

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN DE THIAACLOPRID MÁS
 β -CIFLUTRINA SOBRE LA POLILLA DE LA PAPA, *Phthorimaea*
operculella (Zeller) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

ALEJANDRO ANDRÉS BROGLE LÜER

MEMORIA DE TÍTULO

Santiago, Chile, 2004

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN DE THIACTOPRID MÁS
 β -CIFLUTRINA SOBRE LA POLILLA DE LA PAPA, *Phthorimaea*
operculella (Zeller) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Sanidad Vegetal

ALEJANDRO ANDRÉS BROGLE LÜER

PROFESOR GUÍA	CALIFICACIÓN
Sr. Jaime E. Araya C. Ingeniero Agrónomo, MS., PhD.	6,0
PROFESORES CONSEJEROS	
Sra. María Angélica Guerrero S. Prof. Biología	6,0
Sr. Tomislav Curkovic S. Ingeniero Agrónomo, PhD.	5,0

Santiago, Chile. 2004

AGRADECIMIENTOS

- Sr. Jaime Araya C., mi profesor guía, por su orientación, paciencia y colaboración durante el desarrollo de la investigación.
- A mis padres y hermanos, por su paciencia y apoyo durante mis estudios.
- A Karin Seydewitz, apoyo y comprensión.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMEN	1
Palabras claves	1
SUMMARY	2
Key words	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO	4
REVISION BIBLIOGRÁFICA	5
El cultivo de la papa	5
<i>Phthorimaea operculella</i>	5
Control de la polilla de papa con insecticidas	8
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Ubicación del ensayo	11
Época de trabajo	11
Materiales	11
Métodos	12
Aplicación de los productos	12
Evaluación	14
Diseño experimental y análisis estadístico	18

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
Presión de <i>P. operculella</i>	19
Efecto de los tratamientos en el nivel de daño	20
Fitotoxicidad	24
Efecto de los tratamientos en la producción	24
CONCLUSIONES	25
LITERATURA CITADA	26

RESUMEN

Se hizo un ensayo de campo para evaluar la eficacia de una formulación de thiacloprid + β -ciflutrina en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en una plantación de papa, *Solanum tuberosum* L, var. Cardinal, en Llavería, comuna de Las Cabras, VI Región, desde febrero a mayo de 2002.

Se evaluaron cuatro dosis de esta formulación (0,75; 1,00; 1,25 y 1,5 L/ha), las que se compararon también con el efecto de insecticidas usados frecuentemente en el cultivo [clorhidrato de cartap (1,00 L/ha), ciflutrina (0,50 L/ha) y abamectina (0,50 L/ha)] y un testigo sin aplicaciones, con 4 repeticiones. Los productos se aplicaron cada 14 días, a partir del 4 de febrero, con una bomba de espalda manual con presión aproximada de 30 psi y volumen de 500 L/ha.

Los 7 tratamientos químicos se diferenciaron significativamente del testigo en niveles de daño; aquellos de la formulación de thiacloprid + β -ciflutrina a 0,75 y 1,00 L/ha produjeron rendimientos totales mayores de papas que los otros tratamientos. Así, la formulación evaluada representa una nueva alternativa para el control de la polilla de la papa.

Palabras clave: abamectina, β -ciflutrina, ciflutrina, clorhidrato de cartap, *Phthorimaea operculella*, polilla de la papa, thiacloprid.

SUMMARY

The efficacy of a formulation of thiacloprid plus β -cyfluthrin to control the potato moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae) was assessed in a potato field var. Cardinal in Llavería, Las Cabras, 4th Region of Chile , from February through March 2002.

Four dosages (0.75, 1.00, 1.25, and 1.5 L/ha) of thiacloprid plus β -cyfluthrin formulation were applied, compared with three insecticides frequently applied on this crop (chlorhydrate of cartap 1.00 L/ha, cyfluthrin 0.50 L/ha, and abamectin 0.50 L/ha) in potato crops, and a control with no applications; the treatments had four reapplications. Chemicals were applied every other week starting on February 4, using a hand sprayer working at about 30 psi and 500 L/ha application volume.

The 7 chemical treatments differed significantly from the control in levels of damage; those of the thiacloprid plus β -cyfluthrin formulation at 0,75 and 1,00 L/ha had better total potato yield than the other treatments. Thus, the formulation evaluated represents a new alternative for the control of the potato moth.

Key words: abamectin, β -cyfluthrin, chlorhydrate of cartap, cyfluthrin, *Phthorimaea operculella*, potato moth, thiacloprid.

INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum* L., es de origen americano. Su distribución abarca desde el sur del Cañon del Colorado en EEUU hasta el archipiélago de Los Chonos en el sur de Chile, e incluye todos los países con Cordillera Andina (FAIGENBAUM, 2003).

Debido a su volumen de producción, la papa ocupa el cuarto lugar en importancia entre los principales cultivos alimenticios del mundo, y es superada sólo por el trigo, arroz, y maíz (GIACONI, 1988).

En Chile la papa es también el cuarto cultivo anual en superficie, con un total de 59.560 ha (ODEPA, 2003).

La papa puede ser afectada por diversas plagas y enfermedades, tanto en el campo como en almacenamiento, disminuyendo los rendimientos y afectando la calidad comercial del tubérculo. Entre las plagas más importantes de este cultivo se cita la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (GIACONI, 1988).

Este insecto se encuentra en todas las zonas de cultivo de la papa, aunque presenta incidencia menor en la Zona Sur. Las poblaciones del insecto se reducen significativamente en zonas con temperaturas sobre 25°C y bajo 10°C se detiene su desarrollo (FAIGENBAUM, 2003).

Al alimentarse, los primeros estadios larvarios de *P. operculella* producen daños característicos en hojas, tallos tiernos y brotes de crecimiento. Los órganos afectados aparecen con pequeñas perforaciones en forma de galerías. Una segunda fase del daño producido por las larvas es su acción directa sobre los tubérculos. Éstos pueden ser dañados por larvas que descienden desde el follaje, o por aquellas que nacen de huevos depositados sobre tubérculos parcialmente expuestos sobre el suelo (PALACIOS, 2000).

El daño a los tubérculos se manifiesta inicialmente en forma de galerías superficiales bajo la cáscara, las cuales se extienden luego hacia el interior de la pulpa. En las heridas o lesiones de los tubérculos se desarrollan enfermedades fungosas o bacterianas que causan pudriciones en el tejido afectado. La acción de las larvas continúa durante la etapa de almacenaje (FAIGENBAUM, 2003).

Entre los métodos convencionales de control más utilizados en Chile se encuentran una buena profundidad de siembra (al menos 15 cm), un aporque oportuno para producir tubérculos bajo los 25 cm de profundidad, la rotación de cultivos para evitar el desarrollo continuado de la polilla y la aplicación de insecticidas (ORTEGA, 1995).

El control químico se basa en aplicaciones de insecticidas al follaje, alternando el uso de compuestos de varios grupos químicos, de manera de evitar el desarrollo de resistencia. Un buen indicador para decidir la aspersion es un umbral de daño económico de 2-3 larvas por planta (ORTEGA, 1995).

El objetivo de esta memoria fue evaluar la eficacia de una nueva formulación comercial de thiacloprid más β -ciflutrina sobre la polilla de la papa en un ensayo de campo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El cultivo de la papa

Con una superficie cercana a 60 mil ha, un rendimiento aproximado de 18,3 ton/ha y una cosecha de 100 mil toneladas al año, la producción de papas en Chile se distribuye a lo largo de todo el territorio (ODEPA, 2003).

En la zona central, el cultivo de la papa se produce bajo riego en suelos de calidad y cerca de los centros de consumo, en tres períodos, temprano, de guarda, y de verano. En el centro-sur predomina el cultivo de verano bajo riego y con rendimientos que se acercan al promedio nacional. Los cultivos en el secano costero por pequeños productores tienen los menores rendimientos nacionales (AGROINDUSTRIA, 2001).

La var. Cardinal se cultiva en Chile en las regiones IV, V y Metropolitana; con semilla producida en la zona sur. De origen holandés, tiene piel rosada y pulpa amarillo claro. Esta variedad se cultiva para consumo fresco y se cosecha antes de la madurez total. Tiene buenas características de crecimiento y adaptación para ser cultivada como papa temprana, debido a que no demora más de tres meses en brotar (RIVEROS, 1976).

Phthorimaea operculella

La polilla de la papa es una especie de amplia distribución mundial. Se encuentra en regiones donde se cultiva la papa en todas las zonas de América, Europa, África, Asia y Australia (PALACIOS, 2000).

Las larvas de este geléquido se alimentan principalmente de frutos, follaje, tallos, brotes y tubérculos de solanáceas perennes y anuales. Los estados de desarrollo y biología de esta plaga primaria para el cultivo de la papa se describen en RAMÁN (1980). En Chile se distribuye entre la I y la X regiones, principalmente sobre el cultivo de la papa (PRADO, 1991).



Figura 1. *Phthorimaea operculella* adulto.

En las zonas donde se cultiva la papa una vez al año, la población de polillas se hace evidente durante la primera etapa del cultivo y alcanza los niveles mayores de densidad cuando el cultivo está en tuberización. Posteriormente, en ausencia del cultivo, la presión de la plaga disminuye. Durante el almacenamiento, la población mayor de la polilla se presenta a finales del verano. Las poblaciones son menores durante el resto del año (PALACIOS, 2000).

Según el lugar de eclosión de los huevos, las larvas pueden actuar como minadoras de hojas, donde forman inicialmente galerías a lo largo de la nervadura central, o pueden barrenar tallos, brotes (Figuras 2 y 3) y tubérculos (Figura 4). Cuando las larvas se han desarrollado, se unen con hilos de seda a un folíolo para completar su ciclo. Los tubérculos infestados presentan excrementos de larvas a la entrada de las galerías (NOVARTIS, 2001).



Figura 2. Daño causado por una larva de *P. operculella* en un brote.



Figura 3. Larva de *P. operculella* alimentándose sobre un folíolo.



Figura 4. Larva de *P. operculella* alimentándose en un tubérculo.

Control de la polilla de la papa con insecticidas

En Chile, la polilla de la papa se controla con diversos insecticidas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Insecticidas y dosis por ha, recomendados para el control de la polilla de la papa mediante aplicaciones al follaje ¹ (AFIPA, 2002-2003).

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

¹ Esta información no implica la discriminación de otros insecticidas.

² Para un volumen de aplicación de 400 L de agua.

En Nueva Zelanda se hicieron ensayos en cultivos de papa para el control de *P. operculella* con azinfos-etil, endosulfan y acefato. Los mejores resultados se obtuvieron con aplicaciones cada 10 días de acefato (FOOT, 1974).

Según RAMÍREZ (1973), en ensayos con diversos insecticidas en Venezuela en los estados de Lara y Anagua sobre cultivos de tomate para el control de *P. operculella*, los mejores resultados se obtuvieron con tres aplicaciones de una

mezcla que contenía metamidofos, clorfenvinfos y monocrotofos y otra mezcla de azinfos-etil y azinfos-metil. Las poblaciones de las dos localidades se comportaron en forma diferente frente a los insecticidas. En Lara la polilla de la papa pareció tener cierto grado de tolerancia a monocrotofos y a la mezcla de azinfos-etil y azinfos-metil. En cambio, en el estado de Anagua se produjo un control satisfactorio de la plaga con ambas mezclas de insecticidas. En Nueva Zelandia, FOOT (1974) ha observado también cierto grado de tolerancia hacia azinphos-etil.

Según LARRAÍN (1999), los tratamientos más eficaces para el control de la polilla de papa son los de clorfenapir, clorhidrato de cartap y triflumuron.

La resistencia a insecticidas y técnicas inadecuadas en el seguimiento de la polilla de la papa ha resultado en el uso excesivo de productos para su control y el agravamiento del problema (BACON *et al*, 1978). Ante ello, la industria estudia constantemente el control de plagas para obtener nuevos productos y formulaciones. Por ejemplo, thiacloprid es un insecticida del grupo químico de los cloronicotinilos, de aplicación foliar, acción tóxica estomacal y efecto sistémico, que controla insectos chupadores, minadores de hojas, entre otros.

Thiacloprid controla insectos con hábito alimenticio chupador y mordedor en pomáceas y frutales de carozo, entre otros cultivos. Su acción interfiere los impulsos en el sistema nervioso de los insectos, al excitar las células nerviosas en forma similar a como ocurre con la transmisión natural de los impulsos con la acetilcolina. El contacto permanente del producto resulta en un desorden en el sistema nervioso del insecto, con consecuencia de muerte. De baja toxicidad, thiacloprid no daña insectos benéficos abejas y abejorros. Se le considera una nueva alternativa para aumentar la calidad y producción de las cosechas (BAYER, 2002).

Al desestabilizar las membranas, los piretroides, entre los que se encuentra la β -ciflutrina, impiden la transmisión de impulsos a lo largo de los conductos neuronales, y por consiguiente afectan el sistema nervioso de los insectos, con resultado de muerte. Normalmente, los iones de sodio son excluidos del conducto

neuronal por su membrana, la que se carga negativamente. Un impulso se transmite fugazmente a través de la fibra nerviosa vía estos canales de sodio. Los iones Na vuelven inmediatamente a ser excluidos. En consecuencia, una onda de cargas positivas pasa a través del nervio. La β -ciflutrina es un compuesto de baja toxicidad que pertenece al grupo IV de insecticidas, ligeramente tóxico. Este compuesto se usa comúnmente en cultivos de algodón y soya para el control de diversos lepidópteros. La β -ciflutrina tiene acción estomacal y de contacto, no tiene actividad sistémica, y controla áfidos, coleópteros, lepidópteros, entre otros insectos (BAYER, 2002).

MATERIALES Y METODOS

Se hizo un ensayo en cultivo de papa var. Cardinal, en una parcela ubicada la localidad de Llavería, comuna de Las Cabras, Sexta Región.



Figura 5. Lugar del ensayo.

El cultivo se sembró el 4 del febrero de 2002, a 40 cm sobre la hilera y 75 cm entre hileras, y fue regado por surco. El lugar fue elegido debido a los problemas que han presentado los agricultores con *P. operculella* los años anteriores, lo que fue ratificado con una trampa de agua cebada con feromona sexual del tipo PTM₁ y PTM₂, instalada en una plantación cercana al lugar del ensayo.

Materiales

Bomba de espalda manual marca Solo modelo 435 de 20 L de capacidad.

Boquilla de cerámica.

Balanza digital.

Jeringas plásticas de 20 mL.

Vaso graduado de 1,5 L.

Estacas de madera.

Trampa de agua cebada con feromona sexual PTM₁ y PTM₂.

Métodos

Para el control de la polilla de la papa se utilizaron los tratamientos y dosis que aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos y dosis.

Tratamiento	Ingrediente activo	Producto comercial	Dosis L/ha
T ₁	Thiaclopid+ β -ciflutrina	Monarca 112.5 SE.	0,75
T ₂	Thiaclopid+ β -ciflutrina	Monarca 112.5 SE.	1,00
T ₃	Thiaclopid+ β -ciflutrina	Monarca 112.5 SE.	1,25
T ₄	Thiaclopid+ β -ciflutrina	Monarca 112.5 SE.	1,50
T ₅	Clorhidrato de Cartap	Neres 50 WP.	1,00
T ₆	Ciflutrina	Baythroid 050 EC.	0,50
T ₇	Abamectina	Vertimec 018 EC	0,50
T ₈	Control	---	---

Los resultados obtenidos al evaluar la mezcla comercial de thiaclopid + β -ciflutrina se compararon con aquellos obtenidos con otros insecticidas de uso común en papas: clorhidrato de cartap, ciflutrina y abamectina. Estos productos se seleccionaron por su uso frecuente en el control de la polilla de la papa.

Aplicación de los productos

La primera aplicación se hizo cuando las plantas se encontraban a inicios de cobertura el 19 de marzo de 2002. Después de esta aplicación se hicieron otras tres aplicaciones, separadas por 14 días.

Los productos se aplicaron al follaje con bomba de espalda y se mezclaron con agua a las dosis indicadas para cada tratamiento con un volumen de 500 L/ha,

a una presión aproximada de 30 psi medida con un manómetro ubicado en la válvula de paso de la bomba de espalda.

El clorhidrato de cartap es un insecticida sistémico de contacto e ingestión perteneciente al grupo de las nereistoxinas, tiene una rápida y duradera acción sobre una amplia gama de insectos, como por ejemplo *Copitarsia* spp., *Tuta absoluta* (Meyrick), *P. operculella*, *Liriomyza huidobriensis* (Blanchard), *Paratanus exitiosus* (Beamer) y áfidos entre otros. Además de ser muy eficaz en el control de larvas, presenta considerable acción contra adultos y larvas próximas a emerger a pupar. La ciflutrina es un piretroide de contacto, esencialmente larvicida y adulticida. Posee rápido efecto inicial y buen efecto residual. Presenta un amplio espectro de acción sobre plagas masticadoras del follaje, como por ejemplo *Copitarsia* spp., *Heliothis zea* (Boddie), *Epinotia aporema* (Walsingham), *Tuta absoluta*, *P. operculella*, entre otros. También ejerce un efectivo control sobre insectos chupadores como afidos. La abamectina es un acaricida-insecticida de origen natural, con poderosa actividad translaminar, producido por el hongo del suelo *Streptomyces avermitilis* Kim & Goodfellow. Actúa principalmente por ingestión y contacto directo sobre arañas e insectos como por ejemplo *Panonychus ulmi* (Koch), *Tetranychus urticae* (Koch), *Tuta absoluta*, *Liriomyza* spp., *P. operculella*, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) entre otros. La plaga se paraliza, no se alimenta y no pone huevos, por lo cual, en un corto tiempo muere (INIA 2004).

Evaluación

La infestación se evaluó 14 días luego de las aplicaciones de los distintos tratamientos, mediante toma de muestras en las tres hileras centrales, dejando como borde las dos hileras periféricas de cada parcela y un espacio de 50 cm en cada extremo de las hileras, de modo de evitar posibles derivas entre los tratamientos (Figura 6). Para ello se muestrearon 5 plantas seleccionadas al azar por parcela, en cada una de ellas se evaluó:

- 5 folíolos al azar de la parte superior y 5 de la parte inferior de cada planta. Cada folíolo se clasificó en una escala de daño de 0 (sin daño), 1 (1 a 3 galerías pequeñas; Figura 6) y 2 (más de tres galerías; Figura 7), según recomendaciones del Departamento de Investigación y Desarrollo de Bayer S.A. (Ing. Agr. Sr. Juan Pablo Zúñiga). Esta escala se usó para determinar el grado de infestación por larvas de *P. operculella* mediante la fórmula de Townsend y Heuberger, (1943).
- Número de brotes y tallos dañados por larvas de *P. operculella*.

Los tratamientos se evaluaron visualmente por cualquier problema de fitotoxicidad, para lo cual se utilizó una escala de daño proporcionada por el departamento de desarrollo de Bayer S.A. (Cuadro 3). Cerca del ensayo, aproximadamente a treinta metros se instaló una trampa con feromonas para establecer la presión de la plaga; los individuos (machos) en la trampa se contaron cada siete días.

Cuadro 3. Escala y categorías de fitotoxicidad.

Escala	Definición
1	Sin daño
2	Levemente dañado
3	Algún daño
4	Comercialmente aceptable
5	Compatibilidad marginal
6	Comercialmente inaceptable
7	Con daño
8	Muy dañado
9	Plantas prácticamente muertas

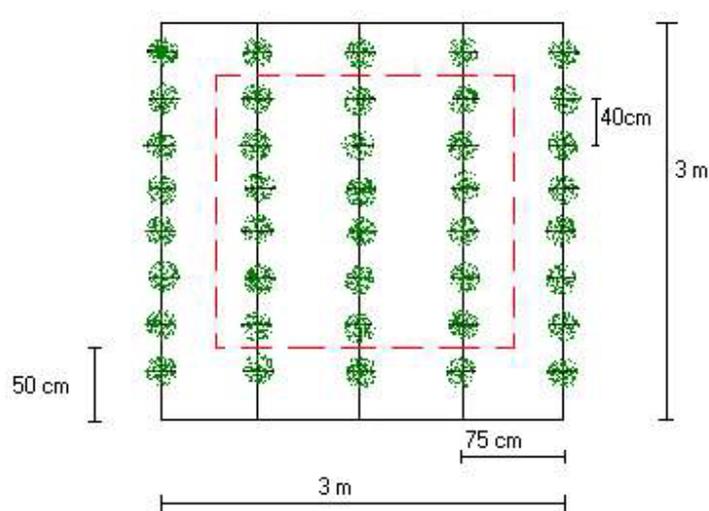


Figura 6. Croquis de cada parcela.

Fórmula de Townsend y Heuberger (1943):

$$\text{Grado de infestación} = \{[\sum (n*v)]/2N\} * 100,$$

donde n = número de folíolos en cada categoría;

v = Valor numérico de la categoría; y

N = Número total de hojas.

Escala de daño:

Figura 7. Nivel 1 de escala de daño. Folículo con una a tres galerías.



Figura 8. Nivel 2 de escala de daño. Folículo con más de tres galerías.

Se evaluó finalmente el rendimiento a la cosecha desde las tres hileras centrales de cada parcela. Los tubérculos fueron clasificados en comerciables y semillas de acuerdo al criterio utilizado por el agricultor.



Figura 9. Tubérculos comerciables v/s tubérculos semilla.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de 4 bloques distribuidos al azar, con 8 tratamientos. La unidad experimental consistió en una parcela de 5 hileras de 3 m de largo y una superficie de 11.25 m² (Figura 6).

Los resultados obtenidos se analizaron a través de análisis de varianza y se separaron con pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presión de *P. operculella*

Densidad de la plaga durante el ensayo.

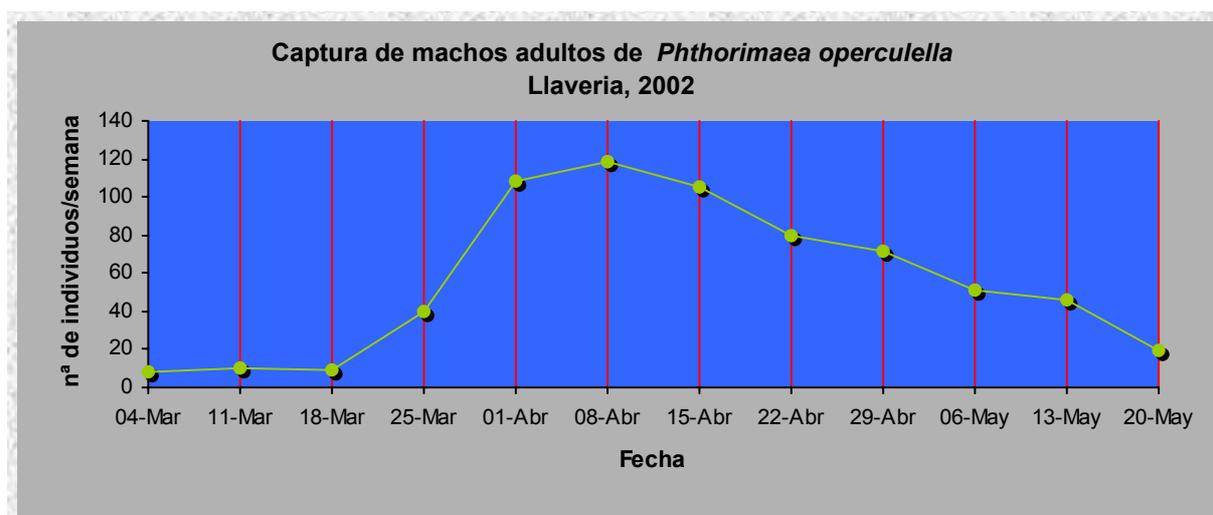


Figura 10. Captura de machos adultos entre siembra la (4.03.2002) y la cosecha (20.05.2002).

En la Figura 10 se observa que al inicio del ensayo (4.03.2001) existió una presión baja de la polilla de la papa. A partir del 18 de marzo los individuos capturados comenzaron a aumentar, probablemente debido a la inmigración de polillas desde los alrededores o al aumento de la población local.

Efecto de los tratamientos en el nivel de daño

El daño causado por las larvas de la polilla de la papa en los diversos tratamientos a través de las fechas de evaluación se presenta en los Cuadros 4 a 7.

Cuadro 4. Niveles de daño observados 14 días después de la primera aplicación de tratamientos (01.04.2002).

Tratamientos	Dosis L/ha	% hojas sanas	Grado de infestación	% brotes con daño	% tallos con daño
Thiaclopid, β -ciflutrina	0,75	95,00 a	2,75 a	5,00 a	5,00 a
Thiaclopid, β -ciflutrina	1,00	96,00 a	2,50 a	5,00 a	0,00 a
Thiaclopid, β -ciflutrina	1,25	95,50 a	2,25 a	5,00 a	10,00 a
Thiaclopid, β -ciflutrina	1,50	96,50 a	2,00 a	5,00 a	0,00 a
Clorhidrato de cartap	1,00	92,00 a	4,50 a	0,00 a	0,00 a
Ciflutrina	0,50	95,50 a	2,25 a	5,00 a	0,00 a
Abamectina	0,50	95,50 a	2,75 a	5,00 a	5,00 a
Control	---	81,50 b	13,00 b	55,00 b	35,00 b

Promedios en cada columna con letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

Cuadro 5. Niveles de daño observados 14 días después de la segunda aplicación de los tratamientos (15.04.2002).

Tratamientos	Dosis L/ha	% hojas sanas	Grado de infestación	% brotes con daño	% tallos con daño
Thiaclopid, β -ciflutrina	0,75	95,00 a	2,75 a	0,00 a	5,00 a
Thiaclopid, β -ciflutrina	1,00	97,50 a	2,75 a	20,00 a	0,00 a
Thiaclopid, β -ciflutrina	1,25	96,50 a	2,00 a	10,00 a	0,00 a
Thiaclopid, β -ciflutrina	1,50	98,00 a	1,00 a	5,00 a	0,00 a
Clorhidrato de cartap	1,00	99,00 a	0,50 a	0,00 a	0,00 a
Ciflutrina	0,50	98,50 a	0,75 a	0,00 a	0,00 a
Abamectina	0,50	96,50 a	2,00 a	5,00 a	5,00 a
Control	---	77,50 b	13,00 b	50,00 b	30,00 b

Promedios en cada columna con letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

Cuadro 6. Niveles de daño observados 14 días después de la tercera aplicación de los tratamientos (29.05.2002).

Tratamientos	Dosis L/ha	% hojas sanas	Grado de infestación	% brotes con daño	% tallos con daño
Thiacloprid, β -ciflutrina	0,75	92,50 ab	4,50 b	5,00 ab	0,00 a
Thiacloprid, β -ciflutrina	1,00	91,00 b	4,75 b	20,00 b	0,00 a
Thiacloprid, β -ciflutrina	1,25	93,50 ab	3,50 ab	0,00 a	5,00 ab
Thiacloprid, β -ciflutrina	1,50	94,00 ab	3,00 ab	10,00 ab	0,00 a
Clorhidrato de cartap	1,00	94,50 ab	2,75 ab	0,00 a	0,00 a
Ciflutrina	0,50	97,00 a	1,50 ab	5,00 ab	0,00 a
Abamectina	0,50	98,00 a	1,00 a	0,00 a	0,00 a
Control	---	63,50 c	20,75 c	5,00 ab	10,00 b

Promedios en cada columna con letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

Cuadro 7. Niveles de daño observados 14 días después de la cuarta aplicación de los tratamientos (13.05.2002).

Tratamientos	Dosis L/ha	% hojas sanas	Grado de infestación	% brotes con daño	% tallos con daño
Thiacloprid+ β -ciflutrina	0,75	95,50 a	2,75 a	5,00 a	0,00 a
Thiacloprid+ β -ciflutrina	1,00	94,50 a	2,75 a	10,00 a	0,00 a
Thiacloprid+ β -ciflutrina	1,25	95,00 a	2,50 a	0,00 a	0,00 a
Thiacloprid+ β -ciflutrina	1,50	95,00 a	2,50 a	10,00 a	0,00 a
Clorhidrato de cartap	1,00	95,50 a	2,25 a	0,00 a	0,00 a
Ciflutrina	0,50	97,50 a	1,25 a	5,00 a	0,00 a
Abamectina	0,50	98,50 a	0,75 a	0,00 a	0,00 a
Control	---	71,50 b	15,50 b	5,00 a	15,00 b

Promedios en cada columna con letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

En los cuadros 4 y 5 se observa que en todos los tratamientos se obtuvo un control significativo de la polilla de papa con relación al testigo.

En el cuadro 6, se puede observar que en todos los tratamientos los resultados fueron similares en porcentaje de hojas sanas, parámetro en el que se diferenciaron todos del testigo. En nivel de daño, al igual que en el porcentaje de hojas sanas, en los resultados fueron similares, diferenciándose todos del testigo. Las distintas concentraciones de la mezcla de thiacloprid + β -ciflutrina no presentaron diferencias estadísticas entre si. En el porcentaje de brotes con daño, el único tratamiento que se diferenció significativamente del resto fue thiacloprid + β -ciflutrina (1,00 L/ha); los demás tratamientos, incluso el testigo, se comportaron en forma similar, sin diferencias significativas entre ellos.

En tallos dañados, el único tratamiento que se comportó de forma distinta fue el de la mezcla de thiacloprid + β -ciflutrina (1,25 L/ha) que se comportó de forma similar al testigo. Todos los demás tratamientos insecticidas fueron similares entre sí.

En el cuadro 7 se observa algo similar a lo ocurrido en los dos primeros cuadros de resultados, en que el testigo se diferenció significativamente del resto de los tratamientos en el porcentaje de hojas sanas, grado de infestación y tallos dañados. En los brotes con daño no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

En un ensayo de GUGLIEMETTI (1990) con productos químicos para controlar la polilla de la papa se utilizó ciflutrina y β -ciflutrina, con los que se obtuvo buenos resultados de control, pero aumentó la infestación de pulgones, lo que no se observó en el presente ensayo.

En ensayos con una mezcla comercial de imidacloprid más ciflutrina sobre *Agrotis subterranea* (Fabricius) y *Copitarsia turbata* (Herrich & Schäffer) (Lepidoptera: Noctuidae), LEAL (2001) comprobó el efecto repelente y antialimentario de la ciflutrina. Este efecto se ha observado en diversas evaluaciones de toxicidad por ingestión, LEGADIC *et al.* (1993), comprobando en laboratorio la repelencia hacia la ciflutrina y la actividad estomacal de imidacloprid sobre *H. zea* y *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). Muchos estudios sobre la acción de la ciflutrina describen este efecto repelente en diversas especies, además del rápido efecto característico de la intoxicación por piretroides.

Ensayos con clorhidrato de cartap indican que este producto es una buena alternativa para reemplazar a los insecticidas utilizados frecuentemente en el campo por la mayoría de los productores (GUZMÁN, 1997). En ensayos para el control de *Tuta absoluta* en tomate, ESPINOZA (1999) obtuvo los mejores resultados con clorhidrato de cartap y abamectina. En ese ensayo se observó también que la ciflutrina no controló adecuadamente a la polilla del tomate.

Experiencias de campo con thiacloprid en 1998-2000 en las principales zonas frutícolas de Alemania han demostrado que éste es un excelente insecticida contra plagas importantes y difíciles de controlar en fruticultura. Fue destacada la inocuidad de este producto en abejas, lo que permitiría hacer aplicaciones antes, durante y después de la floración. En estos ensayos se determinó que el producto tiene un buen control sobre pulgón lanífero del manzano, pulgón negro del cerezo, polilla de la manzana, entre otras plagas (ERDELEN, 2001). En ensayos con insecticidas para el control de *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) en Italia, VISIGALLI (2000), logró un buen control con thiacloprid durante la emergencia de las larvas.

En ensayos sobre dos poblaciones de polilla de la papa en Perú con seis piretroides (permetrina, cipermetrina, flucitrinato, fenvalerato, ciflutrina y deltametrina), el producto con mejores resultados fue deltametrina, la que se comportó de forma similar en las dos poblaciones; fenvalerato fue levemente menos tóxico que los cuatro insecticidas restantes. Sin embargo, según RAMÁN y COLLANTES (1986), ninguno de los seis insecticidas utilizados fue efectivo en ninguna de las dos poblaciones. Esto coincide con NABI (1985), quien al evaluar también la eficacia de cipermetrina y fenvalerato en ensayos de campo en Nueva Zelanda, encontró que ambos insecticidas no lograron reducir los daños de la polilla de la papa. ROJAS (1981) opina también que los piretroides no presentan gran eficacia en el control de esta plaga, pues al actuar principalmente por contacto e ingestión se necesita mojar muy bien la planta para obtener un control satisfactorio.

Fitotoxicidad

La evaluación visual de todos los tratamientos luego de las aplicaciones y durante todo el período vegetativo fue de nivel 1, lo que indica que no se presentaron problemas de fitotoxicidad.

Efecto de los tratamientos en la producción

Los resultados de producción de tubérculos en las parcelas correspondientes a los diversos tratamientos se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Producción de tubérculos comerciales, semillas y totales en cada uno de los tratamientos cosechados el 20 de mayo de 2002.

Tratamientos	Dosis L/ha	Papa comercial ton/ha	Papa semilla ton/ha	Total tubérculos ton/ha
Thiaclopid, Beta-ciflutrina	0,75	8.0 a	0,5 a	8,5 a
Thiaclopid, Beta-ciflutrina	1,00	7.6 ab	0,8 a	8,4 a
Thiaclopid, Beta-ciflutrina	1,25	7.2 ab	0,5 a	7,7 ab
Thiaclopid, Beta-ciflutrina	1,50	7.5 ab	0,3 a	7,8 ab
Clorhidrato de cartap	1,00	6.1 ab	0,5 a	6,6 ab
Ciflutrina	0,50	8.1 a	0,4 a	8,5 a
Abamectina	0,50	7.9 a	0,3 a	8,2 a
Control	---	5.1 b	0,3 a	5,4 b

Promedios en cada columna con letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,05$), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

En el Cuadro 8, con los resultados obtenidos de la cosecha del 20 de mayo de 2002 se puede observar en el total de tubérculos cosechados, los tratamientos de thiaclopid + β -ciflutrina (0,75 y 1,00 L/ha), ciflutrina (0,5 L/ha) y abamectina (0,5 L/ha) obtuvieron rendimientos significativamente mayores que el testigo. Los tratamientos de thiaclopid + β -ciflutrina (1,25 y 1,50 L/ha) y clorhidrato de cartap (1,00 L/ha) no presentaron diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Las diferencias estadísticas entre los tratamientos de los rendimientos totales indican la importancia del área foliar de las plantas de papa, las que se ven reflejados en los resultados del cuadro 8.

Con respecto a los tubérculos semillas se observa que los tratamientos no influyeron en el resultado de la evaluación final ya que estos no mostraron diferencias estadísticas entre sí.

CONCLUSIONES

- A los 14 días de la primera aplicación de los tratamientos insecticidas se obtuvieron resultados de control de *P. operculella*. Con los siete tratamientos thiacloprid+ β -ciflutrina (0,75; 1,00; 1,25; 1,50 L/ha), clorhidrato de cartap (1,00 L/ha), ciflutrina (0,50 L/ha), abamectina (0,50 L/ha) se obtuvieron buenos resultados en el control de la polilla de papa y mejores rendimientos de papa comercial que el testigo.
- No hubo diferencias estadísticas entre las cuatro dosis de la mezcla de thiacloprid+ β -ciflutrina en el control de *P. operculella*.
- El resto de los tratamientos, que se utilizan frecuentemente en el control de la polilla de la papa, no se diferenciaron de la mezcla de thiacloprid + β -ciflutrina, por lo que esta nueva mezcla es una alternativa viable de control de la plaga.
- Se observó una cierta asociación entre el grado de infestación y los rendimientos, lo que indica que el control de esta plaga aumenta el rendimiento de la papa de categoría comercial.

LITERATURA CITADA

- AFIPA. 2002-2003. Manual Fitosanitario 2003-2004. 1213 p.
- AGROINDUSTRIA. 2001. Disponible en <http://www.agroindustrias.org/1-08-01agropapachile.shtml>. Citado el 2 de abril de 2002.
- BACON, O., BURTON, V.: WYMAN, J. 1978. Management of insect pests on potatoes. *California Agriculture* 32(2): 26-27.
- BAYER. 2002. Chile Crop Protection. Disponible en <http://www.bayercropscience.cl/gruposdenegocios.asp#protecciondecultivos> (citado el 2 de abril de 2002).
- DUNCAN, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-42.
- ERDELEN, C. 2001. Field trials with Calypso (thiacloprid) in fruit cultivation in Germany. Bayer AG. Monheim, Alemania. 296 p.
- ESPINOZA, R. 1999. Insecticidas reguladores de crecimiento y de distinto modo de acción para el control de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en el cultivo de tomate industrial. Memoria Ing. Agrónomo, Universidad Católica de Chile, Santiago. 52 p.
- FAIGENBAUM, H. 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Ograma S.A., Santiago, Chile, p. 601–695.
- FOOT, M. 1974. Field assessment of several insecticides against the potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zell. Lepidoptera, Gelechiidae) at Pukekohe. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 2: 191-197.
- GIACONI, V. 1988. Cultivo de hortalizas. 6ª ed., Universitaria, Santiago, Chile. 308 p.
- GUGLIEMETTI, H. 1990. Investigación del control químico de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* Zeller. INIA, Santiago, Chile. 20 p.

- GUZMÁN, M. 1997. Evaluación de resistencia a insecticidas en larvas de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller). Memoria Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Univ. de Chile, Santiago. 59 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 2004. Entomología Hortícola. Disponible en <http://www.inia.cl> (citado el 22 de mayo de 2004).
- LARRAÍN, P. 1993. Principales plagas de la papa. Investigación y Progreso Agropecuario, INIA La Platina 79: 12-17.
- LARRAÍN, P. 1999. Polilla de la papa. Fundación McKnight, INIA, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Serie Intihuasi 16: 1–15.
- LEAL, C. 2001. Evaluación de aplicaciones pretransplante de Confidor supra (Imidacloprid+ciflutrina) en el control de larvas de *Agrotis subterranea* (Fabricius) y *Copitarsia turbata* (Harris & Schäffer) (Lepidoptera: Noctuidae) y el pulgón del tabaco [*Myzus nicotianae* (Sulzer)]. Memoria Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Univ. de Talca, Chile. 41 p.
- LEGADIC, L., BERNARD, L.; LEICHT, W. 1993. Topical and oral activities of imidacloprid and cyflutrin against susceptible laboratory strains of *Heliothis zea* and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Pesticide Science 38: 323-328.
- NABI, M. 1985. Evaluation of cypermethrin and fenvalerate against potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Annals of Applied Biology 106 (Supplement, Test of Agrochemicals and Cultivars): 22-24.
- NOVARTIS. 2002. Disponible en <http://www.novartis.com.co/@agro/vademecum/HTM/Prob/1/phtho.htm> (citado el 28 de marzo de 2002).
- ODEPA. 2003. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura, Chile. Disponible en <http://www.odepa.cl> (citado: 29 de enero de 2004).
- ORTEGA, E. 2002. Tecnología para el control integrado de la polilla de la papa. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fdivul.html> (citado el 2 de mayo de 2002).

- PALACIOS, M. 2000. Producción de tubérculos-semillas de papa. Manual de capacitación. Centro Internacional de la Papa (CIP). Fascículo 3: 7–97. Disponible en <http://www.cipotato.org> (citado: 29 de marzo de 2002).
- PRADO, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. INIA, Bol. Técnico 169. 203 p.
- RAMÁN, K. V. 1980. La polilla de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. Boletín de Información Técnica 3: 1-14.
- RAMAN, K. V.; COLLANTES, L. 1986. Effect of six synthetic pyrethroids on two populations of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Perú. International Potato Centre, Crop Protection, Lima, Perú: 355-357.
- RAMÍREZ, E.; CERMELI, M.; BALEN, L.; GARCÍA, D.; SANDOVAL, Jr.: NIEVES, M. 1973. Control químico del minador del tomate, *Phthorimaea operculella* (Zeller), (Lepidoptera: Gelechiidae), en los Estados de Aragua y Lara, Venezuela. Servicio para el Agricultor, Cagua, Aragua, Venezuela. Agronomía Tropical 23: 393-400.
- RIVEROS, F. 1976. Rendimiento de cuatro cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) plantando tres calidades de tubérculo. Memoria Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago. 97 p.
- ROJAS, S. 1981. Control de la polilla del tomate: enemigos naturales y patógenos. Investigación y Progreso Agropecuario, INIA La Platina 8: 18–20.
- TOWNSEND, G.R.; HEUBERGER J. W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Rep. 27: 340-343.
- VISIGALLI, T.; MORI, N.; PASINI, M.; POSENATO, G.; TOSI, L. 2000. Efficacy of some insecticides against the eastern peach fruit. Informatore Agrario 56: 85–88.