

EFFECTOS DE INSECTICIDAS EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DE *Phthorimaea operculella* (Zeller) EN LABORATORIO E INVERNADERO

Eugenio Guerrero Rodríguez¹
Santiago Gálvez Santos²
Víctor M. Sánchez Valdez³

RESUMEN

Al evaluarse la actividad de Paratión metílico, Azinfos metílico, Metamidofos, Permetrina y Thiodicarb, en diferentes estados de desarrollo de *Phthorimaea operculella* (Zeller) con individuos provenientes de una colonia mantenida por 25 generaciones en laboratorio, y otra proveniente de campo y criada por dos generaciones en pruebas de laboratorio e invernaderos, se encontró que Paratión metílico, Azinfos metílico y Permetrina, actúan eficientemente, en huevecillos de 1 y 4 días de edad, aun a dosis del 50% de las recomendadas comercialmente, mas no en aquellos de 5 días. Los mismos productos, más Metamidofos, manifiestan excelente actividad larvicida en individuos de 1^o y 4^o estadíos. Como adulticidas, todos los productos incluido el thiodicarb, actúan eficazmente.

No se encontró diferencia en cuanto a susceptibilidad a los insecticidas evaluados entre las poblaciones de laboratorio y la de campo, quizá por provenir estas últimas de áreas con papas voluntarias no expuestas a tóxicos durante al menos el último año.

INTRODUCCIÓN

La palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una de las plagas más serias que atacan al cultivo de la papa y a otras solanáceas, la que prospera mejor en áreas con clima cálido y seco.

1 y 3. Ing. M.C. Maestros-Investigadores Depto. de Parasitología. Div. de Agronomía. UAAAN.
2. Tesista Maestría

En México, este insecto se presenta en lugares templados productores de papa, como son las regiones de El Bajío, en León Guanajuato y Jalisco, así como en Nuevo León, Coahuila, Veracruz y Michoacán, donde este insecto causa daños económicos, tanto en campo como en almacén.

Para el control de esta plaga en el área de Navidad, N.L., Arteaga y Derramadero, Coah., actualmente se realizan de 8 a 10 aplicaciones de insecticidas durante el ciclo agrícola, aunque en algunas regiones puede ser superior. Este alto número de aplicaciones se debe a la falta de estudios que indiquen la época más oportuna para su combate, considerando el desarrollo biológico del insecto como factor clave. Por otra parte, también se carece de estudios que indiquen qué productos son más adecuados para el control de las diversas fases de desarrollo para hacer más eficiente el combate químico de esta plaga, de ahí que el objetivo consista en determinar que estados biológicos del insecto son susceptibles de controlar adecuadamente con los insecticidas de uso común para su combate en el área papera de Navidad, N.L., Arteaga y Derramadero, Coah.

REVISIÓN DE LITERATURA

De acuerdo con las técnicas de producción, el control de la palomilla de la papa se basa principalmente en el uso de insecticidas, los cuales se aplican intensivamente al follaje a intervalos de diez días, y según Kennedy (1975), algunas de estas aplicaciones son innecesarias. El combate químico de la palomilla de la papa se registra desde fines de 1948, con algunos insecticidas clorados, como el DDT y Toxafeno (Anderson y Reynolds, 1950).

Al respecto, Haines (1976), señala que esta especie ha desarrollado una alta resistencia al DDT, DDD, Endrín y Dieldrín, y una ligera resistencia a BHC e IZOBENZAN; sin embargo, no se ha encontrado resistencia en adultos al azinfos etílico, pero sí, aunque ligera, en el estado larval. Menciona también que los siguientes productos químicos, proporcionan un buen control de esta especie: azinfos etílico, azinfos metílico, carbaryl, forato, fosalone, fosfamidón y clorfenvinfos. Para el tratamiento a los tubérculos en almacén menciona a: Malatión, Carbaryl y Diazinón.

Por su parte Murillo (1983), recomienda almacenar papa sana o fumigada con bromuro de metilo, y protegerla con una aplicación de alguno de los siguientes productos: Malatión, Triclorfón, Metomyl, Pirimicarb, o Carbaryl, para protegerla de la palomilla de la papa.

En trabajos más recientes se ha experimentado con insecticidas granulados, tales como: Fosfolan y Carbofuran, aunque los porcentajes de control que ofrecen estos productos son relativamente bajos, comparados con el porcentaje de control de la permetrina, aplicado al follaje con una periodicidad de días (Nuñez, 1983).

Cabe señalar que la mayor parte de los trabajos de evaluación de insecticidas se da preferencia a la mortandad en larvas, lo cual no es deseable, porque no permite conocer su acción en otras fases de desarrollo; al respecto, Shelton *et al.* (1981), señalan que las larvas y los adultos de la palomilla de la papa en el follaje, fueron eficientemente controladas con aplicaciones a dosis comerciales de Azinfos metílico, y combinaciones de Metomyl y Metamidofos, pero el efecto en huevecillos en condiciones de campo no fue eficiente; a su vez, el efecto en pupas no fue significativo.

Foot (1976), considera que un insecticida efectivo contra la palomilla de la papa debe poseer una fuerte actividad ovicida y larvicida, acompañado de una persistencia razonable, y que Azinfos etílico muestra estas propiedades, además de presentar un efecto repelente en relación con la ovipositura de las hembras.

Guerrero y Aranda (1988), evaluando la resistencia de larvas de cuarto estadio de la palomilla de la papa, en insecticidas de uso común, reportan que en los bioensayos de la F-4 y F-6 existen diferencias muy notorias en cuanto a las ppm requeridas para obtener la CL₅₀ en el Paratión metílico; este alto nivel es seguido por el Metamidofos y Azinfos metílico, en contraste con la Permetrina de la cual se requieren cantidades muy bajas. En los datos obtenidos en F-13 y F-21, se aprecia una reducción en las ppm necesarias para obtener la CL₅₀, lo cual indica una pérdida de la resistencia adquirida a través de las generaciones del estudio. Se reportó la mayor resistencia para el caso del Paratión metílico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en laboratorio e invernadero, en donde se evaluaron los insecticidas: Paratión metílico, Azinfos metílico, Metamidofos, Permetrina y Thiodicarb; en laboratorio se trabajó con los estados biológicos: huevecillo, larva y adulto, y en invernadero sólo con huevecillo.

El material biológico de *P. operculella* usado, se obtuvo de colonias establecidas en laboratorio por 25 generaciones, y también de individuos recolectados de campo y criados en laboratorio por dos generaciones, con el fin de observar diferencias en el control de ambas poblaciones.

Para cada uno de los insecticidas se usaron las dosis recomendadas comercialmente, que fueron las que se tomaron como 100%; y otra serie de evaluaciones en las que se disminuyeron las dosis de cada uno de los insecticidas un 50% (Cuadro 1).

Pruebas de laboratorio

Para las pruebas de laboratorio se usaron huevecillos de uno y cuatro días de ovipositados, los que fueron colectados en papas y depositados por medio

Cuadro 1. Concentración comercial de insecticidas y dosis recomendada por hectárea

Producto	concentración %	Dosis l/ha*
Paratión metílico	47.2	1.0
Azinfos metílico	20.2	2.0
Metamidofos	48.3	1.5
Permetrina	34.7	6.4
Thiodicarb	33.7	1.0

* En razón a 400 lt de agua, esta dosis se considera al 100%

de un pincel de pelo suave en papel filtro confinado en cajas de petri. Tanto los huevecillos como el papel, fueron previamente mojados con el insecticida disuelto en agua; después de cada tratamiento el pincel fue lavado cuidadosamente con una solución de hidróxido de sodio, con el objetivo de eliminar posibles residuos insecticidas. Posteriormente, cuando el mayor número de huevecillos en el testigo se observaron eclosionados, se realizaron conteos en los tratamientos insecticidas tomando como parámetro el número de huevecillos no eclosionados.

En las pruebas para el caso de larvas, se utilizaron individuos de primero y de cuarto estadio, y se usó la técnica de película residual; se utilizaron frascos de vidrio de 5 cm de diámetro por 6cm de altura, en donde se depositó 1 ml de la dosis correspondiente y se impregnó la pared interna del frasco, rodando éste hasta la evaporación del agua; el parámetro medido fue el número de larvas muertas. Para el caso de larvas de cuarto estadio, esto se hizo a las 24 horas, y para el caso de larvas de primer estadio las observaciones se hicieron a una, tres y seis horas, después de tratadas.

Para el caso de adultos, se siguió la misma técnica de película residual; los adultos que se utilizaron fueron de cuatro días de edad y el parámetro medido fue el número de adultos muertos a las 24 horas.

Pruebas de invernadero

Para realizar las pruebas de invernadero se establecieron plantas de papa, las cuales se dejaron crecer hasta tener al menos tres hojas compuestas para utilizarse en los experimentos.

Se evaluó la actividad de los insecticidas en 40 huevecillos de uno y cuatro días de ovipositados. Colocados sobre folíolos de papa previamente mojados ambos con la solución de insecticida correspondiente, los huevecillos fueron manejados con un pincel de pelo suave el cual fue lavado de la forma ya an-

tes descrita. Después de observar en el testigo el mayor número de huevecillos eclosionados en las plantas, se hicieron las observaciones en los demás tratamientos cuantificando el número de huevecillos no eclosionados.

Los adultos utilizados para estas pruebas fueron de cuatro días de edad y, previo a su colocación en las plantas, se aplicó el insecticida mojando una hoja compuesta, cubriéndolas en seguida con bolsas de tela organza, donde se colocaron los adultos; las observaciones se hicieron a las 24 horas anotando el número de adultos muertos.

Es importante señalar que en estas pruebas de invernadero solamente se utilizaron insectos de la línea proveniente de campo, en tanto que en las pruebas de laboratorio se usaron las poblaciones de la colonia de laboratorio y la de campo.

El diseño bajo el cual se analizaron los datos fue el de complementar al azar, a su vez, se realizaron pruebas de diferencia de medias por DMS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los compuestos Paratión metílico, Azinfos metílico y Permetrina, proporcionan un alto control de huevecillos de un día, como de cuatro días en ambas dosis (Cuadro 2 y 3), tanto en poblaciones provenientes de campo como de laboratorio, mientras que Thiodicarb muestra que las dosis de campo sólo al 100% son adecuadas. Metamidofos actúa de una manera más lenta para matar huevecillos y sus resultados son variables en ambas dosis, y aunque estadísticamente no hay diferencia con el resto de los insecticidas en la mayoría de los tra-

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de huevecillos de dos edades de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de laboratorio en pruebas de laboratorio. UAAAN. 1988-1989.

Productos	Un día		Cuatro días	
	*100%	*50%	100%	50%
Paratión metílico	100**	100a	100a	100a
Azinfos metílico	100 a	100a	100a	100a
Metamidofos	100 a	92.5a	85a	85a
Permetrina	100 a	100a	100a	100a
Thiodicarb	100 a	100a	100a	100a
Testigo	7.5 b	17.5b	12.5b	5b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales, usadas en la región.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de huevecillos de dos edades de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de campo en pruebas de laboratorio e invernadero. UAAAN. 1988-1989.

Productos	Laboratorio				Invernadero			
	1 día		5 días		1 día		5 días	
	*100%	*50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%
Paratión metílico	100**	100a**	15ab	25	80b	70b	100a	97a
Azinfos metílico	100	100a	25a	18	100a	100a	100a	97a
Metamidofos	92	80b	13qb	3	100a	100a	100a	95a
Permetrina	100	100a	23a	23	100a	100a	100a	100a
Thiodicarb	97	83b	18ab	28	95a	75b	100a	97a
Testigo	10	0c	0	0	10c	10c	15b	17b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%

tamientos, el menor grado de control es notorio. Es de señalar que fisiológicamente los huevecillos no son afectados por los insecticidas, sino hasta cuando éstos se encuentran ya desarrollados; es decir, cuando la larva se observa bien formada dentro del huevecillo a los cinco días de edad (Cuadro 3), esto se explica ya que los insecticidas Paratión metílico, Azinfos metílico y Metamidofos son fosforados, y el Thiodicarb que es carbámico, actúa sobre el sistema nervioso del insecto (colinesterasa) hasta que éste se integra completamente y puede responder a estímulos del exterior; de igual forma ocurre con la Permetrina (piretroide) con la diferencia que ésta actúa en la axona. Así, durante los primeros días del desarrollo de la larva, ésta ocurre normalmente y sólo al llegar el cuarto día cuando la larva está completamente formada, se aprecia que ésta suspende su actividad, muriendo en el interior del huevecillo. Este aspecto es importante, porque normalmente no se cita las propiedades ovicidas de los productos ya que al observar estos huevecillos en campo, en algún período de 1 a 4 días, no se aprecia la actividad del insecticida por tener el huevecillo una apariencia normal, y sólo se citará muerto cuando éste se encuentre necrosado o deshidratado.

Como larvicidas, todos los tratamientos son efectivos; la discusión en este caso, estriba en que a mayor peso de la larva, éstas son más tolerantes a los

insecticidas (Cuadro 4), ya que larvas de primer estadio fueron más susceptibles que las larvas de cuarto estadio, muriendo todas una hora después de haberse expuesto a los tóxicos, ya que su menor vigor y peso no les permite tolerar la dosis de los productos. Aunque, el Thiodicarb en larvas provenientes de población de campo en cuarto estadio no manifiesta un control del 100% a ninguna de las dosis como en los demás insecticidas, ya que se observó sobrevivencia, pero estadísticamente es igual al resto de los tratamientos. (Cuadro 5).

Además, se aprecia que en estas poblaciones, el efecto en larvas de primer estadio del Paratión metílico fue más lento; esto influenciado por los mecanismos detoxificativos que para este producto ha desarrollado acorde a lo reportado por Guerrero y Aranda en 1989. Aunque el control obtenido a un tiempo más largo fue del 100% aún a la dosis baja, en las de cuarto estadio no se aprecia este efecto por que la lectura fue a las 24 horas.

Por lo que respecta a la actividad de los insecticidas, como adulticidas todos los productos son buenos estadísticamente, aunque Thiodicarb pareció no serlo, ya que en las pruebas de laboratorio, tanto en poblaciones de laboratorio (Cuadro 6) y de campo (Cuadro 7), se obtuvo de 5 a 17% de sobrevivencia, en tanto que las pruebas en invernadero la mortalidad fue del 100% al igual que en el resto de los tratamientos, sin que se tenga una explicación al respecto.

En general, se observa que los productos insecticidas usados comúnmente en las regiones de Navidad, N.L., y Derramadero, Coah., manifiestan una buena actividad como ovicidas, larvicidas y adulticidas, a una dosis del 50% de las comerciales, en condiciones de laboratorio e invernadero; no obstante, para lograr un buen control en condiciones de campo, el principal problema radica en poner en contacto al insecto con el tóxico, y dado el hábito de minador de la especie, el tamaño del huevecillo y el hábito de los adultos, el estado más susceptible de control lo es sin duda la larva de primer estadio, que en condiciones de campo puede estar expuesta antes de penetrar a la misma. De aquí se resalta la importancia de la predicción de eventos biológicos por medio de modelos de tiempo fisiológico que ayudan a determinar las fechas de mayor eclosión de huevecillos. A su vez, estos productos manifiestan prácticamente la misma actividad con poblaciones de laboratorio (25 generaciones) como de individuos provenientes de campo; esto último no se esperaba, ya que en estudios anteriores indican que la palomilla de la papa, en las regiones mencionadas, presenta resistencia a varios de los productos empleados (Guerrero y Aranda, 1989); sin embargo, esto se puede explicar si se considera que la población de campo fue colectada en papas sin cultivar (mostrencas), lo que implica que al menos durante las generaciones del último año estuvieron libres de aplicaciones de insecticidas, ocasionando que los niveles de susceptibilidad a los químicos fuera relativamente similar a las de laboratorio.

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de larvas de dos estadios de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de laboratorio en pruebas de laboratorio UAAAN. 1988-1989.

Productos	Primer estadio		Cuarto estadio	
	*100% 1 hr	50% 1hr	100% 24hr	50% 24hr
Paratión metílico	100	100	100**a	100
Azinfos metílico	100	100	100 a	100
Metamidofos	100	100	100 a	100
Permetrina	100	100	100 a	100
Thiodicarb	100	100	100 a	100
Testigo	0	0	20 ab	0

* Se refiere a 100 y 50% de la dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.5%

Cuadro 5. Porcentaje de mortalidad de larvas de dos estadios de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de campo en pruebas de laboratorio UAAAN. 1988-1989.

Productos	Primer estadio				Cuarto estadio	
	*100%	*50%	100%	50%		
	1hs	3hs	1hs	3hs	6hs	24 hs
Paratión metílico	78a**	100a**	70	78b	100	100a 100a
Azinfos metílico	100a	100a	100	100a	100	100a 100a
Metamidofos	100a	100a	100	100a	100	100a 100a
Permetrina	100a	100a	100	100a	100	100a 100a
Thiodicarb	100a	100a	100	100a	100	95a 88a
Testigo	0b	7b	0	8	13	18b 10b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%

Cuadro 6. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Phthorimaea opercule-lla* (Zeller) de una población de laboratorio en pruebas de laboratorio. UAAAN. 1988-1989.

Productos	100%	50%
Paratión metílico	100**a	100a
Azinfos metílico	100a	100a
Metamidofos	100a	100a
Permetrina	100a	100a
Thiodicarb	82.5b	90a
Testigo	32.5b	12.5b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Phthorimaea opercule-lla* (Zeller) de una población de campo en pruebas de laboratorio e invernadero. UAAAN. 1988-1989.

Productos	Laboratorio		Invernadero	
	*100%	*50%	100%	50%
Paratión metílico	100a**	100a	100a	100a
Azinfos metílico	100a	100a	100a	100a
Metamidofos	100a	100a	100a	100a
Permetrina	100a	100a	100a	100a
Thiodicarb	95a	87.5a	100a	100a
Testigo	17.5b	10	15b	20b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%.

CONCLUSIONES

1. Paratión metílico, Azinfos metílico y Permetrina, actúan eficientemente como ovicidas en huevecillos de uno o cuatro días, aún a dosis del 50% de las aplicadas comercialmente, y el compuesto Thiodicarb sólo actúa eficientemente a dosis del 100% de las comerciales.
2. Paratión metílico, Azinfos metílico, Metamidofos y Permetrina, manifiestan una excelente actividad larvicida en individuos de primer y cuarto estadio, en poblaciones de laboratorio y campo, y mejor que thiodicarb en las larvas de la población de campo.
3. Todos los insecticidas evaluados actúan eficientemente, como adulticidas.

4. No se encontró diferencia en cuanto a susceptibilidad a los insecticidas evaluados entre las poblaciones de laboratorio y las provenientes de campo, quizá por provenir, estas últimas, de áreas no expuestas a tóxicos durante al menos el último año.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, L.D., y H.T. Reynolds. 1950. Potato tuberworm control in Southern California. J. Econ. Entomol. 43(3): 396-397.
- Foot, M.A. 1976. Laboratory assesment of several insectides againts the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). New Zeland Jour. Agricul. Res. 19(1): 117-125.
- Guerrero, R.E. y H.E. Aranda, 1989. Presencia de resistencia a insecticidas en *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera:Gelechiidae) en Navidad, Nuevo León y Arteaga, Coahuila, México, XXXII Convención Nacional de Entomología "J.E. Wille". Lima, Perú. 6-11 Agosto de 1989. p. 45.
- Haines, C.P. 1976. The potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) a bibliography of recent literature and review of its biology and control on potatos in the fiel and storage. Report Tropical Products Institute G. 112. pp.
- Kennedy, G.G. 1975. Trap desing and other factors influencing capture of mate potato tuberworm moths by virgin female baited traps. J. Econ. Entomol. 68(3): 305-308.
- Murillo, R.R. 1983. Biología de *Phthorimaea operculella* Zeller. Memoria del seminario internacional sobre biología y control de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Scrobipalposis solanivora* Povolny. Celaya, Gto., Mex., 30 de mayo al 1 de junio. 128. pp.
- Núñez, M. 1983. Prueba de cinco insecticidas para el control químico de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* en República Dominicana, memorias del segundo seminario regional sobre investigación y combate de la palomilla de la papa (*Scrobipalposis solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* (Zeller.) San José de Costa Rica, 20-24 de septiembre de 1982. 72. pp.
- Shelton, A.M., J.A. Wyman, y A.J. Mayor. 1981. Effects of commonly used insecticides on the potato tuerworm and its associates parasites and predators in potatoes. J. Econ. Entomol. 74:303-308.