6 mm de largo Rocha *et al.*(1990). Por su parte, Padilla y Ortega (1963) aseguraron que estas se localizan en el suelo, hojarascas secas,

basura de suelo, costales, etc. El periodo pupal puede durar seis días a una temperatura media de 32° C o 26 días a una temperatura media de 17° C (Langford y Cory, 1932; Padilla y Ortega, 1963).

Adulto: Es una palomilla pequeña, con aproximadamente de 8 mm de longitud y 1.4 cm de expansión alar, es de coloración grisácea con brillo “platinado” presenta manchas no muy sobresalientes en las alas anteriores; posee dos espuelas fuertes y largas en las tibias metatorácicas, donde presentan flecos de casi del tamaño de las espuelas (Domínguez *et al.*, 1998). Presenta ojos compuestos con dos ocelos, tarso de cinco segmentos, protórax muy pequeño (Metcalf y Flint, 1981). Al respecto, Santoro (1960) señaló que las palomillas son activas solo por la noche, dado que en el día se esconden debajo de las hojas o sobre el terreno.

La longevidad del adulto varía de 10 a 15 días (Llanderal *et al.*, 1984), aunque en condiciones de 25° C de temperatura puede vivir más de 40 días (Briese, 1980). La hembra pasa por un período de preoviposición que es de 37.7 UC con un UTI de 11° C (Sánchez, 1989). Puede ovipositar de 150 a 200 huevecillos en forma aislada (Metcalf y Flint, 1981).

Las palomillas emergen con la llegada del clima cálido, las hembras comienzan a depositar sus huevecillos. El tiempo promedio que se requiere para producir una generación es de 15 a 30 días. En una temporada se producen varias generaciones, de las cuales las últimas atacan los tubérculos expuestos o apenas cubiertos por un poco de tierra. Durante el almacenaje, el insecto puede proseguir su cría si la temperatura es de 10° C o más (Davidson, 1992).

Hospederos

Se reportan al menos 40 especies de plantas por lo común solanáceas; como hospederas de la palomilla de la papa (Callan, 1967).

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 practicas 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) indico que el aporque es una técnica que protege a los tubérculos del ataque de la palomilla ya que 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 *Phthorimaea operculella* (Zeller) comentan, 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 oviposición sobre los tubérculos.

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, por lo que se sugiere evitar en lo posible dejar papas expuestas por una noche, así

como eliminar residuos de cosecha y plantas voluntarias, lo cual puede lograrse con algún producto químico desecante de baja residualidad.

Biológico

Cisneros (1986) argumento la presencia de varias especies de parasitoides nativos que se encuentran atacando *Phthorimaea 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) reporto 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 noto cuando la larva de la palomilla abandono el tubérculo y baja a pupar, dado que es un parásito de huevo – larva. En este caso la larva no forma la pupa característica, sino una momia que contiene un número variable de individuos del parasitoide. Davidson (1992) reporto a las avispas braconidas *Orgilus lepidus* (Muesebeck) *Bracon gelecchiae* (Ashmead) como parasitoides de larvas.

En México son pocos los trabajos que se han realizado en este aspecto. En lo que concierne a parasitoides, Nieto *et al.* (1989) afirman 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, por lo que infieren que está bien establecida en esta región papera. En el invierno de 1987 registraron un parasitismo total de 73.4%, mientras que en el verano de 1998 fue de 25%, en el invierno del mismo año se registró un parasitismo total de 20.5%. Se aclara que los porcentajes más altos obtenidos de parasitismo se registraron en sitios donde la aplicación de insecticidas fue mínima.

Las trampas usadas que contenían agua con feromonas sexuales son efectivas para capturar machos de *P. operculella* (Zeller). Dichas trampas deben de contener suficiente agua para evitar problemas de evaporación (Del Ángel, 1985).

Control de temperatura en almacén

Aparentemente, las papas que son almacenadas a 10° C o menos no resultan dañadas por la palomilla, pero en estas condiciones el desarrollo de la plaga sólo se detiene, y se reanuda cuando prevalecen temperaturas mayores (Davidson, 1992).

Genético

El uso de variedades resistentes al ataque de la palomilla de la papa está considerado como una posible estrategia dentro de un sistema integrado de control de esta plaga. Foot (1976) comparó 20 cultivares de papa considerando el daño al tubérculo y al follaje, aunque ninguno mostró resistencia evidente, sólo encontró que las variedades con un crecimiento erecto y con pocas hojas presentaban un daño menor, en tanto que la infestación de los tubérculos estaba relacionada con su profundidad.

Esterilización

Harwalker, citados por Cruz (1990) reportaron la esterilización de la palomilla de la papa con Metepa en laboratorio; los estudios de competencia indicaron que los machos estériles compitieron efectivamente con los machos normales.

Nabi (1983) esterilizó machos de *P. operculella* menores de 24 h de edad por medio de fumigaciones con Thiotepa en laboratorio, los cuales compitieron efectivamente con machos normales. A nivel de campo los resultados indicaron que los machos estériles fueron significativamente menos competitivos, pero aún así disminuyó considerablemente el crecimiento de la población.

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).

Gálvez (1989) después de evaluar bajo condiciones de laboratorio e invernadero los productos Paration metílico, Azinfós metil, Metamidofós, Permetrina y Thiodiocarb, encontró que estos productos presentan un control eficiente sobre adultos de *Phthorimaea operculella*. De manera general citaron que los productos Paration metílico, Azinfos metil, Metamidofós, y Permetrina presentan un control efectivo sobre huevecillos, larvas y adultos de *P. operculella*. Lagunes (1987) menciona varios productos para el control de la palomilla, tales como: Azinfós metil a razón de 0.4 a 0.5 L/ha de i.a., Fenvalerato a razón de 0.25 a 0.75 L/ha de i.a., Metamidofós a razón de 0.5 a 0.75 L/ha de i.a., Malatión de 0.8 a 1.2 L/ha de i.a., Permetrina a razón de 0.17 o 0.34 L/ha.

El tratamiento debe de iniciarse cuando se observe un promedio de 5 a 10 plantas infestadas de cada 100 con dos o tres larvas vivas. Después del corte del follaje deben realizarse una o dos aplicaciones, sobre todo en terrenos que se agrietan y cuando la infestación del follaje hayan sido altas. La presencia de excrementos de color café oscuros y que semejan montoncillos de aserrín podrido denota la presencia de insectos. Estos excrementos se localizan en los ojos de las papas, que son las partes débiles por donde penetra la larva. (Lagunes, 1987).

Resistencia de insectos a insecticidas

De acuerdo con Lagunes y Villanueva (1994), la resistencia se ha incrementado considerablemente en los últimos años debido a la continúa 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, tanto agrícola como urbana.

Definiciones de resistencia

La FAO (1979) define la resistencia como la capacidad de desarrollar por una población determinada de insectos a no ser afectada por la aplicación de insecticidas.

Georghiou ((1965) clasificó la resistencia en tres tipos: por comportamiento, morfológica y fisiológica.

En la actualidad se conoce dos clases de resistencia: cruzada (positiva y negativa) y la múltiple (Günther y Jeppson, 1962 y Metcalf, 1983).

Factores por los que se desarrolla la resistencia

Lagunes y Villanueva (1994) reportaron que se han identificado una serie de factores que son los agentes causales del desarrollo de la resistencia.

- ❖ Por el abundante uso de insecticidas, lo cual ocasiona una gran presión de selección que elimina a los individuos susceptibles.
- ❖ Los insecticidas modernos son moléculas orgánicas en las cuales, si ocurre un pequeño cambio en su estructura una vez que se encuentra dentro del insecto, pierden su poder tóxico.
- ❖ Los insecticidas sintéticos solo tienen un sitio de acción, mientras que los viejos insecticidas inorgánicos pueden actuar en varios sitios en el insecto.
- ❖ La demanda de productos agrícolas con apariencia perfecta ocasionan que los agricultores apliquen mayor cantidad de insecticidas para evitar daños que puedan demeritar la calidad de sus productos.

Manejo de la resistencia

El manejo integrado de plagas es el camino más viable para retardar o prevenir la resistencia, incluyendo estrategias para minimizar el uso de plaguicidas y por ende, el desarrollo evolutivo de dicha resistencia, estas medidas se conocen bajo tres categorías principales, citadas por Georghiou (1983) que son: manejo por moderación, por ataque múltiple y por saturación.

Insecticidas Organo fosforados

Modo de acción

La actividad insecticida de los organofosforados está generalmente asociada con la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (ACE), esta esterasa juega un papel vital en la hidrólisis del neurotransmisor químico sináptico conocido como acetilcolina. La inhibición de la enzima ACE por los insecticidas organofosforados impide la destrucción de la acetilcolina, la cual, al no ser eliminada produce una actividad continua en las neuronas con la consecuente pérdida de coordinación nerviosa (Lagunes y Rodríguez, 1992).

Así mismo, la EPA (1999) señala que los organofosforados envenenan a insectos y mamíferos principalmente por la fosforilación de la enzima acetilcolinesterasa (ACE) en las terminaciones nerviosas. El resultado es la pérdida de la acetilcolinesterasa, por lo cual el órgano efector es sobre estimulado por la acetilcolinesterasa excesiva (ACE, la sustancia que trasmite el impulso) en las terminaciones nerviosas. La enzima es imprescindible para el control normal de la transmisión de los impulsos nerviosos que van desde las fibras nerviosas hasta las células musculares, glandulares y otras células nerviosas en los ganglios autónomos, así como, al sistema nervioso central. (SNC).

En insectos, los síntomas típicos de envenenamiento con estos tóxicos incluyen excitabilidad, contracciones de patas y alas, parálisis y muerte que se presenta por lo general en corto tiempo. La expresión que requieren de activación metabólica puede requerir más tiempo (O'Brian, 1967).

Metabolismo Detoxificador

Hassall (1982) menciona que los insecticidas organofosforados pueden ser degradados por algunas enzimas presentes en los insectos, tales como estererasas, oxidasas microsómicas, carboxilesterasa, carboxilamidasa, glutatión s-alquiltransferasa, glutatión, s-ariltransferasa.

Esterasas. Los organofosforados, por ser ésteres, pueden ser metabolizados por sus estererasas respectivas. En general, la mayor parte de la actividad de las estererasas es sobre la unión aril. Esta acción metabólica constituye

el principal mecanismo de resistencia de los insectos a los OF, de modo que al ser aplicado un insecticida de este tipo se eliminan los individuos de la población insectil que presenten poca actividad de esterasas, es decir, se seleccionan a los que tienen mayor cantidad de enzimas (Lagunes y Villanueva, 1994).

Este sistema de enzimas actúan sobre compuestos fosforados, carbámicos y piretroides catalizando la formación de productos hidrolizados similares a los de oxidasas (Dauterman, 1976). Las esterasas se localizan en microsomas, núcleo y mitocondrias (Motoyama *et al.*, 1984). Así mismo, Beeman y Schmidt (1982) señalan que los órganos de los insectos con mayor actividad de esterasas son el cuerpo graso y el intestino.

Oxidasas (FOM). Estas son, quizá el grupo más numeroso de enzimas que actúan degradando sustancias tóxicas dentro del cuerpo de los insectos. Las oxidasas de función mixta son monooxigenasas dependientes del citocromo P-450 y preferentemente metabolizan sustratos lipofílicos y los convierte en productos con una mayor solubilidad en agua (hidrosolubles) o con grupos funcionales que permiten reacciones de conjugación, facilitando así, su excreción. Además, se ha comprobado que la exposición crónica de los organismos a ciertos compuestos lipofílicos puede causar la inducción de altos niveles de citocromo P-450 (Soderlund y Bloomquist, 1990).

La actividad de estas enzimas es alta en insectos fitófagos, siendo comparativamente mayor en los polífagos. Su función al oxidar compuestos xenobióticos es hacerlos atóxicos o más hidrofílicos para excretarlos más fácilmente a través de reacciones de hidroxilación aromática, desulfuración oxidativa, epoxidación, sulfoxidación y/o s-demetilación (Wilkinson, 1983).

Las oxidasa microsómicas son un grupo de enzimas que atacan a compuestos organofosforados, carbámicos, piretroides y algunos clorados (Wilkinson, 1983) se ubica en el retículo endoplásmico, principalmente en el cuerpo graso, tubos de Malpighi y tracto digestivo (Oppenoorth y Van der Pass, 1986).

Glutación s- transferasa. Para el caso de la desactivación metabólica de resistencia mediada por glutación s-transferasas (GST) existen menos datos. Se sabe que la reacción completa involucra la conjugación del compuesto extraño con un glutación reducido, seguida por una transferencia del grupo glutamato, una pérdida de glicina y finalmente una acetilación. Un número importante de enzimas cataliza los diversos pasos en la biosíntesis del ácido mercaptúrico, y en contraste con otros procesos de conjugación más importantes, tales como la glucosidación, la formación de sulfatos, entre otros. La conjugación del glutación no requiere una elevada cantidad de energía intermedia que involucre ATP (Dauterman, 1983).

La enzima glutación s – transferasa actúa rápidamente en dimetil ésteres y lentamente en OF con cadenas mayores, por ejemplo etiles y propiles; por eso el paration etílico es más tóxico que el paration metílico. Glutación s- transferasa es un mecanismo de desactivación originado por un solo gen (monofactorial), semidominante y posiblemente inestable (Oppenoorth, 1976).

Insecticidas Piretroides

Modo de acción

Los piretroides afectan el sistema nervioso tanto central como periférico. Causando que el potencial de acción de sodio se prolongue, lo que pudiera ser la causa de las descargas repetitivas que se observan en el impulso nervioso (Narahashi, 1971) y que es aparentemente la causa de parálisis de los individuos expuestos (Lund y Narahashi, 1983). Las descargas repetitivas se han observado en insectos susceptibles y resistentes, pero algunos productos como deltametrina y fenvalerato no inducen dichas descargas durante el envenenamiento. Los compuestos piretroides poseen un característico efecto de derribe sobre los insectos, que es más rápido en los compuestos más polares; sin embargo, puede haber recuperación del insecto, por el contrario, las moléculas más apolares son más lentas pero más efectivas para matar a los insectos (Millar y Adams, 1982).

Se ha demostrado que pequeñas alteraciones en la estructura y configuración de los piretroides, pueden influir considerablemente en su potencia como insecticidas (Lagunes y Villanueva, 1994). Estudios realizados con aletrina,

hacen suponer que este piretroide tapa las entradas de los iones de sodio (Na), o que la molécula de la aletrina se introduce en la membrana nerviosa por las regiones intercaniculares, lo que trae como consecuencia que dichos canales sean afectados por fuerzas intermoleculares. En insectos tratados con piretroides, la parálisis nerviosa se debe a cambios que se producen en la membrana. Al ser bloqueados los canales de sodio, alteran la conductividad del ión en tránsito (Soderlund *et al.*, 1989).

La actividad insecticida de los pirteroides, al igual que los insecticidas del grupo del DDT, muestran un coeficiente de temperatura negativo, a diferencia de los organofosforados y ciclodienos. Esto se debe a la similitud en el modo de acción, ya que pareciera que a menor temperatura, las moléculas se hacen más firmes, lo cual permite un mejor taponamiento de los canales poro de la membrana neuronal. (De Vries y Georghiou, 1979).

Por otra parte se ha encontrado que los piretroides estimulan las descargas de impulsos nerviosos, con la consecuente paralización del insecto, además, se ha observado que las piretrinas no afectan a la colinesterasa. Los piretroides producen el derrivo instantáneo en los insectos voladores, mientras que en los mamíferos muestran una toxicidad general baja. Su acción primaria es sobre el sistema nervioso, tanto central como periférico de los insectos tratados, lo que ocasiona descargas repetidas, seguidas de convulsiones. La aplicación de concentraciones mayores de piretroides da como resultado el bloqueo total de la transmisión del impulso nervioso (Lagunes y Villanueva, 1994).

Metabolismo Detoxificador

Dentro de lo procesos fisiológicos detoxificadores, Lagunes y Villanueva (1994) mencionan los siguientes:

- a) Insensibilidad en el sitio de acción, también llamado “resistencia al arribo o kdr.
- b) Penetración reducida del piretroide.
- c) Oxidasas y.
- d) Esterasas.

Oxidasas. Los grupos éster de varios piretroides con ciertos alcoholes primarios son atacados fácilmente por oxidasas (Golenda y Forghash, 1989). La principal actividad se debe a que las oxidasas causan desmetilaciones en las cadenas laterales fijadas al ciclopropano, o cambiando éstos a ácido carboxílico y causando hidrólisis de la unión éster (Cremllyn, 1995).

Por otra parte, Nakatsugawa y Morelli (1976) reportaron una mayor actividad de oxidasas sobre los radical alcohol primario, donde causan hidroxilaciones y formación de epóxidos y formas diol; en tanto que en los alcoholes secundarios causan hidroxilaciones de la cadena alil y del isobutenil del ciclopropano de la piretrina I y aletrina.

Insecticidas Carbámicos

Modo de acción

Al igual que los organofosforados, estos inhiben la acetilcolinesterasa (Fukoto, 1974), pero en los carbamatos el proceso es aparentemente reversible (Matsumura, 1976). Si se toma en cuenta la toxicidad aguda de los carbamatos, por lo general resultan ser más tóxicos que los organofosforados, sin embargo, los OF son mas peligrosos porque la duración de las inhibición de la enzima es mayor. En cambio, cuando la ACE es inhibida por el carbamato se recobra espontáneamente, debido a que existe una correlación positiva entre la toxicidad de los carbamatos y la semejanza que presenta la acetilcolina. Es decir, que entre más parecido exista entre el carbamato y la acetilcolina, se espera mayor toxicidad; pero en los carbamatos el proceso es aparentemente reversible (Metcalf, 1971).

Por su parte, la EPA (1999) Señala que los insecticidas carbámicos causan carbamilación reversible de la enzima acetilcolinesterasa, lo que permite la acumulación de acetilcolina, al sustancia neuromediadora de las uniones neuroefectoras parasimpáticas (efecto muscarínicos), en las uniones mioneurales del músculo esquelético y en los ganglios autónomos (efectos nicotínicos), así como en el cerebro (efectos en el SNC). La combinación carbamilo-acetilcolinesterasa se disocia más rápidamente que el complejo fosforilo-

acetilcolinesterasa producido por los compuestos organofosforados. Esta tiene varias consecuencias importantes:

1. Tiende a limitar la duración del envenenamiento con insecticidas carbámicos.
2. Es responsable de que el intervalo que existe entre la dosis que genera los síntomas y la dosis letal sea mayor que el que existe en el caso de la mayoría de los compuestos organofosforados y.
3. Con frecuencia invalida la medición de la actividad de la colinesterasa en la sangre como indicador diagnóstico de envenenamiento.

Los carbámicos se absorben por inhalación, ingestión, y algunos penetran por la piel, aunque ésta última tiende a ser la ruta menos tóxica.

Metabolismo Detoxificador

Los insecticidas carbámicos se metabolizan por medio de dos mecanismos básicos, los cuales implican la descomposición del enlace éster – carbamato. Los citados mecanismos comprenden un ataque esterasa directo, o bien, la oxidación por FOM, seguida de un rompimiento hidrolítico de un intermediario estable el metabolismo de los carbamatos es complicado y la cantidad de metabolitos que se forman es considerable, tan es así que el pollo se ha encontrado 17 del mexacarbate (Lagunes y Villanueva, 1994). Sin embargo, la relación más importante en el metabolismo de los insecticidas carbámicos es la degradación oxidativa a través de FOM (Fukoto y Metcalf, 1969).

Insecticida Organoclorado

Este grupo de insecticidas se caracteriza porque: presentan en su molécula átomos de carbono, hidrógeno, cloro y ocasionalmente oxígeno; contienen anillos cíclicos o heterocíclicos de carbono; son apolares y lipofílicos; tienen poca reactividad química. Son altamente estables, característica que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y a la vez peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en la grasa de los mamíferos (Lagunes y Villanueva, 1994). Cabe señalar que los insecticidas pertenecientes a este grupo actualmente en lo general están fuera de uso, el Endosulfán ha sido extensamente comercializado sin grandes restricciones en México, sin embargo su uso está siendo prohibido en varios cultivos.

Modo de acción

Los ciclodienos son neurotóxicos, es decir que afectan el funcionamiento del sistema nervioso con cierta similitud al DDT y BHC. En estados avanzados de intoxicación, el insecto responde a los estímulos externos con temblores violentos. Se ha comprobado que bloquean la transmisión del impulso nervioso a nivel neuromuscular, es decir, bloquean el flujo clorinado dependiente del ácido gamma-aminobutírico (GABA) hacia el complejo acarreador de iones del receptor clorinado de GABA, este ácido es el encargado de realizar la transmisión nerviosa entre la célula nerviosa activadora y los músculos receptores de la orden de contracción. Es decir, el modo de acción, se realiza al bloquear la transmisión del impulso nervioso a nivel neuromuscular (Soderlund *et al.*, 1989).

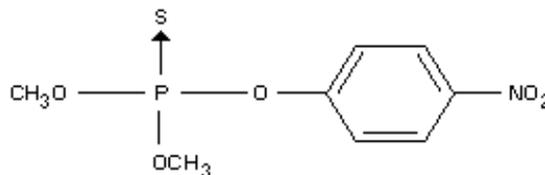
Productos utilizados

Paration metílico

Posee gran poder de penetración y actividad insecticida, actúa por contacto e ingestión. Pertenece al grupo químico de los tiofosfatos. Ingrediente activo: 0,0 – dimetil -0,4 – nitrofenol fosforotioato. Es un sólido cristalino de color blanco. Solubilidad a 25° C: agua 55 – 60 mg/l. Se hidroliza en medios alcalinos.

Su fórmula empírica es: $C_8 H_{10} N O_5 P S$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



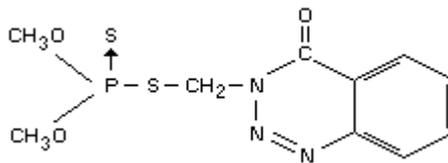
Modo de acción. Interfiere la transmisión de impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa (Liñan, 1997).

Azinfos metílico

Es un insecticida, actúa por contacto e ingestión. No sistémico, Pertenece al grupo químico de los ditiofosfatos. Ingrediente activo: 0,0 – dimetil S- [(4 – oxo 1,2,3 benzotriazin – 3 C 9 H) ilmetil] fosforoditioato. Es un sólido cristalino incoloro. Solubilidad a 20° C: agua 28 – 23 mg/l. Se hidroliza rápidamente en medio alcalino y frío.

Su fórmula empírica es : $C_{10} H_{12} N_3 O_3 P S_2$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



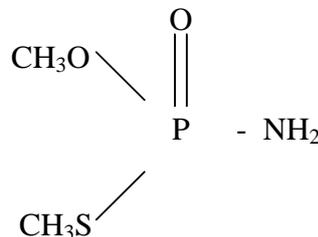
Modo de acción. Actúa inhibiendo la colinesterasa (Liñan, 1997).

Metamidofos

Es un insecticida, actúa vía sistémico, ingestión y contacto, con buena actividad residual. Pertenece al grupo químico de los tiofosfatos. Ingrediente activo: Metamidofos: O,S-dimetil fosforoamidotioato. Es un sólido cristalino de color blanco. Solubilidad a 20° C: agua >2 kg/l. Se hidroliza en ácidos y alcalinos.

Su fórmula empírica es: $C_2 H_8 N O_2 P S$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



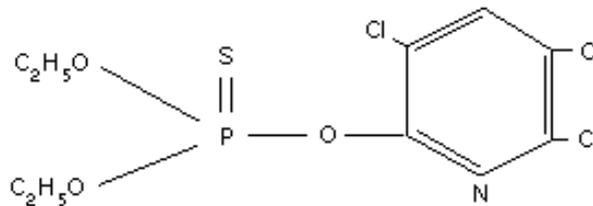
Modo de acción. Interfiere la transmisión de impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa. (Liñan, 1997).

Clorpirifos

Es un insecticida, actúa por, ingestión y contacto. Pertenece al grupo químico de los tiofosfatos. Ingrediente activo: Clorpirifos etil: (O,O-dietil O-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato). Es un sólido cristalino de color blanco. Solubilidad a 25° C: agua 2 mg/l.

Su fórmula empírica es: $C_9 H_{11} Cl_3 NO_3 PS$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



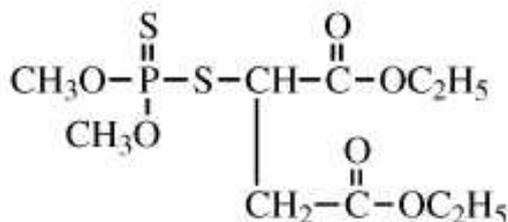
Modo de acción. Alterar las funciones del sistema nervioso central (Liñan, 1997).

Malation

Es un insecticida de amplio espectro, actúa por contacto e ingestión e inhalación. Pertenece al grupo químico de los ditiofosfatos Ingrediente activo: 0,0 – dimetil fosforoditioato de dietimercaptosuccinato. Es un líquido claro oleoso, incoloro. Solubilidad en agua 145 mg/l a 15 – 20° C.

Su fórmula empírica es: $C_{10} H_{19} O_6 P S$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



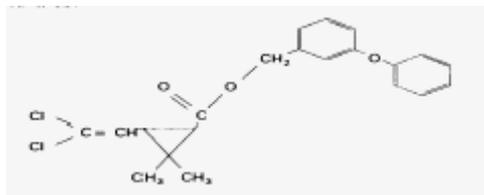
Modo de acción. Interfiere la transmisión del sistema nervioso central, por inhibición de la colinesterasa (Liñan, 1997).

Permetrina

Es un insecticida se caracteriza por su rapidez de acción, de buena persistencia y gran actividad a dosis baja. Actúa por ingestión y contacto y posee acción repelente. Es muy eficaz en lepidópteras. Pertenece al grupo químico de los piretroides sintéticos. Ingrediente activo: Permetrina: 3-fenoxibencil metil (+)-cis trans-3-(2,2- diclorovinil 2,2-dimetil ciclopropano carboxilato. Es un líquido viscoso a masa semicristalina de color blanco a amarillo pálido. Soluble en varios disolventes orgánicos como acetona.

Su fórmula empírica es: $C_{21} H_{20} Cl_2 O_3$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



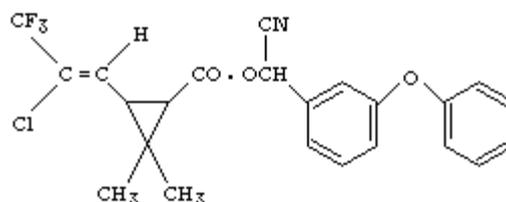
Modo de acción. Actúa sobre el sistema nervioso y en particular sobre la membrana de las neuronas (Liñan, 1997).

Lambda cyhalotrina

Es un insecticida y pertenece al grupo de los piretroides sintéticos es de amplio espectro. Ingrediente activo: Alfa - (Cyano-3-fenoxibencil 3-(2-cloro-3,3,3-trifluoroprop - I enil)-2,2 dimetil - I ciclopropano carboxilato 1: 1 de los isómeros (2) - (1R, 3R)- S- éster y (2) (1S, 3S) - R- éster). Es un sólido cristalino de color blanco. Solubilidad es a 20° C, agua 0, 005 mg /l.

Su fórmula empírica es: $C_{23} H_{19} ClF_3 NO_3$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



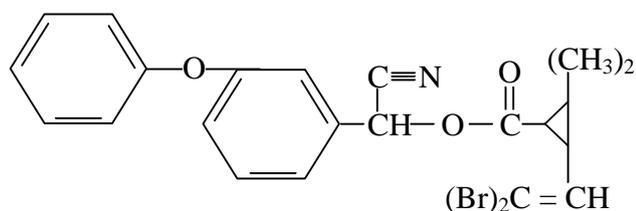
Modo de acción. Actúa solo el sistema nervioso central del insecto.

Deltametrina

Piretroide sintético con actividad insecticida muy superior al de las piretrinas naturales. Es utilizado en cultivos y plantaciones de ajo, alcachofa, alfalfa, algodón, controla una diversidad de plagas entre las cuales se encuentran los áfidos, mosquitos blancos y otros más. Pertenece al grupo químico de los piretroides sintéticos. Ingrediente activo: Deltametrina: (S)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (1R,3R)-(2,2-dibromovinil)-2,2-dimetil ciclopropanocarboxilato. Es un polvo cristalino prácticamente blanco. Su solubilidad a 20°C: agua < 0.003 mg/l.

Su fórmula empírica es: $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



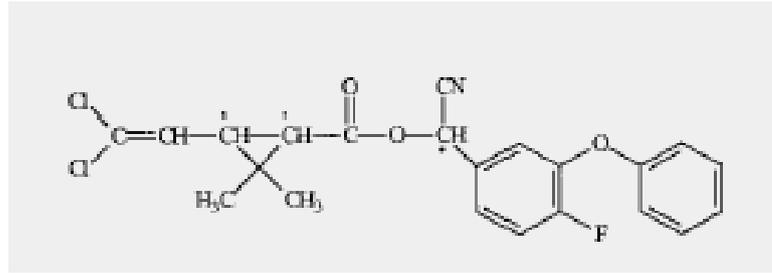
Modo de acción. Afecta al sistema nervioso, despolarizando la membrana de la neurona con el consiguiente bloqueo de la transmisión de los impulsos nerviosos (Liñan, 1997).

Cyflutrina

Tiene acción insecticida, no sistémica, con actividad por contacto e ingestión y una prolongada acción residual. Recomendado en áfidos, *Empoasca* spp., *Heliothis* en cultivos de alfalfa, algodón, hortalizas. También se utiliza en el control de moscas, mosquitos, cucarachas y otros insectos en almacenes. Pertenece al grupo químico de los piretroides sintéticos. Ingrediente activo: Cyflutrina: Ciano (4-fluoro-3-fenoxifenil) metil-3-(2,2-dicloroetenil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato. Es un aceite viscoso parcialmente cristalino, de color café-amarillento o ámbar. Es soluble en agua a 20°C y ligeramente soluble en γ -hexano y 2-propanol.

Su fórmula empírica es: $C_{22}H_{18}Cl_2FNO_3$. (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



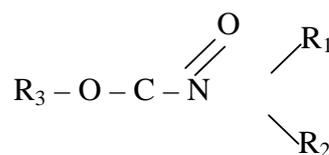
Modo de acción. Actúa principalmente por contacto sobre el sistema nervioso central. No es sistémico y carece de acción, en profundidad lo que significa que la sustancia activa no penetra en los tejidos de la planta (Liñan, 1997).

Carbarilo

Es el carbámico más conocido y utilizado en el control de larvas y otros insectos que se alimentan del follaje (Lagunas y Villanueva, 1994). Pertenece al grupo químico de los carbamatos. Ingrediente activo: (1-naftil-N-metil carbamato). Es un sólido cristalino de color blanco; rosa a verde pálido. Su solubilidad es a 30° C en agua 40 mg/l.

Su fórmula empírica es: $C_{12} H_{11} C_{12} N O_2 S$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



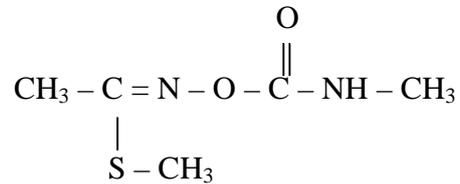
Modo de acción. Actúa relativamente rápido, altera las funciones del sistema nervioso central.

Metomilo

Es un insecticida de contacto y vía sistémica. Ingrediente activo: 5-metil-N-(metil carbamoil)oxi)tioacetimidato. Es un sólido cristalino de color blanco a amarillento posee olor ligeramente sulfuroso. Su solubilidad es a 25° C y es de 57.9 g/l.

Su fórmula empírica es: $C_5 H_{10} N_2 O_2$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



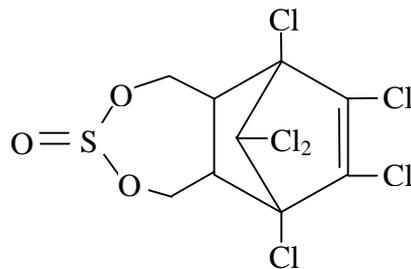
Modo de acción. Interfiere la transmisión de los impulsos nerviosos por inhibición de la acetilcolinesterasa.

Endosulfan

Insecticida de amplio campo de acción, actúa por ingestión y contacto. Recomendado en algunos cultivos como: alfalfa algodónero, apio, arroz y otros cultivos. Pertenece al grupo químico de los hidrocarburos clorados. Ingrediente activo: Endosulfan: hexacloro-hexahidro-6,9- metano- 2,4,3-benzodioatiepín 3-óxido. Son cristales de color blanco. La solubilidad a 22 °C: agua 0.32 mg/l.

Su fórmula empírica es: $C_9 H_6 Cl_6 O_3 S$ (DEAQ, 2004).

Su fórmula estructural es la siguiente:



Modo de acción. Bloquea la transmisión del impulso nervioso a nivel neuromuscular (Liñan, 1997).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio 1 del departamento de Parasitología de la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Localizada en las coordenadas 25° 23^{aa} latitud norte y 101° 00' longitud oeste y una altitud de 1743 msnm.

Obtención de Material Biológico

Para el incremento de la población de adultos de palomilla se obtuvieron papas infestadas con el estado larval de *Phthorimaea operculella*, provenientes de las zonas productoras de Coahuila y Nuevo León, el día 16 de septiembre de 2005, las cuales fueron colocadas en botes de plástico transparente de 1L, de capacidad, cada bote contenía de 3 a 4 tubérculos de tamaño mediano, cubriendo la parte superior del bote con tela de organza, la cual permite la entrada de aire y facilita la observación de estas. Se conservaron en una cámara de cría en el interior del departamento de Parasitología para esperar a que emergieran los adultos.

Se colocaron tubérculos sanos sobre la tela de cada bote para que las hembras ovipositaran en ellos y eran alimentadas con una solución azucarada dicho material era retirado cada 24 h, para colocarlos en contenedores nuevos y de esta manera esperar a la emergencia de las larvas, hasta que alcanzaron su estado adulto, para poder proceder a extraerlas.

Una vez obtenido los adultos, que es el material que requerimos para la realización del presente trabajo estos fueron extraídos con una bomba de vacío para colocarlos en jaulas de exposición elaboradas con tela de organza de 30 x 25 cm que contenían un trozo de alambre galvanizado de aproximadamente 50 cm simulando un triángulo utilizado como soporte para que las palomillas volarán a la parte alta de la jaula dicho material es el involucrado para cada tratamiento en el presente estudio.

Tratamientos a Evaluar

El estudio consistió en la evaluación de 14 tratamientos que incluyen a 12 productos insecticidas partiendo de las dosis comercialmente usadas por los productores de la citada zona y en donde no se obtuvo control a las dosis utilizadas se optó por incrementarla y las dosis donde se obtuvo control se disminuyó, las cuales se muestran en el cuadro 1, pertenecen a 4 grupos toxicológicos, y se muestran en el cuadro 1, cada unidad experimental consistió en cuatro repeticiones y su respectivo testigo. El parámetro de medición fue el porcentaje de control para adultos de palomilla de la papa *P. operculella*, en base al conteo de individuos vivos y muertos.

Método de Aplicación

Una vez colocadas las palomillas en las jaulas se realizó la preparación de los tratamientos a evaluar con sus respectivas dosis que se observa en el cuadro 1, después se procedió a la aspersión dirigida a cada unidad experimental de forma independiente, haciendo uso de un atomizador manual de 250 mL de capacidad. Así como su etiquetado el cual incluía fecha, dosis, producto y número de repetición.

Cabe aclarar que los tratamientos fueron evaluados en diferentes fechas ya que las palomillas expuestas tenían de 1 a 2 días de edad de nacidas, por lo tanto conforme se obtenían los adultos de *P. operculella* se realizaron las diferentes aplicaciones.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados dirigidos a adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller).

Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo Tox.	Dosis en mL/1L de agua
Permetrina 500 CE	Permetrina	P*	1.50
Permetrina 500 CE	Permetrina	P*	1.75
Karate	Lambda cyhalotrina	P*	2.00
Decis 25 CE	Deltametrina	P*	4.00
Baytroid	Cyflutrina	P*	3.25
Gusation 50 PH	Azinfos metílico	OF	4.50**
Gusation 50 PH	Azinfos metílico	OF	5.00**
Agrotion 500 CE	Paration metílico	OF	1.50
Tamarón 600	Metamidofos	OF	0.50
Malation 50% CE	Malation	OF	1.75
Lorsban 480 CE	Clorpirifos	OF	1.00
Sevin 80 PH	Carbarilo	C	8.00**
Lannate 90 WP	Metomilo	C	0.35**
Agrosulfan 35 CE	Endosulfan	CL	1.75

*P = Piretroides, OF = Organofosforados, C = Carbamatos, CL = Clorados.

**Son polvos las dosis son en g/1L de agua.

Toma de Datos

Para la toma de datos se utilizó el siguiente formato que se muestra en el cuadro 2 para cada tratamiento se realizó un conteo de individuos vivos y muertos después de la aplicación a los siguientes tiempos; 1, 24 y 48 h después de la aplicación, posteriormente se obtuvo el porcentaje de mortalidad por repetición y finalmente por tratamiento.

Cuadro 2. Formato de toma de datos para cada tratamiento.

FECHA:

PRODUCTO	1 h			24 h			48 h		
	V	M	% M	V	M	% M	V	M	% M
R ₁									
R ₂									
R ₃									
R ₄									
TESTIGO									
PROMEDIO									

Análisis de los datos

El siguiente paso fue una vez obtenidos los datos estos se transformaron con la función arco seno $\sqrt{x}/100$ y se analizaron a través de un diseño completamente al azar, se realizó la comparación de medias por el método de Tukey (0.05) en el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se describen los resultados observados de los insecticidas evaluados sobre adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller).

La discusión se realizará en base a el porcentaje de mortalidad de las mismas describiendo de los más efectivos a los menos efectivos. Se reportan los resultados obtenidos en base a por ciento de mortalidad a 1 h, posteriormente a las 24 y finalmente a las 48 h después de la aplicación; de los 14 tratamientos y en seguida se discuten estos resultados con proporción de control al interior de cada grupo toxicológico.

Efecto de los insecticidas a 1, 24 y 48 horas de postaplicación.

En el cuadro 3 se muestran los efectos de los insecticidas a las dosis utilizadas sobre adultos de *P. operculella*, en los diferentes conteos realizados. Se observó que en los conteos llevados a cabo a 1, 24 y 48 h de postaplicación existe diferencia significativa entre los insecticidas y nos arroja los siguientes resultados. A 1 hora después de la aplicación se observó que los tratamientos mas efectivos fueron; permetrina a la dosis de 1.75 mL/L y metomilo con dosis de 0.35 g/L con 76 y 71.6 % de mortalidad respectivamente y se encuentran dentro del mismo grupo estadísticamente y están marcados con la letra A, le sigue en eficiencia el malation que se encuentra marcado con las letras AB con 61.98 % de mortalidad. Los siguientes cinco tratamientos correspondientes pertenecen a grupos estadísticamente diferentes y reportaron una mortalidad de 54 % hasta 18.67 % y son; permetrina de 1.5 mL/L, clorpirifos con 1.0 mL/L marcados con las letras ABC, la deltametrina con 4.0 mL/L marcado con las letras BCD , cyflutrina con 3.25 mL/L ubicado con las letras CD, paration metílico con dosis de 1.5 mL/L con las letras DE, en los siguientes tratamientos los resultados nos aportaron un porcentaje de control por debajo del 10 % y fueron; azinfos metílico con dosis de 4.5 g/L, endosulfan con 1.75 mL/L, metamidofos con 0.5 mL/L marcado con las letras EF y pertenecientes al mismo grupo estadísticamente, finalmente tenemos la lambda cyhalotrina con dosis de 2.0 mL/L ,azinfos metílico

con dosis de 5.0 g/L y el carbarilo que permanece igual respecto a el testigo con 0 % de mortalidad y marcados con la letra F.

Cuadro 3. Efecto de insecticidas sobre adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller) en sus diferentes conteos de postaplicación.

Tratamientos en mL/1L de agua	1 h		24 h		48 h	
Permetrina 1.75	76.00	A	95.00	A	100.00	A
Permetrina 1.5	53.71	ABC	55.03	BC	67.72	DE
Lambda cyhalotrina 2.0	1.67	EF	31.05	C	81.74	CDE
Deltametrina 4.0	40.53	BCD	40.53	C	63.42	E
Cyflutrina 3.25	29.50	CD	54.35	BC	89.87	ABCD
Azinfos metilico 5.0	0.0	F	77.29	B	95.00	ABC*
Azinfos metilico 4.5	5.0	EF	80.87	B	91.77	ABC*
Paration metilico 1.5	18.67	DE	100.00	A	100.00	A
Metamidofos 0.5	4.06	EF	100.00	A	100.00	A
Malation 1.75	61.98	AB	95.83	A	95.83	AB
Clorpirifos 1.0	52.78	ABC	100.00	A	100.00	A
Carbarilo 8.0	0.0	F	42.23	C	89.09	BCD*
Metomilo .35	71.61	A	100.00	A	100.00	A*
Endosulfan 1.75	4.34	EF	100.00	A	100.00	A
Testigo	0.0	F	0.0	D	0.0	F
C.V.	26.03		10.79		9.74	

Prueba de Tukey (P = 0.05), cifras con la misma letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales.

* Son polvos la dosis es en g/1L de agua.

A las 24 h después de la aplicación tenemos, que los insecticidas que reportaron un mejor porcentaje de control estadísticamente iguales fueron; permetrina con dosis de 1.75 mL/L, paration metílico con dosis de 1.5 mL/L, metamidofos con dosis de 0.5 mL/L, malation con dosis de 1.75 mL/L, clorpirifos con dosis de 1.0 mL/L, metomilo con dosis de .35 g/L, endosulfan con dosis de 1.75 mL/L; ya que aportaron de un 95 a 100 % de mortalidad. En el siguiente grupo estadísticamente tenemos al: azinfos metílico con dosis de 4.5 g/L con 80.87 % de mortalidad y azinfos metílico con dosis de 5.0 g/L con 77.29 % de

mortalidad marcados con la letra B. El resto de los tratamientos reportaron mortalidades por debajo del 60 %.

Los insecticidas que reportaron mejor efecto sobre *P. operculella* a las 48 h después de la aplicación fueron; permetrina con dosis de 1.75 mL/L, paration metílico con 1.5 mL/L, metamidofos con 0.5 mL/L, clorpirifos con 1.0 mL/L, metomilo con .35 g/L, endosulfan con 1.75 mL/L que aportaron un 100 % de mortalidad y que se encuentran marcados con la letra A (cuadro 3). En un segundo grupo estadístico se tiene los siguiente tratamientos; malation con dosis de 1.75 mL/L con AB, azinfos metilico con 5.0 mL/L, azinfos metilico con de 4.5 g/L con ABC y la cyflutrina con dosis de 3.25 mL/L marcado con las letras ABCD. El resto de los tratamientos muestran mortalidades que varían desde 89 a 63 % y se ubican en distintos grupos estadísticos.

Efecto por Grupos Toxicológicos

Piretroides

En la figura 1 se muestra el porcentaje de control de los insecticidas piretroides sobre adultos de *P. operculella* a sus diferentes conteos postaplicación, donde el tratamiento más efectivo fue la permetrina a dosis de 1.75 mL/L ya que a la primera hora después de la aplicación nos aportó un 76 % de mortalidad, a 24 h incremento a un 95 % de mortalidad y a las 48 h registró un 100 % de mortalidad.

El insecticida que le sigue en efectividad es la cyflutrina; aunque a la primera hora después de la aplicación su acción es lenta ya que inicialmente nos proporciono un 29.50 % de control, pero a las 24 h incremento, llegando 54.35 % de mortalidad y finalmente a la última toma de datos que es a las 48 h nos proporciona un 89.87 % de control.

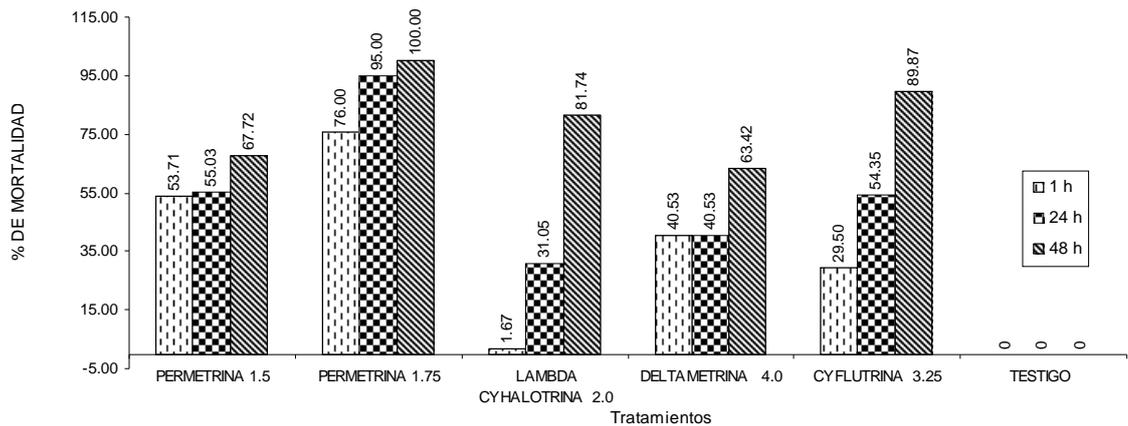


Figura 1. Porcentaje de control de adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller) a 1, 24 y 48 h por exposición a insecticidas piretroides (mL/L).

El tratamiento con lambda cyhalotrina a la primera hora nos proporcionó un porcentaje de control casi nulo pero, a las 24 h la mortalidad fue de 32.04 % y para las 48 h se incrementó a 81.74 % de control.

El producto deltameterina a la dosis evaluada y la permetrina en su dosis menor muestran mortalidades bajas a 48 h.

Fosforados

En la figura 2, se muestra la respuesta de los insecticidas organofosforados sobre adultos de *P. operculella* a sus diferentes conteos después de la aplicación, notando que en la mayoría de los insecticidas a 1 hora se aprecia que en la mayoría de los tratamientos el control es nulo a las dosis utilizadas pero 24 y 48 h manifestaron un incremento en el.

Los mas efectivos fueron; clorpirifos que a la primera hora presentó una mortalidad de 52.78 %, pero para las 24 h esta se incrementa para proporcionar un 100 % de control; otro de los productos efectivos fue el paration metílico que a la primera hora nos registra una mortalidad de 18.87 % de control, y posteriormente a las 24 h esta se eleva a un 100 % de control. El siguiente tratamiento efectivo es el metamidofos ya que a la primera hora aporta un bajo porcentaje de mortalidad de 4.06%, pero a las 24 h esta llega a ser del 100 %.

El resto de los tratamientos proporcionaron un porcentaje de control entre 90 y 96 % a las 48 h y son; malation con 95.83 % de control, azinfos metilico que presenta un 95 % de control, y en su dosis menor un 91.76 % de control.

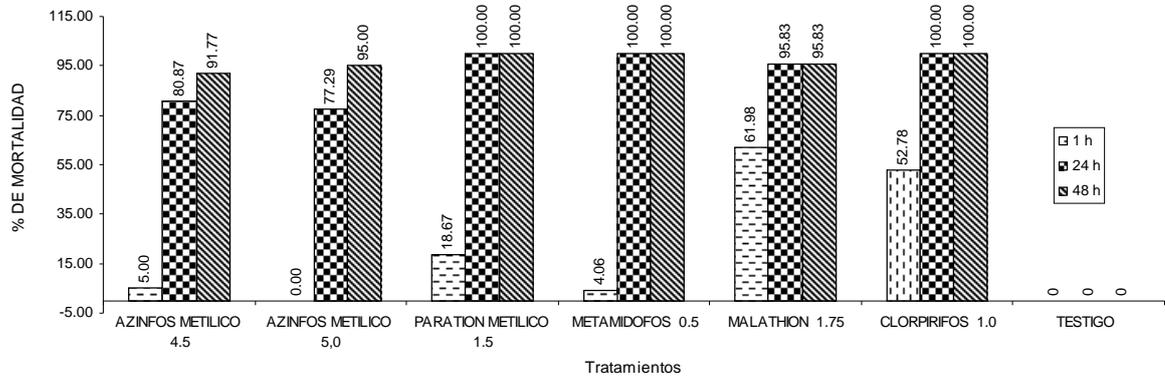


Figura 2. Porcentaje de control de adultos de *P. operculella* (Zeller) a 1, 24 y 48 h por exposición a insecticidas organofosforados.

Carbamicos y Organoclorado

En la figura 3, se muestra el porcentaje de control de los insecticidas carbámicos y organoclorado sobre adultos de *P. operculella* en los diferentes conteos después de la aplicación. Se observa claramente que el que tiene mayor efecto a la primera hora es el metomilo con 71.61 % de control; aunque a las 24 h este se muestra igualado con el endosulfan con un 100 % de mortalidad y el carbarilo alcanzó un 89.09 % de mortalidad.

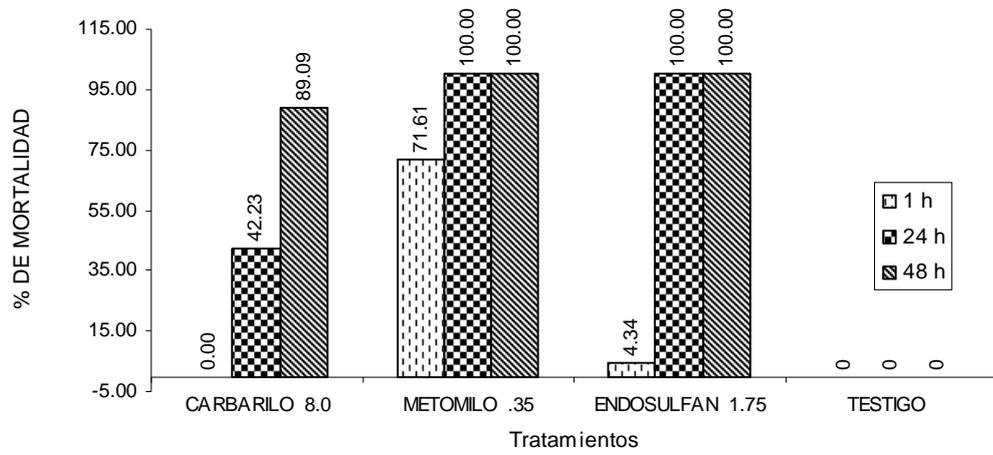


Figura 3. Porcentaje de control de adultos de *P. operculella* (Zeller) a 1, 24, y 48 h por exposición a insecticidas carbámicos y organoclorado.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio se concluye lo siguiente:

- ❖ El tratamiento con permetrina con dosis mayor y metomilo registraron el efecto más rápido a la primera hora de exposición con 76 y 71.1 % de mortalidad respectivamente sobre adultos de palomilla de la papa.
- ❖ A las 24 h después de la aplicación los tratamientos como; permetrina a su dosis mayor, paration metilico, metamidofos, malation, clorpirifos, metomilo y endosulfan, registraron el mejor efecto sobre adultos de *P. operculella* con un 95 a 100 % de control.
- ❖ A las 48 h después de la aplicación, los tratamientos que nos ofrecen un mejor control para adultos de *P. operculella* fueron: permetrina con su dosis mayor, paration metilico, metamidofos, malation, clorpirifos, metomilo con un control superior al 95 %.

LITERATURA CITADA

- Bacon, O. G. 1960. Control of the potato tuberworm in potatoes. J. Econ. Entomol. 53:págs. 868- 871.
- Beeman, R. W. and Schmidt, B. A.1982. Biochemical and genetic aspects of malation specific resistance in the Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae).J. Econ. Entomol. 75: págs. 945 – 949.
- Callan, E. M. 1967. Weeds as alternate host for potato moth. In relation to biological control, Aust. Potato. Agron. Conf. Healesville, 8 p.
- Champ, B. R. 1986. insects and mites associated with stored products in Queensland: 2. Lepidoptera. Qld. J. Agric. & Anim., S ci. 23, págs.1965-75.
- 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.
- Cremllyn, R.1995. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed. LIMUSA. México. pág. 355.
- Cruz, T. R., Evaluación de insecticidas por grupos toxicológicos en el control de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1990, pág. 47.
- Davidson, R. H. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Ed. Limusa. México. pág. 350.
- Del Ángel, D. A. M. A. 1985. Monitoreo de adultos y larvas con feromonas de *Phthorimaea operculella* (Zeller). Lepidoptera – Golenchiidae, para el pronóstico de aplicación de insecticidas en la región de Navidad, N. L., Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pág. 35.
- Delorit, R. J. y H. L. Ahlgren.1983, Producción agrícola, 7ª reimp., Editorial Continental, México, , pág.275 – 325.
- Dauterman, W. C.1976. Extramicrosomal metabolism of insecticides. In: Wilkinson, C.F. (ed.). Insecticide Biochemistry and Physiology. Plenum Press. New York, USA. págs. 149 – 175.
- Dauterman, W. C.1983. Role of hydrolases and glutathione s – transferases in insecticide resistance. In: G. P. Georghiou and T. Saito (eds) Pest Resistance to Pesticides. Plenum Press. New York, USA. págs. 229 – 247.

- De Vries, D. H. and Georghiou, G.P. 1979. Influence of temperature on the toxicity of insecticides to susceptible and resistant house flies. *J. Econ. Entomol.* 72: págs. 48 – 54.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ). 2004. PALMSA. 1295 pp.
- Domínguez, R. R. Ayala, J. L. Rodríguez, H. C. y Domínguez, R. B. 1998. Plagas agrícolas. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 356 pp.
- EPA. 1999. Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas. United States Environmental Protection Agency. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. 5ª edición Washinton, D.C. USA. 252 pp.
- FAO. 1979. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest to pesticides. *FAO Plant Protection Bulletin.* 27: págs. 29 – 32.
- Foot, M. A. 1976. Laboratory assessment of several insecticides against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). (Lepidoptera – Gelechiidae), en *New Zealand J. of Agricultural Research*, 19 (1), págs. 117 – 125.
- Fukoto, T. R. y Metcalf, R. L. 1969. Metabolism of insecticides in plants and animals. *Annals of New York Academy of sciences.* 160 (1), págs. 97 – 111.
- Fukoto, T. R. 1974. Effect of structure on the interaction of organophosphorus and carbamate esters with acetylcholinesterase. In: Narahashi, T. (ed.). *Neurotoxicology of Insecticides and Pheromones.* Plenum Press. EUA. PP 277-295.
- Gálvez, S. S. 1989. Evaluación de insecticidas en varios estados biológicos de *Phthorimaea operculella* (Zeller) en condiciones de campo y de invernadero, tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1989, pág. 52.
- García, G. C. y Medrano, R. H. 2001. Estrategias para el control de plagas de hortalizas. Consejo de Ciencia y Tecnología de Durango. Durango, México. 198 pp.
- Georghiou, G. P. 1965. Genetics studies on insecticide resistance. *Adv. Pest Control Res.* 6: 171 – 178.
- 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.
- Georghiou G. P. 1983. Management of resistance in arthropods. In Georghiou G.P. and T. Saito (eds.). *Pest Resistance to Pesticides.* Plenum Press. New York, USA. 76: 131 – 140.

- Golenda, C. F. and Forgash, A. J. 1989. The distribution and metabolism of fenvalerate in pyrethroid resistant and susceptible house flies. *Pestic. Biochem. Physiol.* 33 (1): 37 – 48.
- Günther, F. A y Jeppson, L 1962. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. 3ª Edición. Ed. CECOSA. México. 293 pp.
- Harwalker, M. R. 1971. Chemosterilización of potato tuberworm 1, effect of metepa on the fertility of males”, en *Tour. Econ. Entomol.*, **64 (2)**, págs. 358- 361.
- Hassall, K. A. 1982. The chemistry of pesticides: their metabolism, action mode and uses in crop protection. McMillan Co. Londres, Inglaterra. 372 pp.
- Lagunes, T. A. 1987. Combate químico de plagas, Colegio de Post – Graduados, UACH, Texcoco, México, págs. 77- 85.
- Lagunes, T. A. y Rodríguez, M. J. 1992. Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Posgraduados. México. 228 pp.
- Lagunes, T. A. y Villanueva, J. J. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos, Edo. De México. 264 pp.
- Langford, G. S. and Cory, E. N. 1932. Observations on the potato tuber moth. *J. Econ. Entomol.* 25: págs. 625 – 634.
- Llanderal, C. C., Nieto, H. R. y Rocha, R. R. 1984. La palomilla del tubérculo de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) 2ª Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo. Chapingo, México. pp 53 – 54.
- Liñan, C: 1997. Farmacología vegetal. Ed. Agrotécnicas, S. L. España. 1194 pp.
- Lund, A. E. and Narahashi, T. 1983. Kinetics of sodium channel modification as the basis for the variation in the nerve membrane effects of pyrethroids and DDT analogs. *Pestic. Biochem. Physiol.* 20: págs. 203 -216.
- Mutsumura, F. 1976. Toxicology of insecticides. Plenum Press. New York, USA.
- Metcalf, R. L. 1971. Structure – activity relationship for insecticide carbamates. *Bull. WHO.* págs. 44 - 43.
- Metcalf, R. L. 1983. Implications and prognosis of resistance to insecticides. In: Georghiou, G.P. and T. Saito (eds.). *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum Press. New York, USA. págs. 703 – 733.
- Metcalf, R. L. y Flint, W.P. 1981. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. 4ª ed. Ed. LIMUSA. México. pág. 1208.

- Millar, T. A. and Adams, M.E. 1982. Mode of action of pyrethroids. In: Coats, J.R. Insecticide mode of action. Ed. Academic Press. New York, USA. págs. 3 – 27.
- Motoyama, N., Kao, L. R., Lin, P. T. and Dauterman, W. C. 1984. Dual role of esterases in insecticide resistance in the green rice leafhopper. Pestic. Biochem. Physiol. 21: págs.139 – 147.
- Nabi, M. N. 1983. "Field cage trials with thiotepa sterilized males of the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). (Lepidoptera – Gelechiidae)", Bulletin Entomology Research, 73, págs. 405 – 409.
- Nakatsugawa, T. and Morelli, M. A. 1976. Microsomal oxidation and insecticide metabolism. En: Wilkinson, C.F. (ed.). Insecticide Biochemistry and Physiology. Plenum Press. New York, USA. págs. 61 – 113.
- Narahashi, T. 1971. Effects of insecticides on nervous conduction and synaptic transmission. In: Wilkinson, C. F. (ed.) New York, USA. págs. 327 – 352.
- 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.
- O' Brian, R. D. 1967. Insecticides action and metabolism. Ed. Academic Press. New York, USA. pág. 332.
- Oppenoorth, F. J. 1976. Biochemistry and physiology of resistance. In: Wilkinson, C.F. (ed.). Insecticide Biochemistry and Physiology. Plenum Press, New York. págs. 507 -551.
- Oppenoorth, F. J. y Van der Pass. 1986. Insecticides metabolism and partition in isolated organs of house fly larvae and adults. Pestic. Biochem. Physiol. 25: págs. 40 – 53.
- Padilla, A. R. y Ortega, C. A. 1963. Algunas observaciones sobre biología y combate de la palomilla de la papa *Gnorimostchema operculella* en el bajío. Agricultura Técnica de México. 2 (3): págs. 126 – 132.
- 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.
- Ross, H. H. 1973. Introducción a la entomología general y aplicada 3ª ed. Ed. Omega. España. págs. 376 – 378.
- Sánchez, V. V. M. 1989. Ciclo de vida de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) expresado en tiempo fisiológico. Informe de Investigación 1988. Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga. Centro de Investigaciones Forestales, y Pecuarias. México. pág. 12.

- Santoro, R. 1960. Entomología agrícola Dominicana. Ed. La Nación. República Dominicana. págs. 315 – 319.
- Soderlund, D. M. and Bloomquist J. R. 1990. Molecular mechanisms of insecticide resistance. En: R.T. Roush and B.E. Tabashnik (eds.). Pesticide Resistance in Arthropods. Champan
- Soderlund, D. M., Bloomquist, J. R., Wong, F., Payne, L. L. and Knipple, D.C. 1989. Molecular neurobiology: Implications for insecticide action and resistance. Pestic. Sci. 26:págs. 359 – 374.
- Shelton, A .M. y J. A. Wyman.1979. “Seasonal paterns of potato tuberworm moth abundante as determined by traping”, en *Environ. Entomol.*,**8(3)**, págs. 541 – 543.
- Triplehorn, C. H. and Johnson N. F. 2005. Borrór and Delong’s introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson books/cole. Pág. 571-647.
- 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.
- Wilkinson, C. F. 1983. Role of mixed – function oxidases in insecticide resistance. In: G.P. Georghiou and T. Saito (eds.) Pest Resistance to Pesticide Plenum Press. New York, USA. págs. 249 – 263.
- 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.

A P E N D I C E

Cuadro 4. Número de adultos por unidad experimental de *Phthorimaea operculella* (Zeller), antes de la aplicación de los insecticidas.

Tratamiento en g ó mL de producto comercial / L.	REPETICIONES				TOTAL.
	I	II	III	IV	
Permetrina 1.75	15	19	18	15	67
Permetrina 1.5	15	17	15	15	62
Lambda cyhalotrina 2.0	15	18	17	21	71
Deltametrina 4.0	15	15	19	15	64
Cyflutrina 3.25	17	17	23	18	75
Azinfos metílico 5.0	16	15	16	15	62
Azinfos metílico 4.5	18	15	15	16	64
Paration metílico 1.5	21	16	17	15	69
Metamidofós 0.5	20	20	13	16	69
Malation 1.75	18	16	15	15	64
Clorpirifos 1.0	17	15	17	18	67
Carbarilo 8.0	16	19	16	14	65
Metomilo .35	20	16	21	15	72
Endosulfán 1.75	16	16	18	16	66
Testigo					

Cuadro 5. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a permetrina con dosis de 1.75 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	15	4	11	73.33	3	12	80	0	15	100.00
R ₂	17	3	14	82.35	0	17	100	0	17	100.00
R ₃	15	4	11	73.33	0	15	100	0	15	100.00
R ₄	15	4	11	73.33	0	15	100	0	15	100.00
TESTIGO	18	18	0	0.00	18	0	0	18	0	0.00
Promedio				75.59			95.00			100.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos.

Cuadro 6. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a permetrina con dosis de 1.5 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	15	6	9	60	6	9	60	4	11	73.33
R ₂	19	9	10	52.63	9	11	57.89	3	16	84.21
R ₃	18	8	10	55.56	8	10	55.56	6	12	66.67
R ₄	15	8	7	46.67	8	7	46.67	8	7	46.67
TESTIGO	16	16	0	0.00	16	0	0.00	16	0	0.00
Promedio				53.71			55.03			67.72

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 7. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a lambda cyhalotrina con dosis de 2.0 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	15	14	1	6.67	10	5	33.33	3	12	80.00
R ₂	18	18	0	0.00	14	4	22.22	4	14	77.78
R ₃	17	17	0	0.00	11	6	35.29	2	15	88.24
R ₄	21	21	0	0.00	14	7	33.33	4	17	80.95
TESTIGO	16	16	0	0.00	16	0	0.00	16	0	0.00
Promedio				1.67			31.05			81.74

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 8. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a deltametrina con dosis de 4.0 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	15	9	6	40.00	9	6	40.00	7	8	53.33
R ₂	15	6	9	60.00	6	9	60.00	3	12	80.00
R ₃	19	11	8	42.11	11	8	42.11	5	14	73.68
R ₄	15	5	10	66.67	12	3	20.00	8	7	46.67
TESTIGO	17	17	0	0.00	17	0	0.00	17	0	0.00
Promedio				52.19			40.53			63.42

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 9. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a cyflutrina con dosis de 3.25 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	17	11	6	35.29	8	9	52.94	2	15	88.24
R ₂	17	10	7	41.18	6	11	64.71	3	14	82.35
R ₃	23	16	7	30.43	9	14	60.87	0	23	100.00
R ₄	18	16	2	11.11	11	7	38.89	2	16	88.89
TESTIGO	16	16	0	0.00	16	0	0.00	16	0	0.00
Promedio				29.50			54.35			89.87

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 10. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a azinfos metílico dosis de 5.0 g/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	15	15	0	0.00	3	12	80.00	2	13	86.67
R ₂	16	16	0	0.00	4	12	75.00	0	16	100.00
R ₃	15	15	0	0.00	5	10	66.67	1	14	93.33
R ₄	16	16	0	0.00	2	14	87.50	0	16	100.00
TESTIGO	17	17	0	0.00	17	0	0.00	17	0	0.00
Promedio				0.00			77.29			95.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 11. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a azinfos metílico dosis de 4.5 g/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	18	18	0	0.00	2	16	88.89	0	18	100.00
R ₂	15	14	1	6.67	5	10	66.67	1	14	93.33
R ₃	15	13	2	13.33	2	13	86.67	3	12	80.00
R ₄	16	16	0	0.00	3	13	81.25	1	15	93.75
TESTIGO	17	17	0	0.00	17	0	0.00	17	0	0.00
Promedio				5.00			80.87			91.77

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 12. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a paration metílico dosis de 1.5 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	21	17	4	19.05	0	21	100.00	0	21	100.00
R ₂	16	13	3	18.75	0	16	100.00	0	16	100.00
R ₃	17	13	4	23.53	0	17	100.00	0	17	100.00
R ₄	15	13	2	13.33	0	15	100.00	0	15	100.00
TESTIGO	16	16	0	0.00	16	0	0.00	16	0	0.00
Promedio				18.67			100.00			100.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 13. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a metamidofós con dosis de 0.5 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	20	19	1	5.00	0	20	100.00	0	20	100.00
R ₂	20	19	1	5.00	0	20	100.00	0	20	100.00
R ₃	13	13	0	0.00	0	13	100.00	0	13	100.00
R ₄	16	15	1	6.25	0	16	100.00	0	16	100.00
TESTIGO	15	15	0	0.00	15	0	0.00	15	0	0.00
Promedio				4.06			100.00			100.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 14. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a malation con dosis de 1.75 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	18	6	12	66.67	3	15	83.33	3	15	83.33
R ₂	16	3	13	81.25	0	16	100.00	0	16	100.00
R ₃	15	9	6	40.00	0	15	100.00	0	15	100.00
R ₄	15	6	9	60.00	0	15	100.00	0	15	100.00
TESTIGO	17	17	0	0.00	17	0	0.00	17	0	0.00
Promedio				61.98			95.83			95.83

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 15. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a clorpirifos con dosis de 1.0 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	17	8	9	52.94	0	17	100.00	0	17	100.00
R ₂	15	5	10	66.67	0	15	100.00	0	15	100.00
R ₃	17	9	8	47.06	0	17	100.00	0	17	100.00
R ₄	18	10	8	44.44	0	18	100.00	0	18	100.00
TESTIGO	15	15	0	0.00	15	0	0.00	15	0	0.00
Promedio				52.78			100.00			100.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 16. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a Carbarilo con dosis de 8.0 g/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	16	16	0	0.00	13	3	18.75	4	12	75.00
R ₂	19	19	0	0.00	11	8	42.11	1	18	94.74
R ₃	16	16	0	0.00	9	7	43.75	1	15	93.75
R ₄	14	14	0	0.00	5	9	64.29	1	13	92.86
TESTIGO	15	15	0	0.00	15	0	0.00	15	0	0.00
Promedio				0.00			42.22			89.09

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 17. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a metomilo con dosis de .35 g/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	20	8	12	60.00	0	20	100.00	0	20	100.00
R ₂	16	4	12	75.00	0	16	100.00	0	16	100.00
R ₃	21	6	15	71.43	0	21	100.00	0	21	100.00
R ₄	15	3	12	80.00	0	15	100.00	0	15	100.00
TESTIGO	15	15	0	0.00	15	0	0.00	15	0	0.00
Promedio				71.61			100.00			100.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 18. Datos originales obtenidos a 1, 24 y 48 h, en la evaluación contra adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller), expuestos a endosulfán con dosis de 1.75 mL/L.

Repetición	P.I	1 h			24 h			48 h		
		V	M	%	V	M	%	V	M	%
R ₁	16	16	0	0.00	0	16	100.00	0	16	100.00
R ₂	16	15	1	6.25	0	16	100.00	0	16	100.00
R ₃	18	16	2	11.11	0	18	100.00	0	18	100.00
R ₄	16	16	0	0.00	0	16	100.00	0	16	100.00
TESTIGO	17	17	0	0.00	17	0	0.00	17	0	0.00
Promedio				4.34			100.00			100.00

*P.I.= Población inicial.; V= Individuos vivos y M= Individuos muertos

Cuadro 19. Análisis de varianza de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), a 1 hora después de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	14	29433.27614	2102.37687	45.2	<.0001
Error	45	2093.25103	46.51669		
Total	59	31526.52717			

C .V.= 26.0

Cuadro 20. Comparación de medias de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa. *Phthorimaea operculella* (Zeller), a 1 hora después de la aplicación. Tukey al 95% de confianza.

Tukey	Medias	N	Tratamientos en mL ó g de producto comercial / L.
A	60.473	4	permetrina 1.75
A	57.973	4	metomilo .35
B A	52.270	4	malation 1.75
B A C	47.140	4	permetrina 1.5
B A C	46.638	4	clorpirifos 1.0
B D C	39.258	4	deltametrina 4.0
D C	32.330	4	Cyflutrina 3.25
E D	25.493	4	paration metilico 1.5
E F	10.080	4	metamidofos 0.5
E F	9.095	4	azinfos metilico 4.5
E F	8.488	4	endosulfan 1.75
F	3.743	4	lamba cyhalotrina 2.0
F	0.000	4	azinfos metilico 5.0
F	0.000	4	testigo
F	0.000	4	Carbarilo 8.0

Cuadro 21. Análisis de varianza de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), a las 24 h después de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	14	43493.66079	3106.69006	66.14	<.0001
Error	45	2113.72845	46.97174		
Total	59	45607.38924			

C. V.= 10.8

Cuadro 22. Comparación de medias de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa. *Phthorimaea operculella* (Zeller), a las 24 h después de la aplicación. Tukey al 95% de confianza.

Tukey	Medias	N	Tratamientos en mL ó gr de producto comercial / L.
A	90.000	4	metamidofos 0.5
A	90.000	4	metomilo .35
A	90.000	4	clorpirifos 1.0
A	90.000	4	paration metilico 1.5
A	90.000	4	endosulfan 1.75
A	83.975	4	malation 1.75
A	83.358	4	permetrina 1.75
B	64.550	4	azinfos metilico 4.5
B	61.868	4	azinfos metilico 5.0
C	47.898	4	permetrina 1.5
C	47.525	4	Cyflutrina 3.25
C	40.208	4	Carbarilo 8.0
C	39.258	4	deltametrina 4.0
C	33.773	4	lamba cyhalotrina 2.0
D	0.000	4	testigo

Cuadro 23. Análisis de varianza de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), a las 48 h después de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	14	32044.48049	2288.89146	44.83	<.0001
Error	45	2297.78508	51.06189		
total	59	34342.26556			

C. V. = 9.7

Cuadro 24. Comparación de medias de los tratamientos dirigidos a los adultos de palomilla de la papa. *Phthorimaea operculella* (Zeller), a las 48 h después de la aplicación. Tukey al 95% de confianza.

Tukey		Medias	N	Tratamientos en mL ó g de producto comercial / L.		
	A	90.000	4	metamidofos 0.5		
	A	90.000	4	permetrina 1.75		
	A	90.000	4	clorpirifos 1.0		
	A	90.000	4	metomilo .35		
	A	90.000	4	endosulfan 1.75		
	A	90.000	4	paration metilico 1.5		
B	A	83.975	4	malation 1.75		
B	A	C	80.898	4	azinfos metilico 5.0	
B	A	C	75.988	4	azinfos metilico 4.5	
B	D	A	C	73.908	4	Cyflutrina 3.25
B	D		C	71.690	4	Carbarilo 8.0
	D	E	C	64.843	4	lamba cyhalotrina 2.0
	D	E		55.833	4	permetrina 1.5
		E		53.140	4	deltametrina 4.0
		F		0.000	4	testigo